

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Державний університет «Житомирська політехніка»
ДП «Івано-Франківськстандартметрологія»
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку
Херсонський національний технічний університет
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
Український науково-дослідний інститут прогнозування і випробування техніки та
технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого
ДП «Івано-Франківський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації»

МАТЕРІАЛИ

VI-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції
**«ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА МЕТРОЛОГІЯ:
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ, ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ»**

23-25 жовтня 2024 р.



Луцьк 2024

УДК 006; 371; 531; 537; 538; 546; 620; 621; 681

П76

Наукове електронне видання

Рекомендовано до друку науково-технічною радою Луцького національного технічного університету, протокол №4 від 25.10.2024 р.

ОРГАНІЗАТОРИ:

Луцький національний технічний університет
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

Загальною метою конференції є плідне спілкування науково-промислової спільноти в галузі проблем створення засад сучасного приладобудування, прецизійних технологій, інтелектуалізації виробництва та метрології.

Даний збірник є виданням, в якому публікуються основні результати наукових досліджень молодих вчених України, викладачів, аспірантів та студентів ВНЗ.

Відповідальний за випуск: Лапченко Ю.С., к.т.н., доц.

Технічне коригування: Денисюк В.Ю., к.т.н., доц.

Верстка: Пташенчук В.В., к.т.н., доц.

П76 Приладобудування та метрологія: сучасні проблеми, тенденції розвитку : матеріали VI-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції (23-25 жовтня 2024 р.) : збірник тез. Луцьк : ЛНТУ, 2024. 118 с.

ЗМІСТ

Стор.

Chuiko M.G., Chuiko M.M.

WETTABILITY CONTROL OF POROUS BODIES BY LIQUIDS WITH THE LIQUID OUTFLOW METHOD.....

8

Hablovska N.Y., Pavlenko T.P., Kononenko M.A.

APPLICATION OF COMPUTED TOMOGRAPHY METHOD FOR INVESTIGATING THE POROSITY OF COPPER STRUCTURE AS A COMPOSITE MATERIAL MATRIX.....

9

Hablovska N.Y., Pavlenko T.P., Hlad I.V., Hablovskiy B.B.

PROSPECTIVE SOLUTIONS FOR LINEAR MOTORS IN MODERN ELECTRIC DRIVE SYSTEMS.....

10

Kononenko M.A., Hablovska N.Y., Hablovskiy B.B.

STATE OF METROLOGICAL SUPPORT FOR POROSITY MEASUREMENT.....

11

Moroz Serhii, Anatolii Tkachuk, Valentyn Zablotskyi, Ihor Shchavyi

FEATURES OF GENERATING THE OUTPUT SIGNAL OF THE INFRARED RADIATION SENSOR.....

12

Rybhyn B.R., Krynytsky O.S.

ANALYSIS OF METHODS FOR MEASURING ALTERNATING CURRENT VOLTAGE.....

14

Shyndak L.M., Bodnarchuk A.P., Hotsuliak M.M.

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE DESIGN AND FUNCTIONAL COMPONENTS OF THE AZIPOD ELECTRIC DRIVE SYSTEM AIMED AT IMPROVING ENERGY EFFICIENCY AND OPERATIONAL RELIABILITY.....

15

Антошкін О.А

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ФУНКЦІЇ ПРІОРИТЕТНОСТІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ШЛЕЙФІВ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ.....

16

Банзак Г.В., Банзак О.В., Грабовський О.В., Стрельченко К.В.

РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ СТАТИСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВОЄННОГО ОБЛАДНЯНЯ.....

18

Банзак О.В., Грабовський О.В., Банзак Г.В., Овчиніков О.І.

БЛОК ДЕТЕКТУВАННЯ ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОСНОВІ CDZNTE-ДАТЧИКА ДЛЯ СИСТЕМ РАДІАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ.....

20

Банзак О.В., Грабовський О.В., Банзак Г.В.

РОЗРОБКА ПОРТАТИВНОГО ЦИФРОВОГО СПЕКТРОМЕТРА ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ.....

22

Барна О.Б., Піндус Н.М., Козарук М.Р. ВИЩА ОСВІТА ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ШЛЯХ ДО УСПІШНОГО ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ.....	24
Боднар Р.Т. ОПТИЧНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ ЗМОЧУВАННЯ.....	25
Босак Р.О., Єфімчук М.О., Гончарук Ю.В., Кайдик О.Л., Терлецький Т.В. ПРО ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОНКИХ ПЛІВОК ФЕРОМАГНЕТИКІВ НА БАЗІ ДВОШАРОВИХ СТРУКТУР.....	27
Буковський О.М., Вислоух С.П. АДАПТИВНІ АЛГОРИТМИ В СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ МІЖБЛОКОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ.....	28
Габер А.А., Берменко Ю.В., Корольов М.В. ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	30
Габер А.А., Мазур Є.О., Шаблевський М.О. АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТА ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	32
Габер А.А., Муратков О.О. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ М'ЯСА НА ВИРОБНИЦТВІ.....	34
Грабовський О.В., Банзак Г.В., Банзак О.В., Тодоров М.Ф. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИК ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВОЄННОЇ ТЕХНІКИ.....	36
Грабовський О.В., Григорець А.Д. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ В ГОТЕЛЬНІЙ СФЕРІ НА ОСНОВІ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ.....	38
Грабовський О.В., Новікова А.І., Павлиш М.І. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТА ЗНИЖЕННЯ БРАКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	40
Денисюк В.Ю., Кібиш О.Д. ОСОБЛИВОСТІ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМОХІМІЧНОГО ЗАПИСУ В ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОМУ ПОЛІ.....	42
Денисюк В.Ю., Ящук А.А. АНАЛІЗ БІОМЕТРИЧНИХ ЗАСОБІВ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ ЛЮДИНИ.....	44
Денисюк В.Ю. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОКООРДИНАТНИХ СИСТЕМ МІКРОПОЗИЦІОНУВАННЯ З П'ЄЗОАКТЮАТОРАМИ.....	46
Денисюк В.Ю. МЕТОДИКА ЛІНЕАРИЗАЦІЇ ТА КАЛІБРУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ ПРИЛАДІВ АКТИВНОГО КОНТРОЛЮ.....	48

Дмитренко С.А., Барандич К.С. ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА СКЛАДІ.....	50
Євсюк М.М., Ліхогуб М.Г., Свереда М.В. АНАЛІЗ СИСТЕМИ МОНИТОРИНГУ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖАХ RMON.....	52
Євсюк М.М., Ярмолук А.В. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ОДНОЧАСТОТНОЇ ПОВНОДУПЛЕКСНОЇ ЦИФРОВОЇ РАДІОРЕЛЕЙНОЇ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ ЗІ СПІЛЬНОЮ ПРИЙМАЛЬНО- ПЕРЕДАВАЛЬНОЇ АНТЕНОЮ.....	54
Єфіменко Н.А., Єфіменко В.С. ТОПОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ КВАЛІМЕТРИЧНОЇ ОЦІНКИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ МАШИНОБУДІВНОЇ ПРОДУКЦІЇ.....	56
Жеребцова Л.М., Бакуменко І.В. РОЗВИТОК ЛІСОВОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ В УКРАЇНІ.....	58
Заблоцький В.Ю., Стасюк В.В. АНАЛІЗ ЧАСТОТНОГО СПЕКТРУ ПЕРЕДАЧІ ГОЛОСОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ.....	59
Заблоцький В.Ю., Гульчук А.Ю. АНАЛІЗ МЕТОДИКИ НАЛАШТУВАННЯ ДЖЕРЕЛ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ З ГАЛЬВАНІЧНОЮ РОЗВ'ЯЗКОЮ.....	62
Зіангірова Л.Т., Новікова А.І., Zubovich Г.М. ВИМІРЮВАННЯ ЯК МЕТОД КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ.....	64
Катамай В.Б., Середюк Д.О., Пелікан Ю.Т. РОЗРОБКА ТА МОДЕЛЮВАННЯ СТЕНДУ В ДІАПАЗОНІ ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ДО 25000 МЗ/ГОД.....	66
Катріч С.Г. АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУЧАСНОМУ ВИРОБНИЦТВІ.....	68
Кепещук Т.В., Кепещук Д.Т. НОРМАТИВНІ АСПЕКТИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЛІКУ НАФТИ В УКРАЇНІ.....	70
Кисельова О.І., Дрібноход В.В., Ткаченко І.О. ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ПОКРАЩЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	72
Коломієць Л.В., Пінчук І.В., Тімошенко М.Р. АНАЛІЗ СТАНУ ВИМІРЮВАНЬ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ВОЛОКОННО- ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ.....	74
Коломієць Л.В., Гончаренко Денис, Гончаренко Дмитро ДО ПИТАННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ГЕМОДІАЛІЗУ.....	76

Корнійчук В.І, Гук В.М. МАКСИМІЗАЦІЯ КІЛЬКОСТІ ПІДТРИМУЄМИХ ТЕРМІНАЛІВ БАЗОВИХ ТОПОЛОГІЙ PON.....	77
Коробко А.І., Погорілий В.В. КОНЦЕПЦІЯ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ РЕГЛАМЕНТІВ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ.....	78
Коробко А.І., Суржко К.А. РЕЗУЛЬТАТИ ВАЛІДАЦІЇ НЕСТАНДАРТИЗОВАНОГО МЕТОДУ ВИПРОБУВАНЬ МОБІЛЬНИХ МАШИН.....	79
Коробко А.І. ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ ЗАДАЧ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ МАШИН В УМОВАХ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ.....	80
Коробко А.І., Котова Ю.М. УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН ЗА НАПРЯМКОМ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ.....	82
Кондіус І.С., Косенко Р.С. ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗАМОВЛЕННЯМИ СЛУЖБИ ТАКСІ.....	83
Кондіус І.С., Ковальчук О.В. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ WEB-СТУДІЇ.....	84
Кондіус І.С., Зінчук М.О. АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОКУМЕНТООБІГУ НА ПІДПРИЄМСТВІ: ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	85
Крулік Ю.О. ВИКЛИКИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗБОРУ НАТИВНОЇ РЕКЛАМИ: ОБРОБКА ДИНАМІЧНОГО КОНТЕНТУ ТА ОБХОДЖЕННЯ ОБМЕЖЕНЬ.....	86
Марчук К.В., Максимчук Р.С., Чиркін Ю.О. ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ДАВАЧІВ ГАЗУ ТА ДИМУ.....	88
Михальчук А.Ю., Сус В.П., Кравчук О.В., Кайдик О.Л., Терлецький Т.В. ДО ПИТАННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ СКАНУЮЧО ЗОНДОВОЇ МІКРОСКОПІЇ.....	90
Мороз С.А., Приступа С.О., Горайчук А.А., Сюта І.В. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ ДАВАЧІВ В АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМАХ.....	91
Мусієнко М.П., Мусієнко О.Ю. ПОБУДОВА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ВИМІРЮВАННЯ П'ЄЗОКЕРАМІЧНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ.....	93

Передерко А.Л., Донченко О.П., Мусійчук К.О., Романовський О.Є. АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ З ПИТАНЬ ЗАПРОВАДЖЕННЯ СУЯ В МЕДИЧНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ.....	94
Передерко А.Л., Таранюк С.С., Шевченко К.М., Якимович В.В. ПРОБЛЕМИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ.....	95
Піндус Н.М., Барна О.Б., Маланчук С.В., Кровопусков Г.Ю. МЕТРОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗКОНТАКТНОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ.....	97
Пристапа С.О., Мороз С.А., Шевчук Д.В. ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КИСНЕВИХ ДАВАЧІВ АВТОМОБІЛЯ....	99
Пташенчук В.В., Васькевич В.О. ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОТВЕРДОСТІ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ СФОРМОВАНИХ В СЕРЕДОВИЩІ ШВИДКОЗМІННОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ.....	101
Середюк О.Є., Шевчук В.Б., Малісевич Н.М. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ КОЕФІЦІЄНТА СТИСЛОВОСТІ ГАЗОВОДНЕВИХ СУМІШЕЙ ЗА РІЗНИХ РОБОЧИХ УМОВ.....	102
Середюк О.Є., Труфан М.М., Винничук А.Г. РОЗРОБЛЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАСАД РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ПОДВІЙНОГО КОНТРОЛЮ СЕРЕДОВИЩА.....	105
Стецько А.Є. ПРОГРЕСИВНА ТЕХНОЛОГІЯ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ.....	107
Супруненко К.О., Шелуха О.О. РОЗРОБКА ЗАХИЩЕНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА МОНИТОРИНГУ ДОМАШНЬОЇ ІОТ-МЕРЕЖІ.....	109
Сус В.П., Михальчук А.Ю., Босак Р.О., Кайдик О.Л., Терлецький Т.В. ПРО МЕТОДИКУ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТИ СКАНУВАННЯ ЗА СИГНАЛОМ РЕШІТКИ.....	111
Уколов О.М., Середюк О.Є. ОСОБЛИВОСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕТАЛОННИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЛЧІЛЬНИКІВ ВОДИ.....	112
Чалий В.Д., Кузьмич А.І. МОНИТОРИНГ ПРОЦЕСУ ШЛІФУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ.....	113
Сьох О.М., Пташенчук В.В. ФОРМУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОГЕОМЕТРІЇ ТОРЦІВ КЛЕЦЬ ПІДШИПНИКІВ.....	114
Хвищун М.В., Євсюк В.М. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ФРЕЙМВОРКУ LARAVEL НА СТОРОНІ СЕРВЕРУ В КОМЕРЦІЙНІЙ РОЗРОБЦІ.....	116

WETTABILITY CONTROL OF POROUS BODIES BY LIQUIDS WITH THE LIQUID OUTFLOW METHOD

Chuiko M.G., Chuiko M.M.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

The study of the wetting properties of solid bodies by liquids is necessary in many areas of industry. It is especially important to study the surface properties of mountain oil-bearing rocks. Hydrophilization and oleophobicization of the hard rock surface is necessary to increase their oil yield. The specifics of these processes are determined by controlling the rock surface during its interaction with the liquid.

Therefore, the development of a controlling method for the surface interaction of solid porous bodies, which will allow to carry out express measurements without complying with complex requirements regarding the purity of the sample, environmental conditions, as well as to evaluate the wetting degree of the solid body by liquids, is relevant.

Wetting of a porous body occurs when the energy of interaction between the surfaces of a solid body and liquid changes, and the free energy of the system is released in the form of work, which is completely spent on overcoming internal friction during the movement of liquid in the pores. For the theoretical justification of this process, two conditions are introduced: wetting is carried out at a finite speed; the pores are completely filled with liquid and no air bubbles remain after wetting.

The contact angle in wetting a porous surface can be:

$$\cos \theta_p = f_s \cos \theta - f_p, \quad (1)$$

where f_s, f_p – the areas of the surface parts occupied by solid material and pores; θ, θ_p – the wetting angles of the solid surface occupied by solid material and pores.

When measuring the wetting of porous bodies, additional difficulties arise when unequal wetting of the surface elements of this body is detected. Therefore, the wetting of porous bodies is often determined by indirect methods.

Therefore, a method is proposed that combines the process of inflow and outflow of liquid, that is, determination of the hysteresis of the contact angle of the porous body. The liquid is applied drop by drop at a constant speed to a porous body sample tilted at a certain angle. The inclination of the studied sample leads to the outflow of liquid from its surface with partial penetration into its pores.

According to this method, the wetting process of a porous solid sample by liquid is evaluated based on the determination of the change rate in the liquid volume, flowing out of the inclined sample. This method makes it possible to evaluate pure liquids and solutions of different chemical composition.

Research of the flow rate is carried out by continuously recording the volume change of the liquid under study that flows from the inclined sample surface. The higher liquid rate inflow into the meter, the smaller the contact angle, which corresponds to a higher wetting degree.

The proposed method makes it possible to study the parameters influence of the "solid body - liquid" system on the wetting process and to make the optimal choice of the pure liquid or solution type for wetting a specific porous body.

APPLICATION OF COMPUTED TOMOGRAPHY METHOD FOR INVESTIGATING THE POROSITY OF COPPER STRUCTURE AS A COMPOSITE MATERIAL MATRIX

Hablovska N.Y., Pavlenko T.P., Kononenko M.A.,

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Ivano-Frankivsk, Ukraine

Copper-based composite materials are widely used in various industries due to their unique properties, combining the advantages of a metal matrix with other low-melting materials. One of the key stages in creating such materials is obtaining copper with a specific porous structure, which allows it to be impregnated with another material. In this case, the study and control of copper's porosity structure become essential tasks. The computer tomography (CT) method enables a detailed examination of the internal structure of materials, making it ideal for analyzing porous copper samples.

The purpose of this work is to apply the computer tomography method to investigate the porosity of copper structure as a matrix for creating a composite material. Special attention is given to the need to obtain uniform porosity throughout the entire volume of the copper sample for further impregnation with low-melting materials.

For the study of porous copper samples, the Nikon ST H 225ST 2X CT system with a rotating anode tube was used. This system provides a high level of detail during sample scanning, allowing for the generation of three-dimensional images of their structure. To assess porosity, parameters such as pore sizes, their shape, and the uniformity of distribution throughout the entire volume of the sample were analyzed.

The results showed that the copper structure with evenly distributed pores is a critical factor for the subsequent creation of composite materials. Computer tomography provided precise information about pore sizes, shapes, and their distribution within the sample. It was found that controlling porosity at the copper matrix preparation stage is essential for achieving the necessary mechanical and physical properties of the final composite material.

Uneven pore distribution or the presence of pores of different sizes can negatively affect the matrix impregnation process, leading to reduced mechanical strength and other properties of the composite material. Therefore, it is important to carefully control the process of obtaining porous copper, and computer tomography has proven to be an effective tool for this.

The application of the computer tomography method is a necessary stage in creating porous copper for composite materials. Obtaining a uniform porous structure ensures a high-quality impregnation of the material and improves the operational characteristics of the final composite. Further research is aimed at optimizing the parameters of porous copper for different types of composites and improving porosity control methods.

PROSPECTIVE SOLUTIONS FOR LINEAR MOTORS IN MODERN ELECTRIC DRIVE SYSTEMS

Hablovska N.Y., Pavlenko T.P., Hlad I.V., Hablovskiy B.B.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Ivano-Frankivsk, Ukraine

Linear motors (LMs) are gaining increasing popularity in various industries due to their unique characteristics and the ability to create direct motion without intermediate mechanical conversions. This paper reviews promising linear motor designs, their applications, and advantages in modern electric drive systems.

The main advantage of linear motors is the elimination of mechanical motion converters, such as gearboxes, pulleys, and belts, which increases system reliability and reduces energy losses. LMs provide high positioning accuracy, fast response times, and efficient energy consumption.

In addition, LMs can achieve high speeds of movement and ensure the absence of mechanical losses due to friction between motion transmission elements. This is especially crucial for systems requiring high dynamics and precision, such as automated production lines, robotic systems, and transportation.

Recent research and developments in linear motors have focused on improving their efficiency, reliability, and reducing production costs. Permanent Magnet Linear Synchronous Motors (PM LSMs) use permanent magnets to generate a magnetic field, enabling a high efficiency and power-to-weight ratio. PM LSMs are characterized by low energy losses and a wide range of operating speeds.

Linear Induction Motors (LIMs) utilize alternating magnetic fields to generate linear force and are suitable for applications requiring high initial force and overload resistance. Induction motors have a simpler design compared to synchronous motors, making them cost-effective and reliable for demanding operating conditions.

Linear Stator Motors (LSMs) have a design that allows the stator to be positioned along the entire trajectory of motion, enabling unlimited travel length. This is particularly effective for transportation systems and industrial lines. The main advantage is the absence of length limitations, allowing the creation of long travel paths with minimal energy losses. Segmented Linear Motors (SLMs) reduce overall production costs by using individual sections to generate linear force. They are promising for modular systems where the travel length can be extended or reduced as needed. These motors are applied in automated warehouse systems, goods transportation, and other industries. Linear motors are widely used in electric drives for high-speed transportation systems, robotics, medical devices, and production equipment. For example, in automated cargo transportation systems, they provide fast and precise movement without the need for mechanical motion converters.

Linear motors have great potential for use in electric drive systems, especially when high precision, fast response, and compactness are required. Their design features significantly simplify the mechanical components of electric drives, increase reliability, and reduce energy consumption. The continued development of linear motor technologies will further expand their application in various industries, offering new opportunities for automation and increased efficiency in production processes.

STATE OF METROLOGICAL SUPPORT FOR POROSITY MEASUREMENT

Kononenko M.A., Hablovska N.Y., Hablovskiy B.B.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
Ivano-Frankivsk, Ukraine

The development and enhancement of the reliability of computed tomography tools for assessing the porosity parameters of composite materials are impossible without the creation of a highly developed regulatory and technical framework, which must be closely linked to the legislative and legal frameworks in the country.

Unfortunately, the regulatory and technical framework for metrological support in the field of computed tomography, including the development of such measuring tools, testing, calibration, and operation of equipment, does not provide comprehensive coverage for the entire area of application of this method and research tools in general. Instead, it is concentrated in specific industries in the form of instructions and recommendations.

Thus, the issue of metrological support for porosity measurements using computed tomography methods is relevant and requires centralized metrological support, which, among other tasks, should include the development of high-precision porosity reference standards (hereinafter referred to as RS).

Thanks to computed tomography systems, it becomes possible to reproduce a three-dimensional model of the scanned object with subsequent visualization of any of its cross-sections, as well as obtain information about the internal structure of the material: porosity, pore sizes, their shape, etc.

Available reference standards (RS) do not fully solve the issue of metrological support for instruments and methods of measuring the porosity characteristics of new composite porous materials. Due to limited access to modern RS, the metrological support of contemporary measuring instruments for porosity characteristics mainly relies on a wide range of costly foreign RS, with the main producers being institutes from Germany and the USA.

The specific features of porous material manufacturing technologies can be a source of uncertainty and lead to unsatisfactory repeatability in the measurement of porosity characteristics. This also complicates the creation of reference standards (RS) given the existing material base for porosity characterization studies.

Metrological support for porosity measurements requires RS with pore sizes ranging from 0.4 to 70,000 nm, and the candidate material should not simultaneously contain pores from different groups—micro-, meso-, and macropores—as this would prevent reliable assessment of porosity characteristics.

Thus, the most critical problem in developing RS is the synthesis of substances and materials that meet the requirements of sufficient homogeneity and stability with respect to certified characteristics such as specific pore volume, average pore diameter, or predominant pore diameter. Modern scientific and methodological approaches to creating RS for porosity should include not only all the classical stages of development but also additional stages, such as preliminary testing of RS materials to assess pore sizes and determining a characterization strategy.

FEATURES OF GENERATING THE OUTPUT SIGNAL OF THE INFRARED RADIATION SENSOR

Moroz Serhii, Anatolii Tkachuk, Valentyn Zablotskyi, Ihor Shchavyi
Lutsk National Technical University

Introduction. Sensors based on a pyroelectric sensitive element are widely used for various needs. These are security alarms, automatic lighting systems, etc. The basis of the operation of such sensors is the registration of infrared radiation (IR) of a living body using a sensitive element. Infrared radiation cannot be seen by the human eye, but it has thermal energy that can be recorded.

The human body has a temperature in the range of 31°C to 42°C, which depends on the heat exchange between the skin and the environment. It is a source of IR radiation in the wavelength range from 4 to 50 μm. At the same time, the radiation density of the skin of the human body is: with a wavelength of up to 5 μm – up to 1%; with a wavelength from 5 to 9 μm – 20%; with a wavelength from 9 to 16 μm – 30%; with a wavelength over 16 μm – over 41%. The human body emits infrared energy with a peak wavelength of 9 μm to 10 μm.

To understand the possibilities of using pyroelectric sensors for specific cases, it is necessary to analyze the pyroelectric effect, the principles of the formation of heat flows in the detection zone, and how the output signal is formed when thermal energy acts on the sensor.

Literature Review. The principle of operation of the sensitive sensor element is that some crystalline materials are characterized by the property of being polarized under the influence of IR radiation. Along with the change in radiation intensity, polarization is carried out and, as a result, a dipole moment is created in a crystal made of materials called pyroelectrics. By detecting the difference in potentials formed as a result of polarization between different regions of the pyroelectric crystal, it is possible to observe the amount of thermal IR radiation. The principle of operation of IR sensors consists of the registration of thermal signals emitted by objects in the area of the sensor.

Given the given parameters of the optical system and the radiation receiver, the signal value is completely determined by the change in the irradiance of the sensitive element. It is known that the emissivity of human skin is very high and is on average 0.99 relative to a completely black body at wavelengths longer than 4 μm. In the IR region of the spectrum, the optical properties of skin radiation are quite close to the characteristics of black body radiation.

The temperature of the skin depends on the heat exchange between the skin and the environment. Thus, at an air temperature of +25°C, the temperature on the surface of a person's palm varies within the range of +32...+34°C, and at an air temperature of +19°C, it varies within the range of +28...+30°C. The presence of clothing reduces the thermal radiation of the object because the temperature of the clothing is lower than the temperature of bare skin. If the temperature around the object is +25°C, then the average temperature of the body surface of a clothed person is approximately +26°C.

Research Methodology. To establish relationships between the structural elements of the infrared sensor and the influence of external environmental factors on the output signal from the sensor, theoretical research methods were used, in particular,

the phenomenon of the pyroelectric effect and the dependence of the sensitivity of the receiver on thermal radiation were analyzed.

Observation, measurement, and experiment methods were used to confirm the described phenomena. In particular, infrared transmitters with two-element pyroreceivers were used. The movement of an object emitting infrared (thermal) radiation was simulated in the detection zone of the sensor. A spectroanalyzer was used to remove the output signal from the sensor. The resulting spectrogram was analyzed by shape and spectrum. To obtain data based on which the output signal was analyzed, an experimental study of the movement of a thermal object was carried out at different speeds at different distances from the pyroelectric receiver.

Results. To understand the methods and algorithms for improving the interference immunity of the IR transmitter, it is necessary to know the main parameters of the signal – amplitude, shape, duration ΔE , dependence on the speed of human movement, and background temperature. Established the spectral range that is necessary for the transmission of signals generated when crossing the detection zone in the entire range of object speeds from 0.1 to 15 Hz. At the edges of the range, there is a possibility of weakening the signal, since the pyroreceiver has a frequency response with a drop in the region of 5...10 Hz. For its compensation, it is necessary to introduce an amplifier into the signal processing path, which provides a rise in the frequency response in the region of 5...20 Hz.

Usually, the amplitude of the output signal is determined by the temperature contrast between the human body and the background on which the detection beam is directed. Since the background temperature changes with the room temperature, the output signal also changes, which is proportional to their difference. At the point where the temperature of the person and the background coincide, the value of the output signal is zero. In the region of higher temperatures, the signal changes sign. The background temperature in the room reflects the temperature of the air outside the room with some delay, which is due to the thermal inertia of the wall materials and the way the building is insulated.

Temperature contrast depends on the temperature of the outer surface of a person, which is affected by clothing. Moreover, it is necessary to take into account that if a person enters a room where an IR motion detector is installed, for example, from a cold street, then at the first moment the thermal contrast is quite significant. Gradually, as the temperature of the clothes adapts to the temperature of the room, the signal decreases significantly. However, even after a long stay indoors, the amount of the input signal depends on the type of clothing.

Conclusions. The maximum spectral density of the output signal is in the range of 0.15...5 Hz; when a person moves along the beam, the signal is minimal and is determined only by the temperature difference of individual areas of the person's surface and is less than 1°C. Signal amplitudes in different beams of the detection zone can differ significantly from each other, as they are determined by the temperature contrast of the human body and the area of the background to which this beam is directed, the difference can reach less than 10°C.

ANALYSIS OF METHODS FOR MEASURING ALTERNATING CURRENT VOLTAGE

Rybchyn B.R., Krynytsky O.S.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Measuring alternating voltage is quite a difficult task, since the impossibility of estimating its value with high accuracy is directly related to the fact that it changes over time. There are several methods that allow such measurements, but all of them provide sufficient accuracy at low frequencies. Voltage measurement is related to indicators of the quality of electrical energy, as its value directly affects the operation of all devices that work at consumers, therefore this topic is relevant.

In general, there are three methods of determining the rms value of the alternating current voltage:

- 1) step calibration of the digital synthesized source (DSS);
- 2) optimized sampling method;
- 3) AC to DC conversion using a multi-junction thermal converter (MJTC).

DSS is designed to generate a sinusoidal waveform with a calculated rms output voltage and is based on the reconstruction of a sampled sine wave stored in memory using a digital-to-analog converter. Each period of the output waveform consists of several voltage steps (usually $n < 512$). The DC voltage amplitude of these steps is measured with a high-resolution DC voltmeter, and the rms value of the signal is calculated. This so-called "step" or static calibration relates the rms value of the output voltage directly to the reference DC current.

Another approach to determining the rms value of the AC voltage is the sampling technique using a high-resolution voltmeter. Despite the fact that the bandwidth of this method is limited, its error can be of the order of $10 \cdot 10^{-6}$ if the frequency distribution of the energy of the measured signal is sufficiently known.

The most accurate method of determining the rms value of the alternating current voltage is to transfer alternating current to direct current using a multi-junction thermal converter (MJTC). It is known that the difference in transmission of alternating and direct current, together with its uncertainty, can be estimated as 0.5 ppm. The advantage of the thermal approach is the wide bandwidth of the MJTC. This allows you to measure all spurious effects in the rms value of the generated waveform.

Therefore, the most important factor to consider when choosing and using a voltage measuring device is the calculation method used in it. All measuring instruments, particularly multimeters, are usually calibrated to give an rms value for the measured signal.

All these methods give a good result for a pure sinusoidal signal, but can give significantly different values for distorted signals. Which prompts further research into this issue.

COMPREHENSIVE ANALYSIS OF THE DESIGN AND FUNCTIONAL COMPONENTS OF THE AZIPOD ELECTRIC DRIVE SYSTEM AIMED AT IMPROVING ENERGY EFFICIENCY AND OPERATIONAL RELIABILITY

Shyndak L.M., Bodnarchuk A.P., Hotsuliak M.M.

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

Ivano-Frankivsk, Ukraine

The AZIPOD electric drive system is one of the most advanced engineering solutions in the shipbuilding industry. To fully utilize the potential of this system, it is crucial to conduct a detailed analysis of its design and functional components, particularly with the aim of enhancing its energy efficiency and operational reliability.

The AZIPOD system consists of the following components:

- Propulsion pod: This is the element housing the electric motor and propeller. It can rotate 360 degrees, providing exceptionally high maneuverability for the vessel. The pod also contains the motor cooling system.

- Electric motor: The core element of the system responsible for propeller rotation. AZIPOD systems use either synchronous or asynchronous motors, which are directly connected to the propeller, significantly reducing mechanical losses.

- Azimuth control system: This system controls the 360-degree rotation of the pod, enabling vessel maneuvering.

- Power and cooling system: This system ensures efficient energy supply and heat dissipation.

A key advantage of the AZIPOD system is the elimination of the need for a rudder and shaft line, which reduces the weight and volume of mechanical components, improves system efficiency, and lowers energy consumption.

Modern AZIPOD systems utilize permanent magnet motors or synchronous motors, which offer high efficiency, reduce energy losses, and enhance system reliability during operation. The direct drive of the propeller eliminates the need for gearboxes and complex mechanical transmissions, reducing friction losses and increasing overall system efficiency.

To further improve energy efficiency, advanced technologies such as high-temperature superconductors (HTS) are being considered. These can minimize electrical resistance at low temperatures, significantly reducing energy losses during motor operation, which can have a substantial impact on the overall performance of the AZIPOD system.

The AZIPOD electric drive system offers opportunities for improving the energy efficiency and maneuverability of vessels. However, to achieve maximum reliability and cost-effectiveness, a detailed analysis of the system's design and functional components is necessary. The implementation of cutting-edge technologies in electric motor manufacturing, improvements in the cooling system, and the integration of monitoring systems will allow for significant advancements in the energy efficiency and reliability of the AZIPOD electric drive system.

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ФУНКЦІЇ ПРІОРИТЕТНОСТІ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ШЛЕЙФІВ СИСТЕМ ПОЖЕЖНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Антошкін О.А.

Національний університет цивільного захисту, м. Харків

Вступ. Автоматизація проектування будь яких технічних систем окрім очевидного зменшення витрат часу на розробку проектної документації дає ще і виключення впливу на результат людського фактору. Аналіз ефективності автоматизованого проектування систем пожежної сигналізації є важливим для розуміння того, наскільки ефективно сучасні інструменти можуть допомогти в оптимізації розробки таких систем.

Отже, до основних переваг автоматичних інструментів для проектування можна віднести наступні:

- швидкість – автоматизація дозволяє створювати проекти за коротший час у порівнянні з ручним проектуванням;

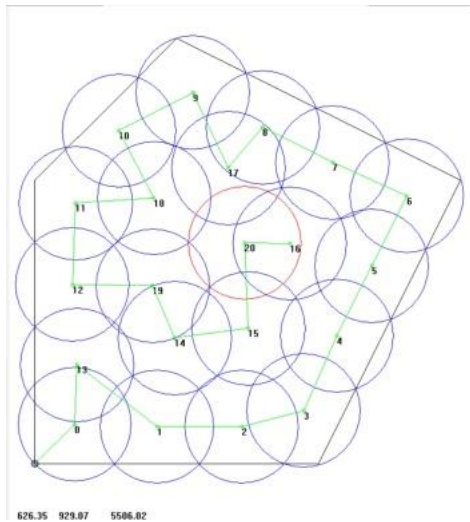
- точність – програмні алгоритми можуть оптимально розраховувати розміщення обладнання відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Постановка задачі. Свого часу в Національному університеті цивільного захисту України було розроблено математичний апарат та на його базі створено програмний комплекс «Веста» для автоматизації проектування шлейфів систем пожежної сигналізації (СПС). Цей комплекс, на відміну від існуючих програмних продуктів, дає змогу не тільки врахувати вимоги нормативних документів та фізичні обмеження, а й отримати проект шлейфів з оптимізованим по кількості пожежних сповіщувачів (ПС) та довжині дротів складом. Ключовими особливостями вказаного продукту є те, що розміщення ПС виконується за нерегулярною схемою, а прокладання шлейфів може здійснюватися як з пріоритетами по напрямку, так і без них. Отже, проаналізуємо особливості розв'язання задачі з визначеними пріоритетами по напрямках.

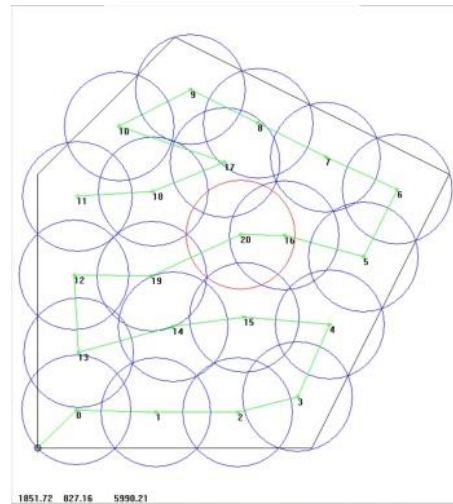
Метою роботи. Є дослідження функції пріоритетності програмного комплексу «Веста».

Основна частина. Аналіз результатів розв'язання тестових завдань показав, що відчутний вигравш (більше 5%) за кількістю ПС та довжиною шлейфів маємо для великих за площею та складних за конфігурацією приміщень.

Очевидно, що прокладання шлейфу з пріоритетом по напрямку це по суті введення додаткових обмежень на формування шлейфів, які погіршують підсумкове значення їх довжини (рис. 1 а). Але більш проста (з пріоритетом) топологія шлейфу (рис. 1 б) спрощує процедуру монтажу і, відповідно, вартість усього проекту СПС, яка, серед інших факторів залежить і від вартості монтажних робіт. Тому така функція програмного комплексу «Веста» має практичну значимість. Хоча розмір економічного ефекту від впровадження програмного комплексу не оцінювався.



а)



б)

Рисунок 1 – Результат формування шлейфів а) без пріоритетів, б) з пріоритетом по горизонталі

Аналіз ефективності впровадження функції пріоритетності у формуванні шлейфів в програмному комплексі «Веста» проводився за результатами проектування шлейфів СПС для різних за конфігурацією та площею приміщень.

Загалом було проведено розрахунки для 20 варіантів областей (приміщень): 5 різних конфігурацій приміщень, кожна з яких мала 4 варіанти розмірів. Аналіз результатів автоматичного проектування показав, як і прогнозувалось, у 100% випадків збільшення довжини шлейфу при введенні пріоритетної орієнтації у прокладанні шлейфу. Різниця склала від 4 до 15%. При порівнянні результатів проектування з пріоритетом більше 50% проектів мали меншу протяжність шлейфів при вертикальній пріоритетності. Різниця між вертикальною та горизонтальною орієнтацією сягала близько 10%. Але перевага вертикальної орієнтації в кілька відсотків не дає можливості зробити однозначні висновки. Можливо такий результат пов'язаний з малим об'ємом експериментальної вибірки.

Автоматизація проектування систем пожежної сигналізації підвищує ефективність процесу за рахунок швидкості, точності та відповідності стандартам. Середній час формування шлейфів з використанням програмного комплексу «Веста» склав менше 5 сек. Автоматизація може допомогти в раціональному використанні матеріалів, таких як дроти та пожежні сповіщувачів, що знижує загальну вартість проекту. Впроваджені алгоритми можуть оптимізувати розміщення компонентів так, щоб покрити максимальну площу з мінімальними витратами ресурсів.

Висновки. За результатами проведення обчислювальних експериментів можна визначитися і з напрямками подальших досліджень – об'єктивна оцінка переваги формування шлейфів пожежної сигналізації з пріоритетами по горизонталі чи по вертикалі і надання рекомендацій по вибору варіанту пріоритету.

РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ СТАТИСТИЧНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВОЄННОГО ОБЛАДНЯННЯ

Банзак Г.В., Банзак О.В., Грабовський О.В., Стрельченко К.В.

Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку (м. Одеса)

Розроблена імітаційна статистична модель (ІСМ) призначена для отримання оцінок показників надійності та вартості експлуатації об'єкта з урахуванням його складу, структури та надійних характеристик та з урахуванням проведення технічного обслуговування (ТО). У моделі має відтворюватися (імітуватися) процес технічної експлуатації, який формально описується графом станів та переходів. Переходи між станами, позначені стрілками, відповідають подіям, що імітуються в моделі.

Контроль працездатності об'єкта здійснюється безперервно. У стані «2» проводиться діагностичний контроль, внаслідок якого визначається технічний стан елементів об'єкта. Залежно від цього контролю проводиться чи не проводиться ТО.

