



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



ЛУЦЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

**ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА МЕТРОЛОГІЯ:
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ, ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ
матеріали IV Всеукраїнської
науково-практичної конференції**

**INSTRUMENTATION AND METROLOGY
CONTEMPORARY ISSUES, TRENDS
materials IV Ukrainian scientific conference**



м. Луцьк, 2020

УДК 006; 371; 531; 537; 538; 546; 620; 621; 681
П76

ОРГАНІЗАТОРИ:

Луцький національний технічний університет
Кафедра приладобудування

Автори опублікованих матеріалів несуть відповідальність за підбір, 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.

**Рекомендовано до друку науково-технічною радою
Луцького національного технічного університету
(протокол № 5 від 25 листопада 2020 р.)**

П76 Приладобудування та метрологія: сучасні проблеми, тенденції розвитку : метеріали ІV Всеукраїнської науково-практичної конференції (29-30 жовтня 2020 р.) : збірник тез. – Луцьк : Луцький НТУ, 2020. – 104 с.

У виданні зібрано матеріали наукових досліджень вчених, викладачів, аспірантів та студентів ЗВО у галузі сучасного приладобудування, прецизійних технологій, інтелектуалізації виробництва та метрології.

**Міністерство освіти і науки України
Інститут модернізації змісту освіти
Луцький національний технічний університет**

**ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА МЕТРОЛОГІЯ