ІСМ розроблена на основі методу імітаційного статистичного моделювання, що використовує поняття "календаря подій". Суть поняття календаря подій та механізму його застосування полягає в наступному. В оперативній пам'яті (ОП) ПК створюється масив (що представляє календар подій), в який записуються значення запланованих моментів часу всіх подій, що моделюються.

У процесі моделювання періодично здійснюється "перегляд" всіх елементів масиву, та визначення найменшого із запланованих моментів часу. Знайдене мінімальне значення приймається як поточний модельний час, а відповідна йому подія – як поточна подія. Потім проводиться "обробка" поточної події, яка полягає в імітації дій, що становлять суть цієї події.

У моделі імітуються (і обробляються) три типи подій: «відмова» (перехід $0 \rightarrow 1$), «контроль» (перехід $0 \rightarrow 2$) та «ТО» (перехід $0 \rightarrow 3$). Після обробки кожної події проводиться планування часу наступної події відповідного типу. Якщо поточна подія «відмова», то генерується випадкове напрацювання цього ж елемента, що відмовив, до наступної відмови. Якщо поточна подія "контроль" ("ТО"), планується час наступної відповідної події. Отримані нові значення запланованого часу записуються в календарі подій замість колишніх значень. Описаний процес аналізу та модифікації календаря подій повторюється циклічно протягом усього часу моделювання.

Після кожної обробки чергової події відбувається просування модельного часу. Цей процес триває до того часу, поки значення модельного часу досягне заданого значення тривалості експлуатації об'єкта. Процес обробки та перепланування подій при зміні модельного часу від 0 до заданого значення тривалості експлуатації є однією реалізацією процесу моделювання. Внаслідок багаторазового повторення таких реалізацій накопичується необхідна статистика для отримання оцінок показників, які результуються.

Отримані результати так само відповідають фізичному змісту процесів, що моделюються. Перерозподіл елементів з виду ТО, що часто проводиться, у вигляд ТО, що проводиться з більшою періодичністю, призводить до погіршення показника безвідмовності.

Загалом можна констатувати, що отримані в наведених прикладах результати не суперечать фізичному змісту, що можна сприйняти як якісне підтвердження правильності алгоритмів моделювання ТО.

Отримані результати не суперечать фізичному змісту процесів, що моделюються. У разі зростання періодичності контролю рівень безвідмовності знижується, зростає середнє відмов. У разі зростання кількості відмов збільшується точність оцінки показників (зменшується відносна помилка).

Висновки.

1. У цій роботі розроблено ІСМ, призначену для прогнозування показників надійності та вартості експлуатації складного технічного об'єкта, що залежать від параметрів обраної стратегії ТО. В ІСМ реалізовано алгоритми імітації процесів ТО для трьох варіантів стратегій ТО:

- ТО з постійною періодичністю контролю;
- ТО з адаптивною періодичністю контролю;
- регламентованого ТО.

Режим моделювання регламентованого ТО запроваджено з метою забезпечення повноти аналізу можливих стратегій ТО проектного об'єкта та прогнозування можливого виграшу у надійності та вартості експлуатації об'єкта за рахунок застосування стратегій ТОС.

2. В алгоритми ІСМ «вбудована» МБ складного технічного об'єкта, за рахунок чого в моделі реалізована залежність модельованого процесу від параметрів конструктивної і надійної структури об'єкта. Перед початком моделювання користувач повинен задати підмножина елементів, що відновлюються і потенційно обслуговуються шляхом їх вибору (маркування) в дереві конструктивної структури об'єкта. Генерування випадкових значень напрацювання повністю окремих елементів, підпорядкованих *DN*-розподілу, здійснюється за допомогою датчика випадкових чисел.

3. Верифікація ІСМ здійснювалася в такий спосіб. Правильність алгоритмів імітації процесу відмов-відновлень перевірялася шляхом порівняння результатів моделювання з точними розрахунковими значеннями середнього напрацювання на відмову, отриманими окремо взятого елемента. Отримана у такий спосіб інструментальна точність моделі, що оцінюється величиною відносної помилки, становила менше 1%. Правильність алгоритмів імітації процесів ТО перевірялася якісно (через несуперечність одержуваних результатів моделювання).

Методична точність ІСМ визначається такими факторами:

- вихідною надійністю об'єкта (заданими показниками надійності елементів);
- числом реалізацій (тривалістю) моделювання;
- заданою тривалістю експлуатації об'єкта.

Із зазначених факторів найбільш суттєвим є перший. У більшості цікавих випадків відносна помилка результатів моделювання вбирається у 10-20%.

БЛОК ДЕТЕКТУВАННЯ ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ОСНОВІ CDZNTЕ-ДАТЧИКА ДЛЯ СИСТЕМ РАДІАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ АТОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Банзак О.В., Грабовський О.В., Банзак Г.В., Овчиніков О.І.
Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку

Розробка сучасних блоків детектування, призначених для контролю стану захисних бар'єрів шляхом вимірювання потужності дози гамма-випромінювання у повітрі, у складі систем радіаційного контролю АЕС є важливим та актуальним завданням.

Блок детектування БДМГ-CZT функціонує в такий спосіб.

На БДМГ-CZT подається зовнішня напруга +400 В, яка через високоомний резистор створює зміщення на датчику. При надходженні на детектор гамма-випромінювання у ньому формуються імпульси заряду, які перетворюються ПУ імпульси напруги. Ці імпульси посилюються операційним підсилювачем (ОП) та надходять на компаратор та УЗА.

Логічні імпульси на виході компаратора встановлює "1" тригер-фіксатор, стан якого зчитується мікроконтролером (МК). Після виявлення логічної "1" на виході МК скидає цей тригер для підготовки прийому наступного імпульсу компаратора. Вибір порога компаратора дозволяє встановити рівень придушення шумової складової сигналу ОП для виявлення імпульсів випромінювання, тобто, цей поріг фактично визначає нижній рівень енергії випромінювання, що реєструється.

Амплітуда імпульсів ОП фіксується в аналоговому УЗА, роботою якого (скидання-запам'ятовування) управляє МК. МК також управляє роботою АЦП (запуск-зчитування). Програма МК працює в 2-х режимах: калібрування та вимірювання. Зміною режимів керує зовнішній ПК через інтерфейс RS-232.

При включенні живлення та відсутності підключення зовнішнього ПК, МК автоматично переходить у режим вимірювання. У цьому режимі МК зчитує з енергонезалежної пам'яті ППЗУ поправні та розрахункові коефіцієнти, проводить вимірювання швидкості рахунку імпульсів випромінювання (за сигналом компаратора), визначає їхню амплітуду (енергію випромінювання) та проводить розрахунок потужності дози. Далі МК здійснює запис коду в інтерфейс, що відповідає розрахунковому значенню потужності дози. Інтерфейс формує вихідний сигнал БДМГ-CZT у вигляді імпульсів негативної та позитивної полярності амплітудою 4,5 В, тривалістю 3 мкс і частотою проходження, пропорційною розрахунковому значенню потужності дози. Ці імпульси надходять до каналу виміру.

Вихідні імпульси видаються у канал вимірювання постійно. Навіть якщо блок БДМГ-CZT не реєструє випромінювання, на його виході завжди є імпульси частотою 0,3-0,5 Гц. Це використовується для перевірки працездатності каналу вимірювання АКРБ.

На вхід «Бленкер» подається напруга + 6, за рахунок цього МК встановлює на виході інтерфейсу імпульси частотою прямування 1000 Гц.

У режимі калібрування, що ініціалізується ПК, через інтерфейс порту комп'ютера в мікроконтролер записується службова інформація, поправні та

розрахункові коефіцієнти. Мікроконтролер всю цю інформацію зберігає в незалежній пам'яті ППЗУ. У режимі вимірювання виконується лише читання цієї інформації. Запропоновано наступний алгоритм виміру.

МК проводить серію вимірів та аналізує результат. Насамперед проводиться вимірювання швидкості рахунку вхідних імпульсів. Максимальна швидкість рахунку обмежена зверху значенням 65536 імп/с, тому проводиться попередній вимір при експозиції 0,1 с МК порівнює отримане значення з числом 6500 (10% від граничного завантаження каналу). У разі перевищення швидкості рахунку зазначеної межі МК автоматично виставляє частоту проходження вихідних імпульсів 65000 імп/с.

Висновки.

1. На основі розробленої моделі створено детектор іонізуючого випромінювання для дозиметрії. Принциповою відмінністю його від відомих приладів є застосування як первинного перетворювача гамма-випромінювання (датчика) кристалів CdZnTe. Переваги такого рішення, доведені попередніми дослідженнями, дозволили створити детектор, який має:

- велику роздільну здатність, не більше 40 кеВ;
- ширший динамічний діапазон значень реєстрованої потужності дози випромінювання – від фонових до аварійних режимів роботи реактора;
- менше значення енергетичного еквівалента шуму.

2. Під час створення такого детектора вирішено важливе завдання корекції енергетичної залежності чутливості (ЕЗЧ). Для цього розроблена модель, що зв'язує частоту імпульсів на виході блоку детектування з енергією випромінювання, що реєструється. Запропонований у ній алгоритм дозволяє корекцію ЕЗЧ з похибкою менше ніж 7 % для енергії випромінювання від 20 кеВ до 1,5 МеВ.

На такій основі запропоновано структурну схему та розроблено зразок дозиметричного блоку детектування з цифровою корекцією ЕЗЧ. За конструкцією та вихідними сигналами він сумісний з БДМГ-04, 08, 41 і може застосовуватися в будь-яких системах АКРБ АЕС.

Експериментальну перевірку макета розробленого блоку БДМГ-CZT проведено у Харківському НДІ метрології, а також у складі системи АКРБ-03 Запорізької АЕС. Параметри роботи системи відповідали штатним нормам.

3. Вперше розроблено комплекс індивідуального дозиметричного контролю. Комплекс складається з індивідуального електронного прямопоказувального дозиметра (ІД) та блоку розширення (БР) з ІД, розміщеними в осередках.

Застосування такого комплексу дозволить уперше створити систему контролю радіаційної обстановки та персональної дозиметрії, здатну виявляти ділянки з підвищеною радіоактивністю, вимірювати повний набір їх параметрів у реальному часі, дозу опромінення носія ВД тощо. та забезпечить впровадження у практику роботи АЕС принципу ALARA.

РОЗРОБКА ПОРТАТИВНОГО ЦИФРОВОГО СПЕКТРОМЕТРА ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ РАДІАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ У ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Банзак О.В., Грабовський О.В., Банзак Г.В.

Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку

Програма міжнародних гарантій нерозповсюдження ядерних матеріалів постійно стикається зі зростаючою проблемою забезпечення впевненості у тому, що вони не передаються на негромадянські проекти. На жаль, дуже дорого і важко утримувати необхідну кількість інспекторів для ведення спостереження та перевірок на ядерних об'єктах, розкиданих по всьому світу.

Слід виділити такі вимоги до приладів: портативність, дешевизна для забезпечення масового застосування, сумісність, можливість послідовного нарощування параметрів відповідно до вимог використання, можливість тривалої автономної роботи. Зазначені вимоги досить суперечливі. Оптимальна можливість виконання забезпечується використанням сучасних цифрових технологій, які дають:

- гнучкість застосування: за рахунок оптимального налаштування програм попередньою цифровою обробкою сигналу та аналізу спектрів; можливість вимірів від фонових до великих вхідних завантажень;

- відносну дешевизну;

- можливість шляхом модернізації або заміни програмного забезпечення покращувати параметри системи;

- можливість об'єднання (програмовані зовнішні інтерфейси);

- можливість створення багаторівневих конструкцій систем (від портативних до стаціонарних; розподілених систем із централізованим збором, збереженням та обробкою інформації).

Конкуруючий метод передбачає використання особливо чистого германію з високим значенням енергетичної роздільної здатності, але вимагає охолодження рідким азотом. Отже, існуючі пристрої мають великі розміри, незручні в експлуатації та дорогі.

Використання універсальних цифрових елементів під час проектування системи дозволяє знизити вартість приладу. Цифрова технологія спрощує роботу із системою, знижує вартість обслуговування та модернізації, що зводиться до організації внутрішнього інструментального програмного забезпечення. Тому оптимальна структура спектрометра повинна включати CdZnTe-датчик, багатоканальний аналізатор імпульсів, рідкокристалічний дисплей, підсилювач, блоки живлення, стандартні USB, IrDA або RS-232 послідовні інтерфейси, функціональну клавіатуру, інструментальне програмне забезпечення, програмне забезпечення для обробки вимірювальних спектрів та проведення .

Створення такого спектрометра проводиться у цій роботі за результатами попередніх досліджень. Протягом кількох років на базі науково-дослідної лабораторії „Атомспецавтоматика” Одеського національного політехнічного університету вивчаються явища, пов'язані з контролем стану ядерного палива. Проведено аналіз основних характеристик детекторів на основі CdTe та CdZnTe, виготовлених з використанням різноманітних технологій, методів покращення

апаратурного спектру.

Виготовлено комплекти гамма-спектрометрів на основі CdTe та CdZnTe, вивчено їх метрологічні характеристики. Розроблено модель поля власного випромінювання ядерного палива з урахуванням специфічних характеристик детекторів. На основі розробленої методики та експериментально визначених характеристик спектрометра проведено моделювання апаратурних спектрів за різних умов вимірювання з подальшою обробкою отриманих модельних спектрів. Встановлено, що отримане значення енергетичної роздільної здатності 6 кэВ виготовленого спектрометра відповідає вимогам оцінки ізотопного складу ядерного палива.

На базі недорогих CdZnTe-детекторів розроблено та виготовлено макетний зразок блоку детектування потужності повітряної керми. Випробування макету показали правильність прийнятих рішень. Середнє значення чутливості становило понад 120000 с⁻¹ при поглиненій потужності 1 рад/год. При цьому діапазон вимірюваних потужностей поглиненої дози становив від 50 мкрад/год до 10 рад/год при розмірах кристала 5x5x1 мм.

Структурна схема спектрометра подібна до представленої малюнку 4.8. На відміну від неї цей пристрій має два датчики. Другий розміщений на телескопічній штанзі, що дозволяє проводити контроль у місцях важкодоступних та з підвищеною радіаційною небезпекою.

Висновки. Вперше запропоновано використання методів реконструкційної алгебри пасивної томографії (АПТ) для відновлення зображення внутрішньої структури тепловиділяючих збірок. З цією метою розроблено новий алгоритм пасивної томографії ядерного палива на прикладі ВВЕР-1000, який використовує спосіб кутових власних проекцій випромінювання ТВЗ. Комп'ютерні експерименти томографії даного об'єкта показали, що оптимальними є вимірювання інтенсивності випромінювання в 360 точках розташування детектора щодо осі ТВЗ для двох і більше значень енергії гама-випромінювання ізотопу реперного ¹³⁴Cs. У цьому випадку запропонований метод АРТ дозволяє ідентифікувати на відновлених томограмах дефектні твели з рівнем протікання понад 30%, а також відсутність твелів у ТВЗ.

Запропоновано у сучасній системі контролю витрати теплоносія замінити іонізаційні датчики на CdZnTe-детектори. За рахунок цього отримано переваги:

- датчик можна розміщувати у будь-яких точках контролю циркуляції теплоносія;
- спрощується конструкція захисту приладу від навколишнього середовища;
- зберігається можливість застосування існуючої методики кореляційного вимірювання витрати теплоносія за активністю ізотопу, що допускає точність контролю не менше 2%.

ВИЩА ОСВІТА ЗА СПЕЦІАЛЬНІСТЮ ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ: ШЛЯХ ДО УСПІШНОГО ПРАЦЕВЛАШТУВАННЯ В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Барна О.Б., Піндус Н.М., Козарук М.Р.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

У 2015 році Україна, як і багато країн світу, взяла на себе зобов'язання реалізувати Цілі сталого розвитку до 2030 року, що були прийняті на Саміті зі сталого розвитку ООН у вересні 2015 [1-2]. Для ефективних рішень цілей сталого розвитку необхідно використовувати як наявні на даний момент і широко розповсюджені технології, так і найновіші та майбутні розробки у сфері інформаційно-вимірювальних технологій. Таким чином, інформаційно-вимірювальні технології (ІВТ) мають величезний потенціал для сприяння сталому розвитку. Значний внесок у сталий розвиток будь-якої країни, й України в тому числі, можуть внести і вносять фахівці з інформаційно-вимірювальних технологій, зокрема фахівці з метрології. Наприклад, Лорд Кельвін, як один із засновників Міжнародної електротехнічної комісії (ІЕС, 1906) і її перший президент, зазначив: «Коли ви можете виміряти те, про що говорите, і висловити це в числах, ви щось знаєте про це; але коли ви не можете це виміряти, коли ви не можете висловити це в числах, ваше знання мізерне та незадовільне», що є актуальним і зараз.

Серед цілей підготовки фахівців з метрології, окрім розробки засобів інформаційно-вимірювальної техніки та діяльності, пов'язаної із ІВТ, також є розробка, перегляд й гармонізація нормативних документів із стандартизації, оцінки відповідності, метрологічного забезпечення та систем управління якістю. Зрозумілим є те, що стандарти та системи управління якістю відіграють ключову роль у реалізації концепції сталого розвитку. Вони забезпечують рамки для організацій, допомагаючи їм досягти балансу між економічними, соціальними та екологічними аспектами своєї діяльності. Зокрема, стандарти встановлюють чіткі вимоги та критерії, що дозволяють організаціям систематично аналізувати свою діяльність, виявляти потенційні ризики та розробляти заходи для їх усунення. Такі стандарти, як ISO 14001, спрямовані на зменшення негативного впливу на довкілля шляхом зниження споживання ресурсів, скорочення викидів та управління відходами, а стандарти групи ISO 9001 сприяють підвищенню якості продукції та послуг, що, в свою чергу, зменшує кількість відходів та повернень.

Таким чином фахівець з метрології та ІВТ найближчим часом буде затребуваний на ринку праці, а якісна освіта вказаної спеціальності є шляхом до успішного працевлаштування випускників.

1. United Nations Sustainable Development. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/>.

2. Відділ цілей сталого розвитку (DSDG) Департаменту ООН з економічних і соціальних питань (United Nations Department of Economic and Social Affairs). URL: <https://sdgs.un.org/>.

ОПТИЧНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ ЗМОЧУВАННЯ

Боднар Р.Т.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Вступ. Процеси змочування відіграють суттєву роль в різних виробничих процесах, зокрема в нанесенні різних покриттів на вироби, нафтовидобутку, поліграфії, медицині, сільському господарстві і ін. Якість продукції в таких процесах оцінюються переважно тільки якісно, без кількісної оцінки, наприклад, візуально. В сучасних умовах такий рівень контролю є недостатнім.

Постановка задачі. Для забезпечення оптимальності проведення технологічних процесів доцільно контролювати процеси змочування з використанням відповідних технічних засобів, які б дозволяли здійснювати процес контролю оперативно і з потрібною точністю.

Параметром, що визначає змочувальну властивість твердих тіл рідинами, є крайовий кут змочування (к. к. з.). Серійних промислових приладів для контролю к. к. з. немає, тому дослідники використовують в основному підручні засоби, найчастіше застосовують фотографування крапель або проектування їхнього профілю на екран, а на отриманих зображеннях проводять прямі вимірювання к. к. з. Такі методи є неоперативними і недостатньо точними.

Мета роботи. Для підвищення точності та оперативності контролю к. к. з. доцільно використати сучасні оптоелектронні засоби, які функціонують сумісно з персональними компютерами (ПК), що дозволяє автоматизувати процес контролю к. к. з.

Основна частина. З цією метою використано портативний цифровий мікроскоп, за допомогою якого отримується зображення контуру краплі досліджуваної рідини на поверхні досліджуваного об'єкта.

З метою проведення досліджень к. к. з. в промислових умовах розроблено установку, схему якої показано на рис. 1.

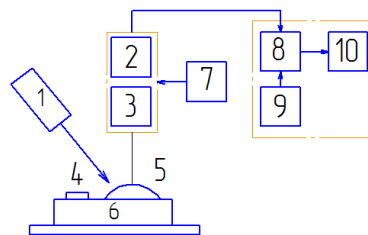


Рисунок 1 – Схема установки для контролю змочування

1 – освітлювач, 2 – цифровий мікроскоп, 3 – об'єктив, 4 – калібр, 5 – крапля, 6 – об'єкт контролю, 7 – штатив, 8 – ПЕОМ, 9 – клавіатура, 10 – дисплей

Цифровий мікроскоп 2 встановлюють на спеціальному штативі, що дозволяє зафіксувати мікроскоп у потрібному просторовому положенні біля об'єкта контролю. На ділянку поверхні, де буде проводитись визначення к.к.з., спочатку встановлюють спеціальний еталон довжини. Його зображення,

отримане за допомогою мікроскопа, служить для калібрування вимірювань. Далі на цю ділянку об'єкта контролю наносять за допомогою прецизійного дозатора краплю досліджуваної рідини встановленого об'єму. Її зображення заносять у пам'ять персонального комп'ютера для обробки.

Розрахунок к. к. з. базується на площі розтікання краплі по поверхні контрольованого об'єкта. Визначення площі основи краплі на цифровому зображенні здійснюється в декілька етапів. Спочатку визначають точки межі основи краплі на зображенні з використанням алгоритму відділення об'єкту від фону за яскравістю точок зображення. Цей алгоритм не є достатньо точним. Тому, з метою прецизійного визначення точок межі основи краплі на наступному етапі використовують алгоритм Кенні, який працює у вікні 13x13 пікселів в околі точки, визначеної на попередньому етапі.

Згідно з алгоритмом Кенні здійснюють фільтрування зображення за допомогою оператора Гауса, який є фільтром низьких частот і призначений для зменшення шумів на зображенні; далі обчислюють модуль градієнта яскравості зображення з допомогою оператора Собела. Шуми, що присутні на зображенні, мають значний вплив на результат визначення градієнта яскравості оператором Собела. Причиною появи шумів є теплові шуми в ПЗЗ-матриці фотокамери. Найпростішим є оператор, в якому яскравість точки у відфільтрованому зображенні рівна середньому арифметичному значенню яскравостей сусідніх точок. Такому операторові властивий недолік – спотворення контурів об'єктів на зображенні. Цей недолік суттєво зменшений в операторі Гауса.

Градієнт яскравості з допомогою оператора Собела розраховують по рядках (горизонтальний градієнт) та стовпцях (вертикальний градієнт) матриці F. Результатом розрахунку є матриці U та V, значення елементів яких розраховують за виразами:

$$\begin{aligned} U_{zx} &= \sum_{z=1}^{x+1} \sum_{l=y-1}^{y+1} (F_{kl} \cdot u_{k-x+l, l-y+1}), \\ V_{xy} &= \sum_{k=x-1}^{x+1} \sum_{l=y-1}^{y+1} (F_{kl} \cdot u_{k-x+l, l-y+1}), \end{aligned} \quad (1)$$

де u, v – матриці операторів Собела.

Модуль градієнта G визначають наступним чином:

$$G_{zx} = \sqrt{U_{zx}^2 + V_{zx}^2}. \quad (2)$$

Максимальне значення градієнта у вказаному вікні відповідає точці, яка є межею основи краплі. На завершальному етапі відбувається сканування цифрового зображення з метою підрахунку кількості пікселів, які належать основі краплі. На основі цього підрахунку і попередньо здійсненого калібрування приладу розраховують дійсну площу контакту краплі із поверхнею об'єкта і значення к. к. з.

Висновок. Розроблений спосіб дозволяє оперативно проводити процес визначення к. к. з. в промислових умовах, причому на поверхнях виробів, які бувають масивними, на які неможливо встановити на лабораторний прилад, і не завжди є суворо горизонтальними.

ПРО ТЕХНОЛОГІЇ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОНКИХ ПЛІВОК ФЕРОМАГНЕТИКІВ НА БАЗІ ДВОШАРОВИХ СТРУКТУР

Босак Р.О., Єфімчук М.О., Гончарук Ю.В.,

Кайдик О.Л., Терлецький Т.В.

Луцький національний технічний університет

Ключову роль у розвитку нанотехнологій відіграють методи створення нових матеріалів, яким притаманні свої унікальні властивості. Найбільш перспективними, з поміж існуючих підходів до осадження тонких плівок, виступають методи реактивного іонно-променевого розпилення (RIBS) та реактивного іонно-променевого осадження (RIBD). Враховуючи те, що вони здатні досягнути високого рівня контролю над складом, структурою та морфологією осаджених плівок, це робить їх критично важливим інструментом для створення функціональних наноструктур.

Щодо технології RIBS, то вона ґрунтується на використанні іонізованих часточок, які спрямовуються на об'єкт, з якого й відбувається розпилення матеріалу. Такий процес дозволяє забезпечити високу чистоту осаджуваних плівок та можливість контролю їх товщини. RIBD, у свою чергу, дозволяє створювати покриття із визначеними фізичними та хімічними властивостями.

Дослідження двошарових структур тонких плівок феромагнетиків залишається складним, але перспективним напрямком досліджень, який володіє значним потенціалом у сфері розроблення нових магнітооптичних пристроїв. При цьому слід враховувати, що усім двошаровим кристалічним структурам притаманна різна морфологія, яка залежить, перш за все, від умов відпалу. Вплив режиму кристалізаційного відпалу на формування двошарової кристалічної структури є важливим чинником, оскільки він визначає фізичні та хімічні властивості отриманих матеріалів.

У ході свого дослідження авторами було встановлено, що шорсткості RMS плівок на різних підкладках здатна зростати із збільшенням часу їх відпалу, а поверхнева текстура здатна змінюватись від дрібно- до крупнозернистої, що характеризує їх властивості та поведінку. Зауважимо, що час кристалізаційного відпалу RMS плівок здатний забезпечити поєднання як високих магнітооптичних характеристик, так і параметрів шорсткості поверхні.

Іншим напрямком дослідження було порівняння двох методів, які дозволяють осаджувати тонкі плівки, з точки зору сумісності кристалізації RMS плівок різного складу на підкладках GGG. Встановлено, що метод реактивного іонно-променевого осадження найбільш вдало підходить для формування дослідних плівок на підкладках з діоксиду кремнію. Також, встановлено було і те, що більш однорідні зразки можуть бути сформовані під час використання повільного та тривалого відпалу для усіх видів підкладок окрім GGG, у той час як високоякісні плівки формуються тільки на підкладках GGG за більш коротшого нагрівання та відпалу.

АДАПТИВНІ АЛГОРИТМИ В СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ МІЖБЛОКОВИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ

Буковський О.М., Вислоух С.П.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського»

Вступ. У сучасному кабельному виробництві, яке характеризується підвищеними вимогами до надійності і ефективності роботи електронного обладнання, автоматизація процесів контролю стає нагальною необхідністю. Велика кількість факторів, таких як температура, вологість, механічні навантаження, впливають на властивості кабельної ізоляції, що підкреслює важливість впровадження адаптивних алгоритмів для контролю параметрів міжблокових електричних з'єднань.

Постановка задачі. Потреба в інтеграції автоматизованих систем контролю, які забезпечують стабільність та надійність електричних з'єднань на сьогодні залишається актуальною. Температура, вологість і механічні навантаження значною мірою впливають на електричні властивості ізоляційних матеріалів, що може призводити до їх деградації та зниження загальної ефективності кабельних систем. Оптимізація процесів контролю параметрів та оперативне виявлення потенційних несправностей стають ключовими завданнями для підвищення надійності продукції. У цьому контексті виникає необхідність розробки автоматизованої системи контролю параметрів міжблокових електричних з'єднань на основі адаптивних алгоритмів для динамічної оцінки стану ізоляції, струмопровідної жили та її монтажу до контакту з'єднувача у реальному часі.

Метою роботи. Є розроблення і впровадження автоматизованої системи контролю міжблокових з'єднань з використанням адаптивних алгоритмів, що забезпечать підвищення їх надійності та ефективності за рахунок точного і динамічного контролю їх параметрів.

Основна частина. В умовах швидкого розвитку технологій кабельного виробництва постає необхідність забезпечення високої надійності та ефективності міжблокових з'єднань електричних систем, які знаходять широке застосування в електронній, приладобудівній та машинобудівній промисловості. Ключовими факторами, що впливають на електричні властивості кабельної ізоляції, є температура, вологість та механічні навантаження. Температурний вплив прискорює хімічні процеси в матеріалах ізоляції, що може знизити їх електричну міцність та призвести до пробоїв. Вологість, у свою чергу, знижує діелектричні властивості, сприяючи швидшому старінню ізоляційних матеріалів.

Сучасні системи контролю параметрів міжблокових з'єднань вимагають впровадження адаптивних підходів, здатних враховувати зміни експлуатаційних умов у реальному часі. Адаптивні алгоритми, інтегровані в системи контролю, забезпечують динамічну оцінку стану ізоляції, дозволяючи заздалегідь прогнозувати можливі відмови та приймати необхідні рішення щодо обслуговування або ремонту. Такий підхід дає можливість підвищити загальну надійність продукції, знизити витрати на ремонт і попередити виробничі втрати.

Аналіз існуючих методів контролю параметрів кабелів показує, що застосування адаптивних алгоритмів дозволяє суттєво підвищити точність та швидкість контролю. Ці методи інтегрують широкий спектр вхідних даних, включаючи температурні коливання, підвищену вологість та інші зовнішні фактори, що впливають на точність вимірювань. З використанням математичних моделей адаптивні системи контролю можуть успішно оцінити поточний стан ізоляції, струмопровідної жили та її монтажу до контакту з'єднувача.

Нечіткі логічні моделі, що використовуються в адаптивних алгоритмах, інтегрують як експертні оцінки, так і кількісні дані, що дозволяє оптимізувати процеси прийняття рішень у реальному часі. Це забезпечує адекватне представлення складних систем і допомагає виявляти потенційні несправності ще до їх виникнення. Таким чином, адаптивні системи контролю стають важливим інструментом у забезпеченні надійності кабельних систем.

Впровадження адаптивних алгоритмів у системи контролю параметрів міжблокових з'єднань є дією покращення якості продукції. Ці алгоритми дозволяють враховувати зміни зовнішніх умов і оперативно коригувати налаштування системи. У кінцевому підсумку це підвищує конкурентоспроможність продукції на ринку високотехнологічних товарів і знижує ризики виходу з ладу систем через несправності кабельних з'єднань.

Висновки. Розробка і впровадження адаптивних алгоритмів для контролю параметрів кабельно-провідникової продукції є перспективним напрямом покращення надійності та ефективності міжблокових з'єднань. Використання таких алгоритмів дозволяє враховувати зміни зовнішніх умов і динамічно коригувати параметри роботи системи. Це сприяє зниженню виробничих втрат і підвищенню якості кінцевої продукції, забезпечуючи високу конкурентоспроможність на ринку.

ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Габер А.А., Берменко Ю.В., Корольов М.В.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. Одним з провідних напрямів співпраці України та ЄС є розвиток відновлюваної енергетики, що забезпечує зменшення викидів парникових газів та формує сегменти охорони навколишнього середовища. Серед генеральних цілей Енергетичної стратегії – забезпечення енергетичної безпеки держави; зменшення техногенного навантаження на довкілля та забезпечення цивільного захисту в сфері техногенної безпеки промислово-енергетичного комплексу.

Постановка задачі. Все частіше постають питання раціонального використання нетрадиційної енергетичної сировини, виробництва альтернативних видів палива та зберігання паливно-енергетичних ресурсів. Все частіше ставляться питання про раціональне використання енергетичної сировини, виробництва альтернативних видів палива та зберігання паливно-енергетичних ресурсів.

Мета роботи. Аналіз та узагальнення інформації щодо використання альтернативних джерел енергії.

Основна частина. Згідно з останнім випуском щорічного ринкового звіту Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) «Відновлювані джерела енергії 2023», поширення відновлюваних джерел енергії у всьому світі збільшується на 50% і становить майже 510 ГВт. Очікується, що до 2028 року потенційне виробництво електроенергії з відновлюваних джерел досягне приблизно 14 400 ТВтч, що майже на 70% більше, ніж у 2022 році. Як показано у звіті та на діаграмі нижче, до 2028 року відновлювані джерела енергії становитимуть 42% світового балансу електроенергії, а сонячна та вітрова енергія становитимуть 25%. Очікується, що гідроенергетика становитиме найбільшу частку.

Багато країн інвестують у відновлювані джерела енергії у межах своїх кліматичних цілей, щоб стати кліматично нейтральними. ЄС також інвестує в альтернативні енергетичні технології, щоб до 2050 року Європа стала першим у світі кліматично нейтральним континентом. Відновлювана енергія є ефективним рішенням для скорочення викидів вуглекислого газу, забезпечення енергетичної безпеки та сприяння економічному зростанню. За допомогою альтернативних енергетичних технологій ми можемо забезпечити світ чистою, безпечною та доступною електроенергією.

Сонячна енергія - це енергія, отримана із сонячного випромінювання, яку можна перетворити на теплову або електричну енергію.

Для перетворення сонячного світла на електрику у фотоелектричних системах використовуються напівпровідники та інші фотоелектричні матеріали. Для правильної роботи фотоелектричної системи потрібні вимірювальні пристрої, що дозволяють вчасно виявляти будь-які помилки. Одним із виробників таких лічильників є Fluke.

При використанні енергії вітру, також відомої як вітрова енергія, кінетична енергія вітру перетворюється на електричну енергію за допомогою вітряних турбін. Вітер обертає лопаті турбіни, яка рухає генератор, що виробляє енергію. Залежно від того, знаходяться вони на суші або в морі біля узбережжя, вітряні

турбіни діляться на берегові та морські системи. Енергія вітру також є джерелом енергії з низьким рівнем викидів і, отже, екологічно чистим.

Існує багато способів використання енергії вітру: від гігантських вітряних турбін, побудованих з використанням технології 3D-друку, таких як Haliade-X та безлопатевих вітряних турбін, до авіаційних вітряних турбін, морських вітряних турбін для вирощування водоростей та вітряних турбін тканинні лопаті ротора.

Гідроенергетика є одним із найстаріших і найвідоміших відновлюваних джерел енергії. Гідроенергетика є постійним та надійним джерелом енергії та може бути адаптована для задоволення потреб в електроенергії. Крім вироблення електроенергії, греблі також можуть служити для відпочинку, захисту від повеней та водопостачання сільського господарства. Ще одна технологія, що використовує силу води для вироблення електроенергії, - це енергія океану. Морська вода використовується для харчування турбін, що виробляють електроенергію. Це може статися за рахунок енергії припливів, енергії хвиль та перетворення теплової енергії океану (ОТЕС). Хоча і гідроенергетика, і енергія океану є відновлюваними джерелами енергії, одержуваними з води, гідроенергетика відоміша і широко використовується в усьому світі. Оскільки морські енергетичні системи все ще знаходяться на стадії розробки або раннього розгортання, все ще існують деякі технологічні, фінансові та екологічні труднощі, які необхідно вирішити.

Біоенергетика - це відновлюване джерело енергії, що отримується з біомаси або біологічних матеріалів. Приклади біомаси включають рослини, органічні відходи, відходи лісового господарства та сільського господарства та навіть водорості. Оскільки в біоенергетиці використовуються регенеративні або відновлювані біологічні матеріали, вона вважається відновлюваною. Він також може мати менший вуглецевий слід порівняно з викопним паливом, особливо якщо біомаса видобувається відповідально, а CO₂, що поглинається рослинами у міру їхнього зростання, компенсує CO₂, що утворюється при виробництві енергії. Крім того, біоенергетика допомагає скоротити кількість відходів, оскільки в цій формі виробництва енергії використовуються матеріали, які інакше виявилися б на звалищі або довелося б розкласти, виділяючи парникові гази.

Висновок. Відновлювані джерела енергії відіграють ключову роль у побудові зеленої енергетичної мережі, підвищенні енергетичної безпеки, скороченні викидів вуглекислого газу та забезпеченні необмежених поставок енергії для задоволення зростаючого глобального попиту. Інтеграція цих джерел у наші енергетичні мережі має важливе значення для сталого майбутнього. Хоча перехід до повністю відновлюваної енергетики є складним завданням, визначення пріоритетності цих ресурсів є важливим кроком на шляху до більш екологічного та сталого енергетичного майбутнього.

АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТА ПЕРЕВІРКИ ЯКОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Габер А.А., Мазур Є.О., Шаблевський М.О.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. Будучи невід'ємною частиною управління якістю, показники програмного забезпечення служать для визначення системи ключових показників і, таким чином, більш ефективного планування та контролю процесу розробки та створення його прозорості. Розрізняють дві групи показників. Показники програмного забезпечення, орієнтовані на продукт, які використовуються для вимірювання та перевірки якості програмного забезпечення на всіх етапах процесу розробки. Метрики проектно-орієнтованого програмного забезпечення, які використовуються для оцінки всього процесу розробки.

Постановка задачі. Сьогодні програмне забезпечення більше не використовується лише для автоматизації та оптимізації процесів, але тепер є важливим компонентом багатьох продуктів. Щоб забезпечити безперебійну взаємодію між кінцевими пристроями, необхідні заходи щодо забезпечення якості програмного забезпечення. Тому можна припустити, що управління якістю програмного забезпечення буде актуальним і в майбутньому.

Мета роботи. Проведення аналізу показників для вимірювання та перевірки якості програмного забезпечення.

Основна частина. Показники програмного забезпечення, орієнтовані на продукт, які використовуються для вимірювання та перевірки якості програмного забезпечення на всіх етапах процесу розробки.

Програмні показники якості коду. Ці показники програмного забезпечення призначені для оцінки справності вашого програмного забезпечення за допомогою автоматизованих перевірок коду та відповіді на питання про якість коду. Показники також допомагають зрозуміти, наскільки складним є код, щоб уникнути труднощів із додаванням функціональності та проблем із обслуговуванням і підтримкою програмного забезпечення.

Приклад програмних показників для вимірювання якості коду: індекс ремонтпридатності (MI), цикломатична складність, глибина дерева успадкування, зв'язок між класами, кількість рядків коду. Такі інструменти, як Microsoft Visual Studio, можуть автоматично обчислювати ці показники ефективності.

Показники програмного забезпечення для якості тесту. Цей тип показників програмного забезпечення використовується, щоб оцінити, чи достатньо висока якість програмного забезпечення для доставки. Використовуються ці показники програмного забезпечення не лише для оцінки працездатності програмного забезпечення, але й для оцінки продуктивності команди контролю якості та, як наслідок, за допомогою відповідних дій покращується як якість програмного забезпечення, так і продуктивність команди.

Тестове покриття. Тестове покриття як метрика програмного забезпечення для забезпечення якості вказує, який відсоток вимог до програмного забезпечення покривається тестовими прикладами. Чим більше функціональних

і нефункціональних вимог охоплено відповідними тестами, тим більше помилок можна виявити.

Дефекти, виявлені під час приймальних випробувань. Якщо під час приймального тестування виявлено дефекти, це означає, що програмне забезпечення не відповідає певним вимогам з точки зору користувача.

Дефекти виявлені після випуску. Якщо помилки не виявлені на ранній стадії та виявлені лише після публікації, це може призвести до втрати прибутку, оскільки часто виправити помилки на пізніх етапах дуже дорого й нелегко. Крім того, це негативно впливає на роботу користувачів, оскільки користувачі можуть і не хочуть багато або взагалі працювати з програмним забезпеченням.

Показники програмного забезпечення для вимірювання доступності. Якщо користувачі не мають доступу до програмного забезпечення та стикаються з певними проблемами під час його використання, висока ймовірність того, що вони припинять використовувати це програмне забезпечення. Щоб оцінити доступність програмного забезпечення, потрібно використовувати низку показників.

Середній час напрацювання на відмову, його розраховують, щоб передбачити очікувані збої та таким чином оцінити роботу команди підтримки. У цьому контексті низькі оцінки можуть свідчити про поганий або неадекватний моніторинг продуктивності програмного забезпечення.

Середній час до відновлення/ремонту, що вказує, скільки в середньому часу потрібно команді, щоб усунути проблеми та відновити роботу програмного забезпечення після збою. Час відновлення починається з виявлення та аналізу проблеми та продовжується до її усунення. Чистий час ремонту включає лише період часу, потрібний лише для перевірки та відновлення функціональності ремонту.

Кількість окремих відмов. Ця метрика програмного забезпечення вказує, як часто програмне забезпечення виходить з ладу за одиницю часу (тиждень або місяць). Метрика допомагає проаналізувати причини та дає змогу підвищити рівень доступності.

Час завантаження сторінки (лише для веб-програм). Час завантаження показує, як швидко вміст сторінки повністю завантажується. Цю програмну метрику слід постійно контролювати та оптимізувати, щоб позитивно вплинути на взаємодію з користувачем. Час завантаження не повинен тривати більше 2-3 секунд.

Висновок. Якість програмного забезпечення можна перевірити шляхом вимірювання та оцінки якості коду та тестування, доступності, безпеки та задоволеності користувачів. Використання різних програмних метрик дає можливість вчасно виявити цільові відхилення та вжити якісних заходів для підвищення не лише якості програмного забезпечення, але й продуктивності команди та кожного окремого учасника проекту.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ М'ЯСА НА ВИРОБНИЦТВІ

Габер А.А., Муратков О.О.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. В наш час перед м'ясопереробними підприємствами стоїть завдання не лише збільшувати обсяги готової продукції, а й значно поліпшувати її якість.

Високу якість продукції неможливо забезпечити без добре продуманого контролю за проведенням технологічного процесу. Завданням контролю виробництва є запобігання випуску продукції, яка не відповідає нормативно-технічній документації, а також попередження порушень технологічного процесу та санітарно-гігієнічного стану обладнання.

Постановка задачі. М'ясна галузь підлягає суворому контролю з боку органів харчової промисловості. Є також деякі проблеми, з якими доводиться стикатися виробникам та дистриб'юторам. З цих причин особливо важливо мати досвідчених експертів, які знають правову базу, і повністю обладнаних аналітичних лабораторій для проведення планових випробувань, які допоможуть вивести на ринок безпечні м'ясні та ковбасні продукти.

Мета роботи. Аналіз методів контролю якості м'яса та м'ясних продуктів.

Основна частина. Хімічні показники, мікробіологічний статус, а також зовнішній вигляд, запах та смак продукції мають вирішальне значення для оцінки товарності та якості продукції.

Текстуру, якість, свіжість та псування м'яса та м'ясних продуктів можна оцінити за допомогою сенсорних тестів. Для цієї мети залучаються інспектори. Можна провести різницю між описовим тестом з метою оцінки конкурентоспроможності і оцінним тестом з метою оцінки якості продукції.

Мікроорганізми мають різний вплив на їжу. З одного боку, вони використовуються в процесі виробництва м'яса та м'ясопродуктів (наприклад, при переробці), але також надають вирішальний вплив на термін їх зберігання (наприклад, відповідальні за їх псування).

Їх додають як захисні або закваски (наприклад, у вигляді молочнокислих бактерій або непатогенних стафілококів) при виробництві сирокочених ковбас з метою контролю їх зовнішнього вигляду, смаку та терміну зберігання за допомогою ферментативних процесів. Молочне підкислення знижує значення рН і робить вирішальний внесок у безпеку продукту, оскільки суттєво пригнічується розмноження патогенних мікроорганізмів. Мікроорганізми виконують ще одну функцію очищення продуктів, дозрілих з пліснявою.

Однак, як правило, мікроорганізми сприймаються у зв'язку з ознаками псування та отруєння: молочнокислі бактерії, дріжджі та пліснява прискорюють псування та скорочують терміни зберігання продуктів, особливо свіжого м'яса, варених ковбас, варених ковбас та варено-копчених виробів. Інфекції, спричинені такими патогенними видами, як *Salmonella*, *Listeria monocytogenes* або ЕНЕС, можуть викликати серйозні, іноді небезпечні для життя захворювання після їжі. Харчове отруєння може бути спричинене токсичними продуктами обміну речовин (наприклад, стафілококовим ентеротоксином або ботулотоксином).

Мікробіологічний статус м'яса та м'ясопродуктів зазвичай є вирішальним критерієм безпеки продукції. М'ясопереробні підприємства мають проводити регулярні мікробіологічні аналізи використаної питної води та сировини (гігієна туш).

Хіміко-фізичний склад за вмістом білка м'яса, води, жиру та білка сполучної тканини залежить від рецептури та вибору сировини і робить вирішальний внесок у якість м'яса та м'ясопродуктів.

Законодавчі вимоги до якості високоякісної сировини та готової продукції завжди ставлять перед виробниками нові завдання, так само як і вимоги до якості, які пред'являються роздрібними торговцями продуктами харчування, та високі очікування споживачів.

Такі добавки, як затверджувачі (нітрити та нітрати), фосфати, підсилювачі смаку (L-глутамінова кислота або глутамат натрію), барвники або загусники, використовуються з технологічних причин для оптимізації властивостей продукту, таких як зовнішній вигляд, текстура та термін придатності.

Все більше і більше споживачів страждають від харчової алергії та непереносимості, а це означає, що виключення алергенних харчових інгредієнтів стає все більш важливим. Щоб захистити споживачів від ризиків для здоров'я та етикетки, що вводить в оману, відсутність алергенів перевіряється чутливими та специфічними молекулярно-біологічними методами. Надійне виявлення видів тварин у продукті можливе також за допомогою молекулярно-біологічних методів.

Хіміко-фізичні випробування роблять важливий внесок у контроль якості та оптимізацію рецептур.

Потрапляння сторонніх речовин у продукти харчування відбувається ненавмисно через забруднення довкілля. Забруднення навколишнього середовища є повсюдними (наприклад, діоксини та поліхлоровані дифеніли) так і регіонально збагаченими (наприклад, важкими металами). Вони потрапляють у харчовий ланцюг переважно через їжу тварин.

Поліциклічні ароматичні вуглеводні, такі як бензо(а)пірен, утворюються в результаті процесів неповного згорання і можуть чинити канцерогенну дію в критичних дозах. Вони накопичуються у м'ясних продуктах за інтенсивного копчення. Різноманітність методів контролю якості так само різноманітна, як і потенційні забруднювачі. Наприклад, залишки фармакологічно активних речовин (ветеринарних препаратів, таких як тетрацикліни, сульфонаміди, хінолони, макроліди) можна виявити за допомогою інгібіторних тестів (показово) та за допомогою рідинної хроматографії — мас-спектрометрії. З іншого боку, важкі метали можна знайти за допомогою елементної спектроскопії.

Висновок. Використання досліджених методів оцінки м'яса на підприємствах виготовлення м'ясних продуктів забезпечить належну якість продукції для споживача.

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДИК ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ВОЄННОЇ ТЕХНІКИ

Грабовський О.В., Банзак Г.В., Банзак О.В., Тодоров М.Ф.

Державний університет інтелектуальних технологій та зв'язку

Складність процесів технічного обслуговування (ТО) і різноманіття чинників, що впливають на них, істотно ускладнюють вибір між різними стратегіями ТО. Для об'єктивного порівняння переваг та недоліків різних стратегій ТО необхідно забезпечити приблизну рівність (однаковість) умов, у яких вони застосовуються.

При порівнянні різних стратегій ТО ми керуватимемося такими принципами:

- порівнювати різні стратегії ТО можна тільки за результатами їх застосування до одного і того ж об'єкта;

- тестові об'єкти (на яких виробляється порівняння стратегій ТО) повинні бути зіставні за структурою тимчасових та вартісних витрат на ТО та поточний ремонт;

- показники якості процесу ТО (цільові функції), за якими проводиться порівняння різних стратегій ТО, повинні оцінюватися на однакових інтервалах експлуатації об'єкта і при однакових параметрах процесу моделювання (якщо порівняння стратегій ТО проводиться за результатами моделювання);

- порівнювати повинні характеристики процесу ТО, отримані при оптимальних параметрах стратегій ТО, тобто порівнювати повинні потенційні можливості різних стратегій ТО.

У цьому дослідженні використовуються 4 тестові об'єкти, що розрізняються за своїми надійними і структурними характеристиками. Це, крім іншого, дозволяє перевірити та одночасно продемонструвати "працездатність" розроблених методик визначення оптимальних параметрів різних стратегій ТО за різних вихідних даних.

Для забезпечення сумісності структури тимчасових та вартісних витрат на ТО та поточний ремонт задавалися однакові для всіх елементів та об'єктів характеристики ремонтпридатності та вартості:

- середній час відновлення елемента $\tau_{vi} = 1$ год;

- середня тривалість ТО $\tau_{toi} = 1$ год;

- вартість елемента $C_i = 10$ у.о.;

- вартість операції поточного ремонту (заміни) елемента $C_{tpi} = 1$ у.о.;

- вартість операції ТО елемента $C_i = 1$ у.о.

Характеристики стану технічної діагностики (СТД) для тестових об'єктів задані:

- тривалість діагностування при ТО $\tau_d = 0,5$ год;

- вартість операції діагностування при ТО $C_d = 1$ у.о.

Оптимальні параметри різних стратегій ТО визначалися при ідеалізованому припущенні про існування для тестових об'єктів вимірюваних визначальних параметрів найменш надійних елементів, що відносяться до безлічі

відновлюваних елементів E_B . Підмножини потенційно обслуговуваних елементів E_{TO} задавалися таким чином, що до них включалися всі найменш надійні елементи. У тестових об'єктах відсутні елементи, надійність яких була б нижчою, ніж надійність будь-якого з елементів E_{TO} ($E_{TO} \subset E_B$). Очевидно, що при цій умові за оптимальних параметрів стратегій ТО забезпечується максимальна, потенційно можлива ефективність ТО, швидше за все, недосяжна на практиці.

За отриманими результатами можна зробити такі висновки:

Одноманітним для всіх тестових об'єктів задані також і показники, що залежать від призначення об'єкта – питомі втрати вартості, які несе зовнішня система (у якій використовується даний об'єкт) у стані відмови об'єкта $c_{отк} = 10$ у.о./год, та у стані ТО $c_{то} = 1$ у.о./год.

Для всіх тестових об'єктів за розробленими методиками визначено оптимальні параметри трьох стратегій ТО. Для стислості, як і раніше, називатимемо їх: “ТО за станом”, “адаптивне ТО” та “ТО за ресурсом”.

Усі розрахунки проводилися тривалості експлуатації $T_3=20$ років за безперервної роботі об'єктів.

Оптимальні параметри різних стратегій ТО визначалися при ідеалізованому припущенні про існування для тестових об'єктів, що вимірюються найменш надійних елементів, що відносяться до безлічі елементів, що відновлюються. Підмножини потенційно обслуговуваних елементів задавалися таким чином, що в них включалися всі найменш надійні елементи. У тестових об'єктах відсутні елементи, надійність яких була б нижчою, ніж надійність будь-якого з елементів.

За отриманими результатами можна зробити такі висновки:

Кращою за показниками середнього напрацювання на відмову та питомою вартістю експлуатації є стратегія "адаптивне ТО". Потім слідує стратегія "ТО за станом". Найгіршою є стратегія "ТО за ресурсом". Стратегія ТО вважається кращою, якщо графік функції розташовується вище (для функції – нижче) по відношенню до відповідного графіка для стратегії, що порівнюється. Стратегія ТО, найкраща за показником, як правило, є найкращою і за показником, і навпаки.

Стратегії "ТО станом" і "адаптивне ТО" дуже близькі за одержуваними показниками. Це їх загальної сутністю – під час проведення ТО використовується інформація про фактичному поточному стані об'єкта.

Ефективність різних стратегій ТО істотно залежить від надійностіно-вартісної структури об'єкта. Якщо розподіл вартості відновлюваних (у тому числі обслуговуваних) елементів близько корелюється з розподілом їх показників безвідмовності, різниця в ефективності різних стратегій ТО скорочується. Це добре видно на прикладі об'єкта Test-2, для якого найменш надійні елементи одночасно є найдорожчими.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ В ГОТЕЛЬНІЙ СФЕРІ НА ОСНОВІ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ

Грабовський О.В., Григорець А.Д.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. Сфера готельного бізнесу є однією з найбільш конкурентних та динамічних галузей економіки. Якість обслуговування є ключовим фактором, що впливає на задоволеність клієнтів, репутацію готелю та його фінансові результати. У зв'язку з цим, впровадження міжнародних стандартів якості обслуговування стає важливим елементом стратегічного розвитку готельних підприємств.

Постановка задачі. Проаналізувати міжнародні стандарти якості, які є основою в готельному бізнесі, дослідити методи покращення якості обслуговування та визначити інструменти ефективного вимірювання якості обслуговування.

Мета роботи. Визначити шляхи і методи підвищення якості обслуговування в готельній сфері на основі міжнародних стандартів.

Якість обслуговування впливає на формування іміджу готелю та рівень лояльності клієнтів. Сприятливе враження від обслуговування може сприяти повторним візитам, рекомендаціям та позитивним відгукам, що в свою чергу підвищує конкурентоспроможність підприємства. Згідно з дослідженнями, клієнти готові платити більше за високу якість обслуговування, що безпосередньо впливає на прибутковність готелів.

Міжнародні стандарти якості, такі як ISO 9001, є основою для управління якістю на підприємствах у всіх сферах, зокрема у готельному бізнесі. ISO 9001 передбачає: системний підхід до управління якістю, тобто визначення процесів, що впливають на якість обслуговування та їхнє постійне вдосконалення; клієнтоорієнтованість – орієнтація на потреби та очікування клієнтів, що є критично важливим для успіху готелю; залученість персоналу – важливість навчання та розвитку працівників, щоб забезпечити високу якість обслуговування. Впровадження міжнародних стандартів у готельному бізнесі включає кілька ключових етапів: аудит існуючих процесів шляхом оцінки поточних стандартів обслуговування та виявлення зон для покращення; розробка та впровадження нових стандартів та формування нових протоколів обслуговування, які відповідають міжнародним стандартам; регулярне навчання персоналу для забезпечення їхньої готовності до роботи згідно з новими стандартами.

Крім впровадження міжнародних стандартів, існують різні методи покращення якості обслуговування в готельній сфері:

1. Системи управління відгуками клієнтів. Впровадження ефективних систем управління відгуками клієнтів є критично важливим для підвищення якості обслуговування. Використання різних каналів для збору відгуків, таких як анкети, онлайн-опитування, соціальні мережі та платформи для відгуків (наприклад, TripAdvisor, Google Reviews). Системи збору даних дозволяють проводити аналіз отриманої інформації, що допомагає виявляти основні тенденції, проблеми та покращення в обслуговуванні. Створення механізмів для

швидкого реагування на негативні відгуки, що включає комунікацію з клієнтом, пропозицію вирішення проблеми або компенсації. Регулярне відстеження змін у задоволеності клієнтів після внесення коректив у процеси обслуговування.

2. Створення програм лояльності, які сприяють формуванню тривалих відносин між готелем і клієнтами, заохочуючи їх повертатися знову. Основні елементи програм лояльності: надання знижок на проживання, послуги, візитів до спа-салонів чи ресторанів для постійних клієнтів; розробка ексклюзивних пакетів для учасників програми лояльності, таких як безкоштовний сніданок або трансфер з аеропорту; використання даних про уподобання клієнтів для надання персоналізованого обслуговування, що підвищує задоволеність клієнтів; регулярне інформування учасників програми про нові пропозиції, акції та події в готелі через електронну пошту чи повідомлення в чатах.

3. Покращення фізичної інфраструктури. Фізична інфраструктура готелю має великий вплив на загальне враження клієнтів. Інвестиції в оновлення і покращення інфраструктури можуть включати: ремонт номерів та оновлення меблів, щоб створити комфортне та сучасне середовище для проживання; реконструкція лобі, ресторанів, конференц-залів та інших спільних зон для створення приємної атмосфери та покращення соціального досвіду для гостей; впровадження новітніх технологій, таких як безконтактні системи реєстрації, Wi-Fi, електронні замки та автоматизовані системи контролю клімату, що підвищують комфорт і безпеку гостей; інвестиції в екологічно чисті технології, такі як енергозберігаючі системи, переробка відходів і використання еко-матеріалів, що підвищує репутацію готелю серед свідомих споживачів.

Вимірювання якості обслуговування є важливою складовою управління готелем, оскільки дозволяє виявити сильні та слабкі сторони сервісу, покращити досвід клієнтів і підвищити загальний рівень задоволеності. Для цього використовуються різноманітні інструменти та методи, наприклад, оцінка за допомогою опитувань, передбачає створення запитань, що охоплюють різні аспекти обслуговування, такі як чистота номерів, якість харчування, професіоналізм персоналу та загальне враження про готель. Метод «таємного покупця» передбачає використання фахівців, які виступають в ролі звичайних клієнтів для об'єктивної оцінки обслуговування. Показники ключових результатів (KPI) – встановлення KPI є важливим інструментом для оцінки ефективності роботи персоналу та якості обслуговування. Вони включають рівень задоволеності клієнтів, час обслуговування, кількість скарг, рівень повернення клієнтів тощо.

Висновки. Підвищення якості обслуговування в готельній сфері на основі міжнародних стандартів є важливим аспектом розвитку бізнесу, що дозволяє досягти конкурентних переваг і покращити фінансові результати. Впровадження стандартів якості, навчання персоналу та використання сучасних методів управління дозволяє готелям забезпечити високу якість обслуговування та задовольнити потреби клієнтів. У результаті, готелі можуть підвищити рівень задоволеності клієнтів і зміцнити свою репутацію на ринку.

МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ТА ЗНИЖЕННЯ БРАКУ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Грабовський О.В., Новікова А.І., Павлиш М.І.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. Легка промисловість відіграє важливу роль в економіці багатьох країн, забезпечуючи виробництво товарів широкого вжитку, таких як одяг, текстиль, взуття та інші споживчі товари. Для підприємств цієї галузі важливим є не лише задоволення попиту на якісну продукцію, але й мінімізація браку, що прямо впливає на ефективність виробництва та витрати. Сучасні методи контролю якості та зниження браку сприяють підвищенню конкурентоспроможності підприємств і оптимізації виробничих процесів.

Постановка задачі. Вивчити вплив контролю якості на ефективність виробництва, рівень браку та конкурентоспроможність підприємств, проаналізувати сучасні методи контролю якості та описати підходи до зниження браку на підприємствах легкої промисловості.

Мета роботи. Проаналізувати методи контролю якості та зниження браку на підприємствах легкої промисловості.

Контроль якості на підприємствах легкої промисловості є критичним для забезпечення відповідності продукції стандартам та вимогам споживачів. Якість продукції впливає на імідж бренду, рівень задоволеності клієнтів і рентабельність бізнесу. Недосконалий контроль може призвести до значних фінансових втрат через дефекти продукції, її повернення та зниження попиту. Саме тому підприємства активно впроваджують сучасні методи для оптимізації цього процесу.

Одним із найбільш ефективних методів є впровадження автоматизованих систем контролю якості. Вони використовують такі технології, як комп'ютерне бачення, сенсори та роботизовані системи для перевірки продукції на різних етапах виробництва. Ці системи дозволяють швидко виявляти дефекти в тканинах, швах, кольоровій гамі та інших характеристиках, що підвищує точність і оперативність контролю. Автоматизація також знижує людський фактор, який може бути джерелом помилок під час візуальної перевірки.

Штучний інтелект і машинне навчання відіграють дедалі більшу роль у контролі якості в легкій промисловості. Наприклад, системи комп'ютерного зору, навчені на тисячах зображень, можуть розпізнавати найдрібніші дефекти матеріалів, які складно виявити неозброєним оком. Крім того, такі системи можуть аналізувати дані про попередні дефекти, прогнозувати можливі проблеми і навіть оптимізувати виробничі процеси для зменшення їхньої ймовірності.

Важливою складовою контролю якості є впровадження міжнародних стандартів, таких як ISO 9001. Стандартизація процесів дозволяє підприємствам чітко слідувати встановленим процедурам і гарантує стабільну якість продукції. Стандарти охоплюють всі аспекти виробництва, включаючи постачання матеріалів, контроль на етапах виробництва та остаточну перевірку готової продукції.

Статистичний контроль якості (SPC) є важливим інструментом для зниження браку на підприємствах легкої промисловості. SPC використовує статистичні методи для контролю якості на всіх етапах виробничого процесу. Це дозволяє ідентифікувати та усувати причини дефектів ще до їх виникнення. Серед ключових методів, що використовуються у SPC, можна виділити контрольні карти, гістограми та інші статистичні інструменти, які допомагають відслідковувати процеси і швидко реагувати на відхилення від норми.

Впровадження сучасних методів контролю якості є важливою складовою стратегії цифрової трансформації підприємств легкої промисловості. Цифрові технології, такі як ШІ, Інтернет речей (IoT), блокчейн та великі дані, допомагають підприємствам ефективніше управляти всіма аспектами виробництва. Завдяки інтеграції новітніх технологій підприємства можуть не лише покращити якість продукції, але й підвищити гнучкість виробничих процесів, швидше реагувати на зміни в ринку та вимоги клієнтів.

Методи зниження браку:

1. Кайдзен – це японська методологія безперервного вдосконалення, яка активно використовується в легкій промисловості для зниження браку. Підприємства, що дотримуються принципів кайдзен, постійно вдосконалюють свої процеси за допомогою невеликих, але регулярних змін. Це може включати покращення обладнання, навчання персоналу, оптимізацію робочих місць і підвищення ефективності виробничих процесів.

2. Метод «Шість Сигм» (Six Sigma) – це методологія, яка спрямована на зменшення кількості дефектів у виробництві до мінімуму. Основна мета цієї методики полягає у виявленні та усуненні причин браку, що дозволяє досягти стабільного високого рівня якості продукції. Six Sigma включає ретельний аналіз процесів, використання статистичних методів і залучення всіх рівнів персоналу до покращення якості.

3. Lean Manufacturing, або «ощадливе виробництво», спрямоване на усунення втрат у процесах, що не додають вартості продукції. Це дозволяє підприємствам знижувати рівень браку, оптимізувати використання матеріалів і ресурсів, підвищуючи ефективність виробництва. У легкій промисловості Lean підвищує продуктивність, одночасно знижуючи витрати і кількість дефектної продукції.

Висновки. Сучасні методи контролю якості та зниження браку на підприємствах легкої промисловості відіграють ключову роль у підвищенні конкурентоспроможності та рентабельності бізнесу. Автоматизація, впровадження ШІ, стандартизація процесів та використання статистичних методів дозволяють підприємствам ефективно контролювати якість продукції та мінімізувати дефекти. Крім того, такі методи як Six Sigma, Lean Manufacturing і Kaizen, сприяють безперервному вдосконаленню процесів, забезпечуючи високу якість продукції і оптимізацію ресурсів. Впровадження сучасних методів контролю якості та зниження браку дає значні економічні вигоди для підприємств легкої промисловості, вони дозволяють скоротити витрати на контроль якості, знизити кількість повернень продукції та збільшити рівень задоволеності споживачів.

ОСОБЛИВОСТІ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМОХІМІЧНОГО ЗАПISУ В ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНОМУ ПОЛІ

Денисюк В.Ю., Кібиш О.Д.

Луцький національний технічний університет

Вступ. У сучасній індустрії обробки напівпровідникових чіпів застосовується літографія на основі глибокого ультрафіолету (DUV – Deep Ultraviolet) з використанням ексимерного лазера довжиною хвилі 193 нм, при цьому мінімальний розмір елемента був зменшений до 10 нм, а новітні системи літографії використовують наджорстке ультрафіолетове випромінювання (EUV – Extreme Ultraviolet) з довжиною хвилі 13,6 нм для подальшого зменшення розміру елемента до 3 нм. Хоча DUV/EUV літографічні технології мають переваги при масовому виробництві та високу ефективність, проте їх дороговартісна система літографії накладає обмеження на застосування в індивідуальному та дрібносерійному виробництві. З іншого боку, такі літографічні технології засновані на застосуванні шаблонів, тобто мікро/наноструктури спочатку виготовляються на шаблонах із використанням методів літографії без маски, таких як лазерний та електронно-променевиий запис, а потім переносяться на кремнієві пластини за допомогою проекційної або наноімпринтної літографії.

Постановка задачі. Тому необхідні дослідження з виготовлення масок простішими та ефективнішими лазерними методами для отримання необхідних нанорозмірних елементів, що задовольняють потреби індустрії з виробництва чіпів. Крім того, нанометровий масштаб амплітудної або фазової маски має важливе значення у формуванні дифракційних оптичних елементів (ДОЕ) або напівтонових фотошаблонів, які широко застосовуються у різних галузях індустрії, і особливо важливі в оптичному зв'язку, медицині та інших галузях. Завдання підвищення просторового дозволу, продуктивності та точності обробки таких пристроїв стає суттєвим. Відповідно до вищенаведених факторів прямий лазерний запис (DLW – Direct Laser Writing), заснований на прямому впливі лазерного випромінювання з матеріалом у дальній зоні пучка, є перспективним методом завдяки високій швидкості запису на великій площі та простоті операції.

Мета роботи. Дослідження процесів локального лазерного окислення тонких металевих плівок з утворенням прозорих оксидів та розробка теоретичних основ технологій одноетапного лазерного термохімічного запису на тонких металевих плівках у мікронному та субмікронному діапазоні розмірів із високим контрастом (не менше 90%).

Основна частина. Лазерна інтерференційна літографія (ЛІЛ) має великий потенціал у реалізації мікро- та нанотехнологій у промисловості, оскільки вона має безліч переваг перед іншими методами, заснованих на дії електронного/іонного променя, наприклад, висока швидкість запису, низька вартість, велика область обробки, тощо. Однак максимальна роздільна здатність ЛІЛ обмежена значенням $\lambda/2$, де λ – довжина хвилі падаючого випромінювання. Оскільки роздільна здатність інтерференційної картини визначається періодом смуг, що формуються на поверхні зразка, наприклад, під час запису в

двопроменевому інтерференційному полі: $\Lambda = \lambda / (2 \sin \theta)$, де θ – кут падіння пучків. Тому способи поліпшення роздільної здатності – це зменшення довжини хвилі випромінювання, або збільшення показника заломлення навколишнього середовища (імерсійний інтерференційний запис). За умови комбінації інтерференційного методу формування оптичної структури з прямим лазерним записом на тонких металевих плівках розмір записаних елементів може бути ще меншим завдяки вузькій області окислення в центрі світлових смуг інтерференційної картини.

Перспективним варіантом є прямий лазерний термохімічний запис на тонких плівках металів в інтерференційному полі, що утворюють оптично прозорі оксидні шари короткими або надкороткими імпульсами. При скороченні тривалості впливу за рахунок застосування імпульсних надкоротких імпульсів – фемтосекундних і пікосекундних лазерів, можна очікувати зменшення поперечних розмірів прогрітої та окисленої зон і більш гострих розподілів товщини оксиду, і відповідно, збільшення роздільної здатності та різкості краю термохімічного зображення. Крім того, формування прозорих оксидів під час лазерного окислення дає такі переваги:

1. Одноетапний спосіб виготовлення оптичних елементів у результаті окислення плівки по всій її товщині («наскрізне» окислення).
2. Можливість контролю процесу в реальному часі.
3. Можливість зменшення мінімального розміру отриманого елемента за рахунок зменшення поглинальної здатності плівки та високошвидкісного утворення прозорого оксиду.

Проведене дослідження лазерного термохімічного запису субмікронних структур в інтерференційному полі послідовністю пікосекундних імпульсів виявило такі закономірності:

- експериментально показано можливість запису періодичних структур із роздільною здатністю до 0,65 ліній/мкм на тонких плівках титану під час впливу одиночних і багаторазових пікосекундних лазерних імпульсів;
- оптична мікроскопія і мікро-раманівська спектроскопія підтвердили присутність оксидів титану і відсутність абляції в ділянці, опроміненій лазером;
- експериментально показано збільшення контрасту реєстрованих періодичних структур, що записуються на плівках титану, при збільшенні кількості імпульсів до 10000.

Висновки. Розроблена й верифікована розрахункова модель дозволяє оцінити оптимальні параметри лазерного термохімічного запису на плівках різних металів пікосекундними імпульсами в інтерференційному полі, які необхідні для продуктивного запису висококонтрастних елементів субмікронних розмірів. Значення густини енергії, необхідної для здійснення лазерного термохімічного інтерференційного запису пікосекундними імпульсами, варіюються в діапазоні від 0,1-2 Дж/см² залежно від матеріалу, вихідної товщини плівки і довжини хвилі випромінювання запису.

АНАЛІЗ БІОМЕТРИЧНИХ ЗАСОБІВ ОЦІНКИ ПАРАМЕТРІВ ЛЮДИНИ

Денисюк В.Ю., Ящук А.А.

Луцький національний технічний університет

Вступ. В даний час ступінь розвитку інформаційних систем та технологій, вимоги до рівня забезпечення їх безпеки, призвели до того, що існуючі засоби оцінки параметрів користувача інформаційної системи (ІС) для прийняття рішення про допуск його до інформації (облікові записи та паролі, електронні карти доступу, електронні ключі, контроль біометричних параметрів тощо) перестають бути ефективними. Це підвищує ймовірність нанесення не тільки економічної шкоди організації (компанії) через проведення успішних атак інсайдерів та зловмисників, але й не забезпечує необхідний ступінь безпеки персональних даних користувача в інформаційному просторі.

Постановка задачі. Попит на персоналізацію, зручність доступу до інформації або інформаційного об'єкту та активне впровадження «розумних» технологій у людино-машинні, інформаційні та організаційно-технічні системи навіть на побутовому рівні (наприклад, технології «розумного» будинку, технології Інтернету речей тощо) призвели до необхідності створення більш сучасних та надійних механізмів класифікації, розпізнавання та встановлення особистості людини. У зв'язку з цим технології підтримки прийняття рішень при дозволі доступу користувачеві до інформації переходять на новий рівень розвитку, використовуючи складні методи оцінки параметрів людини, засновані на поєднанні різних ідентифікаторів, алгоритмів, методів, моделей та протоколів. На одному з важливих місць серед вимог щодо забезпечення безпечного доступу користувача до інформації знаходиться точність чи зниження помилок встановлення особи користувача ІС.

Мета роботи. Зниження кількості помилок при прийнятті рішення про надання користувачеві інформаційних ресурсів на основі розроблених моделей двофакторної оцінки його параметрів.

Основна частина. Теоретичною основою вирішення завдання є багатофакторний підхід до розробки моделей оцінки параметрів користувача, що дозволяють знизити ступінь невизначеності при аналізі, зокрема, його біометричних параметрів. В результаті аналізу предметної області були обґрунтовані найбільш ефективні методи оцінки параметрів користувача інформаційної системи, визначені середні значення ймовірностей помилок, середній час виконання операцій для формування рішення, проаналізовано переваги та недоліки кожного з факторів оцінки параметрів користувача, досліджено особливості застосування двофакторної оцінки параметрів.

Як правило в програмно-апаратних засобах (ПАЗ) визначення особи користувача (ВОК) використовуються атрибутивні та біометричні ідентифікатори. У якості ідентифікаторів атрибутів використовуються автономні носії знаків прийому, наприклад магнітні картки, безконтактні картки наближення, брелки з сенсорною пам'яттю та різні радіомаяки. Біометричні ідентифікатори включають відбиток пальця, геометрію особи, частоту серцевих скорочень,

зображення райдужної оболонки та багато інших характеристик. У таких ПАЗ ВОК кожному коду присвоюються певні права та привілеї.

В даний час використовуються зчитувачі карток, тому що вони мають переваги та зручності у використанні, але в контролері відображається картка, а не персона, за якою картка закріплена. Якщо картку втрачено чи вкрадено – це знижує якість застосування ПАЗ ВОК заснованих на роботі зчитувачів карт, тобто у тих системах, де потрібний високий рівень безпеки. Більш вищий рівень безпеки ІС забезпечується пристроями, що використовують біометричні параметри людини, які дають доступ носію коду.

Тому, в біометричних технологіях застосовують загальні підходи до вирішення задачі оцінки параметрів користувача ІС. Ці технології мають однакові етапи реалізації: сканування об'єкта; вилучення індивідуальної інформації; формування моделі або образу параметра та порівняння його значення із базою даних. При оцінці параметрів користувача застосовуються методи, засновані на фізіологічних характеристиках людини, а також динамічні методи. Класифікація сучасних засобів біометричної оцінки параметрів людини представлена рисунку 1.

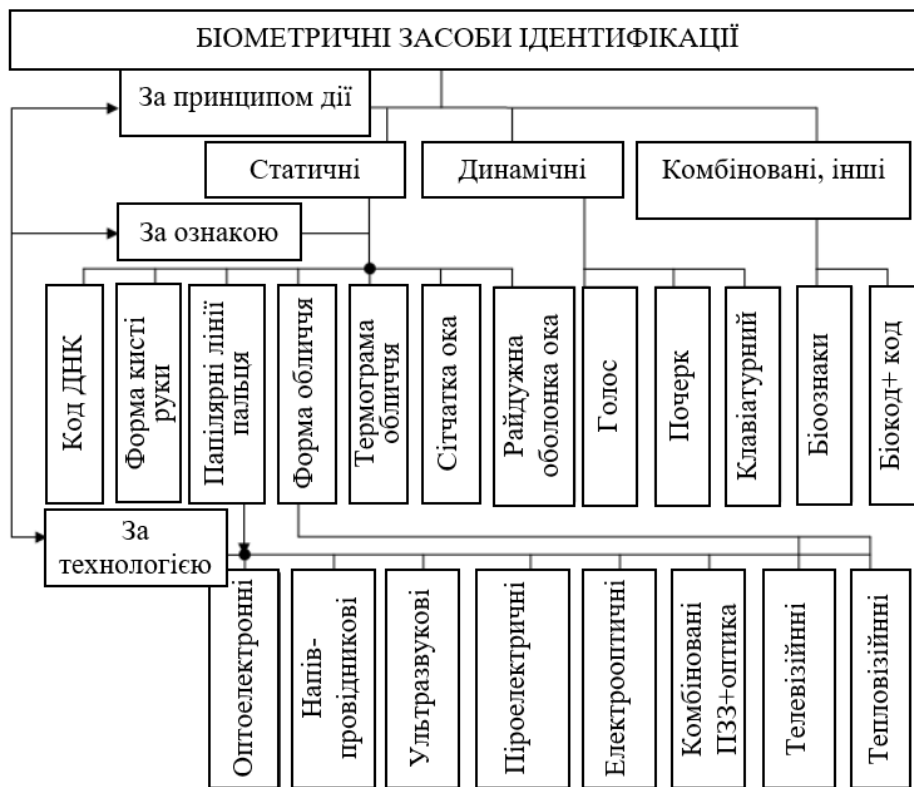


Рисунок 1 – Класифікація сучасних засобів оцінки біометричних параметрів

Аналіз даних, представлених на рисунку, дозволив зробити висновок про те, що багатофакторні методи та багатофакторний підхід, загалом, мало застосовуються у сучасних системах оцінки параметрів користувача ІС.

Висновки. Аналіз ефективності найпоширеніших методів ідентифікації показав, що для підвищення ефективності ПАЗ ВОК доцільно використовувати двофакторний підхід для оцінки параметрів користувача ІС на основі аналізу таких біометричних параметрів: відбиток пальця та райдужна оболонка ока.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОКООРДИНАТНИХ СИСТЕМ МІКРОПОЗИЦІОНУВАННЯ З П'ЄЗОАКТЮАТОРАМИ

Денисюк В.Ю.

Луцький національний технічний університет

Вступ. З розвитком мікро- і нанотехнологій, мікро- та наносистемної техніки зростає потреба в пристроях для точного позиціонування, калібрування, вимірювання переміщень. У зв'язку з цим актуальними є питання дослідження і створення актюаторів для мікро- та нанопереміщень, що забезпечують нано- та пікометровий дозвіл.

Постановка задачі. Аналіз існуючих розробок виробників показує, що перспективним в області створення виконавчих пристроїв для мікро- та нанопереміщень є напрямок, заснований на використанні п'єзоелектричного ефекту, який полягає в зміні лінійних розмірів окремих матеріалів в електричному полі. Цей п'єзоефект зворотній. У датчиках механічних величин використовують прямий п'єзоефект. У п'єзоактюаторах та п'єзодвигунах використовують зворотний п'єзоефект, коли при застосуванні електричного поля змінюються лінійні розміри матеріалу. Виконавчі пристрої для мікро- та нанопереміщень, засновані на п'єзоелектричному ефекті більш перспективні, оскільки не чутливі до дії магнітних полів і мають більш широку сферу застосування.

Мета роботи. Мета роботи – дослідження характеристик і принципів роботи модуля точних переміщень двокоординатного столика мікроскопа з паралельною кінематикою на базі біморфних п'єзоелектричних актюаторів.

Основна частина. Аналітичний огляд інформаційних джерел показав, що провідними компаніями розвинених країн на ринку пропонуються численні типи багатокоординатних систем точного позиціонування для приладів і пристроїв різного призначення. Їх продукція відрізняється конструктивною і схемною різноманітністю і областями застосування, ці пристрої, як правило, мають високу точність позиціонування. Однак вони дорогі і складні у виготовленні, і у багатьох випадках використання точність таких систем надлишкова.

В даний час відомо кілька перспективних способів розширення функціональних можливостей та підвищення швидкодії мікроманіпуляційних систем за збереження їх високих характеристик точності:

– конструктивні зміни окремих елементів, що ведуть до перерозподілу їх функцій у системі;

– комбіновані методи, що включають конструктивні зміни, що спричиняють зміни структури системи управління та введення додаткових функцій.

На сьогоднішній день у багатьох галузях промисловості з високими вимогами до точності, наприклад, при реалізації лазерних, плазмових та інших технологій виникає необхідність здійснювати точний і плавний рух робочого органу або оброблюваного об'єкта за необхідними траєкторіями. У цьому випадку мова йде про багатокоординатні системи точного позиціонування, які часто використовуються також у сучасній медичній і біологічній техніці. Вони, зокрема, призначені для переміщення і встановлення в певному положенні мікрооб'єкта в полі зору мікроскопа і дозволяють переміщати мікрооб'єкт по

вертикалі, горизонталі і здійснювати поворот мікрооб'єкту на певний кут з високою точністю.

Один з найбільш ефективних напрямків в розробці високоточних систем позиціонування – це створення дворівневих за рівнем точності пристроїв. Такий напрям перспективний для предметних столиків мікроскопів, що входять до складу комплексів дослідження мікрооб'єктів. Багатокоординатний предметний столик з цим принципом побудови може складатися з модуля грубих і великих переміщень, на який встановлюється модуль точних і малих переміщень. При роботі з мікрооб'єктами широко використовуються мікроманіпуляційні системи, до складу яких зазвичай входять мікроскоп із системою технічного зору, мікроманіпулятори, багатокоординатні предметні столики і допоміжне обладнання. Досліджуваний мікрооб'єкт закріплюється на предметному столику, підводиться у робочу зону мікроманіпулятора та фіксується. Далі всі дії з мікрооб'єктом здійснюються одним або двома мікроманіпуляторами з ручним керуванням за допомогою джойстиків.

Предметний столик має принаймні два послідовно з'єднані модулі: двох-трьох координатний модуль грубих переміщень з ходом близько 50...100 мм з точністю позиціонування $\pm 0,05$ мм і модуль точних мікропереміщень з ходом 0,5...1,0 мм із точністю позиціонування порядку $\pm 0,1$ мкм (для біологічних досліджень клітин цього цілком достатньо). Модуль грубих переміщень може бути реалізований на базі крокових двигунів із кулько-гвинтовими передачами, а модуль точних мікропереміщень – на базі п'єзоелектричних актюаторів. Для зазначеного діапазону мікропереміщень столика найкраще підходять біморфні п'єзоелектричні актюатори. Створення двокоординатних операційних столиків на базі біморфних п'єзоелектричних актюаторів з паралельною кінематикою є реальним завданням. Порівняно з аналогічними за розмірами столиками відомих виробників діапазон переміщень збільшується у 4...8 разів.

Пропонований двокоординатний столик має більш просте та дешеве конструктивне рішення порівняно з відомими прототипами. Заміна кулькових опор на пружні напрямні дозволяє знизити небажаний ефект тертя. Спосіб організації управління шляхом добавки до керуючої напруги від ПД-регулятора додаткової установки, що залежить від заданої точності позиціонування, дозволяє істотно збільшити швидкодію при заданій точності позиціонування столика. Для досягнення точності позиціонування столика близько десятих часток мікрометрів обґрунтовано застосування ємнісних датчиків із перетворювачами ємності у цифровий код.

Висновки. Тому створення високоточних прецизійних мікроманіпуляційних систем з високоточними напрямними є життєво необхідним для реалізації мікротехнологій. Це обумовлює актуальність постановки задачі підвищення точності мікропереміщень п'єзоелектричних мікроманіпуляційних систем шляхом розроблення методики та побудови комп'ютеризованих засобів вимірювання лінійних та кутових переміщень їх складових елементів на основі використання сучасних засобів накопичення та обробки відеоінформації з подальшою її обробкою.

МЕТОДИКА ЛІНЕАРИЗАЦІЇ ТА КАЛІБРУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ ПРИЛАДІВ АКТИВНОГО КОНТРОЛЮ

Денисюк В.Ю.

Луцький національний технічний університет

Вступ. В сучасних приладах активного контролю для шліфувальних верстатів застосовують мікропроцесорні або комп'ютерні цифрові блоки управління та індуктивні перетворювачі. При випуску і налагодженні приладу і при заміні перетворювача після ремонту необхідно провести його лінеаризацію (калібрування), встановивши задану дискретність цифрової індикації, діапазон вимірювання і, головне, задану лінійність характеристики у всьому діапазоні вимірювання. Мікропроцесорні електронні блоки забезпечені програмою, що дозволяє провести лінеаризацію характеристики перетворювача.

Постановка задачі. У вимірювальному оснащенні приладів активного контролю застосовують диференціальні і рідше недиференціальні індуктивні перетворювачі. Їх вбудовують безпосередньо у вимірювальну оснащення приладів (скоби, головки), і лінеаризацію перетворювачів проводять в зборі разом з оснащенням, що має каретки, важелі, державки та наконечники. І, головне, вимірювальне оснащення (важелі) не завжди має передавальне відношення 1:1. Калібрувальні переміщення надають наконечнику вимірювального оснащення, встановленого в робочому положенні. Таким чином, при калібруванні враховують дійсні передавальні відношення кінематичних ланок (важелів, кареток) вимірювального оснащення.

Мета роботи. Підвищення точності розмірних параметрів деталей шляхом виявлення механізму взаємозв'язків конструктивно-технологічних особливостей деталей, які обробляються, та метрологічної точності приладів автоматичного управління і контролю процесом металообробки.

Основна частина. Процедура калібрування і лінеаризації полягає в тому, що в мікропроцесорний блок вводять задані точки, які визначають «ідеальну» характеристику приладу (в даному випадку лінійну), її діапазон і чутливість відповідно до таблиці 1.

Таблиця 1 – Калібрувальні точки

Номер калібрувальної точки	11	22	33	34	55	66	77	78	79	10	11
Розмір, мкм	-100	-50	-10	0	10	50	100	200	300	400	500

Потім переміщують шток індуктивного перетворювача або наконечник вимірювального оснащення на визначені інтервали і, встановлюючи його в задані точки «ідеальної» характеристики, запам'ятовують в блоці вихідні сигнали перетворювача в кожній точці. Таким чином, вихідна характеристика приладу наближається до заданої (лінійної) характеристики.

Для лінеаризації індуктивного перетворювача необхідно спочатку зняти його характеристику, тобто визначити залежність його вихідного сигналу від переміщення наконечника вимірювального оснащення. В цьому режимі вихідний сигнал, що надходить безпосередньо з перетворювача через аналого-

цифровий перетворювач (АЦП), відображається на дисплеї в умовних одиницях (не в мкм). За плавністю і пропорційністю зміни цього сигналу залежно від переміщення наконечника приладу, який калібрується можна судити про справність та лінійність перетворювача. Крім того, знята характеристика дозволяє визначити положення електричного нуля перетворювача, від якого проводиться калібрування приладу. Це дуже важлива обставина, що дозволяє перевірити справність перетворювача прямо на верстаті і не допускає відходу настройки з робочої ділянки характеристики.

Таким чином, калібрування приладу починають з установки столика стійки, індуктивного перетворювача і цифрового індикатора в нульове положення електричного нуля індуктивного перетворювача за його вихідним сигналом в умовних одиницях. Число точок калібрування вибирається залежно від конструкції перетворювача або вимірювального оснащення, діапазону вимірювання, необхідної точності лінеаризації і точності видачі команд. При зменшенні інтервалів між точками точність лінеаризації підвищується. Тому на точному діапазоні поблизу нуля (від -10 до $+50$ мкм) точки калібрування слід задавати через менші інтервали.

При використанні недиференціальних перетворювачів, що мають нелінійну характеристику, призначають більше число точок лінеаризації. Диференціальні перетворювачі досить лінійні на всій робочій ділянці в діапазоні $\pm 0,5$ мм, і для їх калібрування в більшості випадків достатньо 5-7 калібрувальних точок.

Калібрування починають від першої, наприклад, мінусової точки обраної робочої ділянки характеристики індуктивного перетворювача (-100 мкм). Цю точку встановлюють переміщенням столика за показами зразкового цифрового індикатора. У цій точці вводять в пам'ять блоку управління сигнал перетворювача, що відповідає точці -100 мкм (натисканням кнопки «Введення»). Потім послідовно за допомогою столика за показами зразкового цифрового індикатора переміщують вимірювальний наконечник приладу на задані калібрувальні інтервали (табл. 1), і в кожній точці вводять в пам'ять блоку вихідний сигнал перетворювача.

Після проходження всіх заданих точок робочої характеристики приладу і запам'ятовування в блоці вихідних сигналів перетворювача, що відповідають цим точкам, прилад має лінійну характеристику із заданою чутливістю в заданому діапазоні вимірювання. Після проведення калібрування пам'ять блоку автоматично блокується. Калібрування запам'ятовується навіть при виключенні живлення блоку і не може бути змінене без введення пароля.

Висновки. Точність калібрування (лінеаризації) залежить від точності переміщення вимірювального наконечника засобу, який калібрується на задані інтервали за допомогою столика стійки за показами цифрового індикатора. Однак, слід мати на увазі, що при використанні методу кусково-лінійної апроксимації виходить лінійна характеристика тільки в калібрувальних точках. Між точками нелінійність, притаманна індуктивному перетворювачу, зберігається, хоча й істотно менша, ніж нелінійність всієї характеристики.

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ДЕТАЛЕЙ НА СКЛАДІ

Дмитренко С.А., Барандич К.С.

Національно технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Вступ. У сучасних умовах глобальної конкуренції та стрімкого розвитку технологій виробничі підприємства постійно стикаються з необхідністю підвищення ефективності своїх процесів. Одним із ключових аспектів успішного функціонування підприємства є оптимізація складської логістики. Ефективне управління складом дозволяє знизити витрати, підвищити продуктивність праці та забезпечити своєчасне постачання деталей до виробництва. Оптимальне розміщення деталей на складі відіграє важливу роль у цьому процесі, впливаючи на швидкість оброблення замовлень, час пошуку та переміщення деталей, а також на загальну ефективність виробничого процесу. У цій роботі розглянуто методи та практики оптимізації розміщення деталей на складі, включаючи сучасні технології та алгоритми, які допомагають підприємствам підвищити свою конкурентоспроможність.

Мета роботи. Проаналізувати способи підвищення ефективності виробництва за допомогою оптимального розміщення деталей на складі.

Основна частина. Склад є невід'ємною частиною виробничого підприємства, що виконує функції зберігання, обліку та переміщення матеріальних ресурсів. Від ефективності роботи складу залежить безперебійність виробництва, своєчасне постачання необхідних деталей та компонентів, а також загальна продуктивність підприємства. Склад забезпечує зберігання матеріалів і деталей, гарантуючи належні умови зберігання та дотримання вимог безпеки та якості. Крім того, склад виконує переміщення та підготовку до відвантаження, забезпечуючи швидке та ефективне переміщення деталей до виробничих ділянок. Неefективне управління складом може призвести до затримок у виробництві, збільшення витрат на зберігання та логістику.

Традиційні методи оптимізації розміщення деталей на складі включають ABC-аналіз, XYZ-аналіз та методіку Just-In-Time (JIT) [6]. ABC-аналіз ґрунтується на принципі Парето, який стверджує, що 20% товарів становлять 80% вартості запасів або обсягів продажів. У контексті складу деталі класифікуються на три категорії: А – найбільш цінні та часто використовувані деталі, В – деталі середньої важливості, С – менш цінні та рідко використовувані деталі. Деталі категорії А розміщуються в найбільш доступних та зручних місцях складу, щоб мінімізувати час на їх пошук та переміщення. XYZ-аналіз доповнює ABC-аналіз, класифікуючи деталі за передбачуваністю попиту: Х – стабільний попит, Y – змінний попит, Z – нерегулярний попит. Поєднання ABC та XYZ аналізів дозволяє більш точно планувати запаси та оптимізувати розміщення матеріальних ресурсів на складі. Методіка Just-In-Time спрямована на мінімізацію запасів шляхом постачання деталей безпосередньо в момент їх використання на виробництві. Це зменшує витрати на зберігання та стимулює більш тісну співпрацю з постачальниками, але вимагає високого рівня координації та надійності постачань.

Сучасні технології та методи оптимізації розміщення деталей на складі включають системи управління складом (WMS), автоматизовані системи

зберігання та вилучення (AS/RS), технології автоматичної ідентифікації та Інтернет речей (IoT). Системи управління складом автоматизують процеси управління складом, забезпечуючи оптимізацію розміщення деталей, відстеження руху деталей, планування та контроль запасів. Автоматизовані системи зберігання та вилучення використовують роботизовані пристрої для автоматичного зберігання та вилучення деталей, що дозволяє підвищити ефективність використання складських площ, зменшити час відбору деталей та знизити трудові витрати. Технології автоматичної ідентифікації, такі як штрих-коди та RFID, забезпечують швидкий облік та відстеження деталей. Застосування методики інтернету речей дозволяє підключити пристрої та датчики на складі до мережі, збираючи дані в режимі реального часу, що сприяє моніторингу умов зберігання, відстеженню руху деталей та аналітиці даних.

Для розв'язання складних задач оптимізації, таких як оптимізація розміщення деталей на складі використовуються генетичні алгоритми, що базується на принципах природного відбору та генетики. Принципи генетичних алгоритмів включають ініціалізацію популяції можливих рішень, оцінювання придатності кожного рішення за допомогою фітнес-функції, селекцію найкращих рішень для створення нового покоління, кросовер та мутацію для пошуку нових варіантів, а також критерій зупинки алгоритму. При оптимізації розміщення деталей на складі генетичні алгоритми можуть використовуватися для мінімізації часу переміщення деталей, максимізації використання складського простору та дотримання обмежень і пріоритетів.

Перевагами використання генетичних алгоритмів є глобальний пошук оптимуму, здатність знаходити найкращі рішення в складних багатовимірних задачах, гнучкість та можливість адаптації алгоритму до специфічних вимог підприємства, а також паралельність обчислень, що дозволяє одночасне оброблення множини рішень. Проте, існують і обмеження та виклики, такі як обчислювальна складність, необхідність значних ресурсів для великих задач, налаштування параметрів алгоритму та те, що алгоритм може знайти наближене до оптимального рішення, але не завжди абсолютний оптимум.

Впровадження оптимізації розміщення деталей на складі зазвичай охоплює декілька ключових етапів: аналіз поточного стану складських процесів, вибір відповідних методів та технологій, розробку оптимізаційної моделі, впровадження системи, її тестування та налаштування, а також постійний моніторинг і вдосконалення. Основними перевагами такої оптимізації є зменшення витрат, скорочення часу та ресурсів, необхідних для складських операцій, підвищення продуктивності, швидший доступ до деталей, зниження простоїв у виробництві, покращення точності обліку та підвищення гнучкості в реагуванні на зміни попиту та виробничих потреб.

Висновки. Оптимізація розміщення деталей на складі є важливим кроком для підвищення ефективності виробничих підприємств. Використання сучасних методів та технологій, таких як генетичні алгоритми, автоматизовані системи зберігання та технології автоматичної ідентифікації, дозволяє значно покращити складські процеси. Підприємства, які впроваджують такі підходи, можуть зменшити витрати, підвищити продуктивність та забезпечити високу якість обслуговування клієнтів. Незважаючи на можливі виклики та ризики, переваги оптимізації складської логістики є значними, роблячи її важливою складовою успішної стратегії розвитку підприємства.

АНАЛІЗ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПАСИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕРЕЖАХ RMON

Євсюк М.М., Ліхогуб М.Г., Свєреда М.В.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Розподільна мережа доступу пасивної оптичної мережі (PON), заснована на деревовидній волоконній кабельній архітектурі з пасивними оптичними сплітерами на вузлах, здатна забезпечити широкосмугову передачу різноманітних додатків. PON широко використовуються інтернет-провайдерами для надання послуг «волокно до будинку» (FTTH) або «волокно до приміщення» (FTTP), забезпечуючи високу пропускну здатність на великі відстані з мінімальним споживанням енергії. Проте, як і будь-яка мережа, PON потребує постійного управління, щоб запобігти збою і забезпечити стабільну продуктивність. Для безперебійної роботи PON необхідно проводити моніторинг стану оптичних пасивних мереж.

Постановка задачі. У міру зростання попиту клієнтів на швидші та стабільніші підключення, провайдерам необхідно забезпечувати оптимальну роботу своєї PON-інфраструктури в будь-який час. Необхідно провести аналіз функціональних можливостей системи моніторингу пасивних оптичних мереж RMon, що стосується постійного нагляду за продуктивністю та станом складових пасивної оптичної мережі.

Мета роботи. Опрацювання функціональних можливостей системи моніторингу RMon для забезпечення високої якості послуг, мінімізації часу простою та підвищення ефективності мережі PON.

Основна частина. Система моніторингу RMon дозволяє в реальному часі контролювати стан і роботу PON інфраструктури та характеризується такими основними функціями:

- мультимовність (українська та англійська мови);
- моніторинг доступності пристроїв: комутаторів, оптичного лінійного терміналу (OLT), абонентського оптичного терміналу (ONU) та портів;
- періодичне або ручне опитування (зняття інформації про ONU, таких як рівень сигналу, MAC, ім'я інтерфейсу, опис);
- історія рівнів сигналів щодо кожної ONU;
- зняття таблиці файлу бази даних Firebird (FDB) з ONU, перезавантаження, видалення;

Аналіз функціональних можливостей системи RMon забезпечує відстеження всіх важливих параметрів PON-мережі, а саме:

1. Моніторинг параметрів ONU в реальному часі, дозволяє відслідковувати швидкість передачі даних, довжину волокна, температуру терміналу, потужність сигналу RX TX та інші параметри ONU (зокрема: GPON, XG-PON, XGS-PON).
2. Моніторинг параметрів концентратора OLT таких як стан портів, статус порту, потужність сигналу, кількість підключених ONU та завантаженість портів. Це дозволяє операторам мережі вчасно виявляти та вирішувати проблеми з телекомунікаційним обладнанням ZTE, Huawei, BDCOM, C-Data GPON FD1700.

3. Організований пошук ONU по всіх комутаторах які є в системі та їх аналіз, пошук здійснюється для кожного порту на наявність підключення пристроїв з необхідними параметрами пошуку Fiber Management.

4. Функція PMon Google Maps допомагає ідентифікувати місце де можливі проблеми з сигналом, а також у відстеженні шляху сигналу від OLT до кінцевого користувача ONU в PON мережі.

Інструменти моніторингу надають дані в режимі реального часу про стан мережі, дозволяючи операторам інтернет-провайдерів швидко ідентифікувати аномалії, наприклад погіршення сигналу, несправності обладнання або збільшення кількості помилок. Розв'язуючи ці проблеми до того, як вони ескакуються, інтернет-провайдери можуть мінімізувати перебої в обслуговуванні та забезпечити стабільну якість мережі. Раннє виявлення також скорочує час і ресурси, необхідні для усунення проблем у мережі, оскільки проблеми можна розв'язувати проактивно, а не реагувати на них постфактум. Проактивне обслуговування є важливим для того, щоб інтернет-провайдери підтримували високі стандарти обслуговування. Моніторинг PON дозволяє проводити проактивне обслуговування завдяки детальній інформації про стан мережі. Провайдери можуть планувати технічне обслуговування, ґрунтуючись на реальних умовах мережі, уникаючи зайвих втручань і своєчасно розв'язуючи критичні питання. Такий підхід значно скорочує час простою мережі, що є критичним для підтримки задоволеності клієнтів. Мінімізуючи перебої в обслуговуванні, інтернет-провайдери, зокрема, можуть підвищити свою репутацію надійного провайдера та зміцнити відносини з клієнтами.

Висновки. Ефективний моніторинг PON дозволяє інтернет-провайдерам відстежувати ключові показники, як-от рівень сигналу, використання пропускної здатності та продуктивність обладнання. Виявляючи потенційні проблеми на ранній стадії, адміністратори мереж можуть вжити коригувальних заходів до того, як клієнти зіткнуться з перебоями в обслуговуванні, а відповідно зменшувати час простою мережі та покращувати якість послуг для користувачів.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ОДНОЧАСТОТНОЇ ПОВНОДУПЛЕКСНОЇ ЦИФРОВОЇ РАДІОРЕЛЕЙНОЇ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ ЗІ СПІЛЬНОЮ ПРИЙМАЛЬНО-ПЕРЕДАВАЛЬНОЮ АНТЕНОЮ

Євсюк М.М., Ярмолюк А.В.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Інтенсивний розвиток послуг широкосмугового бездротового доступу створив новий виток у розвитку цифрових радіосистем для організації тракту передачі радіосигналу до базових станцій стільникового зв'язку як один із ефективних способів доставки трафіку за критерієм вартості та швидкості розгортання, а також створення резервних магістральних каналів опорної мережі (наприклад для дублювання окремих ділянок оптики).

Постановка задачі. Основними питаннями розвитку систем РРЗ є проблема підвищення швидкості передачі інформації в умовах обмеження радіочастотного ресурсу, виділеного для радіорелейних ліній (РРЛ) діапазонів частот до 40 ГГц. Технічний рівень побудови цифрових радіорелейних станцій (ЦРРС) дозволяє використовувати одну й ту саму смугу радіочастот одночасно декількома радіостовбурами РРЛ, через які передаватиметься інформаційний трафік операторів стільникового зв'язку із використанням однотипного передавально-приймального обладнання зовнішнього модулю РРС, забезпечуючи збільшення пропускної здатності. Однак при цьому виникає питання усунення взаємних завад між радіосигналами різних приймально-передавальних пристроїв (радіостовбурів) та забезпечення ефективного загасання власного сигналу, що передається..

Мета роботи. Аналіз особливостей роботи одночастотної повнодуплексної ЦРРЛ зі спільною приймально-передавальною антеною для створення дуплексних мобільних систем.

Основна частина. Передавання радіосигналу РРС в системі стільникового зв'язку зазвичай відбувається на частотах до 40 ГГц, які зазвичай конструктивно складається із зовнішнього радіоблоку ODU (Out Door Units) і внутрішнього блоку IDU (In Door Units). До складу блоку ODU входять антена, кабелі, приймально-передавальні пристрої.

Аналітичний огляд інформаційних джерел показав, що ключовим пасивним елементом, що дозволяє передавачу і приймачу спільно використовувати одну антену є трипортовий циркулятор, який направляє радіосигнал через свої порти таким чином, що він входить в один порт, а потім виходить з наступного порту в залежності від напрямку обертання, забезпечуючи певну ступінь ізоляції між передавачем і приймачем (рис. 1).

Типові практичні значення для ізоляції циркулятора варіюються від 20 до 60 дБ, тоді як затухання в бажаному напрямку зазвичай менше 0,5 дБ. В сигналі самоінтерференції вхідної радіохвилі є дві основні складові, які спостерігаються на шляху до приймача: потік через циркулятор, величина якого може бути оцінена шляхом врахування величини ізоляції циркулятора від потужності передачі (щонайменше на 20 дБ); потужність, відбита мобільною антеною, викликана невідповідністю імпедансу на його вході. За ідеальних умов роботи радіорелейного обладнання цього було б достатньо.

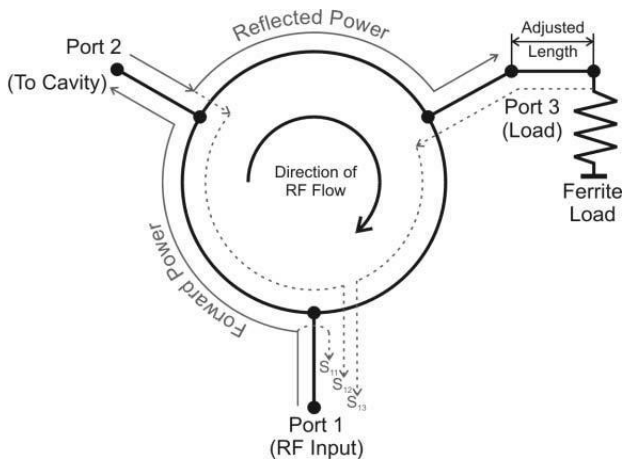


Рисунок 1 – Принципова схема циркулятора

Однак на практиці завжди частина потужності буде відбиватися назад на лінію передачі, а отже лише пасивного загасання самоінтерференції, що забезпечується ізоляцією циркулятора із узгодженням антен, явно недостатньо для забезпечення вимог щодо якості радіосигналу.

Виходом із ситуації є комплексне застосування циркулятора та активної компенсації радіочастоти, яка забезпечує додаткове послаблення самоінтерференції до фактичного кола приймача шляхом застосування модифікованої копії сигналу, що передається із спільного прийнятого сигналу.

Очевидно, що активний радіочастотний компенсатор для роботи в мобільному повнодуплексному пристрої повинен бути здатний до ефективної широкосмугової компенсації. Це забезпечується наявністю багатоканального аналогового приймача самоінтерференції, в якому в якості опорних сигналів використовуються декілька різних закладених копій сигналу, що передається, кожна з яких має регульовану амплітуду і фазу. Метою схеми компенсації радіочастоти є контроль фаз і амплітуд цих опорних сигналів таким чином, щоб сигнал самоінтерференції послаблювався. Через високий рівень потужності прийнятого сигналу самоінтерференції лише аналогової компенсації буває не завжди достатньо, для послаблення його нижче рівня шуму приймача, тому кінцеве послаблення остаточної самоінтерференції повинно виконуватись в цифровій області. Такий сигнал компенсації може бути побудований за вихідними переданими даними, фільтруючи його у відповідності з ефективним каналом самоінтерференції, що залишився.

Висновки. Під час роботи одночастотної повнодуплексної ЦРРЛЗ зі спільною приймально-передавальною антеною в дуплексних мобільних системах необхідно передбачити комплексну методику із застосуванням пасивного дуплексера та активного радіочастотного компенсатора з метою забезпечення ефективної компенсації і відслідковування остаточної самоінтерференції радіосигналу.

ТОПОЛОГІЧНА МОДЕЛЬ КВАЛІМЕТРИЧНОЇ ОЦІНКИ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ МАШИНОБУДІВНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Єфіменко Н.А., Єфіменко В.С.

Державний університет «Житомирська політехніка»

Вступ. Машинобудівні підприємства традиційно займають важливе місце в економіці України, що обумовлено фундаментальною роллю цієї галузі у забезпеченні технологічної та економічної безпеки країни. Однак, не зважаючи на певне пожвавлення в останні роки, ці підприємства продовжують відчувати вплив суперечливих і кризових тенденцій, що мають місце в умовах загострення конкуренції на внутрішньому та зовнішньому ринках, враховуючи погіршений рівень якості продукції зокрема.

Показано, що сучасний стан науково-технічної проблеми управління якістю машинобудівної продукції при обмеженому обсязі статистичної інформації – це логічне продовження робіт таких учених, як: Н. А. Бородачов, А. А. Зиков, А. Б. Яхін, Б. С. Балакшин, А. П. Соколовський, І. З. Солонін, В. М. Кован, О. О. Маталін та інших, що вирішували задачі якості, застосовуючи статистичні методи.

Постановка задачі. Критичний аналіз наукової проблеми, пов'язаний із системою управління якістю машинобудівних, переробних виробництв, а також сфери послуг показав, що їх виконання регламентуються великою кількістю параметрів, які суттєво впливають на якість виготовлення продукції. Отже, виникає питання постійного їх моніторингу і розроблення організаційно-технічних заходів щодо підтримання нормативних вимог процесу. Однак, для реальних умов машинобудівного виробництва це є проблемою, оскільки потребує наявності сучасних механізмів і інструментів вимірювання, оцінювання і прогнозування поточних значень параметрів процесів і розроблення на їх основі запобіжних і корегувальних дій по забезпеченню заданого рівня якості продукції, яка випускається.

Мета роботи. Грунтується на розробці топологічної моделі кваліметричної оцінки контролю якості виготовлення машинобудівної продукції.

Основна частина. Запропоновано виробничий процес машинобудівного підприємства описати у вигляді скінченого технологічного незв'язного графу $G_T(X_T, V_T)$, де $X - m$ ($m = 7$) – вимірна множина вершин точок контролю, причому підмножина $X_{T_k} \subset X_T$ – являє собою скінчену підмножину комірकोкомплектів; $V_T - n$ -вимірна ($n = 8$) множина ребер, індекси яких відповідають індексам операцій кваліметричної оцінки контролю якості виготовлення машинобудівної продукції, які належать відповідним вершинам (тобто виконуються на відповідних верстатах), які наведено на рис. 4.1. Будемо вважати вершини X_5, X_6, X_7 висячими. Побудуємо фіктивні ребра $(X_5, X_2), (X_7, X_3), (X_1, X_6)$. Отримаємо орієнтований зв'язний технологічний граф.

Алгоритм АДГ.

Крок 1. Фіксуємо дерево (ДДД) допустимої довжини, яке задовольняє умові (рис. 4.3).

Крок 2. Фіксуємо деяке джерело запасу (наприклад C_3 або C_4).

Крок 3. Знаходимо всі шляхи проведення кваліметричної оцінки контролю якості виготовлення машинобудівної продукції, які зображені у вигляді ребер дерева та фіктивних ребер (резервний контроль якості) до вибраного джерела. Розглядаємо шляхи, які не перетинаються з існуючим шляхом, який складається із ребер дерева графа. Для створення циклів (незалежних контурів) запам'ятовуються індекси вузлів, в яких розташовані джерела точок контролю. Якщо шляхів, які не перетинаються не зафіксовано (виробничий процес протікає без зривів), то вибирається нове дерево і здійснюється перехід до кроку 1.

Крок 4. Якщо на створених, таким чином, контурах розташовані всі точки контролю, то вибираються тільки ті контури (цикли), які охоплюють всі етапи кваліметричної оцінки контролю якості виготовлення машинобудівної продукції та мають сумарну довжину ребер, які в нього входять. В іншому випадку вибирається наступне джерело запасу (наприклад C_4 або C_3), яке не входить ні в один із створених, таким чином, контурів – здійснюється перехід до кроку 3 тощо, до тих пір, поки не будуть розглянуті всі етапи контролю.

Зауваження. Умови функціонування алгоритму виконуються і для узагальненого реберно-похідного графу G_T' , якщо на технологічному графі G_T' попередньо визначені джерела контролю, які або самі представляють окремі етапи контролю, або поповнюють за подібними функціонально-технологічними властивостями, які складають топологічно не збитковий реберно-похідний граф G_T' .

Отже, введення точок контролю за визначеним часом у вузлі 3, 4, що відповідає введенню фіктивних ребер V_4 та V_6 призводить до тих реберно-похідних конфігурацій графу G_T' , на яких ефективніше за часом реалізуються відповідні оптимізаційні задачі кваліметричної оцінки контролю якості виготовлення машинобудівної продукції. В межах вище наведеної задачі побудови топологічної моделі збитково скінченого зв'язного орієнтованого графу, коли машинобудівна продукція має невідповідності з нормативною документацією $G_T(X, V)$.

Висновки. Запропоновано виробничий процес машинобудівного підприємства описати у вигляді скінченого технологічного незв'язного графу на основі визначення вимірної множини вершин точок контролю, а також матриці кваліметричної оцінки невідповідності машинобудівної продукції на основі збиткового графу, що, в свою чергу, дає можливість ефективніше за часом реалізувати відповідні оптимізаційні задачі кваліметричної оцінки контролю якості виготовлення машинобудівної продукції.

РОЗВИТОК ЛІСОВОЇ СЕРТИФІКАЦІЇ В УКРАЇНІ

Жеребцова Л.М., Бакуменко І.В.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Лісова сертифікація діє в багатьох частинах світу протягом останніх 20 років.

Лісова сертифікація - оцінка відповідності системи ведення лісового господарства встановленим міжнародним вимогам щодо управління лісами та лісокористування на засадах сталого розвитку. Метою лісової сертифікації є забезпечення економічно, екологічно та соціально сталого ведення лісового господарства шляхом дотримання відповідних, загально визнаних та надійних критеріїв.

Екологічно збалансоване та відповідальне ведення лісового господарства забезпечує заготівлю деревини та іншої лісової продукції при збереженні біорізноманіття, продуктивності лісів та природних екологічних процесів.

Соціально відповідальне ведення лісового господарства сприяє підвищенню добробуту місцевого населення і суспільства в цілому та заохочує місцеве населення до збереження лісових ресурсів.

Сертифікація лісоуправління (або лісова сертифікація) є відносно новим процесом, що швидко розвивається і стрімко змінює спосіб торгівлі деревиною у світі. Якщо раніше при підписанні контрактів на поставку лісопродукції покупці були стурбовані якістю, термінами поставки та ціною, то тепер до цих вимог додаються вимоги екологічної сертифікації.

На сьогоднішній день 96 галузей, а це 4,65 мільйона гектарів сертифіковані за стандартом FSC-10. З початком повномасштабного військового вторгнення Російської Федерації в Україну суспільні трансформації та реформи, що тривають, загострили існуючі проблеми сталого лісоуправління, ускладнивши функціонування лісового сектору та збільшивши ризики для цілісності системи FSC. Однак, незважаючи на призупинення сертифікації в зонах військових конфліктів, сертифікована площа не зменшилася, а збільшилася на 14,5%.

Зосередженість на мобілізації підтримки відповідального ведення лісового господарства під час та після війни призвела до запуску проекту з розробки національних індикаторів для територій, що не підлягають сертифікації. Як визнали зацікавлені сторони, що представляють баланс екологічних, соціальних та економічних інтересів, це було б ефективним рішенням для тих частин України, де неможливо забезпечити відповідність національним стандартам FSC через забруднення вибухонебезпечними предметами

Сертифіковані компанії мають кращий імідж, легше просувають свою продукцію на ринку, отримують доступ до екологічно безпечних ринків, а також довші та стабільніші контракти.

Крім того, сертифікація сприяє модернізації виробничих процесів, підвищує ефективність систем охорони здоров'я та безпеки на робочих місцях, покращує професійну відповідальність працівників та забезпечує стале використання лісових ресурсів.

АНАЛІЗ ЧАСТОТНОГО СПЕКТРУ ПЕРЕДАЧІ ГОЛОСОВИХ ПОВІДОМЛЕНЬ

Заблоцький В.Ю., Стасюк В.В.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Передача даних включає передачу текстової, візуальної чи аудіо інформації з одного пристрою на інший. Це може включати передачу даних через Інтернет, бездротові мережі, супутникові системи, мобільні мережі та інші технології. Завдяки розвитку технологій передача даних стала швидшою і ефективнішою на протязі останніх років. Зв'язок охоплює різні форми комунікації між людьми або пристроями. Це може бути голосовий зв'язок (телефонія), текстовий зв'язок (розмови чату), відеозв'язки (відеодзвінки, відеоконференції) та інші форми комунікації.

Постановка задачі. Аналіз частотних діапазонів показав що існують Супервисокі частоти (SHF), Екстрависокі (EHF) та Надвисокі (VHF) діапазони передачі ефірної інформації. Ці високочастотні діапазони використовуються для радіовимірювань, наукових досліджень, супутникового зв'язку та роботи з кратними гігагерцовими фронтами. Значна кількість наявних джерел передачі інформації впливає на якість існуючих каналів зв'язку. Отже завданням роботи є виділення діапазону частот для звукової передачі інформації, який дасть змогу зменшити вплив на інші різновиди інформаційних сигналів і, тим самим покращити якість передачі інформації.

Мета дослідження. Аналіз можливих систем передачі звукової інформації та здійснення рекомендацій щодо діапазону частот для оптимальної передачі такого виду сигналів.

Основна частина. Супутникові системи зв'язку займають значне місце у сфері телекомунікацій з метою передачі інформаційних потоків до різного роду споживачів. Основний акцент спрямовується на цифрові технології. Один із основних елементів наземної станції прийому інформації є конвертор, який підсилює робочий спектр у проміжний розширений частотний діапазон (900 – 2150) МГц (звичайний 950 – 1750 МГц). Основними технічними характеристиками за умови використання у сучасних системах супутникового наземного зв'язку є частотний діапазон та коефіцієнт шуму з орієнтовним коефіцієнтом шумів 0,2 – 0,5 dB.

Загальні принципи систем супутникового зв'язку базуються на використанні штучних супутників, розташованих у космосі, для передачі і отримання сигналів зв'язку між різними точками на Землі.

Сучасний супутниковий зв'язок використовується для передачі даних і забезпечення зв'язку у віддалених районах, де проведення традиційних наземних мереж складне або неможливе. Супутникові системи зазвичай складаються з наземних станцій і комунікаційних супутників, які обертаються навколо Землі. Наземні станції передають сигнали до супутників, які, у свою чергу, пересилають ці сигнали до інших станцій або пристроїв. Сучасні супутникові системи мають велику пропускну здатність, що дозволяє передавати і отримувати великі обсяги даних, такі як телевізійні передачі, інтернет-підключення, аудіо- та відео-зв'язок.

З метою оптимізації передачі звукової інформації здійснено аналіз частотних діапазонів. Залежно від характеру повідомлення (кількості станів, в якому воно може знаходитись) розрізняють безперервні та дискретні повідомлення. Для передачі повідомлення по лінії зв'язку використовують фізичний процес як матеріальний носій інформації. Фізична величина, яка змінюється та відтворює стан джерела повідомлення, називається сигналом. Будь-який сигнал можна подати у вигляді функції $x(t)$, де $x \in X$, $t \in T$. Якщо множини X та T мають нескінченну кількість елементів, то такі сигнали називають аналоговими. Якщо тільки множина T має кінцеву кількість елементів, то сигнали називають дискретними. У разі, коли X та T мають фіксовану кількість елементів, сигнали називають цифровими. Пристрої, які перетворюють повідомлення в сигнал, називають перетворювачами повідомлень (ПП). В якості ПП виступають мікрофони. Середовище, в якому поширюється сигнал від передавача до приймача, називають лінією зв'язку. Лінії зв'язку (ЛЗ) бувають акустичні та електричні і в свою чергу поділяються на радіолінії та проводові лінії зв'язку. В системах радіозв'язку для передачі сигналів за допомогою радіоліній використовують радіопередавачі та радіоприймачі. Основним призначенням системи зв'язку є передача із заданою якістю інформації від джерела до одержувача повідомлення. Джерелом безперервних звукових повідомлень, як правило є голосовий апарат людини, а мова вважається самим повідомленням. Одержувачем мовного повідомлення є слуховий апарат людини. Системи зв'язку, в яких використовуються мовні повідомлення, ще називають телефонними системами. Характерною особливістю систем передачі мовних повідомлень вважають наявність у них акустичних елементів (голосовий та слуховий апарати людини, мікрофон та телефон). Складовими елементами мовних повідомлень є слова та фрази. Слова, в свою чергу, складаються з більш простих елементів мови – складів та звуків, характерних для тієї чи іншої мови. Точного визначення терміна «звук мови» не існує. Залежно від мови, місця наголосу кожний звук може мати різні відтінки. Так, нараховується декілька тисяч звуків, які відрізняються за суб'єктивним сприйняттям один від одного. Якщо виділити типові ознаки звуків, то їх кількість скорочується до 40...42. Такі типізовані звуки мови носять назву фонем. Кожна фонема має свої характерні ознаки, які легко розрізнити на слух. Але під час навіть найточнішого наголосу її в послідовній мові внаслідок впливу сусідніх звуків вона може набувати тих чи інших відтінків. Це будуть варіанти фонем за місцем у слові або так звані фоноїди. Структура звуку досить складна та характеризується цілою низкою складових звукових частот. При цьому розрізняють голосні та приголосні звуки. Спектр голосних звуків має дискретний характер і складається з основного тону та його гармонік. Математичне очікування частоти основного тону FOT для чоловічого голосу складає 120 Гц, а для жіночого – 240 Гц. Під час промови повідомлень різними особами відбувається зміна частоти основного тону, що й визначає особу, яка веде розмову. Таким чином, кожна людина розмовляє з характерною для неї частотою основного тону FOT та похідною t (FOT ∂). Для глухих приголосних та мови пошепки характерний суцільний спектр звуків.

Частотні спектри дзвінких приголосних звуків мають комбінований дискретний та суцільний вигляди. В спектрі звуків утворюються області

концентрації енергії, які носять назву формант. Для голосних звуків характерно до трьох яскраво виражених формант, які знаходяться в діапазонах: 300...1000 Гц (це перша форманта), 1000...2000 Гц (друга форманта) та 2000...3500 Гц (третя форманта). Глухі приголосні мають лише одну форманту з досить розмитим екстремумом у діапазоні частот понад 1200 Гц. Слід зазначити, що кожній фонемі відповідає свій формантний рисунок. Це означає, що мозок людини аналізує розташування формант та їхню інтенсивність, отримує інформацію з мовного повідомлення. Так звані вибухові звуки (п, к, т) не мають особистого формантного рисунку, а являють собою ту чи іншу зміну попередніх та наступних звуків. Таким чином, діапазон частот, в якому розташовані форманти, які несуть інформацію про звуки, що промовляються, досить вузький. Він складає від 300 до 3500 Гц і носить назву телефонного каналу.

Висновок. Аналізом частотного діапазону звукових сигналів встановлено, що під час розмови звукові сигнали можуть знаходитись в діапазоні частот від 100 до 9000 Гц, з урахуванням шуму. Отже з метою оптимізації з точки зору отримання інформації голосових повідомлень варто робити телефонний канал діапазоном від 300....3500 Гц.

АНАЛІЗ МЕТОДИКИ НАЛАШТУВАННЯ ДЖЕРЕЛ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЖИВЛЕННЯ З ГАЛЬВАНІЧНОЮ РОЗВ'ЯЗКОЮ

Заблоцький В.Ю., Гульчук А.Ю.

Луцький національний технічний університет

Вступ. З розвитком науки і техніки з'явилося обладнання яке вимагає не тільки живлення для своєї роботи, але й його безперервну подачу. Також з розвитком медицини виникли апарати які забезпечують життєздатність людини під час оперативного втручання чи перебування у тяжкому стані, тут також перебіг у електропостачанні може призвести до трагічних наслідків. У промисловості перебіг електропостачання може призвести до значних матеріальних втрат.

Постановка задачі. Аналіз існуючого промислового, медичного та побутового обладнання показав, що переважна більшість використовуваного обладнання та приладів живляться від мережі 220 В з частотою 50 Гц, та має синусоподібну форма сигналу, яка є характерною для змінного струму та оптимальною для роботи більшості типів обладнання. Дана особливість обумовлена забезпеченням надійної роботи обладнання та безпеки його функціонування. Отже, основним завданням роботи є розроблення та налаштування системи безперебійного живлення змінним струмом з синусоподібною формою сигналу.

Метою дослідження. Є дослідження принципу дії промислових зразків ДБЖ та вивчення особливостей налагодження в межах допустимих параметрів та функціонування джерела безперервного живлення з гальванічною розв'язкою від мережі.

Основна частина. Критичний аналіз літературних джерел показав, що оптимальними та безпечними на даний момент є джерела безперебійного живлення з подвійним перетворенням електричного сигналу де вхідний струм зазнає подвійного перетворення, спочатку зі змінного в постійний, далі з постійного у змінний струм. Таке технічне рішення дозволяє працювати у широкому спектрі вхідної напруги, має практично нульовий час переходу в автономний режим, інвертор виробляє синусоїдальний струм аналогічний мережевому, забезпечуються незмінні вихідні параметри незалежно від вхідної напруги. Інверторний перетворювач побудований таким чином що має гальванічну розв'язку від вхідної мережі, це забезпечує високий рівень безпеки від ураження електричним струмом та пошкодження техніки. Гальванічна розв'язка забезпечується трансформаторами – силовим та зворотного зв'язку. Важливою особливістю функціонування є методика налагодження інверторного перетворювача в частині системи зворотного зв'язку. Для забезпечення такого налаштування застосовується трансформатор на вторинну обмотку якого подається живлення змінного струму 220 В, після чого змінним резистором у колі постійного струму, після перетворювача встановити напругу 3В для забезпечення зворотного зв'язку по напрузі інвертора. Важливим є налаштування блоку захисту для уникнення явища перезаряду акумуляторної батареї, а також вчасної комутації за умов відсутності зовнішнього джерела живлення. У блоці захисту та комутації батареї виконуються налаштування межі

відключення при напрузі 10,5 В. Для цього замість батареї підключається джерело живлення з можливістю регулювання вихідної напруги (лабораторний блок живлення), на вихід блока захисту підключається невелике навантаження, після чого, за допомогою змінного резистора налаштовується чутливість системи комутації відповідно до потреби споживача. Налаштування забезпечує захист батареї при роботі системи від глибокого розряду та продовжує час її безвідмовної роботи.

Головним завданням джерела безперервного живлення є забезпечення живленням споживача у період коли зникає мережа, а отже найважливішою характеристикою є швидкість переходу на резервне живлення, та безперервність вихідного струму.

За допомогою осцилографа Rigol DS1052E, було записано моменти переходу системи від мережевого режиму до автономного, і у зворотному порядку від автономної роботи до режиму роботи від мережі. Випробування проводилось під навантаженням потужністю 60 Вт.

Згідно осцилограми бачимо, що при переході у автономний режим, відбувається зниження напруги приблизно на 6 % протягом чотирьох періодів синусоїди, враховуючи частоту 50 Гц маємо час зниження напруги 80 мс. Отже при переході системи у автономний режим, вихідний струм є повністю безперервним, має лише просідання напруги протягом 80 мс величиною 6%. Вихідна напруга інвертора налаштована на 225 В, у момент просадки напруга становитиме 212 В. Зворотній момент переходу від автономного режиму до мережевого також було проаналізовано. Як показує дослідження моменту переходу від автономного режиму до мережевого, є короткочасне підвищення напруги на 8 %, протягом трьох періодів синусоїди, а це дорівнює часу 60 мс. Дані результати є цілком задовільними та відповідають допустимим відхиленням мережі.

Час автономної роботи при навантаженні 60 Вт складає 40 хвилин, час роботи у автономному режимі цілком залежить від ємності акумуляторної батареї та величини навантаження.

За допомогою лабораторного автотрансформатора, у режимі роботи від мережі, на вхід ДБЖ подавалась напруга у діапазоні 170-240 В, це ніяким чином не вплинуло на якість вихідної напруги до споживачів. За допомогою осцилографа було проведено випробування що до швидкості переходу від одного режиму роботи до іншого, та якості струму у ці моменти, проведено заниження та перевищення вхідної напруги, яке не вплинуло на вихідні характеристики. Дослідження показало задовільні результати, представленої у роботі системи безперебійного живлення.

Висновки. Наведено методику налаштування функціональних схем, їх контролю роботи, проведено випробування що до швидкодії системи, та якості вихідного струму. Практична цінність зразка джерела живлення представленого у даній роботі є досить суттєва, оскільки даний пристрій є повністю функціональним та готовий до практичного застосування, також має цінність при розробці подібних приладів або використання окремих схематичних рішень вузлів та принципу їх налагодження.

ВИМІРЮВАННЯ ЯК МЕТОД КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ

Зіангірова Л.Т., Новікова А.І., Зубович Г.М.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. Згідно з розпливчастим визначенням терміну «якість», який включає всі процеси, на які може впливати людина, якість вимагає об'єктивної оцінки за допомогою кількісних і, отже, вимірних характеристик. Таким чином, вимірювання є найважливішим методом кількісної оцінки якості. Для цього необхідні засоби та методи вимірювання фізичних величин, таких як довжина, маса, сила, тиск, електричний струм, температура або час. Важливими підобластями вимірювальної техніки є розробка систем та методів вимірювань, а також реєстрація, моделювання та зменшення (корекція) відхилень вимірів та небажаних впливів. Сюди відноситься регулювання та калібрування засобів вимірювань, а також правильне приведення вимірювань до єдиних умов.

При вимірюваннях значення фізичної величини визначається шляхом порівняння її з величиною того ж типу, значення якої відомо і за умовою вважається «правильним». Якість вимірювання саме собою визначає, які кількісні відмінності чи зміни справді можна знайти.

Постановка задачі. Можливий розвиток якості багато в чому визначається межами продуктивності вимірювальної техніки. Можна довести, що якість продукції та виробничих процесів підвищується і найчастіше надає вирішальний вплив на досягнення в галузі вимірювальних технологій.

Мета роботи. Проведення дослідження вимірювань, як найважливіший метод кількісної оцінки якості.

Основна частина. У міру розвитку якості вимоги до вимірювальної техніки зростають так само: зростають вимоги до функціональних властивостей продукції та виробничих процесів, допуски на функціональні, матеріальні та геометричні властивості повинні бути зменшені, підвищується ступінь автоматизації виробничих процесів, зростає складність технічних систем, збільшується швидкість технічних процесів, спеціалізується на виробництві вузлів та агрегатів, як технічне використання наукових знань стає дедалі важливішим.

Найкращі функціональні властивості, висока надійність протягом гарантованого терміну служби, менша маса та зниження питомого енергоспоживання під час експлуатації потребують оптимізації вимірюваних цільових властивостей та у багатьох випадках зниження допусків цих властивостей. Для функціонально важливих окремих деталей та вузлів верстатів, текстильних машин, друкарських машин, комп'ютерів, виробів мікроелектроніки, а також високоякісних товарів народного споживання, таких як автомобілі, відеомагнітофони, CD-диски та програвачі, геометричні допуски у мікрометрі та субмікрометрі. Діапазон має бути чітко вказаний, а дотримання цих допусків має бути близьким до контрольованого процесу. Цільова геометрія та геометричні допуски (допуски на розміри, форму, положення та шорсткість) лише в окремих випадках можуть бути оптимізовані теоретично та обчислювально. Велика різноманітність функцій технічних виробів часто

потребує використання результатів вимірювань при проектуванні виробів та визначенні допусків.

У технологічних процесах, наприклад у хімічній промисловості, ефективність багатьох процесів залежить від умов температури та тиску, за яких ці процеси протікають. Коливання цих змінних впливають на однорідність і, отже, на якість виробленої продукції.

Майже у всіх елементах якості кола якості ISO інформація про вимірювання збирається та використовується для контролю чи визначення характеристик якості. Інформація вимірювань використовується переважно у переривчастих процесах виробничих технологій: контроль та регулювання процесу за продуктивністю, за геометричними характеристиками якості, такими як розміри, форма, положення та шорсткість поверхонь деталей, моніторинг та діагностика обладнання шляхом вимірювання температури підшипників та охолоджуючої рідини, вібрації, сил і крутних моментів, огляд заготовки після обробки для визначення того, чи знаходяться якісні характеристики в заданих межах, а також для непрямого контролю зношуваних компонентів верстатів, а також для оптимізації наступних етапів обробки або збирання, при цьому крім геометричних властивостей, все частіше доводиться вимірювати властивості матеріалів, стабілізація та реєстрація можливостей процесу та надійності виробничого процесу.

Незважаючи на те, що сили різання, сили затискання, моменти, що крутять, температури, потужність приводу, вібрація і знос (інструменту) повинні все частіше вимірюватися в умовах процесу для моніторингу процесу, вимірювання фактичної геометрії до, під час або після відповідного важливого етапу обробки. Потрібно зосередитися на технології вимірювання виробництва.

Велика різноманітність розмірів, форм, попередніх та чистових допусків потребує виключно широкого спектру обладнання та програмних рішень для вимірювання та статистичної оцінки відхилень розмірів, форми та положення, а також шорсткості поверхні.

Вимірювання використовуються в основному у безперервних технологічних процесах: оптимізація процесів переробки матеріалів та управління процесами за допомогою безперервного визначення властивостей матеріалів та допоміжних матеріалів, що беруть участь у процесі, як основа для управління процесом, визначення змінних стану, таких як температура, тиск, швидкість, баланс енергії та сировини, моніторинг процесів, пов'язаних з безпекою, вимірювання виходу маси та обсягу, аналіз якості та тестування кінцевого продукту.

Висновок. Розвиток метрології та точних вимірювань необхідний для розвитку природничих і точних наук, а також для створення нових технологій і вдосконалення інструментів технічного управління. Все це ставить перед метрологією низку важливих і актуальних завдань, одним з яких є впровадження методів кваліметрії для контролю за якістю виготовлюваної продукції, особливо продукції харчових виробництв.

**РОЗРОБКА ТА МОДЕЛЮВАННЯ СТЕНДУ В
ДІАПАЗОНІ ОБ'ЄМНОЇ ВИТРАТИ ДО 25000 м³/год
Катамай В.Б., Середюк Д.О., Пелікан Ю.Т.
ДП «Івано-Франківськстандартметрологія»**

Вступ. У зв'язку з глобалізацією торгівлі та промисловості ключовим фактором є взаємне визнання стандартів та метрологічних протоколів. Розробка стенду, який простежується до національної еталонної бази, забезпечує розвиток та незалежність сфери вимірювання об'єму та об'ємної витрати газу, відповідно до методик вимірювань, які описані міжнародними стандартами. Його розробка необхідна для ефективного використання ресурсів, оптимізації коштів і матеріалів. Лічильники газу діаметром від DN300 до DN500 є частиною газотранспортної системи України, які використовуються для вимірювання об'єму газу, що проходить через них. Такі лічильники дозволяють вимірювати значні обсяги газу, при застосуванні мінімальної кількості засобів та допоміжного обладнання. Лічильники газу такого діаметру використовуються в промисловості, а саме на магістральних газопроводах, де їх розміщують на різних точках газопроводу для вимірювання обсягу газу, також на енергетичних станціях, де газ використовується як джерело енергії, газових сховищах та промислових підприємствах, де великі обсяги газу використовуються в процесах виробництва.

Постановка задачі. На даний час такі лічильники газу метрологічно не забезпечені в Україні. Тому розробка та моделювання робочого еталону (РЕ), а саме стенду в діапазоні об'ємної витрати до 25000 м³/год має велику актуальність у контексті енергонезалежності нашої країни.

Мета роботи. Здійснити розробку та моделювання робочого еталону одиниць об'єму та об'ємної витрати газу – стенду для проведення калібрування, повірки та випробування лічильників та витратомірів газу в діапазоні об'ємної витрати від 1 м³/год до 25000 м³/год.

Основна частина. Робочий еталон який спроектований фахівцями ДП «ІВАНО-ФРАНКІВСЬКСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ» з максимальною витратою до 25000 м³/год складається з системи трубопроводів з агрегатами для створення потоку газу, набору паралельно встановлених еталонних лічильників газу (ЕЛ) і досліджуваного лічильника газу, встановленого послідовно до еталонних лічильників, системи регулювання витрати, перетворювачів температури і тиску, системи збору, передачі і обробки інформації. В наборі паралельно встановлених еталонних лічильники чотири ЕЛ DN 300, які встановлені на паралельних лініях з можливістю одночасної роботи. При цьому набір з шести ЕЛ механічно розв'язаний від агрегатів створення потоку газу і досліджуваного лічильника газу через спеціалізовані вібровставки, чотири паралельних еталонних лінії з ЕЛ з витратою 6500 м³/год пропорційні зростанню значення досліджуваної витрати. Система регулювання витрати газу через досліджуваний лічильник газу виконана багатоступенево і включає агрегати для створення потоку з частотним управлінням, для чотирьох ліній, регулятор витрати з позиційним регулюванням стабілізації потоку при різних режимах роботи агрегату і засувки з обертовими

приводами і позиційним регулюванням для забезпечення точного виставлення витрати в кожній еталонній лінії.

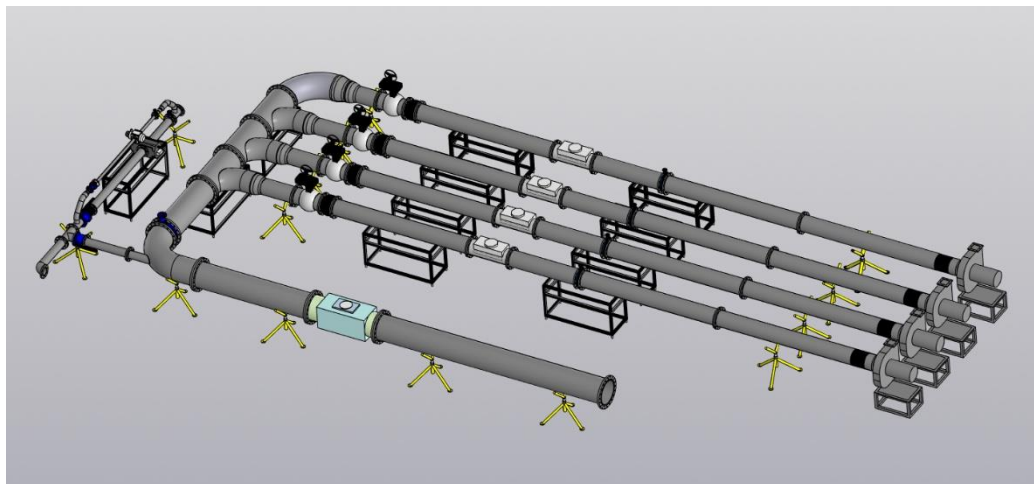


Рисунок 1 – Робочий еталон одиниць об'єму та об'ємної витрати газу в діапазоні об'ємної витрати від 1 м³/год до 25000 м³/год

Паралельне використання таких еталонних лічильників газу у складі пристрою дозволяє збільшити діапазон відтворюваних витрат, що залежить від кількості встановлених і задіяних еталонних лічильників газу, забезпечити простежуваність вимірювань до національної еталонної бази, а саме до вторинних еталонів в діапазоні об'ємної витрати газу до 6500 м³/год. Це забезпечується шляхом калібрування еталонних лічильників газу безпосередньо на ВЕТУ 03-01-03-11 та ВЕТУ 03-01-04-12 у діапазоні відтворюваних ним витрат.

Висновки. Результатом даної роботи є розробка та впровадження робочого еталону одиниць об'єму та об'ємної витрати газу до 25000 м³/год, який буде застосовуватися для повірки, калібрування та випробування лічильників і витратомірів газу з класом 0,5 % та 1 %. Застосування РЕ дає можливість проводити дослідження, що в свою чергу забезпечить простежуваність до національної еталонної бази.

Дана розробка стане стимулом для енергетичної незалежності та економічного розвитку нашої країни завдяки розширенню діапазону об'ємної витрати до значення 25000 м³/год, яке наразі є найвищим в державі. Також розроблена установка стане потужним доповненням комплексу національних еталонів та еталонних установок ДП "ІВАНО-ФРАНКІВСЬК-СТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ" і зменшенню витрат на калібрування обладнання за кордоном. Оскільки фахівці ДП "ІВАНО-ФРАНКІВСЬК-СТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ" можуть виконати роботи з калібрування установки та забезпечення метрологічної простежуваності, то витрати на цей процес залишатимуться в державі, сприяючи збереженню фінансових ресурсів та підтримці внутрішнього економічного потенціалу.

АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В СУЧАСНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Катріч С.Г.

Херсонський національний технічний університет

Одними із найсучасніших технологічних процесів останнього десятиліття є технологічні процеси в основі яких лежать адитивні технології.

Цей інноваційний підхід, відомий ще як 3-D друк, передбачає конструювання об'єктів на основі електронній тривимірної моделі, фактично «виросшуючи» продукцію шар за шаром. Цей процес забезпечує значну гнучкість і креативність, дозволяючи виготовляти прототипи, індивідуальні компоненти і навіть кінцеві продукти з використанням різноманітних матеріалів.

Оскільки підприємства все частіше застосовують адитивні технології, важливо вивчити їхні переваги, виклики, матеріали, що використовуються, а також досягнення робототехніки, які покращують ці виробничі процеси.

Адитивне виробництво працює за принципом створення об'єкта з цифрової моделі, зазвичай створеної за допомогою програмного забезпечення для автоматизованого проектування (САПР).

Процес починається з проектування 3D-моделі, яке можна здійснити за допомогою різних CAD-програм, таких як Blender, AutoCAD або 3DS Max. Після того, як модель завершена, її завантажують на 3D-принтер, де вона розрізається на тонкі шари. Потім принтер будує об'єкт шар за шаром, використовуючи обраний матеріал, поки не буде сформована вся модель. Цей метод різко контрастує з традиційним субтрактивним виробництвом, яке передбачає відрізання матеріалу від суцільного блоку для досягнення бажаної форми.

Однією з найвагоміших переваг адитивного виробництва є його здатність створювати складні геометричні форми, які було б складно або неможливо досягти за допомогою традиційних методів. Ця можливість відкриває нові шляхи в дизайні та інженерії, дозволяючи впроваджувати більше інновацій у розробку продуктів. Наприклад, 3D-друк дозволяє створювати легкі, але міцні компоненти для аерокосмічної галузі, такі як деталі літаків, що може призвести до значної економії ваги та покращення паливної ефективності. Крім того, технологія сприяє швидкому створенню прототипів, дозволяючи дизайнерам швидко тестувати ітерації своїх ідей. Це прискорює процес розробки та підвищує здатність відповідати вимогам ринку.

Незважаючи на численні переваги, адитивне виробництво стикається з низкою викликів. Однією з головних проблем є швидкість виробництва. Хоча 3D-друк може швидко створювати складні деталі, він може бути не таким ефективним для великосерійного виробництва порівняно з традиційними методами виробництва. Це обмеження може призвести до збільшення термінів виготовлення виробів, які потребують великих партій.

Крім того, матеріали, що використовуються в адитивному виробництві, іноді можуть бути дорожчими за звичайні матеріали, що може стримувати компанії від повного впровадження цієї технології. Крім того, механічні властивості 3D-друкованих компонентів можуть відрізнятися залежно від обраного матеріалу та технології друку, що потенційно може призвести до невідповідності якості продукції.

Що стосується матеріалів, які використовуються в адитивному виробництві, то існує різноманітний асортимент, кожен з яких має свої унікальні властивості та сфери застосування. Найпоширеніші матеріали включають полімери, метали, кераміку та композити. Полілактид (PLA) та акрилонітрил-бутадієн-стирол (ABS) - два найпопулярніші термопласти, що використовуються у 3D-друці завдяки простоті використання та доступності. PLA, який отримують з поновлюваних ресурсів, таких наприклад як кукурудзяний крохмаль, особливо популярний завдяки своїм екологічним перевагам і застосуванню для безпеки харчових продуктів. ABS, з іншого боку, відомий своєю міцністю і довговічністю, що робить його придатним для різноманітних застосувань, включаючи автомобільні деталі та побутові товари.

Виробництво металевих добавок набуло популярності, особливо завдяки таким процесам, як селективне лазерне плавлення (SLM) і прямий металевий друк (DMP). Ці технології використовують лазери для плавлення металевих порошків, що дозволяє виробляти складні металеві компоненти з чудовими механічними властивостями. Такі галузі, як аерокосмічна промисловість та охорона здоров'я, особливо зацікавлені в металевому 3D-друку, оскільки він дозволяє виготовляти індивідуальні імплантати та легкі конструкції, які відповідають суворим регуляторним стандартам.

Інтеграція робототехніки в адитивне виробництво ще більше розширила його можливості. Роботи можуть допомагати в процесі друку, забезпечуючи більші обсяги виробництва, автоматизуючи завдання пост-обробки та підвищуючи точність. Поєднуючи 3D-друк з роботизованими маніпуляторами, виробники можуть створювати складні збірки, які потребують декількох матеріалів або різноманітної геометрії. Така синергія між адитивними технологіями та робототехнікою не лише підвищує ефективність виробництва, а й розширює спектр виробничих операцій.

Оскільки адитивні технології продовжують розвиватися, їхній вплив на виробничий ландшафт лише зростатиме. Переваги швидкого створення прототипів, свобода дизайну та економія матеріалів сприятимуть подальшим інноваціям та впровадженню в різних секторах.

Отже, адитивні технології відкрили нову еру виробництва, яка характеризується інноваціями та гнучкістю. Можливість створювати складні конструкції в поєднанні з перевагами швидкого створення прототипів і кастомізації зробили адитивне виробництво невід'ємним інструментом сучасного виробництва. Хоча залишаються проблеми зі швидкістю виробництва та матеріальними витратами, постійний розвиток технологій, матеріалів і робототехніки обіцяє вирішити ці питання. Оскільки підприємства все частіше використовують 3D-друк, потенціал для створення унікальних і високоякісних продуктів буде тільки зростати, зміцнюючи своє місце в майбутньому виробництві.

НОРМАТИВНІ АСПЕКТИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОБЛІКУ НАФТИ В УКРАЇНІ

Кепещук Т.В., Кепещук Д.Т.

Державне підприємство «Івано-Франківський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації»

Вступ. В умовах зростання вартості енергоресурсів (в т. ч. нафти), разом з наростаючим дефіцитом у її видобутку та підготовці, велика увага приділяється забезпеченню єдності та достовірності вимірювань, підвищенню точності, удосконаленню існуючих та розробки, впровадження нових методів та засобів обліку нафти. Ці питання є досить актуальними, особливо в умовах воєнного стану.

Постановка задачі. Відповідно до Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (Закон) вимірювання, одиниці вимірювання та засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), що використовуються при розрахунках між продавцем та покупцем, у тому числі під час постачання та/або споживання енергетичних і матеріальних ресурсів належать до сфери законодавчо регульованої метрології і відносно них здійснюється державне регулювання.

Порядок обліку нафти встановлено Інструкцією про порядок приймання, транспортування, зберігання, відпуску та обліку нафти і нафтопродуктів на підприємствах і організаціях України (Інструкція), затвердженої спільним Наказом Міністерства палива та енергетики України, Міністерства економіки України, Міністерства транспорту та зв'язку України, Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 20.05.2008 за № 281/171/578/155 та зареєстрованої в Міністерстві юстиції України 2 вересня 2008 р. за № 805/15496.

З дати затвердження вказаної Інструкції суттєво змінилося законодавство України, в першу чергу Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», а також нормативна база, що стосується обліку нафти. У зв'язку з цим Інструкція потребує актуалізації та доопрацювання.

Мета роботи. Проаналізувати стан метрологічного забезпечення обліку нафти в Україні, зокрема, його нормативну основу та навести шляхи його розвитку.

Основна частина. Проаналізуємо нормативну основу метрологічного забезпечення обліку нафти в Україні та закордоном.

Відповідно до п.п. 4.2.1 Інструкції для визначення маси та об'єму нафти і нафтопродуктів можуть застосовуватися об'ємно-масовий статичний, об'ємно-масовий динамічний, прямий масовий (статичне зважування та зважування під час руху) і об'ємний методи вимірювань згідно ГОСТ 26976-86 «Нефть и нефтепродукты. Методы измерения массы».

Однак, на даний час в Україні замість ГОСТ 26976-86 діє ДСТУ 7094:2009 «Метрологія. Маса нафти та нафтопродуктів. Загальні вимоги до методик виконання вимірювання. (ГОСТ 8.587–2006 MOD)», відповідно до якого передбачені наступні методи вимірювань.

Для вимірювання маси продукту, що транспортується трубопроводами, застосовують:

- прямий метод динамічних вимірювань;
- опосередкований метод динамічних вимірювань;

Для вимірювання маси продукту у мірах місткості та мірах повної місткості застосовують:

- прямий метод статичних вимірювань;
- опосередкований метод статичних вимірювань
- опосередкований метод, заснований на гідростатичному принципі.

Також у даній Інструкції наведено посилання на ряд документів, що втратили чинність, наприклад: Порядок складання переліків засобів вимірювальної техніки, що перебувають в експлуатації і підлягають повірці, Інструкція про порядок застосування засобів ваговимірювальної техніки на залізничному транспорті, ГОСТ 27352-87 «Автотранспортные средства для заправки и транспортирования нефтепродуктов. Типы, параметры и общие технические требования», ГОСТ 29329 «Весы для статического взвешивания. Общие технические требования». Окрім того, в Інструкції наведено терміни та визначення, які не відповідають Закону, наприклад «засіб вимірювальної техніки», «повірка ЗВТ» тощо.

З огляду на вищенаведене, вказана Інструкція потребує актуалізації та суттєвого доопрацювання. Що зрештою і було передбачено Наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 06.03.2017 № 178 «Про перегляд деяких наказів Міненерговугілля», згідно якого Інструкція підлягає перегляду та приведенню у відповідність до вимог чинного законодавства України.

Основоположним документом, який регламентує облік нафти та нафтопродуктів на теренах Європейського Союзу є стандарт Міжнародної організації законодавчої метрології OIML R 117-1 «Dynamic measuring systems for liquids other than water. Part1: Metrological and technical requirements». Даний документ встановлює метрологічні та технічні вимоги до динамічних вимірювальних систем для кількості (об'єму або маси) рідин, крім води, зокрема вузлів обліку нафти, паливороздавальних колонок, які є об'єктом законодавчого метрологічного контролю.

Вказаний стандарт пройшов апробацію та чинний в Україні як гармонізований міжнародний стандарт ДСТУ OIML R 117-1:2022 «Динамічні вимірювальні системи для рідин, інших, ніж вода. Частина 1. Метрологічні та технічні вимоги».

У США облік вуглеводнів регламентується стандартами API (American Petroleum Institute – Американський нафтовий інститут), що у США мають статус національних стандартів. Цим інститутом розроблені нормативні документи з питань процесу вимірювання, точності вимірювання, метрологічного забезпечення обліку нафти.

Висновки. Як показує проведений аналіз нормативна база обліку нафти в Україні, зокрема вищенаведена Інструкція, підлягає перегляду та суттєвому доопрацюванню відповідно до вимог чинного законодавства, а також з врахуванням передового досвіду щодо метрологічного забезпечення обліку нафти у світі.

ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ПОКРАЩЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ НА ВИРОБНИЦТВІ

Кисельова О.І., Дрібноход В.В., Ткаченко І.О.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. У сучасних умовах глобальної конкуренції виробництва стикаються з необхідністю підвищення ефективності, зниження витрат та покращення якості продукції. Штучний інтелект (ШІ) відіграє ключову роль у досягненні цих цілей. Використання ШІ для автоматизації процесів та покращення контролю якості на виробництві дозволяє значно підвищити продуктивність, зменшити кількість дефектів і підвищити гнучкість виробничих систем.

Постановка задачі. Дослідити роль штучного інтелекту в сучасному виробництві, проаналізувати методи покращення контролю якості за допомогою ШІ та оцінити переваги використання штучного інтелекту для контролю якості.

Мета роботи. Визначити специфіку використання штучного інтелекту для автоматизації та покращення контролю якості на виробництві

Штучний інтелект застосовується в різних аспектах автоматизації виробничих процесів. Основними напрямками його використання є: прогнозування попиту та управління запасами, ШІ аналізує великі обсяги даних, передбачає зміну попиту на продукцію і оптимізує запаси, що дозволяє зменшити втрати та витрати на зберігання; роботизовані системи з ШІ, які здатні виконувати складні операції з високою точністю і швидкістю, що підвищує продуктивність та зменшує людський фактор; процесні рішення в режимі реального часу, з оптимізацією процесів для зниження витрат і підвищення ефективності.

Автоматизація контролю якості на виробництві за допомогою ШІ дозволяє суттєво підвищити точність та швидкість виявлення дефектів. Основні методи застосування ШІ для покращення якості – це системи комп'ютерного зору, що базуються на ШІ, вони використовують алгоритми машинного навчання для аналізу зображень продукції та виявлення дефектів з більшою точністю, ніж це може зробити людина. Наприклад, системи комп'ютерного зору здатні швидко розпізнавати мікродефекти на поверхні продукту. Також широкого застосування набуває машинне навчання, його алгоритми аналізують минулі дані про дефекти та умови виробництва, прогнозуючи можливі проблеми в майбутньому. Це дозволяє попереджати помилки і вживати заходів для їх усунення ще до появи дефектів. Загалом, системи ШІ здатні аналізувати величезні масиви даних, отриманні з датчиків та інших джерел на виробництві, щоб визначити закономірності та виявляти аномалії, які можуть свідчити про можливі дефекти або проблеми в процесі виробництва.

Застосування ШІ для автоматизації контролю якості дає низку важливих переваг для виробництва: по-перше, це швидкість і точність – ШІ може виконувати контроль якості набагато швидше, ніж людина, і з мінімальними помилками, що знижує кількість дефектної продукції; по-друге, використання ШІ веде до зменшення людського фактора, оскільки системи на базі ШІ виключають суб'єктивність людського сприйняття та знижують ризик помилок, пов'язаних з втомою або недбалістю працівників; третя перевага – оптимізація процесів, яка відбувається завдяки тому, що ШІ допомагає виявляти причини

дефектів на ранніх стадіях, це, в свою чергу, дозволяє вдосконалювати процеси і зменшувати витрати на усунення дефектів. Загалом, використання роботів і систем контролю з ШІ зменшує потребу у людському втручанні у небезпечні процеси, що покращує безпеку праці.

Існує безліч прикладів успішного впровадження ШІ для автоматизації контролю якості на різних підприємствах. Зокрема, в автомобільній галузі такі провідні виробники, як Toyota та BMW, активно використовують системи ШІ для контролю якості збірки компонентів, а також для виявлення дефектів лакофарбових покриттів за допомогою технологій комп'ютерного зору. Ці системи дозволяють підвищити точність перевірок та зменшити ризики людських помилок, що забезпечує більш високу якість кінцевої продукції.

Штучний інтелект також стає невід'ємною частиною виробництв, пов'язаних з електронікою та виготовленням напівпровідників. Наприклад, компанія Samsung застосовує ШІ для перевірки якості збірки електронних компонентів, виявлення дефектів на платах і оптимізації процесу тестування готової продукції. Використання таких технологій дозволяє не тільки зменшити кількість дефектів на різних етапах виробництва, але й скоротити час, необхідний для перевірки, що підвищує ефективність виробничих процесів.

Сучасні напівпровідникові заводи активно інтегрують системи ШІ для виявлення дефектів на мікросхемах на різних стадіях виробництва. Завдяки автоматизованому моніторингу, ці системи можуть ідентифікувати проблемні ділянки ще на ранніх етапах, що дозволяє значно зменшити кількість відходів, оптимізувати процес виробництва і збільшити вихід придатної продукції. Таким чином, впровадження ШІ стає ключовим фактором у підвищенні якості та продуктивності в різних галузях промисловості.

Висновки. Використання штучного інтелекту для автоматизації та покращення контролю якості на виробництві відкриває нові можливості для підвищення продуктивності та конкурентоспроможності підприємств. Завдяки інтеграції ШІ виробничі процеси стають більш ефективними, оскільки системи можуть аналізувати величезні обсяги даних у реальному часі, виявляючи навіть найдрібніші відхилення або дефекти. Це дозволяє не лише мінімізувати кількість дефектної продукції, але й оперативно реагувати на можливі проблеми, ще до того, як вони призведуть до серйозних збоїв у роботі виробничої лінії. ШІ сприяє значному скороченню витрат, оскільки автоматизовані системи не лише швидше і точніше виявляють проблеми, але й допомагають оптимізувати виробничі процеси в цілому. Крім того, автоматизація за допомогою ШІ позитивно впливає на підвищення рівня безпеки праці. Впровадження ШІ на підприємствах є важливою складовою стратегії цифрової трансформації та модернізації виробничих процесів. Це дозволяє підприємствам відповідати вимогам сучасного ринку, зокрема щодо високої якості продукції, зменшення екологічного впливу та підвищення ефективності.

АНАЛІЗ СТАНУ ВИМІРЮВАНЬ В ПРОЦЕСІ ВИРОБНИЦТВА ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ КАБЕЛІВ

Коломієць Л.В., Пінчук І.В., Тімошенко М.Р.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. Аналіз процесу виробництва волоконно-оптичного кабелю (ВОК) з точки зору метрологічного забезпечення, показав, що на нормативному рівні не затверджена процедура метрологічного забезпечення, у зв'язку з чим виробник сам вибирає параметри для контролю.

Постановка задачі. Засоби виміральної техніки та обладнання, які застосовують в процесі виробництва ВОК, призначені для визначення механічних, конструктивних, оптичних, електричних, кліматичних та спеціальних параметрів кабелю. Для засвідчення відповідності системи вимірювань вимогам ДСТУ ISO 10012:2005 є потреба в розробці процедури підтвердження відповідності цієї системи.

Мета роботи. Розробка алгоритму проведення аналізу стану вимірювань.

Основна частина. На рисунку 1 представлений алгоритм проведення аналізу стану вимірювань (рис. 1). Алгоритм складається із наступних етапів:

- 1 - Прийняття рішення про проведення аналізу стану вимірювань;
- 2 - Призначення комісії для проведення аналізу;
- 3 - Затвердження комісії;
- 4₁ - Збір даних для аналізу стану вимірювань;
- 4₂ - Збір даних для аналізу стану вимірювань;
- 5₁ - Проведення аналізу стану вимірювань;
- 5₂ - Проведення аналізу стану вимірювань;
- 6 - Розробка плану організаційних технічних заходів вдосконалення МД;
- 7 - Затвердження плану організаційних заходів вдосконалення МД;
- 8 - Розробка коригувальних та запобіжних заходів;
- 9 - Затвердження коригувальних та запобіжних заходів;
- 10 - Виконання плану організаційних технічних заходів;
- 11 - Виконання коригувальних та запобіжних заходів;
- 12 - Перевірка виконання організаційних заходів;
- 13 - Перевірка коригувальних та попереджувальних заходів;
- 14 - Рішення керівництва по коригувальним та запобіжним заходам;
- 15 - Аналіз з боку керівництва;
- 16 - Архівування документів.

Одним з основних важелів підвищення якості ВОК є їх комплексна стандартизація, починаючи від вживаних матеріалів і закінчуючи експлуатацією готових виробів.

Умови проведення випробувань і перелік контрольованих параметрів ВОК надано в стандартах та ТУ на вироби. Випробування можуть бути - дослідницькі, такі, що проводяться, для вивчення певних властивостей виробів, і контрольні, що проводяться для контролю якості виробів.

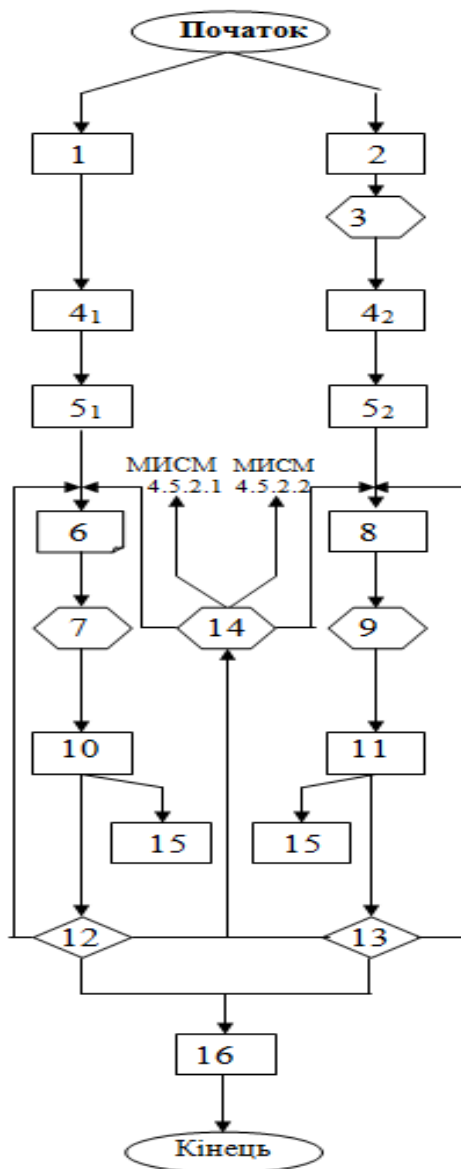


Рисунок 1 – Алгоритм проведення аналізу стану вимірювань

До контрольних випробувань відносять такі випробування, як здавально-приймальні, які проводяться при приймальному контролі якості кожної партії; періодичні, які проводяться з метою періодичного контролю якості виробів і перевірки стабільності технологічного процесу їх виробництва; типові, які проводяться після внесення змін до конструкції або технології виготовлення виробів для оцінки ефективності і доцільності внесених змін; випробування на надійність, які проводяться для визначення або для оцінки значень показників надійності продукції в заданих умовах; ресурсні випробування, які проводяться для визначення або оцінки технічного ресурсу продукції.

Висновки. Відповідно до ДСТУ ISO 10012:2005 “Системи керування вимірюванням, вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання” розроблена процедура підтвердження відповідності системи вимірювань (тобто наявності вимірювальних можливостей та компетентність у проведенні вимірювань).

ДО ПИТАННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕДУРИ ГЕМОДІАЛІЗУ

Коломієць Л.В., Гончаренко Денис, Гончаренко Дмитро
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. Необхідність у гемодіалізі виникає при важких захворюваннях нирок, або при надходженні у кров великої кількості токсинів. Метод гемодіалізу діє на принципі дифузії та конвекції речовин з малою і середньою молекулярною масою через напівпроникну мембрану, що дозволяє видалити з крові токсичні речовини і продукти метаболізму.

Постановка задачі. Відповідно нормативних документів апарати для гемодіалізу усіх типів підлягають повірці у відповідно МПУ 069/05-2003 "Рекомендації. Метрологія. Апарати для гемодіалізу. Методика повірки".

Калібрування сучасних апаратів "штучна нирка" виконується автоматично в калібрувальному режимі. Вхід в калібрувальний режим можливий тільки при введенні сервісного коду, який виключає можливість доступу сторонніх осіб. Калібрування можливе при наявності спеціальних калібрувальних приладів, таких як кондуктометр, електронні ваги з великою точністю, манометр. Таким чином, досягається точність і надійність роботи апарату "штучна нирка".

Мета роботи. Розробка універсальної конструкції адаптера кондуктометра.

Основна частина. При калібруванні кондуктометр підключається до апарату гемодіалізу через спеціальний пристрій - адаптер. Для різних моделей кондуктометрів, які експлуатуються в Україні, застосовуються різні адаптери, однак, з точки зору оптимальності та ефективності застосування є необхідність в універсальній конструкції цього пристрою. Аналіз моделей кондуктометрів різних виробників, які застосовуються для повірки та калібрування апаратів гемодіалізу, показав, що в них застосовуються датчики різних розмірів: від 12 мм до 18 мм в діаметрі і довжиною від 120 мм до 160 мм.

Висновок. Розроблена конструкція адаптера (рис. 1), яка дозволяє використовувати датчики кондуктометрів діаметром 15 мм та довжиною 120-130 мм, за рахунок чого суттєво підвищується економічність всієї процедури калібрування.

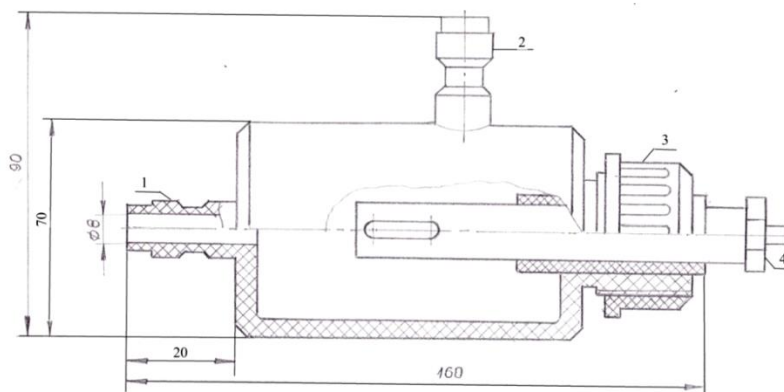


Рисунок 1 – Конструкція адаптера:

1 - вхід, 2- вихід, 3- затискний механізм, 4 - з'єднання з датчиком

МАКСИМІЗАЦІЯ КІЛЬКОСТІ ПІДТРИМУЄМИХ ТЕРМІНАЛІВ БАЗОВИХ ТОПОЛОГІЙ PON

Корнійчук В.І, Гук В.М.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Метою роботи є визначення максимальної допустимої кількості абонентських терміналів у збалансованих пасивних оптичних мережах (PON) різної топології.

Дослідження проводились за допомогою системи автоматизованого проектування «PONproject 2.0». Ця програма після завдання параметрів активних (оптичний лінійний термінал – OLT, оптичний мережевий термінал – ONT) та пасивних (оптичне волокно (ОВ), оптичний з'єднувач (ОЗ), оптичний розгалужувач (ОР) типу 1x2) компонентів дозволяє створювати комп'ютерні моделі PON різної топології та розраховувати їх основні енергетичні параметри (рівні оптичної потужності, коефіцієнти розгалуження ОР) для збалансованої мережі, де рівень низхідної потужності на вході всіх ONT є однаковим.

Дослідження були виконані шляхом програмного додавання нових абонентських терміналів ONT за умови, що сумарні втрати потужності у пасивних компонентах мережі не перевищують бюджету потужності (БП) активного обладнання (для класу А і С він складає 21 дБ і 31 дБ відповідно).

Були прийняті наступні типові значення параметрів пасивного і активного обладнання досліджених PON: довжина і коефіцієнт загасання ОВ 5 км і 0,4 дБ/км відповідно, загасання в ОЗ 0,3 дБ, надлишкові втрати в ОР 0,4 дБ, рівні потужності оптичного сигналу на виході передавача OLT 0 дБм і вході приймача ONT –21 дБм (клас А) і –31 дБм (клас В).

Дослідження зроблені для базових топологій PON – «зірка», «дерево», «шина» та активного обладнання класу А і С з бюджетом потужності 21 дБ і 31 дБ відповідно. Результати виконаних розрахунків наведені в таблиці 1.

Таблиця – Максимальна допустима кількість ONT в збалансованій PON

Активне обладнання	БП, дБ	Максимальна допустима кількість ONT (шт.) для топології:		
		«зірка»	«дерево»	«шина»
Клас А	21	25	16	10
Клас С	31	34	33	15

Висновки. Мережа з топологією «зірка» підтримує найбільшу, а топологією «шина» – найменшу кількість абонентських терміналів як і очікувалось. Деревopodobна мережа поступається зіркоподібній, але на практиці є більш доцільною за техніко-економічними показниками, оскільки дозволяє розміщувати ОР згідно з розташуванням абонентів, створювати «точки зростання» мережі, зменшити витрат на прокладання оптичного кабелю і експлуатацію мережі. Результати були отримані для довжини волокна $L = 5$ км. При збільшенні довжини ОВ кількість підтримуваних мережею абонентських терміналів ONT відповідно зменшується.

КОНЦЕПЦІЯ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ РЕГЛАМЕНТІВ В УМОВАХ ЄВРОІНТЕГРАЦІЇ

¹Коробко А.І., ²Погорілий В.В.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет

²Український науково-дослідний інститут прогнозування і випробування техніки та технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого

Вступ. Запровадження в Україні Технічних регламентів є невід'ємною складовою на шляху до Євроінтеграції й вступу до Європейського союзу.

Постановка задачі. Гармонізація в українське законодавство Європейських директив, що регулюють відносини у сфері введення в обіг та випробувань сільськогосподарської техніки та машин повинно здійснюватись адаптивно, а також сприяти економічному розвитку та безпеці продукції на внутрішньому ринку.

Мета роботи. Метою роботи є формулювання основних положень концепції запровадження в Україні Технічних регламентів, що регламентують введення в обіг та випробування сільськогосподарської техніки та машин з урахуванням національних особливостей.

Основна частина. Основні елементи концепції наступні.

1. Системний підхід. Гармонізація Технічних регламентів має здійснюватись системно з урахуванням глибокого аналізу діючого законодавства та врахуванням хронологічної послідовності їх прийняття.

2. Аналіз національних особливостей. Глибокий аналіз національних умов, зокрема економічних умов (рівень розвитку промисловості, наявність виробничих потужностей тощо), культурні та соціальні фактори (культурні традиції, потреби суспільства, що впливають на попит на продукцію), правові особливості (рівень регуляторної інтеграції з міжнародними структурами).

3. Залучення національних стейкхолдерів щоб забезпечити прийняття реалістичних і дієвих вимог. Цього можна досягти шляхом активної участі національних виробників, споживачів, науковців, галузевих асоціацій та інших зацікавлених сторін.

4. Забезпечення відповідності національній правовій базі. Технічні регламенти повинні бути узгоджені з існуючими національними законами і нормативно-правовими актами. При цьому, повинен бути досягнутий консенсус з усіма стейкхолдерами.

5. Адаптивність регламентів. Встановлений на основі глибокого осмислення період впровадження в дію Технічного регламенту з поетапним введенням в дію окремих норм, особливо, що стосується технологічних та екологічних умовах.

6. Підвищення обізнаності зацікавлених сторін. Здійснення інформаційно-освітньої кампанії для виробників та споживачів.

Висновки. Використання запропонованих кроків із запровадження в Україні Технічних регламентів буде сприяти їх ефективній адаптації, економічному розвитку та безпеці продукції на внутрішньому ринку.

РЕЗУЛЬТАТИ ВАЛІДАЦІЇ НЕСТАНДАРТИЗОВАНОГО МЕТОДУ ВИПРОБУВАНЬ МОБІЛЬНИХ МАШИН

Коробко А.І., Суржко К.А.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Вступ. Відповідно до вимог стандарту ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 кожен метод перед його застосуванням повинен бути оцінений на його придатність для конкретного застосування. Тобто метод повинен бути валідований. Згідно з визначенням, що наведено у економічному словнику валідація – це процедура доказу того, що вимоги конкретного застосування продукту, послуги чи системи задоволені. В контексті стандарту ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 валідація – це перевірка можливості до конкретного застосування методу розробленого лабораторією або стандартизованого при його модифікації або зміні.

Постановка задачі. Методи випробувань мобільних машин із застосуванням принципів кінемодинаміки на сьогоднішній день є не стандартизованими. Один із таких методів – це розроблений авторами метод визначення енергетичних показників машин дорожнім методом на основі прямого вимірювання значень прискорень і сповільнень, що виникають під час руху машини. Зважаючи на вище сказане, актуальною є задача встановити придатність розробленого методу до практичного застосування за його цільовим призначенням.

Мета роботи. Мета роботи – порівняння результатів визначення тягових та енергетичних показників машини отриманих перспективним (нестандартизованим) розробленим методом із заздалегідь відомими значеннями показників.

Основна частина. Експериментальна валідація розробленого методу випробувань заключається у порівнянні результатів визначення тягових та енергетичних показників машини отриманих розробленим методом із заздалегідь відомими значеннями показників.

Експеримент проводився на повнопривідних автомобілях із кодовими позначеннями «Vehicle 1», «Vehicle 2», «Vehicle 3». Заявлена ефективна потужність двигунів машин – 200 кВт. Вибрано чотири типи дорожнього покриття: асфальтобетонне, ґрунтова дорога, сухе бездоріжжя, мокре бездоріжжя. Варіювався також фактор «оператор машини». Фактичні значення показника співпадіння вимірювання сили на колесах, що створює прискорення склав від 0,08 до 0,20; вимірювання частки потужності, що розганяє машину – 0,04–0,18.

Висновки. Експериментальна валідація перспективного (нестандартизованого) розробленого методу випробувань мобільних машин за показником співпадіння свідчить про задовільне співпадіння результатів випробувань (Korobko A., Kotova Yu. An alternative method for assessing the agreement between test results. Український метрологічний журнал (Ukrainian Metrological Journal). 2024. № 1. С. 4–10).

ШЛЯХИ ФОРМУВАННЯ ЗАДАЧ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ МАШИН В УМОВАХ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Коробко А.І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Вступ. Метрологічне забезпечення випробувань – це встановлення і застосування наукових і організаційних основ, технічних засобів, метрологічних норм і правил, необхідних для отримання достовірної вимірювальної інформації про значення показників якості і безпеки продукції і послуг, а також про значення характеристик режимів функціонування об'єкта і/або впливаючих факторів при випробуваннях. У свою чергу, перехід на новий організаційний рівень випробувань, що викликаний процесами прийняття на національному рівні Європейських регламентів стосовно випробувань продукції сільськогосподарського тракторо- і машинобудування потребує розробки нових показників і критеріїв оцінювання якості продукції, а відповідно, і розробки нових методів випробувань.

Постановка задачі. Удосконалення потребує уся система метрологічного забезпечення випробувань. Існуюча система організації й проведення випробувань та їх метрологічного забезпечення вимагає проведення ретельного аналізу і розробки нового підходу з врахуванням особливостей теперішнього етапу розвитку економіки країни і суспільства в цілому.

Мета роботи. Мета роботи – формування основних положень концепції розробки нових методів випробувань і їх метрологічного забезпечення відповідно до вимог суспільства.

Основна частина. Проведений аналіз метрологічного забезпечення галузевих випробувальних лабораторій (сфера випробувань – випробування сільськогосподарських машин) дозволив сформулювати перелік питань, на які необхідно дати відповідь в світлі адекватної реакції на зміни в системі технічного регулювання країни.

Останнім часом спостерігається тенденція розвитку експрес-методів випробувань і «fokus-test». Експрес-метод дає можливість з мінімальними витратами часових і матеріальних ресурсів зробити висновок про фактичний стан елемента, конструкції в цілому і дати рекомендації про подальше поглиблене дослідження конкретного вузла або елемента машини. «Fokus-test» – це випробування з метою визначення конкретного показника. Цей показник може бути встановлений замовником (заздалегідь погоджений із замовником) і виражати споживчу властивість продукції. Ця властивість може виражатися в показниках, вимоги до яких встановлені в діючих нормативних документах або показниках, значення яких цікавить замовника.

Для підтвердження якості нових методів випробувань необхідно синтезувати галузеві системи забезпечення якості випробувань. Такі системи дадуть можливість проводити міжлабораторні порівняльні випробування, оскільки в межах однієї галузі використовуватимуться схожі за своєю суттю методи і засоби їх проведення, а також доступніше забезпечити ідентичність контрольних зразків.

Можна виділити чотири основні рівні формування системи метрологічного забезпечення випробувань:

- світогляд і ідеальні бачення – абстрактне мислення і формування образів: на цьому рівні формулюються загальні напрями щодо дослідження її якості (показники, методи);

- прикладні філософські і методологічні теорії: на цьому рівні реалізується основний теоретичний апарат;

- інструментарій реалізації прикладних задач, які були сформульовані у загальному вигляді на першому рівні: математичні моделі, метрологічне забезпечення, алгоритми реалізації методик, алгоритми прийняття рішень, тощо. На цьому рівні формуються математичні моделі з відповідними припущеннями;

- практика використання реалізованих рішень, їх верифікація, валідація і удосконалення: практичне використання розробленого методу випробувань, перевірка його на придатність, тощо.

Адаптивні інформаційно-логістичні системи метрологічного забезпечення випробувань повинні забезпечувати:

- розробка моделей випробувань, максимально-наближених до реальних;

- розробка програм і методик випробувань з характеристиками, які відповідають встановленим/погодженим вимогам;

- комплексне підтвердження відповідності випробувального устаткування, методів і методик випробувань;

- розробка програм, методик і проведення калібрування засобів виміральної техніки виходячи з умов реалізації адекватності умов випробувань;

- розробка методик і проведення метрологічної повірки засобів виміральної техніки (в межах законодавчо встановлених);

- розробка механізмів зіставлення теоретичних і експериментальних моделей випробувань;

- підготовка персоналу до проведення випробувальних (вимірвальних) робіт;

- орієнтація на випереджаючий розвиток науково-технічного прогресу;

- адаптація і інформатизація;

- розробка і удосконалення галузевих систем забезпечення якості випробувань;

- розробка механізмів перевірки (самооцінки) готовності до проведення випробування/вимірювання з дотриманням встановлених/погоджених критеріїв.

Висновки. На основі проведеного аналізу сформульовано, в загальному виді, основні науково-прикладні задачі, розв'язання яких необхідне при розробці нових високотехнологічних і інформативних методів випробувань.

Запропонований підхід до розробки методів випробувань передбачає формування нового адаптивного простору метрологічного забезпечення випробувань

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИКЛАДАННЯ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН ЗА НАПРЯМКОМ ТЕХНІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ

Коробко А.І., Котова Ю.М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Вступ. В період розвитку й становлення системи технічного регулювання для швидкого реагування на зміни необхідно чи не щороку переглядати фахові компетентності та програмні результати навчання освітньої програми й, відповідно, розробляти новий лекційний матеріал та практичні заняття.

Постановка задачі. В умовах дистанційного навчання (яке є вимушеною необхідністю України в умовах сьогодення) актуальним є питання розробки різних технічних засобів та методик проведення занять.

Мета роботи. Розробка зручного інтерактивного підходу до проведення практичних занять за напрямком технічного регулювання.

Основна частина. Пропонується наступна змістовна структура практичних занять:

– термінологія (до 10 хвилин): 1) пропонується згадати визначення базової термінології за темою й за визначеннями встановити терміни; 2) для термінів близьких за значенням підібрати відповідні визначення й пояснити особливості й відмінності;

– самостійні завдання (до 20 хвилин): дається перелік із 10–15 завдань направлених на аналіз певних ситуацій, подій тощо; для вирішення цих завдань достатньо знань лекційного матеріалу та нормативних документів;

– творче завдання (до 45 хвилин) на виявлення здібностей до критичного та абстрактного мислення, розв'язання практичних питань тощо; наприклад, на основі стандарту побудувати структуру взаємодії процесів органу сертифікації;

– контрольне тестування (до 10 хвилин): тестові завдання для перевірки засвоєння матеріалу та набуття практичних навичок.

Цифровим інструментом для виконання практичного заняття пропонується засіб Google Forms. З його допомогою можна легко створити інтерфейс заняття. Можна створити інтерактивні посилання на необхідні ресурси для проведення заняття, наприклад, сайт Національного органу стандартизації, актуальні версії законів тощо. Також можна створювати тестові завдання з автоматичною перевіркою відповідей. Тести можуть бути з одиничним вибором або множинним вибором. Є можливість ілюструвати заняття рисунками, схемами тощо. Google Forms доступна зокрема і з мобільного телефону. За певних налаштувань не потребує мати акаунт Google. За потреби, пройдене заняття можна зберегти й відправити собі на електронну пошту для наступного перегляду. У разі змін в нормативно-правовій базі Google Forms легко редагується й удосконалюється. В ході виконання заняття не виключається спілкування викладача зі здобувачами й обговорення ситуативних задач.

Висновки. Запропонований підхід до організації й проведення практичних занять за напрямком технічного регулювання дозволяє створити зручне й ефективне цифрове середовище для їх виконання.

ДОСЛІДЖЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЗАМОВЛЕННЯМИ СЛУЖБИ ТАКСІ

Кондіус І.С., Косенко Р.С.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Основою життєзабезпечення будь-якого міста є пасажирський транспорт. Поряд з маршрутним транспортом варто приділити окрему увагу такому виду транспорту як таксі, де немає конкретного маршруту проходження, зупиночних пунктів, розкладу тощо.

Постановка задачі. Охарактеризувати зовнішнє та внутрішнє середовище фірми, визначити її оргструктуру, стратегію розвитку діяльності служби таксі, проаналізувати технічні можливості, розраховувати і аналізувати показники діяльності служби таксі, створити автоматизовану систему для вдосконалення діяльності служби таксі.

Мета роботи. Метою роботи є дослідження та розробка автоматизованої системи управління таксомоторного парку.

Основна частина. Вивчаючи й аналізуючи можливості створення засобів автоматизації роботи диспетчерських служб таксі, слід зазначити, що вже розроблено безліч автоматизованих систем управління. У деяких рішеннях автоматизації служби таксі реалізований список основних контрольних точок і районів міста з зазначенням кількості водіїв (їх позивних), які відзначили своє місцезнаходження на даних точках. Також деякі розробники програмних рішень додають можливість відображення поточного місця розташування водіїв на web - карті (для використання співробітниками диспетчерської), а дану карту можна переглянути через будь-який браузер. Однак і тут є важливий мінус - модуль часто виконаний у вигляді окремої програми, прив'язаний до офіційного сайту компанії- диспетчерської. У більшості випадків програмне забезпечення диспетчерської служби таксі не має доступу до трекінг системам, що дозволяє автоматично відстежувати місце розташування та поточний статус водіїв, - а це в свою чергу вносить плутанину в облік і роботу диспетчерської служби таксі. При розгортанні диспетчерської служби таксі в рамках таких програмних продуктів потрібні значні грошові вкладення при закупівлі обладнання: комп'ютери робочих місць диспетчерів, сервер, навігатори водіїв.

Для забезпечення роботи АСУ потрібно дороге серверне та клієнтське програмне забезпечення. Ще одним важливим недоліком існуючих систем автоматизації диспетчерських служб таксі є відсутність віддаленого доступу директорів та управлінців в систему автоматизації для здійснення належного контролю.

Висновки. Основним результатом дослідження став створений сайт для служби таксі «Sev-taxi», завдяки мові програмування php та javascript, який надає можливість автоматизувати процес приймання і виконання замовлень в агентстві. Розробка та впровадження у виробництво автоматизованої інформаційної системи, як такий сайт, підвищить ефективність праці співробітників служби таксі, забезпечивши оперативність і достовірність всіх робіт та прозорість ведення фінансової звітності.

РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ WEB-СТУДІЇ

Кондіус І.С., Ковальчук О.В.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Успішне функціонування більшості сучасних підприємств багато в чому пов'язано з високим рівнем автоматизації процесів планування, прогнозування та управління. Актуальність проекту полягає у розробці та впровадженні автоматизованої системи роботи з клієнтами WEB-студії «flink-studio», що зумовить успішну реалізацію якісного обслуговування клієнтів, та роботи с персоналом.

Постановка задачі. Автоматизація та широке застосування електронної техніки стають однією з найактуальніших завдань у всіх гал узях. Створення потужних комп'ютерних систем бронювання засобів розміщення замовлень, зворотного зв'язку є надзвичайно актуальною задачею в наші дні.

Мета роботи. Створення інформаційної системи, яка надає можливість комплексного інформаційно-аналітичного забезпечення процесів та підвищення ефективності їх виконання, оптимізації інформаційної взаємодії учасників процесів, підвищення якості прийняття оперативних управлінських рішень та інформаційної відкритості і прозорості діяльності WEB-студії, підвищення зручності здійснення замовлень для клієнтів.

Основна частина. WEB студія – це команда професіоналів, яка займається розробкою і створенням веб- проектів, куди входять сайти, дизайн, програмування, розкручування, просування, інтернет–реклама і мультимедіа, інші інтернет- продукти.

Кожна WEB-студія практикує зазвичай індивідуальний підхід до клієнта, створює унікальні ексклюзивні розробки, це відмінна риса. Адже багато WEB - компанії ставлять створення сайтів на потік. Відмінність, перевага WEB- студії - творчий підхід до інтернет- проекту.

Кожна професійна WEB-студія перед собою ставить і успішно вирішує деякі завдання: розробка, створення WEB - проектів (сайтів, інтернет-магазинів, порталів, Інтранет / екстранет систем); розкрутка, просування сайтів (а саме пошукова оптимізація, інтернет- реклама, SEO- копірайтинг); професійний дизайн та програмування; підтримка сайтів (а саме технічна, інформаційна, контент- підтримка та моніторинг); створення деяких мультимедійних продуктів (а саме презентацій, роликів); послуги хостинг, реєстрація доменів.

Проте в умовах конкуренції для забезпечення ефективної діяльності WEB-студії, актуальним питанням постає забезпечення ефективного, інтуїтивно зрозумілого, дистанційного діалогу з клієнтами для представлення необхідної публічної інформації останнього та надання можливості замовлення послуг WEB-студій. Мова йде про створення привабливого, структурованого, інтуїтивного сайту, що задовольняє потреби як працівників компанії, так і клієнтів студії.

Висновки. Для досягнення конкурентної переваги, WEB-студія повинна застосовувати WEB технології, можливості та перспективи Інтернету для розвитку, просування бізнесу серед замовників та конкурентів. Професійно створений сайт, який відповідає всім особливостям бізнесу замовників, зі стильним дизайном, контентом, оптимальної навігацією, широким функціоналом, адаптований для розвитку і просування в пошукових системах – запорука успіху сучасного бізнесу у даній сфері.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОКУМЕНТООБІГУ НА ПІДПРИЄМСТВІ: ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ

Кондіус І.С., Зінчук М.О.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Автоматизація документообігу стає єдиною з ключових складових успішного функціонування сучасних організацій. Традиційний паперовий документообіг пов'язаний із багатьма труднощами, включаючи тривалість обробки, ризики втрати інформації та високу вартість зберігання документів. Впровадження автоматизованої системи електронного документообігу (СЕД) дає змогу оптимізувати ці процеси, підвищити ефективність роботи підприємства та скоротити витрати.

Постановка задачі. Підприємства, які займаються обробкою великого обсягу документів, часто стикаються з труднощами, пов'язаними з тривалим терміном зберігання, пошуком та зберіганням документів. У комунальних закладах та приватних підприємствах виникає необхідність в оптимізації документообігу через його неефективність, втрату часу та дублювання паперових документів. Виходячи з цього, основна задача полягала в розробці та впровадженні автоматизованої системи, яка оптимізувала ці процеси.

Мета роботи. Метою роботи є дослідження та впровадження системи електронного документообігу на базі платформи Alfresco для автоматизації внутрішнього та зовнішнього документообігу.

Основна частина. Традиційний документообіг має недоліки, такі як втрата часу на передачу й узгодження документів, ризик їх втрати або помилок при ручній обробці. У зв'язку з цим автоматизація стає необхідною для оптимізації цих процесів. Дане дослідження дозволило розробити автоматизовану систему документообігу на базі інтегрованої платформи для побудови системи електронного документообігу для організацій Alfresco. В ході аналізу об'єктів автоматизації було виявлено що організаційна структура підприємства складається з чотирьох основних підрозділів, а документообіг складається з потоків різних типів документів, що поділяються на 3 основні групи: вхідні, вихідні та внутрішні. Побудовано бізнес-процеси руху основних типів документів за допомогою нотації BPMN та бізнес-процес роботи з автоматизованою системою. Модель користування СЕД, розроблений за допомогою діаграми прецедентів дає змогу визначити задачі автоматизації та вимог до системи та визначити технічне завдання.

У процесі розробки автоматизованої системи було розроблено тривірневу архітектуру майбутньої системи та обрано програму Alfresco Community у якості платформи для побудови автоматизованої системи документообігу. Також проведено моделювання даних системи та представлено логічну модель даних побудовану за допомогою ERwin Data Modeller, проведено моделювання стану та поведінки та представлено результати у вигляді UML-діаграм.

Висновки. Автоматизація документообігу є першим кроком до підвищення ефективності роботи організацій. Впровадження СЕД дозволяє значно знизити витрати, прискорити обробку документів, забезпечити контроль над ними та підвищити загальну продуктивність підприємства. Результати впровадження показали високу ефективність та швидку окупність системи.

ВИКЛИКИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЗБОРУ НАТИВНОЇ РЕКЛАМИ: ОБРОБКА ДИНАМІЧНОГО КОНТЕНТУ ТА ОБХОДЖЕННЯ ОБМЕЖЕНЬ

Крулік Ю.О.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Автоматизований збір нативної реклами стає важливим завданням в умовах зростаючої кількості динамічного контенту на веб-ресурсах. Нативна реклама інтегрується в середовище сайту, що ускладнює її виявлення та аналіз. Водночас, сучасні веб-сторінки використовують різні механізми захисту, щоб обмежити доступ автоматизованих систем до їхнього контенту. Це створює низку технічних викликів, пов'язаних з ефективним збором і обробкою інформації без порушення норм законодавства.

Постановка задачі. Проблема автоматизованого збору нативної реклами полягає в необхідності обробки динамічного контенту, що генерується на стороні клієнта через JavaScript або AJAX. Важливо забезпечити збір цього контенту навіть за умов використання веб-ресурсами різноманітних захисних механізмів, таких як CAPTCHA, блокування IP-адрес або обмеження частоти запитів. Ці завдання стають ще складнішими, коли потрібно враховувати правові та етичні норми, зокрема дотримання конфіденційності користувачів.

Мета роботи. Розробка підходів для ефективного збору нативної реклами з веб-ресурсів. Це передбачає розв'язання проблем, пов'язаних з обробкою динамічного контенту та забезпеченням обхідних шляхів від їх захисту. Також важливо досягти високої точності та повноти зібраних даних, при цьому мінімізуючи ресурсні витрати та зберігаючи належне функціонування системи.

Основна частина. Однією з головних проблем збору нативної реклами є обробка динамічного контенту, який генерується на стороні клієнта за допомогою JavaScript або AJAX. Такий контент не відображається у вихідному HTML-коді сторінки й стає доступним лише після повного завантаження веб-сторінки. Традиційні методи веб-скрейпінгу, що працюють із статичним HTML-кодом, виявляються недостатньо ефективними в таких ситуаціях. Проте використання headless-браузерів, які дозволяють емулювати роботу браузера, є лише одним з підходів. У багатьох випадках можна уникнути використання таких важких інструментів, оптимізуючи процес збору даних іншим шляхом. Наприклад, можна відслідковувати мережеві запити, які використовує веб-сторінка для отримання динамічного контенту, і напряму працювати з цими запитами через API.

Цей підхід дозволяє знизити навантаження на систему та зменшити кількість ресурсів, що використовуються для збору даних. Крім того, це підвищує швидкість збору інформації, оскільки не потрібно чекати на повне завантаження та рендеринг веб-сторінки.

Ще одним викликом є захисні механізми веб-сайтів, які обмежують доступ автоматизованих систем. CAPTCHA є найпоширенішим механізмом, який вимагає виконання дій для підтвердження, що користувач не є ботом. Додатково веб-ресурси можуть блокувати IP-адреси, що надсилають підозріло велику кількість запитів, або моніторити частоту таких запитів. Для обходу цих

обмежень можна застосовувати ротацію IP-адрес або використовувати проксі-сервери, що дозволяє уникнути блокування доступу до контенту. Окрім того, сервіси автоматичного розпізнавання CAPTCHA можуть значно спростити процес збору даних на захищених ресурсах.

Водночас важливо враховувати юридичні та етичні аспекти, зокрема дотримання законів про конфіденційність та використання даних, таких як GDPR. Це особливо актуально у випадках, коли збір даних здійснюється з комерційних сайтів або платформ із обмеженим доступом.

Висновки. Виклики, пов'язані з автоматизованим збором нативної реклами з веб-ресурсів, здебільшого зумовлені динамічним контентом та механізмами захисту сайтів. Для ефективної роботи системи збору необхідно використовувати інструменти, які можуть обробляти динамічний контент і обходити захист, не порушуючи правил використання даних. Застосування технік емуляції браузера, ротації IP-адрес та автоматичного розпізнавання CAPTCHA значно підвищує ефективність збору нативної реклами. Водночас подальші дослідження повинні зосередитися на зниженні ресурсних витрат та адаптації систем до нових типів захисних механізмів, які з'являються на веб-сайтах.

ПЕРСПЕКТИВИ УДОСКОНАЛЕННЯ ДАВАЧІВ ГАЗУ ТА ДИМУ

Марчук К.В., Максимчук Р.С., Чиркін Ю.О.

Луцький національний технічний університет

Давачі диму призначені для виявлення в повітрі зважених мікрочастинок. Саме завдяки цим частинкам в повітрі, а їх присутність в диму є явним показником того що в приміщенні почалася пожежа, давач реагує на ситуацію та посилає сигнал про небезпеку. Сповіщувачі диму розділяють за принципом їхньої дії, а саме оптичні та іонізаційні

На відміну від іонізаційних давачів, оптичні застосовуються набагато частіше, через простіше виконання. Точкові оптичні давачі виявляють задимлення в невеликій зоні. Вони розпізнають дим завдяки аналізуванню процесу відбиття інфрачервоних променів, який відбувається в спеціальній оптичній камері. Така димова камера має в собі генератор ІЧ-випромінювання і приймач для аналізу повітря. Такі давачі є найбільш поширеними серед інших типів тому що мають досить просту конструкцію. Принцип роботи оптичного точкового давача зображено на рисунку 1.



Рисунок 1 – Принцип роботи точкового давача диму

У нормальному стані в корпусі давача випромінюється направлений світловий промінь – світловий пучок. Коли дим опиняється в цій оптичній камері, то частинки які містяться в диму створюють перешкоди для променя. Світловий пучок починає розсіюватись по цій камері, потім відбивається від стінок і попадає на фіксуючий фотоелемент. Фотоелемент фіксує промінь, та подає сигнал про небезпеку.

Давачі газу застосовують для забезпечення пожежної та побутової безпеки. Це пристрої серії MQ (рис. 2). Переважно, такі давачі є типу метал-оксид-напівпровідник.



Рисунок 2 – Давач газу MQ-2 (а) та чутливий елемент з виводами (б)

Його ще називають хімічним резистором, тому що виявлення газу відбувається завдяки зміні опору чутливого матеріалу, якщо газ контактує з цим

матеріалом. У вимірювальному колі використовують подільники напруги з метою вимірювання концентрації газу.

Розглянемо будову давача газу. Виводи (Н) відповідають за ефект нагрівання чутливого елемента, вони з'єднанні крізь котушку із нікель-хромованого проводу. Вихідні інформаційні сигнали передаються по виводах (А) та (В), які підключені за допомогою використанням платинових проводів. Вони реагують навіть на незначну зміну струму, який протікає через чутливий елемент. Діоксид олова володіє високою чутливістю до газів, які горять, а керамічна підкладка покращує ефективність нагрівання і забезпечує постійне нагрівання ефективної площі чутливого елемента до робочої температури (рисунок 3).

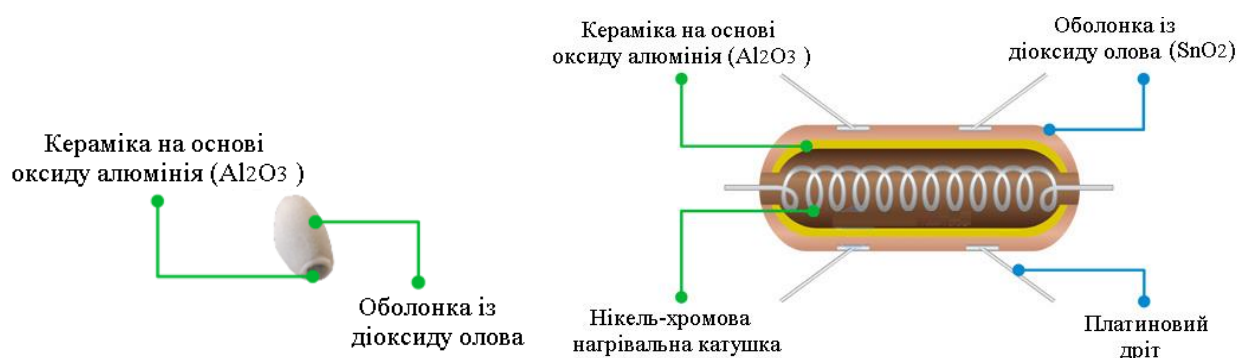


Рисунок 3 – Внутрішня структура чутливого елемента давача газу серії MQ.

В процесі нагрівання діоксиду олова (частинки напівпровідника) на повітрі до високої температури на його ефективній поверхні адсорбується кисень. В чистому повітрі навколишнього середовища донорні електрони діоксиду олова мають властивість притягуватися до адсорбованого кисню а це в свою чергу, призупиняє процес протікання електричного струму. За наявності відновлювальних газів поверхнева густина адсорбованого кисню поступово зменшується, так як він реагує з газами. Внаслідок чого електрони вивільнюються в діоксид олова, це призводить до того, що струм вільно протікає через давач. Напруга, яка формується на аналоговому виході давача змінюється пропорційно наявній концентрації газу. Чим більша концентрація газу, тим вища вихідна напруга, яка сприймається пристроєм як ознака виявлення вогнища пожежі в контрольованій зоні, приміщенні, що захищається з формуванням та передачею тривожного повідомлення на приймально-контрольну апаратуру установки АПС або блок управління системи автоматичного пожежогасіння.

Актуальним, на нашу думку є поєднання принципів роботи оптичних та іонізаційних давачів. Дане об'єднання підвищить ймовірність спрацювання комбінованого приладу у разі виникнення пожежі або задимлення. Крім того можна оснастити пристрій дистанційними засобами передачі тривожного сигналу.

**ДО ПИТАННЯ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ДОСЛІДЖЕНЬ СКАНУЮЧО ЗОНДОВОЇ МІКРОСКОПІЇ**
Михальчук А.Ю., Сус В.П., Кравчук О.В., Кайдик О.Л., Терлецький Т.В.
Луцький національний технічний університет

Сучасний стан розвитку багатьох суміжних наук дозволяє застосовувати скануючу зондову мікроскопію (СЗМ), як самостійний метод дослідження мікрота нанорозмірних об'єктів. В основу цього методу покладено детектування різноманітних сигналів, які формуються під час прецизійної взаємодії твердотілого зонда з об'єктом дослідження.

Широковідомим є й той факт, що СЗМ успішно застосовують у якості метрологічного методу дослідження. Хоча, таке застосування методу супроводжується багатьма труднощами, які пов'язані із отриманням достовірних та відтворених параметрів об'єкта дослідження. Аналізуючи основні проблеми, які властиві СЗМ, але вирішуються за допомогою метрологічного забезпечення лінійних відстаней можна виділити:

- підвищення точності вимірювань та розширення можливостей СЗМ шляхом розвитку конструкції та матеріалів зондів;
- точне визначення та контроль параметрів давача зонда;
- недоліки систем сканування;
- наявність різноманітних чинників, які впливають на формування зображень досліджуваного об'єкту.

Забезпечення контролю параметрів зонда вимагає використання методів чисельного моделювання згортання досліджуваної поверхні, спеціальних калібрувальних ґрат та інших методів мікроскопії для контролю геометрії зондів.

На практиці усі недоліки системи сканування зазвичай усувають шляхом вдосконалення робочих елементів мікроскопа, що дозволяє врахувати зовнішній вплив, вдосконалити та покращити параметри п'єзокераміки у системі сканування, створювати нові типи сканерів, калібрувальних та тестових методик.

Щодо чинників СЗМ зображень, які пов'язані із особливістю фізичних процесів взаємодії зонда та поверхні об'єкта дослідження, то для вирішення цих питань доцільно лише застосувати методи моделювання різного виду взаємодій зонда із досліджуваною поверхнею.

Завдяки високій точності переміщення, у якості сканера СЗМ, широко застосовують п'єзокераміку, хоча й вона володіє рядом метрологічних недоліків: нелінійність, гістерезис та повзучість. При цьому, висока ступінь позиціонування зонда по відношенню до дослідної поверхні формується за рахунок спеціальних типів сканерів, які засновані на оберненому п'єзоефекті.

Зважаючи на те, що п'єзокераміка володіє такими параметрами, як повзучість та гістерезис, які здатні спотворити реакцію вхідного сигналу, і тим самим ускладнити процес вимірювання, нами запропоновано наступні шляхи для їх усунення: модифікувати параметри сканера, для покращення характеристик п'єзокераміки; спроектувати систему автоматичного регулювання переміщень сканера, для покращення параметрів вимірювання.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНДУКТИВНИХ ДАВАЧІВ В АВТОМОБІЛЬНИХ СИСТЕМАХ

Мороз С.А., Приступа С.О., Горайчук А.А., Сюта І.В.

Луцький національний технічний університет

Сучасні автомобілі важко уявити без електронних систем, які здійснюють контроль та керування за функціонуванням складових пристроїв та механізмів. Електронні системи не можуть діяти без давачів, які сприймають вимірювальні та інформаційні сигнали. Серед різноманіття безконтактних давачів, за невибагливість до зовнішніх умов, простоти виготовлення та довговічність широко розповсюдженні індуктивні (або генераторні) давачі.

На їх основі створені різні пристрої та системи починаючи від самих простих, які реєструють лінійні переміщення, до складних, таких як системи запалювання з цифровим керуванням, системи підкачування палива, антиблокувальні системи керування гальмами тощо.

Розглянемо процес, що проходить в індуктивному давачі. У найпростішій конструкції давач складається з котушки з обмоткою, сердечника з магнітомягкого заліза і магніту. Ці три компоненти утворюють статор давача. Зі статором взаємодіє ротор у вигляді зубчатого диска або зубчатої рейки з кількістю зубців, що визначаються умовами застосування давача. Під час повороту ротора, в обмотці статора виникає змінна напруга. Якщо один із зубців ротора наближається до обмотки, напруга в ньому швидко зростає і, при зближенні з середньою лінією обмотки, досягає максимуму, при віддаленні зуба - швидко змінює знак і збільшується в протилежному напрямку до максимуму. На осцилограмі ми спостерігаємо пульсуючу зміну напруги, тому перехід між двома максимумами може бути використаний для керування електронними системами.

Величина напруги, що генерується давачем, залежить від частоти обертання ротора, числа витків котушки і величини магнітного потоку, який створений постійним магнітом. Оскільки дві останні величини постійні, величина генерованої напруги досягає максимуму при максимальній частоті обертання. Під час конструювання слід враховувати особливу увагу підсиленні імпульсів при малій частоті слідування.

Сфера застосування подібних давачів досить широка, зокрема в автомобільних системах це давач хитання або удару, тахометр, спідометр, одометр, склоочисник, система запалювання тощо.

Якщо повернутися до конструкції індуктивного датчика, слід зауважити, що якщо на швидкість обертання ротора впливають параметри вимірюваного середовища, то виникає питання про гальмуючий момент, що надається магнітним полем постійного магніту. У цьому випадку вживаються заходи щодо збільшення моменту торкання (збільшують площу корисної поверхні ротора). Якщо за умовами експлуатації не потрібно контролювати невелику частоту обертання, сердечник можна виконати з магнітотвердого матеріалу без додаткового магніту і за рахунок залишкового магнетизму отримати достатню величину сигналу. Як приклад можна навести параметри датчиків, які знайшли застосування різних приладах. Наприклад, сердечник датчика виконується із

сталі (Ст1, Ст2, Ст3) 03...8 мм. На сердечник напресовуються «щоки» котушки 012...20 мм на відстані 10...15 мм один від одного. Сердечник під обмоткою ізольований фторопластовою плівкою. Обмотка котушки виконується внавал, до заповнення простору між «щоками». Тип проводу та кількість витків вибирають в залежності від технічних та конструктивних особливостей. Довжина осердя коливається від 12 до 35 мм. З одного боку сердечника передбачений майданчик для прикріплення анізотропного магніту. Вільний кінець осердя виводиться з корпусу. Корпус датчика виконується із немагнітного матеріалу. Якщо вимагають умови застосування датчик заливають компаундом.

Ротор, якщо його необхідно спеціально виготовляти, виконують із магнітом'якого матеріалу. Кількість зубців визначається за умов експлуатації. Зазор між статором та ротором повинен бути мінімально можливим.

Сигнал з давача надходить на вхід простої електронної схеми, що підсилює та формує сигнал для подальшого застосування в аналоговій або цифровій формі.

Слід згадати ще одну особливість таких давачів. Вони можуть зчитувати сигнал не тільки від спеціального ротора, це можуть бути зубці шестерні або навіть кріпильні болти на деталі, що обертається.

Виході з ладу індуктивного давача призводить до неправильної роботи пристроїв та систем в які він входить, це зокрема перебої в роботі двигуна, зупинка двигуна, відмова системи курсової стійкості тощо.

Причини виходу з ладу можуть бути наступні: коротке замикання всередині давача; розрив провідника; коротке замикання провідника; механічне пошкодження коліщатка давача; забруднення металевою стружкою.

Пошук несправностей повинен передбачати наступні дії: перегляд перерахованих причин несправностей; перевірка електричних з'єднань провідників індуктивного давача, роз'єму та давача на правильність приєднання, обрив та корозію; звернути увагу на забруднення та пошкодження.

Для визначення роботоздатності індуктивного давача потрібно визначити внутрішній опір, ймовірне замикання на масу і сигнал. Для цього потрібно вимкнути роз'єм та перевірити внутрішній опір сенсора. Якщо внутрішній опір становить від 200 до 1000 Ом (залежно від паспортних даних), то індуктивний давач справний. При величині 0 Ом йдеться про коротке замикання, при величині декілька Мом – про розрив. Перевірка замикання на масу проводиться шляхом підключення омметра до сполучного контакту маси автомобіля. Значення опору має бути близьким до нескінченності. Можна здійснювати перевірку за допомогою осцилографа, який має показати синусоїдальний сигнал достатньої величини.

Для покращення процедури діагностики перспективним напрямком є створення спеціалізованих стендів, які здатні швидко та якісно встановити роботоздатність індуктивного давача.

ПОБУДОВА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОГО КОМПЛЕКСУ ВИМІРЮВАННЯ П'ЄЗОКЕРАМІЧНИМИ ПЕРЕТВОРЮВАЧАМИ

¹Мусієнко М.П., ²Мусієнко О.Ю.

¹Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

²Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Вступ. П'єзокерамічні перетворювачі (ПП) широко використовуються для вимірювання багатьох фізичних величин: статичного та динамічного тиску, прискорень, деформацій тощо. Застосування потужностей комп'ютерної техніки (комп'ютерно-інтегрованих технологій) значно покращує процес вимірювання та його характеристики.

Постановка задачі. Проте актуальним постає питання оптимального застосування та розподілу обчислювальних та електронних ресурсів для, з одного боку, уникнення обчислювальної надлишковості, а з іншого - отримання всієї вимірювальної інформації.

Мета роботи. Метою роботи була побудова ефективного комп'ютерно-інтегрованого комплексу (КІК) вимірювання ПП за рахунок оптимального розподілу обчислювальних та електронних ресурсів, а також застосування відповідного програмного забезпечення.

Основна частина. Авторами запропонована побудова КІК із розподіленими рішеннями між вимірювачем (ПП) та комп'ютеризованим комплексом:

- з боку ПП застосовуються первинна обробка вимірювальної інформації: узгодження елементів, підсилення сигналу та первинна фільтрація;

- з боку комп'ютерного комплексу - вторинна обробка: вторинна фільтрація та обробка вимірювальної інформації, відображення і зберігання її із використанням пакету графічного програмування NI Labview (National Instruments Laboratory Virtual Instrumentation Engineering Workbench).

Узгодження елементів та підсилення сигналів здійснюється із застосуванням відомих методів, наприклад, застосування підсилювача заряду, або розміщення ПП в ланцюгу зворотного зв'язку операційного підсилювача у складі підсилювача заряду. Новим, запропонованим авторами рішенням, є первинна фільтрація за рахунок використання ємносних властивостей п'єзоелемента у складі фільтрів.

Вторинну фільтрацію запропоновано здійснювати на стороні комп'ютеризованого комплексу із застосуванням широкого спектру фільтрації та обробки сигналів, які містить пакет NI Labview.

Висновки. Така побудова КІК обробки вимірювальної інформації дозволяє отримати широкі можливості по обробці вимірювальної інформації без необхідності ускладнення всього комплексу вимірювання.

Результати дослідження можуть бути застосовані для подальших розробок у сфері вимірювального п'єзокерамічними перетворювачами та їх інтеграції у різноманітні комп'ютеризовані системи управління.

АНАЛІЗ ВІТЧИЗНЯНОЇ НОРМАТИВНОЇ БАЗИ З ПИТАНЬ ЗАПРОВАДЖЕННЯ СУЯ В МЕДИЧНИХ ЛАБОРАТОРІЯХ

Передерко А.Л., Донченко О.П., Мусійчук К.О., Романовський О.Є.
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. Дієвими інструментами підвищення якості надання медичних послуг є впровадження в медичних лабораторіях сучасних моделей систем управління якістю.

Постановка задачі. Аналіз медичних послуг в загальному випадку показав очевидну необхідність врахування таких складових, як діагностування, визначення і застосування фармацевтичних засобів, застосування медичних виробів і процес самого лікування пацієнта.

Мета роботи. Розробити методику впровадження систем управління якістю (СУЯ) в клініко-діагностичних лабораторіях.

Основна частина. Вимоги до компетентності клініко-діагностичних лабораторій наведені в ДСТУ EN ISO 15189:2015 Медичні лабораторії. Вимоги до якості та компетентності (EN ISO 15189:2012, IDT). Вимоги до СУЯ при виробництві такої специфічної продукції, яка становить безпосередній ризик життю та здоров'ю людини описані в ДСТУ-Н IAF MD 8:2015. Обов'язковий документ Міжнародного форуму з акредитації для застосування ISO/IEC 17011 в системах менеджменту якості щодо медичних виробів (ISO 13485) (IAF MD 8:2011, IDT)

Сформульовані спеціальні програми по контролю за хімічними речовинами та розроблено «Принципи належної лабораторної практики» (GLP), які регламентуються настановами Директиви 2004/10/ ЄС, Європарламенту та Ради ЄС «Правила застосування принципів належної лабораторної практики та перевірки її дотримання для хімічних випробувань». Настанови перекладені українською мовою та видані у вигляді стандарту МОЗ України, яке безпосередньо контролює впровадження його вимог в організаціях, що проводять до клінічні дослідження лікарських засобів та виробляють і розповсюджують фармацевтичні препарати в Україні.

Дослідження авторів з точки зору метрологічного забезпечення наданих медичних послуг показали, що є проблеми із впровадженням сучасних вимог до компетентності референтних медичних лабораторій, які пов'язані із відсутністю наукових досліджень, результатами яких мають бути практичні методичні рекомендації. На наш погляд методичні рекомендації щодо розробки СУЯ в клініко-діагностичних лабораторіях можуть бути сформовані виходячи із результатів досліджень особливостей впровадження СУЯ у випробувальних лабораторіях та враховуючи специфічні вимоги, характерні виключно для клінічно-діагностичних лабораторій.

Висновок. Запропонована методика впровадження СУЯ в клініко-діагностичних лабораторіях, яка заснована на загальній методології життєвих циклів елементів СУЯ, що враховує особливості вимог до компетентності саме клініко-діагностичних лабораторій.

ПРОБЛЕМИ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ НАНОТЕХНОЛОГІЙ

Передерко А.Л., Таранюк С.С., Шевченко К.М., Якимович В.В.

Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку

Вступ. Дослідження апаратурного забезпечення нановимірювань провідних метрологічних центрів світу дозволяє сформулювати ряд принципів, які повинні бути покладені в основу створення технологічного вимірювального комплексу для забезпечення єдності вимірювань параметрів наноструктурованих об'єктів і матеріалів. До них можна віднести:

- підвищення точності вимірювань еталонних установок за рахунок зниження дій зовнішніх шумових полів на прилад шляхом екранування зовнішніх полів і стабілізації параметрів навколишнього середовища;

- підвищення точності вимірювання параметрів нанооб'єктів за рахунок зниження дії навколишнього середовища на нанооб'єкт шляхом транспорту його у вакуумі і зменшенням часу між створенням нанооб'єкту і реєстрацією його параметрів.

Постановка задачі. При подальшому розвитку нанотехнології виникають наступні проблеми:

- потреба в системі метрологічного забезпечення (включаючи теорію, термінологію, відображення інформації і формування зображень, моделювання), що дозволяє використовувати наноструктури і принципи їх функціонування при компонуванні нових наноматеріалів (перенесення маси і енергії, реєстрація даних, перетворення, виробництво);

- потреба в розробці системи метрологічного забезпечення і відповідної інфраструктури, адаптованої стосовно специфіки синтезу наноматеріалів для спеціальних застосувань (наприклад, при створенні вуглецевих нанотрубок для сховищ водню);

- необхідність опису властивостей нанорозмірних цеолітів і наноструктур, вживаних в каталізаторах хімічних процесів при контролі стану навколишнього середовища;

- потреба в метрологічному забезпеченні нових наноперетворювачів і інших технічних засобів для виявлення хімічних, біологічних, радіологічних і вибухонебезпечних речовин і матеріалів; наноматеріалів для удосконалення захисного одягу і фільтрів, засобів захисту від нападів тощо.

Для вирішення даних проблем національні метрологічні інститути країн з найбільш розвиненими нанотехнологічними напрямками, створюють спеціальні науково-дослідні лабораторії, оснащені сучасними засобами вимірювань, часто суміщеними з відповідним технологічним устаткуванням.

Найбільш відомі підрозділи метрології NIST (США), Національної фізичної лабораторії – NPL (Великобританія), Фізико-технічного інституту – PTB (Німеччина), Національного метрологічного інституту – LNE (Франція).

Мета роботи. Дослідити сучасний стан справ щодо робіт із стандартизації, метрологічного забезпечення та оцінки відповідності нанотехнологій.

Основна частина. Оснащення лабораторій має включати ряд приладів, що дозволяють проводити вимірювання фізичних величин в нанометровому діапазоні. До них відносяться скануючі електронні мікроскопи, скануючі тунельні мікроскопи, атомно-силові мікроскопи, мікроскопи ближнього поля, конфокальні мікроскопи, інтерференційні мікроскопи та ін., які забезпечують найвище розрізнення по вимірюваних фізичних величинах при нанометрових розмірах досліджуваного об'єкту.

Проте, в процесі досліджень різних наноструктур виникло розуміння, що для вирішення завдань забезпечення єдності вимірювань параметрів наноструктур даної приладової бази недостатньо. Виникла необхідність значно підвищити точність вимірювань і збільшити кількість вимірюваних параметрів.

Оскільки поки не розроблено приладів, заснованих на нових фізичних принципах, підвищення точності наявних приладів досягається за рахунок збільшення стабільності параметрів навколишнього середовища, знепилювання, всебічного захисту від різних зовнішніх дій. Отримання інформації про різні фізичні параметри нанооб'єкту у багатьох випадках може бути досягнуте тільки шляхом одночасного вимірювання ряду фізичних параметрів, оскільки при перенесенні об'єкту від одного приладу до іншого ряд його властивостей можуть істотно змінитися.

Це привело до створення комбінованих приладів, які дозволяють, наприклад, без винесення зразка в атмосферу досліджувати одну і ту ж ділянку зразка методами скануючої електронної мікроскопії, атомно - силової мікроскопії, ближньопольної оптичної мікроскопії, дифрактометрії та ін. Прикладом подібного є, наприклад, оптико-рентгенівський інтерферометр і атомно-силовий мікроскоп в комбінації з рентгенівським інтерферометром.

Із-за появи великої кількості наноструктурованих матеріалів з новими властивостями, постійно зростає кількість нормованих параметрів, які потребують проведення вимірювань. Також виникає необхідність створювати стандартні зразки нових наноструктурованих матеріалів і атестувувати їх. Тому для створення та дослідження нових властивостей наноструктурованих матеріалів необхідно мати можливість проводити виготовлення таких матеріалів, а також спричиняти на них різні дії в процесі вимірювань.

Міжнародні стандарти необхідні для вдосконалення та поширення загально визнаних методів на процеси виробництва наноматеріалів, область їх застосування, систему утилізації та критерії, що встановлюють контроль над навколишнім середовищем.

Важливість побудови на сучасному етапі системи оцінки відповідності нанотехнології і наркопродукції, особливо в аспекті безпеки, розуміють у всіх країнах, що активно розвивають нанотехнології.

Висновок. На підставі проведених досліджень можна стверджувати, що проблеми, пов'язані з безпекою нанотехнологій і наркопродукції, в даний час означені на міжнародному рівні досить чітко. Аналіз наявної інформації вказує на те, що роботи по стандартизації, метрологічному забезпеченню і оцінці відповідності нанотехнології розпочаті і, в міру розвитку нанотехнологій, ці роботи будуть розширюватися.

МЕТРОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ БЕЗКОНТАКТНОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ

Піндус Н.М., Барна О.Б., Маланчук С.В., Кровопусков Г.Ю.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Розроблено та проведено випробування лабораторної установки з використанням засобу вимірювальної техніки, а саме - оптичного пірметра інфрачервоного випромінювання "FLUS IR-861U". Установка призначена для проведення багатопрофільних експериментів, що стосуються метрологічних досліджень багатьох фізичних величин, а також їхньої залежності в різних варіаціях, зокрема для дослідження безконтактних методів вимірювання температури. Отже, при використанні декількох стабільно нагрітих тіл різної температури та отримання можливості змінювати температуру розжарювання ламп для вимірювання температури тіл, що нагріваються від них. Для передбачено нагрівання алюмінієвих пластини товщиною 1 міліметр. Вибір аргументований порівняно високою теплопровідністю цього матеріалу, та його відносна доступність. Установка налічує чотири пластини однакового розміру та товщини для забезпечення рівномірного нагрівання. Дві пластини закріплені в корпусі установки, інші можуть бути замінені на дві ідентичні за розміром і товщиною пластини, але із отвором діаметром 6 міліметрів в центрі. Такі модифіковані пластини слугують для сконцентрування променя випромінювання в конкретну точку – спіраль лампи розжарювання.

Пластини в установці нагріваються від чотирьох ламп розжарювання, які являються штучним джерелом світла, виділяючи при цьому теплове випромінювання. Як і пластин, ламп передбачено також 4, різної потужності: 200 Вт, 150 Вт, 100 Вт та 40 Вт. За такого підходу кожна пластина може нагріватися до різної температури, дозволяючи проводити велику кількість експериментів одночасно та досліджувати багаточисленні параметри, наприклад для групових проектів або дослідів.

Принцип роботи пірметра "FLUS IR-861U" заснований на спроможності нагрітого тіла випромінювати енергію у вигляді світлових і теплових променів. Передбачено можливість введення поправок на величину коефіцієнта випромінювання з метою полегшення проведення вимірювань та зменшення методичної похибки.

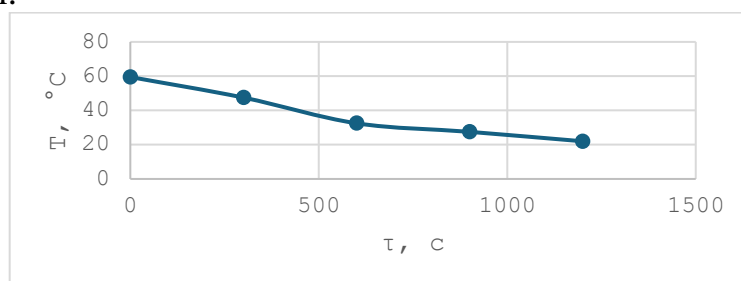


Рисунок 1 – Графік залежності температури пластини від часу під час процесу природного охолодження

Проведено експеримент для дослідження прямих вимірювань з багаторазовими спостереженнями (відстань L від пірометра до пластини – 0,6 м та часового інтервалу τ між вимірюваннями –300 с від $\tau_1 = 0$ с до $\tau_5 = 1200$ с).

Здійснено метрологічний аналіз роботи пірометра “FLUS IR-861U” із застосуванням концепції невизначеності.

Сформовано бюджет невизначеності та причинно-наслідкову діаграму вимірювання температури з використанням пірометра “FLUS IR-861U”.

Таблиця 1 – Бюджет невизначеності вимірювання температури з використанням пірометра “FLUS IR-861U”.

Джерело невизначеності	Тип оцінки	Відносна стандартна невизначеність вимірювання, %
Невизначеність, викликана впливом пропускної здатності середовища	B	$U_{пр}=0,0110644$
Невизначеність перетворення температури пірометром за метрологічними характеристиками	B	$U_{пир}=0,144338$
Невизначеність, викликана зміною умов та параметрів проведення експерименту	B	$U_3= 1,33954$
Невизначеність, що залежить від часу вимірювань та непостійності температури об'єкта	A	$U_A= 2,012486$
Невизначеність, що залежить від періодичності проведення вимірювань	B	$U_B= 2,059749$
Сумарна невизначеність		$U_c= 2,879699$
Розширена невизначеність		$U_p= 7,400826571$

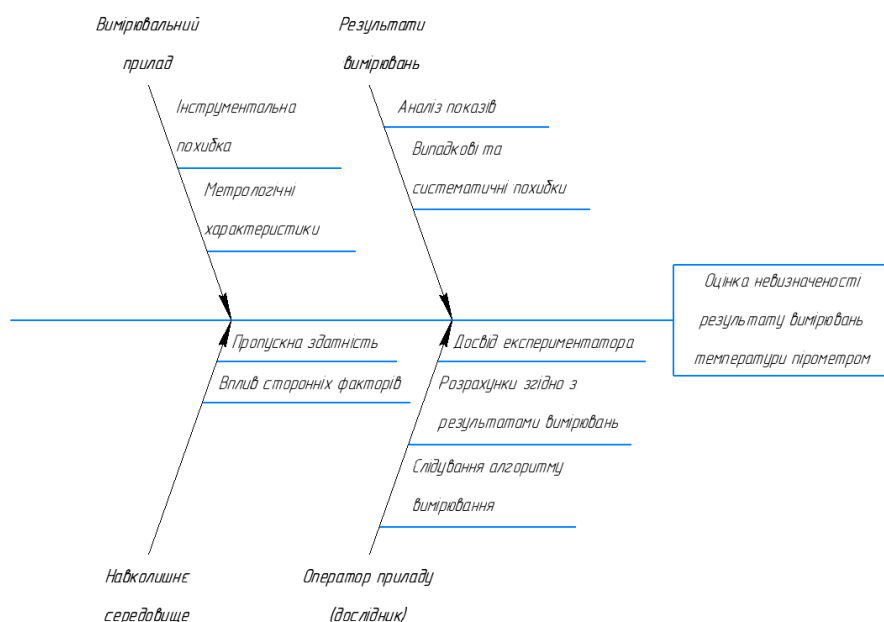


Рисунок 2 – Причинно-наслідкова діаграма для вимірювання температури пірометром та оцінки невизначеності

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ КИСНЕВИХ ДАВАЧІВ АВТОМОБІЛЯ

Приступа С.О., Мороз С.А., Шевчук Д.В.
Луцький національний технічний університет

Лямбда-зонд (λ -зонд – від фр. sonde – щуп), або як його прийнято називати – кисневий давач, розташований у вихлопній системі автомобіля. Він розташовується між каталітичним нейтралізатором та випускним колектором. У нових моделях автомобілів встановлюють 2 лямбда-давачі, один з яких розташований за каталітичним нейтралізатором.

Сигнал лямбда-зонда реєструється блоком керування, перетворюється в команду тривалості відкриття форсунок і, тим самим, паливна суміш збагачується або збіднюється. Датчики кисню працюють, зазвичай, в діапазоні температур 350-900 °С.

Принцип дії давачів різний. Цирконієвий датчик (використовується керамічний елемент на основі двоокису цирконію ZrO_2 , що покритий платиною) – це гальванічне джерело струму, що змінює напругу залежно від температури й наявності кисню в навколишньому середовищі. Кисень, що міститься у відпрацьованих газах, реагує з датчиком лямбда-зонда, створюючи різницю потенціалів на виході датчика. Вона змінюється приблизно від 0,1 В (високий вміст кисню – бідна суміш) до 0,9 В (малий вміст кисню – багата суміш). Титанові давачі (використовується двоокис титана TiO_2) застосовуються рідше та є резисторами, опір яких змінюється залежно від температури й наявності кисню в навколишньому середовищі.

Лямбда-зонди застосовуються з обігрівом і без обігріву. Без обігріву вони досягали б своєї робочої температури при пуску двигуна із затримкою. Головна ж мета електричного обігріву зондів – це включення їх у роботу, коли температура, контактуючих із ними відпрацьованих газів нижче 350°С.

Аналізуючи осцилограму напруги вихідного сигналу лямбда-зонда на різних режимах роботи двигуна, можна оцінити як справність самого давача, так і справність системи керування двигуном в цілому.

Лямбда-зонд на основі оксиду цирконію генерує вихідний сигнал напругою від 40-100 mV до 0,7-1,0 V. Розмах напруги вихідного сигналу справного лямбда-зонда досягає ~ 950 mV. При пониженому вмісті кисню у відпрацьованих газах, викликаному роботою двигуна на багатій суміші, давач генерує сигнал високого рівня напругою 0,65-0,9 V. При підвищеному вмісті кисню у відпрацьованих газах (збіднена паливна суміш) давач генерує сигнал низького рівня напругою 40-250 mV. Справний лямбда-зонд на основі оксиду цирконію починає нормально працювати тільки після прогрівання чутливого елемента до температури вище ~350 °С, коли його вихідний електричний опір значно знижується і він набуває здатність відхилити опорну напругу, що поступає від блоку керування двигуном через резистор з постійним електричним опором.

Опорна напруга на сигнальній лінії лямбда-зонда в блоках керування двигуном може мати і інші значення. Наприклад, для блоків керування виробництва Ford воно рівне 0 V, а для блоків керування двигуном виробництва

Daimler Chrysler – 5 V. Вимірювання напруги вихідного сигналу лямбда-зонда блок керування двигуном проводить щодо сигнальної «маси» давача.

Відстань від випускних клапанів газорозподільного механізму до місця розташування давача і значний час реакції чутливого елемента давача приводять до деякої інерційності системи, що не дозволяє безперервно підтримувати стехіометричний склад суміші. Практично, при роботі двигуна на сталому режимі, склад суміші постійно відхиляється від стехіометричного в діапазоні $\pm 2\sim 3\%$ з частотою 1~2 рази в секунду.

Через старіння вихідний електричний опір чутливого елемента лямбда-зонда знижується за значно більш високої температури до значення, при якому давач набуває здатність відхилювати опорну напругу. Через збільшений електричний опір розмах вихідної напруги сигналу лямбда-зонда зменшується.

Старіючий лямбда-зонд легко можна виявити по осцилограмі напруги його вихідного сигналу на таких режимах роботи двигуна, коли потік і температура відпрацьованих газів знижуються. Це режим холостого ходу і малих навантажень. Практично старіючий лямбда-зонд все ще працює на рухомому автомобілі, але як тільки навантаження на двигун знижується (холостий хід), розмах сигналу швидко починає зменшуватися аж до зникнення коливань.

Іноді зустрічається несправність лямбда-зонда, що викликає появу викидів напруги негативної полярності. У випадку появи такої несправності, витрата палива дуже сильно зростає, потужність двигуна значно знижується, при різких перегазовках спостерігаються викиди сажі з вихлопної труби, робоча поверхня ізоляторів свічок запалення покривається сажею.

Ця несправність виникає унаслідок внутрішньої, а іноді і зовнішньої розгерметизації лямбда-зонда. Чутливий елемент зонда порівнює рівень вмісту кисню у відпрацьованих газах і в атмосферному повітрі. У разі виникнення значної різниці рівнів вмісту кисню в камері з атмосферним повітрям і у відпрацьованих газах, давач генерує напругу ~ 1 V.

У випадку розгерметизації лямбда-зонда, в камеру з атмосферним повітрям проникають відпрацьовані гази з низьким вмістом кисню. На режимі гальмування двигуном (закрита дросельна заслінка при обертанні двигуна з високою частотою, подача палива при цьому відключена) у вихлопну систему двигуна викидається майже чисте атмосферне повітря. У такому разі, рівень вмісту кисню у вихлопній системі різко зростає і рівень вмісту кисню в атмосферній камері зонда виявляється значно нижче за рівень вмісту кисню у відпрацьованих газах, унаслідок чого зонд генерує напругу 1 V негативної полярності. Блок керування двигуном у такому разі вважає лямбда-зонд справним, оскільки незабаром після пуску двигуна і прогрівання, давач відхиляє опорну напругу і понижає її до ~ 0 V.

ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОТВЕРДОСТІ ЗАЛІЗОВУГЛЕЦЕВИХ СПЛАВІВ СФОРМОВАНИХ В СЕРЕДОВИЩІ ШВИДКОЗМІННОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ

Пташенчук В.В., Васькевич В.О.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Зниження вартості продукції з одночасним забезпечення високої якості виготовлених деталей є важливою складовою конкурентоспроможності підприємств та вимагає застосування високотехнологічних рішень у технологічних процесах виготовлення продукції.

Постановка задачі. Зменшення браку продукції на операціях механічного оброблення, що особливо проявляється при абразивному обробленні плоских поверхонь є актуальним завданням, оскільки припалювання та зниження твердості поверхневого шару залізовуглецевих сплавів складають значний відсоток, що вимагає прийняття заходів впливу для їх усунення.

Мета роботи. Метою роботи є дослідження впливу швидкозмінного температурного поля на механічні властивості поверхневого шару залізовуглецевих сплавів та встановлення взаємозв'язку між ними.

Основна частина. Головним фактором, що визначає вплив на стан поверхневого шару при шліфуванні є тепловий вплив. Висока теплопровідність у металах сприяє швидкому відведенні тепла всередину деталі, у результаті чого товщина поверхневого шару з температурними змінами фазового складу та міцнісних властивостей може досягати десятків мікрометрів. Температуру поверхні, яка піддається процесу різання прийнято вважати одним з основних факторів, що визначають якість поверхневого шару деталей в ході абразивного оброблення плоских поверхонь. Найбільший інтерес викликає контактна температура, що виникає в зоні оброблення. Більшість методів теоретичних досліджень теплових явищ при шліфуванні засновані на припущеннях, що дозволяють розрахувати температуру в зоні контакту з деяким відхиленням від дійсної величини. Провести аналіз правильності прийнятих припущень і визначити ступінь відповідності реальної схеми шліфування пропонованій теоретичній моделі аналітичними методами на даний час досить складно. Ці питання можуть бути вирішені експериментально з використанням засобів вимірювань, які володіють необхідним набором метрологічних властивостей, таких як точність, чутливість, інерційність. Формування мікротвердості залізовуглецевих сплавів реалізується в середовищі швидкозмінного температурного поля, створеного переривчастим абразивним інструментом, параметри якого впливають на температуру в зоні різання, шорсткість поверхні та продуктивність процесу оброблення. Підвищення твердості поверхневого шару відбувається за рахунок вторинного загартування в ході оброблення а уникнення припалювань та інтенсифікація режимних параметрів за рахунок зменшення контактних температур.

Висновки. Застосування швидкозмінного високотемпературного поля в процесі механічного оброблення залізовуглецевих сплавів є прогресивною технологією, яка дає можливість зменшити кількість браку, зумовленого припалюванням поверхонь, підвищити поверхневу твердість, підвищити продуктивність оброблення за рахунок інтенсифікації режимних параметрів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ КОЕФІЦІЄНТА СТИСЛОВОСТІ ГАЗОВОДНЕВИХ СУМІШЕЙ ЗА РІЗНИХ РОБОЧИХ УМОВ

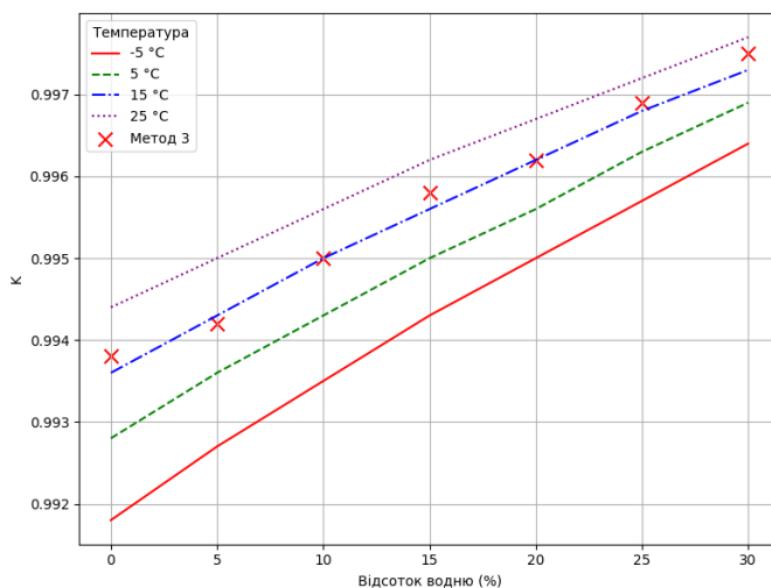
Середюк О.Є., Шевчук В.Б., Малісевич Н.М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

На даний час в рамках модернізації паливно-енергетичної мережі України і реалізації завдань енергоефективності значна увага приділяється дослідженню практичних засад можливості застосування газоводневих сумішей серед яких найбільш доцільним є додавання водню до природного газу. При цьому все більшої актуальності набувають питання дослідження функціонування засобів вимірювальної техніки, насамперед, різних типів лічильників і витратомірів газу. З врахуванням того, що комерційним параметром при обліку природного газу є його об'єм чи витрата за стандартних умов, то необхідним є вивчення впливу вмісту водню на коефіцієнт стисливості (КС) газоводневих сумішей за різних робочих умов експлуатації вимірювальних засобів.

Метою роботи є дослідження закономірностей зміни коефіцієнта стисливості газоводневих сумішей при змінному вмісті водню із врахуванням різних тисків і температур сумішей.

Оскільки суттєво впливовим фактором на значення КС природного газу є його компонентний склад, то при дослідженнях був вибраний, як приклад, природний газ наступного складу (у об'ємних %): 96,88 % - CH_4 ; 1,79 % - C_2H_6 ; 0,56 % - C_3H_8 ; 0,68% - CO_2 ; 0,09% - N_2 . Вміст водню змінювався від 0% до 30% за об'ємом з дискретністю 5%. При цьому при зростанні вмісту водню у газоводневій суміші вміст інших складових природного газу пропорційно зменшувався для досягнення загального об'єму 100%. Для дослідження був вибраний робочий діапазон сумішей за таких фіксованих значень абсолютного тиску 1;3;5;7 бар і температур -5; +5; +15; +25.°С.



– Графічна

Рисунок 1
ілюстрація

закономірностей зміни коефіцієнта стисливості газоводневих сумішей від об'ємного вмісту водню при абсолютному тиску 300 кПа за різних значень їх температури

Моделювання зміни значень коефіцієнта стисливості здійснювалося з використанням програмного забезпечення FLOWSOLV (Density, Compressibility AGA8:1994). Воно реалізоване на базі відомого методу визначення КС природного газу AGA8, але передбачає можливість врахування вмісту водню у природному газі. Результати моделювання подані на рисунку 1 та 2.

Основна виявлена закономірність за результатами моделювання стосується зростання значення КС із збільшенням вмісту водню при різних температурах (рис.1) і при різних тисках (рис.2). Водночас зростання температури приводить до зростання КС, яке приблизно становить 0,0007 одиниці при її збільшенні на 10.°C за умови вмісту водню 5%, і близько 0,0004 одиниці при аналогічному зростанні температури за умови вмісту водню 30% (рис.1). Це характеризує зменшення впливу температурного фактору КС при збільшенні вмісту водню у суміші.

Вплив збільшення тиску характеризується зменшенням КС (рис.2). Так зростання тиску на 2 бари приводить до його зменшення приблизно на 0,0038 одиниць при вмісті водню 5% і на 0,0018 одиниць при вмісті водню 30%. Тобто тут також є очевидним зменшення впливу робочого тиску на КС при збільшенні вмісту водню у суміші.

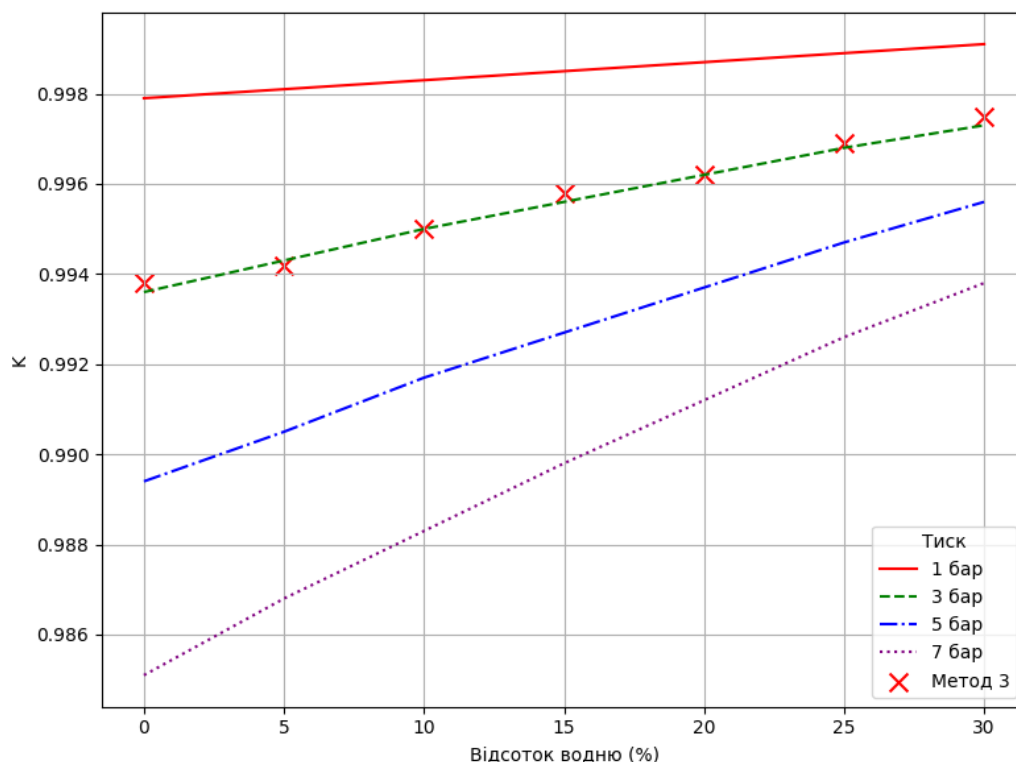


Рисунок 2 – Графічна ілюстрація закономірностей зміни коефіцієнта стисливості газоподобних сумішей від об'ємного вмісту водню при температурі 15°C за різних значень їх абсолютного тиску

На рисунку 1, 2 окремими точками відзначені результати розрахунку КС газоподобної суміші при 3 бар і 15°C з використанням розробленого авторами методу компонентного оцінювання складу газу з врахуванням їх критичних параметрів і розрахунку псевдоприведених значень тиску і температури робочих

параметрів. Моделювання здійснювалося саме при вказаних вище значеннях тиску і температури. (див. публікацію «Моделювання впливу водню на коефіцієнт стисливості газоводневих сумішей, Середюк О.Є., Малісевич В.В., Середюк Д.О., Шевчук В.Б., Мануляк Р.Т.», *Методи та прилади контролю якості*, 2023, № 2(51), С.29-38). У вказаній публікації дослідження проводилось при фіксованих значеннях тиску і температури і не досліджувався вплив різних тисків і температур на зміну коефіцієнта стисливості.

Отримані результати досліджень з використанням прикладного програмного забезпечення показують їх достатню збіжність і можливість застосування для практичних умов запропонованого нами спрощеного практичного методу розрахунку КС газоводневих сумішей, який викладений у наведеній вище публікації.

Висновок. Встановленні закономірності зміни коефіцієнта стисливості газоводневих сумішей при різних значеннях об'ємного вмісту водню, які якісно і чисельно ілюструються графіками.

РОЗРОБЛЕННЯ ТЕОРЕТИЧНИХ ЗАСАД РЕАЛІЗАЦІЇ МЕТОДУ ПОДВІЙНОГО КОНТРОЛЮ СЕРЕДОВИЩА

Середюк О.Є., Труфан М.М., Винничук А.Г.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Однією з переваг методу подвійного контролю (dual environment control-DEC) є забезпечення надійності та стійкості системи автоматичного телеметричного контролю. Якщо одна з систем вимірювання виявляє несправності або відхилення, інша система може продовжувати роботу та надавати коректні дані. Це особливо важливо в критичних ситуаціях, коли точність вимірювань має вирішальне значення.

Для інформаційно-вимірювальних технологій завдання верифікації даних та підвищення їхньої точності є надзвичайно важливими. Метод DEC сприяє вирішенню цих задач завдяки використанню двох незалежних систем вимірювання, що дозволяє зменшити похибки та забезпечити надійність навіть у випадку несправностей. Крім того, метод DEC дозволяє виявляти та коригувати аномалії в режимі реального часу завдяки застосуванню алгоритмів машинного навчання.

Використання двох незалежних систем вимірювання є основою методу DEC для забезпечення достовірності даних: основна система здійснює первинний збір даних, тоді як друга система слугує для контролю та перевірки точності.

Іншою обов'язковою складовою методу DEC є застосування сучасних алгоритмів аналізу даних, таких як машинне навчання, для виявлення неточностей, помилок, аномалій та трендів.

Метою роботи є виклад теоретичних засад реалізації методу DEC, поєднання процесів контролю та навчання системи, що забезпечує моніторинг середовища. Ідея полягає в тому, щоб не тільки контролювати систему, але й одночасно збирати інформацію для покращення її моделі.

Створюючи модель такої інтелектуальної інформаційно-вимірювальної системи важливим є зосередитись на головних аспектах. В нашому випадку метод DEC є методом оптимізації, який використовує матрицю вибору для вирішення задачі оптимізації.

По своїй суті метод подвійного контролю полягає в тому, що одночасно і паралельно використовуються два формально-незалежних в процесі збирання даних, але взаємопов'язаних в процесі прийняття рішень методи моніторингу даних. Тобто DEC поєднує два різних види контролю: контроль процесу та контроль результату в режимі реального часу. Контроль процесу відбувається шляхом налаштування параметрів задачі, таких як вагові коефіцієнти, обмеження та інші параметри, з метою досягнення оптимального результату. Контроль результату відбувається шляхом оцінки якості отриманих рішень та відбору найкращих.

Квадратна матриця вибору використовується для визначення вагових коефіцієнтів, які відображають важливість різних факторів у задачі. Ця матриця формується на основі набору даних з датчиків, часових рядів, алгоритмів машинного навчання та завдань, які потрібно виконати. Дані можуть бути зібрані з різних джерел і представлені у вигляді матриці, де кожний рядок відповідає

окремому фактору, а кожний стовпець представляє конкретний випадок або спостереження.

Після формування матриці вибору квадратичний аналіз використовується для визначення вагових коефіцієнтів. Цей аналіз враховує взаємозв'язки між факторами та їх вплив на досягнення бажаного результату. Вагові коефіцієнти використовуються для визначення ваги кожного фактора при прийнятті рішень та розрахунку функції мети.

Застосування методу подвійного контролю з квадратною матрицею вибору вимагає математичних обчислень та алгоритмічного підходу для вирішення задач оптимізації.

Після отримання даних інтелектуальна система використовує алгоритми опрацювання даних та аналізу для виявлення закономірностей, трендів, помилок, аномалій або інших важливих показників, в тому числі візуалізацію даних у вигляді графіків, статистики, сповіщення або автоматичне виконання певних дій у випадку виявлення критичних станів обладнання контролю чи виходу параметрів за певні межі. При цьому необхідною умовою, пов'язаною з контролем показників середовища, є оцінювання точності та достовірності отриманих даних.

Для практичного застосування методу DEC найбільш доцільним є поєднання PID-контролера та алгоритмів машинного навчання. Поєднання класичного методу контролю, такого як PID-контролер, з сучасними алгоритмами машинного навчання (ML) дозволяє адаптувати процес управління в реальному часі. Це підвищує ефективність управління за умов, коли структура системи або її параметри можуть змінюватися.

Інтеграція ML з PID-контролером дозволяє адаптувати коефіцієнти пропорційної, інтегральної та диференційної складових контролера в режимі реального часу на основі поточних даних системи, що підвищує адаптивність і стійкість системи до змін. Як алгоритми машинного навчання пропонується використовувати навчання з підкріпленням або неконтрольоване навчання, такі як Q-learning або глибоке підкріплювальне навчання, оскільки моделі зможуть покращувати стратегії управління системою для більш ефективного використання ресурсів і забезпечення ефективного контролю параметрів середовища.

В загальному застосування в інтелектуальних інформаційно-вимірювальних системах методу подвійного контролю має широкі перспективи в різних галузях виробництва. У промисловості можна використовувати цей підхід для контролю параметрів виробничих процесів, що дозволить запобігти виникненню небезпечних ситуацій та забезпечити якість продукції. У сільському господарстві метод подвійного контролю може бути використаний для моніторингу ґрунту, вологості, росту рослин і автоматизації процесу оптимального використання ресурсів. В медицині цей метод може знайти застосування для контролю за станом пацієнтів, вимірювання показників здоров'я та надання ранніх попереджень щодо появи можливих відхилень його стану.

ПРОГРЕСИВНА ТЕХНОЛОГІЯ КОМПЛЕКСНОГО МЕТОДУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Стецько А.Є.

Національний університет «Львівська політехніка»

Вступ. У приладобудуванні є достатньо велика частка швидкозношувальних деталей типу тіл обертання (пар тертя), які піддаються певному виду навантаження. Вони вимагають нанесення зміцнювальних покриттів потрібних характеристик відповідно до умов роботи таких пар тертя.

Створення нових технологічних методів підвищення зносостійкості та довговічності деталей машин є пріоритетним напрямком сучасного приладобудування. Ринок вимагає конкурентоздатних технологій, які попри свою невисоку вартість та складність, давали б відчутний ефект.

Постановка завдання. Підвищення надійності та довговічності деталей машин є завданням багатьох досліджень. Пропонуються використання технологічних методів електроіскрового зміцнення, плазмового наплавлення, лазерного наплавлення та інші. В основному кінцевим результатом є утворення композитного шару з досить твердими включеннями високої крихкості (вищі карбіди хрому та титану, нітриди) та, в основному, невеликої товщини, або технологія виготовлення деталей, покритих даним зносостійким композиційним покриттям є досить складною та дорогою (наприклад, застосування лазерного оплавлення або створення композиційних покриттів із дефіцитних та вартісних складників), потребує спеціального обладнання, висококваліфікованих спеціалістів.

Мета роботи. Метою даного дослідження є створення технологічного процесу відновлення спрацьованих поверхонь деталей машин з композитним зносостійким поверхневим робочим шаром для збільшення ресурсу роботи деталей типу тіл обертання, підвищення їх надійності та довговічності.

Основна частина. Одним з технологічних способів, який відповідає цим вимогам є відновлення деталей машин комплексним методом хімічної обробки і дифузійного хромування. Він складається із нікелькобальтфосфорного хімічного покриття і дифузійного хромування. Реалізація даного виду обробки дає змогу отримати на поверхнях деталей машин зміцненого шару композиційної будови відносно великої товщини. Завдяки цьому підвищується зносостійкість (відповідно, довговічність і надійність) деталей машин, а також велика товщина зміцненого шару дає можливість використовувати метод ремонтних розмірів при наступних ремонтах даних деталей. Запропонований комплексний метод хімічної обробки і дифузійного хромування відновлення деталей машин складається з попередньої механічної обробки заготовки, нанесення Ni-Co-P хімічного покриття і хіміко-термічної обробки – дифузійного хромування в порошковому середовищі та фінішної механічної обробки. Така схема зміцнення дозволяє отримувати гетерогенні покриття із потрібними показниками якості робочих поверхонь деталей, змінюючи для цього режими комплексного методу.

Використання хіміко-термічної обробки (ХТО), як базової обробки комплексного методу хімічної обробки і дифузійного хромування має такі переваги: загальна обізнаність з технологією дифузійного насичення поверхонь

деталей (майже на кожному машинобудівному підприємстві використовуються процеси хіміко-термічної обробки); недефіцитність та відносна простота обладнання (потрібне обладнання є на кожній термічній дільниці чи термічному цеху підприємств); відносна простота проведення і керування процесом ХТО (більшість процесів є автоматизованими) та ін.

Перед зміцненням шляхом комплексного методу хімічної обробки і дифузійного хромування робочі поверхні спрацьованих деталей механічно обробляли відомими методами (точіння, фрезерування, шліфування та ін.) для видалення модифікованого поверхневого спрацьованого шару та виправлення поверхні деталі до правильної геометричної форми. Механічну обробку слід проводити із врахуванням міжремонтних розмірів даної деталі.

Для визначення впливу хімічного покриття, в тому числі його компонентів, запропоновано проводити хімічну обробку із різних рецептур. Хімічне покриття проведено із завантаженням 4 дм²/л, що дозволило зменшити час нанесення із 120 хв. (при використанні промислового завантаження 7,2 дм²/л) до 45 хв.

Під час дифузійного хромування додатково вводилася ізотермічна витримка, яка дозволяє на початковій стадії хіміко-термічної обробки сформуватися глибшому шарові первинного розчину хрому в α -залізі, і, відповідно, композитної зони більшої товщини.

Хіміко-термічну обробку – дифузійне хромування проводять при температурі 1050°C. Під час нагрівання, при досягненні визначеної температури проводять ізотермічну витримку. Введення ізотермічної витримки дозволило сформувати більш потужну первинну зону твердого розчину хрому в α -залізі. Це пов'язано з тим, що при температурі ізотермічної витримки в реторті проходить підвищена адсорбція хрому з атмосфери суміші для хромування, оскільки маємо розплавлене Ni-Co-P хімічне покриття на поверхні деталі.

Трибологічні дослідження деталей, зміцнених комплексним методом показали, що зносостійкість пар тертя, де тілом є деталь, зміцнена комплексним методом, а контр тілом є борована деталь збільшується порівняно із традиційною парою тертя (гартована сталь – бронза) у 10 разів.

Висновки. Створення технологічного процесу відновлення спрацьованих поверхонь деталей машин з композитним зносостійким поверхневим робочим шаром для збільшення ресурсу роботи деталей типу тіл обертання є новим методом зміцнення та відновлення деталей, що в рази підвищує їх надійність та довговічність.

РОЗРОБКА ЗАХИЩЕНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ДОМАШНЬОЇ ІОТ-МЕРЕЖІ

Супруненко К.О., Шелуха О.О.

Державний університет «Житомирська політехніка»

Вступ. Інтернет речей стає невід'ємною частиною сучасного життя, відіграючи важливу роль у повсякденному житті. Зі зростанням кількості підключених пристроїв та їхньою інтеграцією один з одним, IoT суттєво спрощує виконання щоденних завдань, підвищуючи комфорт, безпеку та ефективність управління домашнім господарством. Впровадження IoT-технологій у наше домашнє середовище дозволяє автоматизувати рутинні операції, а також дозволяє регулювати витрати енергії та певною мірою підвищувати рівень захищеності.

Постановка задачі. Можливість контролювати роботу IoT пристроїв через веб-інтерфейс додатково забезпечує віддалений доступ користувачів до функцій своїх розумних пристроїв, дистанційно керувати ними, налаштовувати сценарії автоматизації та швидко реагувати на будь-які зміни в системі де ці пристрої використовуються. Проте, дані, що передаються між пристроями, повинні бути захищені від несанкціонованого доступу та зловмисних атак, а захист персональної інформації користувачів має бути пріоритетом в роботі таких систем. Тому актуальною є задача розробки безпечної та ефективної системи керування та моніторингу домашньої IoT-мережі з використанням веб-серверу.

Мета роботи. Метою даної роботи є дослідження методів функціонування та підвищення ефективності системи управління та моніторингу домашньої IoT-мережі, яка використовує веб-сервер для інтеграції та керування різними аспектами домашнього господарства.

Основна частина. Розроблювана система має забезпечити зручний доступ до управління пристроями, моніторингу їхнього стану та автоматизації завдань. Відповідно, веб-сервер буде слугувати центральним елементом системи, забезпечуючи інтерактивний інтерфейс для користувачів, через який вони зможуть легко контролювати освітлення, кліматичні системи, охоронні пристрої та інші елементи IoT-системи. Завдяки впровадженню сучасних технологій захисту даних, система має гарантувати високий рівень безпеки, що дозволяє зменшити ризики несанкціонованого доступу та захистити приватність користувачів.

Для створення ефективної системи домашньої мережі IoT використання контролера ESP32 через наявність вбудованих модулів Wi-Fi та Bluetooth що дозволяють легко інтегрувати пристрої в бездротову мережу і керувати ними віддалено. Також цей контролер підтримує різноманітні протоколи зв'язку, що дозволяє взаємодіяти з різними сенсорами та пристроями і завдяки активній підтримці спільнотою має велику кількість доступних бібліотек та інформаційних ресурсів для розробників.

Вебсервер працює на мікроконтролері ESP8266, оскільки він забезпечує достатню продуктивність для надійної роботи вебсервера. Інші ж компоненти були виконані на основі плат ESP32. Система включає в себе датчики для збору даних про вологість, температуру, рух, а також включає модуль камери для

відеоспостереження. Сенсори для вимірювання вологості і температури надають точні дані про ці параметри, забезпечуючи моніторинг навколишнього середовища. Датчик руху відстежує будь-які переміщення в зоні його дії, сповіщаючи систему про активність. Модуль камери ESP32-CAM дозволяє не тільки отримувати зображення, але й вести відеотрансляцію. Це додає системі важливі функції для моніторингу і забезпечення безпеки, дозволяючи оперативно реагувати на будь-які зміни або інциденти. Вся зібрана інформація передається на вебсервер для подальшої обробки і аналізу.

Далі, система повинна мати можливість налаштування сценаріїв автоматизації, що дозволить оптимізувати використання енергоресурсів та підвищити ефективність управління домом, що дозволить не лише покращити зручність у користуванні, а й забезпечить ефективність та безпеку функціонування домашньої IoT-мережі.

Для реалізації коду застосовувалось середовище розробки Arduino IDE. Для зашифрованої передачі даних було використано бібліотеки Crypto, AESLib та Base64. Бібліотека AESLib забезпечує шифрування та дешифрування даних, що гарантує їх конфіденційність під час передачі. Бібліотека Base64 використовується для кодування шифрованих даних у текстовий формат, який легко передається через мережу. Бібліотека Crypto забезпечує додаткові криптографічні функції, такі як хешування та HMAC, для перевірки цілісності та автентичності даних.

Додатково для з'єднання Wi-Fi були використані бібліотеки ESP8266WiFi, WiFiClientSecure, що використовується для встановлення захищених (SSL/TLS) з'єднань з сервером, та забезпечує безпечну передачу даних між мікроконтролером і сервером, та, відповідно, ESP8266WebServer, що створена для роботи з мікроконтролерами ESP8266 та забезпечує можливість створення простого вебсервера, дозволяє мікроконтролеру обробляти HTTP-запити та відповідати на них.

Система також підтримує можливості отримання та виконання фрагментів коду з хмари для оновлення або доповнення функціоналу. Це дозволяє легко оновлювати програмне забезпечення та додавати нові функції без необхідності фізичного доступу до пристроїв. Використання хмарних сервісів для оновлення забезпечує гнучкість та адаптивність системи. Також в системі реалізовано інтеграцію з Telegram-ботом, що дозволяє своєчасно отримувати сповіщення про інциденти.

Висновки. За рахунок того, що основні функції системи керування та моніторингу домашньої IoT-мережі виконуються локально на мікроконтролерах, які не залежать від постійного з'єднання з хмарними сервісами, система може працювати автономно, є стабільною навіть при втраті зв'язку. При цьому IoT-мережа є доступною для користувача через мережу Інтернет та отримувати сповіщення в режимі реального часу в системі обміну повідомленнями Telegram.

ПРО МЕТОДИКУ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТИ СКАНУВАННЯ ЗА СИГНАЛОМ РЕШІТКИ

Сус В.П., Михальчук А.Ю., Босак Р.О., Кайдик О.Л., Терлецький Т.В.
Луцький національний технічний університет

На сьогодні мікроскопія є однією із найпоширеніших технологій, яка дозволяє досліджувати різноманітні матеріали та біологічні систем. З поміж основних методик, які застосовують для детального аналізу об'єктів, варто виділити такий інноваційний підхід, який би базувався б на багатоеlementній акустичній мікроскопії, в основі якої лежить принцип акустичного сканування. При цьому, важливим аспектом цієї технології має виступати точне визначення координати сканування, що дозволить отримати високу роздільну здатність та необхідну точність дослідних результатів.

Запропонована авторами система багатоеlementного акустичного мікроскопа дозволяє отримати механічний рух досліджуваної ґратки за рахунок ручної подачі, при цьому, координату механічного сканування доцільно встановлювати з аналізу просторово-часових сигналів елементів, які розташовуються вздовж напрямку його руху. Слід зауважити, що ключовим елементом, з точки зору оптимізації процесу накопичення інформації та забезпечення її достовірності, є методика визначення координати сканування за сигналом решітки.

Наведена методика базується на принципі виділення загальної кількості однакових елементів решітки, які розташовані вздовж напрямку руху сканера мікроскопа на однакових відстанях один від одного. Під час такого руху елементи, які розташовано за напрямком дослідного зразка, випромінюють ультразвукові хвилі та поглинають відбиті сигнали. Такі сигнали зазвичай відображають у вигляді набору двовимірних функцій $v_i(t, T)$.

Оцінка часових інтервалів відбувається у ході відшукування моментів часу тоді, коли елементи вимірювального перетворювача проходять над характерною точкою дослідного зразка. При цьому, точність визначення функції $\tau(T)$, а також можливість її оцінювання напряму залежать від властивостей сигналів, які визначаються особливостями об'єкта. Зауважимо, що пошук характерних точок для багаточисельних та різноманітних неоднорідностей, зазвичай, є складним завданням та майже не піддається алгоритмізації.

Враховуючи дану проблему авторами запропоновано провести оцінювання часових інтервалів за допомогою кореляційного аналізу. Це дозволить оцінювати швидкість руху вимірювального перетворювача за двома, лише, елементами. Наявність більшої кількості елементів дозволить отримати усереднену оцінку швидкості, яка дозволить підвищити загальну точність результату вимірювання.

Запропонована методика дозволяє отримувати зображення в матричних безлінзових мікроскопах. При цьому точність вимірювання координати сканування об'єктів, акустичні властивості яких достатньо швидко змінюються вздовж напрямку руху не перевищує розмір елемента решітки.

ОСОБЛИВОСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЕТАЛОННИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЛІЧИЛЬНИКІВ ВОДИ

Уколов О.М., Середюк О.Є.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Сучасні промислові системи перевірки метрологічних характеристик водяних лічильників стикаються з низкою завдань, пов'язаних з необхідністю підвищення точності, швидкодії перевірки. Для вирішення цих завдань розроблені напрямки вдосконалення, висвітлення яких є метою даної публікації.

Нами сформовані такі основні доцільні напрями вдосконалення еталонних установок для метрологічних досліджень лічильників води:

- застосування штучного інтелекту (ШІ) для аналізу вібрацій та діагностики стану досліджуваних лічильників води;
- використання нейронних мереж для обробки даних та коригування систематичних складових похибок;
- автоматизація та цифровізація процесів перевірки лічильників води за допомогою інтелектуальних систем керування;
- інтеграція спеціалізованих давачів та обладнання для збору та аналізу інформаційних даних у реальному часі.

Розкриття першого напрямку вдосконалення є наступним. У процесі роботи лічильника води їх внутрішні рухомі елементи піддаються спрацюванню (крім ультразвукових та електромагнітних). Як наслідок виникають вібрації, які під час повірки оператором не є можливими для фіксації внаслідок шуму та вібрації при функціонуванні установки повірки лічильників. Застосування ШІ та нейронних мереж при аналізі вібрацій лічильника води дозволить автоматизувати процес виявлення несправностей. Також в подальшому можна буде зібрати інформацію про те, як і які пошкодження впливають на метрологічні характеристики лічильника. Алгоритм навчання нейронної мережі за цих умов може бути наступним: на основі попередньої інформації зберігається зразок (портрет вібрації) справного лічильника певного типу. Також в базі ПЕОМ повинні зберігатися «портрети» вібрацій даного типу і типорозміру лічильника з різними пошкодженнями, наприклад несправний підшипник, викривленні лопаті, тощо. Попередньо такі операції проводяться для лічильників інших типів та діаметрів при вимірюванні на різних витратах води. Після заповнення бази знань створюється база правил застосування цих знань.

Для аналізу вібрацій рекомендується застосування наступних компонентів: вібродавачі моделі IEPЕ або моделі MEMS, аналізатор вібрацій моделі NI CompactDAQ або моделі Phantom Vibration Analyzer.

Висновок: Переваги застосування ШІ та нейронних мереж у метрологічних вимірювальних системах є очевидні, однак підвищують вимоги до компетентності обслуговуючого персоналу.

МОНІТОРИНГ ПРОЦЕСУ ШЛІФУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Чалий В.Д., Кузьмич А.І.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Ринкова революція останніх років вимагає від машино- та приладобудівних підприємств, що випускають високоточні деталі та вироби для авіаційної, автомобільної, суднобудівної, електронної та іншої техніки, ефективного зниження витрат з одночасним підвищенням якості деталей, виготовлених за допомогою операцій механічної обробки.

Постановка задачі. Для забезпечення якості продукції та ефективності виробництва на підприємствах впроваджуються системи управління якістю продукції, одним із найважливіших елементів яких є системи діагностики та моніторингу технологічного процесу та обладнання. Необхідність ефективного зниження витрат, пов'язаних із підвищенням якості виготовлених деталей, вимагає впровадження більш інтелектуальних систем діагностування технологічних процесів у промислових середовищах.

Мета роботи. Метою роботи є розвиток методів контролю та моніторингу динамічної поведінки металообробних технологічних систем і визначення на цій основі їх ресурсу та діагностика технологічних процесів виготовлення деталей.

Основна частина. Впровадження інтелектуальних процесів у різних галузях промисловості, в яких використовується механічна обробка деталей з числовим програмним управлінням (ЧПУ), швидко зростає. Однак системи з ЧПУ недостатньо надійні та самонавчальні, щоб працювати без втручання людини. Аналітичний огляд інформаційних джерел показав, що є три важливі цілі моніторингу процесу шліфування, зокрема: виявлення проблем, які виникають під час даного процесу; надання інформації для оптимізації процесу та сприяння розвитку бази даних, необхідної для визначення контрольних параметрів. Розглядаючи процес зовнішнього врізного шліфування з базуванням на жорстких опорах, виявлено що в ньому існує багато параметрів, які необхідно визначити завчасно в момент розробки технологічного процесу, зокрема підібрати характеристики шліфувальний круга, змащувально-охолоджуючу рідину (ЗОР), швидкість шліфувального круга, швидкість деталі, швидкість подачі й т.д. Одним із найважливіших серед них є швидкість подачі, що визначає кінцеві результати якості шліфування та час циклу. Вибір циклограми шліфування, яка на пряму впливає на якість продукції та час циклу є важливим фактором, який слід враховувати. Інформація, отримана під час моніторингу системи, може бути використана для мінімізації часу циклу шліфування, правильного розподілу на чорнову подачу, чистову подачу та на необхідну тривалість виходжування для підвищення якості та ефективності процесу.

Висновки. Використання акустичної емісії (АЕ) для моніторингу та управління процесом шліфування є відносно новою технологією, яка, окрім іншого, більш чутлива до варіацій умов шліфування порівняно з вимірюванням сили та потужності різання, що є перспективною методикою моніторингу процесів і як наслідок – ефективного управління.

ФОРМУВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОГЕОМЕТРІЇ ТОРЦІВ КІЛЕЦЬ ПІДШИПНИКІВ

Сьох О.М., Пташенчук В.В.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Одне з провідних місць при обробленні матеріалів різанням займають технологічні процеси фінішних операцій із застосуванням абразивних шліфувальних кругів, які дозволяють обробляти практично всі існуючі і нові конструкційні матеріали та остаточно формують поверхневий шар, що визначає їхні експлуатаційні властивості. Так, наприклад, трудомісткість операцій виконаних на шліфувальних верстатах у підшипниковій промисловості складає більше 60%. Актуальною в даний час є проблема забезпечення заданої якості і високої продуктивності шліфування заготовок з підшипникових сталей (ШХ4, ШХ15), які характеризуються високою твердістю (55-65 HRC) та схильні до виникнення теплових дефектів. Недоліками традиційних методів шліфування при обробленні таких матеріалів є складність одержання поверхонь необхідної точності за геометричними та якості за фізико-механічними характеристиками: непаралельність, неплщинність торцевих поверхонь в межах допуску 8-12 мкм; непостійність ширини кільця в межах допуску 25 мкм; шорсткість торців не повинна перевищувати 1,25 мкм; виникнення припиків поверхневих шарів, зниження твердості та поява мікротріщин не допускається.

Постановка задачі. Зменшення браку продукції на операціях механічного оброблення, що особливо проявляється при абразивному обробленні плоских поверхонь є актуальним завданням, оскільки припалювання та зниження якості поверхневого шару торцевих поверхонь кілець роликів підшипників має значний відсоток, що вимагає прийняття заходів впливу для їх усунення. Актуальність вирішення цього питання полягає також в тому, що торцеві поверхні кілець підшипників є базовими поверхнями при подальшому обробленні доріжок кочення, що впливає на їх експлуатаційні властивості (шумність, надійність, довговічність).

Мета роботи. Метою роботи є дослідження впливу параметрів та конструкції різального інструменту на мікрогеометрію торців кілець підшипників та встановлення взаємозв'язку між ними.

Основна частина. Необхідна якість оброблених поверхонь кілець роликів підшипників забезпечується, як правило, підбором режимів шліфування, що знижує продуктивність оброблення. Однак, на даний час не існує методів шліфування, що забезпечують повну відсутність дефектів поверхні в процесі шліфування. Підвищення вимог до якості поверхневого шару виробів вимагає створення нових, більш прогресивних методів фінішного оброблення, що забезпечує одержання заданих параметрів якості при високій продуктивності процесу.

Однак, безліч змінних в часі факторів, таких як нерівномірність величини припуску, нерівномірність зношення та зміна профілю круга зумовлюють непрогнозовану зміну складових сил різання, що в свою чергу призводить до нестабільності процесу шліфування. Крім того, на продуктивність і якість оброблення істотний вплив відіграє метод шліфування. Так, наприклад, на

операціях безцентрового шліфування кілець роликотідшипників з використанням двосторонніх торцешліфувальних автоматів ускладнюється подача ЗОР в зону оброблення, що підвищує теплонапруженість процесу різання та знижує його продуктивність. Торцеві поверхні кілець роликотідшипників є базовими на подальших операціях механічного оброблення доріжок кочення та в значній мірі визначають клас точності підшипника й ряд його експлуатаційних властивостей. У цьому зв'язку створення процесів інтенсивного бездефектного шліфування на базі нових конструктивних і технологічних рішень являє собою складну наукову проблему. Одним з таких рішень є розроблення і дослідження процесу торцевого шліфування кілець роликотідшипників виготовлених зі сталі ШХ15 переривчастим абразивним інструментом з подачею змащувально-охолоджувальної рідини під тиском через канавки круга, що дозволяє знизити температуру в зоні різання, забезпечує необхідний рівень мікрогеометрії поверхні, інтенсифікує режимні параметри, підвищує стійкість інструменту та продуктивність процесу.

Висновки. Розроблені методологічні основи створення ефективного способу плоского торцевого шліфування переривчастим абразивним інструментом підшипникової сталі ШХ15, що забезпечує підвищення продуктивності та необхідну якість (задану шорсткість поверхні, уникнення припиків, мікротріщин, похибок форми) при торцешліфуванні кілець роликотідшипників.

АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИКОРИСТАННЯ ФРЕЙМВОРКУ LARAVEL НА СТОРОНІ СЕРВЕРУ В КОМЕРЦІЙНІЙ РОЗРОБЦІ

Хвищун М.В., Євсюк В.М.

Луцький національний технічний університет

Вступ. Laravel є одним із найпопулярніших backend-фреймворків для розробки веб-додатків, який активно використовується в комерційній розробці. Завдяки широким можливостям і багатому набору вбудованих інструментів, Laravel забезпечує швидку розробку, високу продуктивність, масштабованість та надійність, що робить його ідеальним вибором для створення комерційних додатків. Актуальність використання Laravel зростає в умовах розвитку електронної комерції та сервісів, так як цей інструмент забезпечує максимально зручну та швидку розробку проектів такого формату.

Постановка задачі. Задачею даного дослідження є аналіз ключових особливостей фреймворку Laravel, які роблять його оптимальним вибором для розробки комерційних додатків. У ході дослідження розглядатимуться питання швидкості розробки, масштабованості проекту, гнучкості написання коду та особливостей використання інструментів Laravel для оптимізації процесу розробки на стороні серверу.

Мета роботи. Метою цієї роботи є дослідження та аналіз фреймворку Laravel в контексті комерційної розробки для виявлення його переваг, особливостей застосування та можливих недоліків при побудові сучасних веб-додатків.

Основна частина. Фреймворк Laravel є одним із найбільш популярних рішень для розробки веб-додатків на стороні серверу, особливо у сфері комерційної розробки. Laravel надає розробникам великий набір вбудованих інструментів, таких як маршрутизація, система аутентифікації, робота з базами даних за допомогою Query Builder або Eloquent ORM (object-relational mapper), а також підтримка модульного підходу при написанні коду, що спрощує процес розробки, тестування та підтримки веб-додатків.

Однією з ключових переваг Laravel є його здатність прискорювати процес розробки. Завдяки великій спільноті та Open-Source підходу, будь-який розробник може запропонувати свій варіант, як розширити сам інструмент, або написати власний пакет для вирішення поставленої задачі, який можна встановити на свій проект за допомогою пакетного менеджера для мови програмування PHP - Composer. Багато рішень, таких як аутентифікація користувачів, розробка функціональної адміністративної панелі, підключення систем оплати, налаштування свого локального середовища розробки - усе це вирішується буквально кількома пакетами офіційними пакетами Laravel.

Масштабованість також є важливою перевагою Laravel, особливо в умовах розробки комерційних проектів, які зазвичай стикаються з проблемою великого обсягу даних та високого навантаження на сервер. Laravel надає потужні засоби для управління ресурсами, такі як черги (Queues) та система обробки фонових виконання задач (Workers). Це дозволяє виконувати важкі обчислювальні задачі у фоновому режимі, не впливаючи на продуктивність основних процесів веб-додатка. Також фреймворк забезпечує легке масштабування за рахунок

інтеграції з популярними хмарними сервісами, такими як AWS, і використання кешування через Redis або Memcached. Весь функціонал підключення та використання сервісів вже реалізований в Laravel, тому розробник може легко інтегрувати будь-який із них, змінивши відповідне значення в конфігурації, при цьому не порушивши роботу проекту.

Гнучкість Laravel полягає у можливості розробляти різні типи проектів — від невеликих веб-сайтів до складних корпоративних систем. Фреймворк підтримує принципи інверсії контролю (IoC) та впровадження залежностей (Dependency Injection), що дає можливість розробникам створювати контрольовані та структуровані додатки. Крім того, Laravel використовує багато архітектурних шаблонів проектування, зокрема таких як "Фабричний метод" (Factory Method), "Спостерігач" (Observer) та "Фасад" (Facade), що дозволяє створювати код, який легко тестується та розширюється. А за допомогою постачальників послуг (Service providers) та сервісного контейнера можна підмінити буквально будь-який клас, який імплементує інтерфейс Laravel, та використовувати в ядрі саме користувацьку реалізацію.

Також не слід забувати про систему безпеки, яка відіграє ключову роль в комерційних додатках, де захист даних користувачів є пріоритетом. Laravel пропонує вбудовані механізми захисту від основних типів атак, таких як CSRF (Cross-Site Request Forgery), SQL-ін'єкції та XSS (Cross-Site Scripting). Крім того, фреймворк надає зручні інструменти для управління аутентифікацією користувачів через Bearer Token або OAuth, що є необхідним у багатьох сучасних додатках для забезпечення безпеки облікових записів користувачів.

Однак, незважаючи на всі переваги, Laravel має й деякі недоліки, які можуть бути проблемою для комерційної розробки. У випадку, коли сайт зосереджений на високу відвідуваність клієнтів, Laravel буде не найкращим вибором, так як мова програмування PHP не є асинхронною і не може паралелити процеси. Хоча з мого досвіду розробки веб-додатків, у цьому випадку може допомогти Laravel Octane - офіційний пакет, розроблений командою фреймворку, який використовує такі сервери-додатків як Road Runner, Open Swoole, Swoole та FrankenPHP. Проте для його використання потрібно правильно купити більш потужний сервер та налаштувати його.

Висновки. На основі проведеного аналізу можна зробити висновок, що Laravel є одним з провідних інструментів для комерційної розробки, який дозволяє досягати високих показників продуктивності, масштабованості та безпеки при створенні веб-додатків.

Наукове електронне видання

МАТЕРІАЛИ

VI-ї Всеукраїнської науково-практичної конференції
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА МЕТРОЛОГІЯ:
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ, ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ

23-25 жовтня 2024 р.

ЗБІРНИК ТЕЗ

Роботи друкуються в авторській редакції.

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації.

Укладач: В. Пташенчук

Технічне корегування: В. Денисюк

Відповідальний за випуск: Ю. Лапченко

Адреса редакції:

Україна, 43018, м. Луцьк, вул. Львівська, 75, Луцький національний технічний університет, факультет комп'ютерних та інформаційних технологій, кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

Телефон: (068) 762-15-36

Факс: (0332) 74-48-40

e-mail: confkptm@gmail.com

Луцьк 2024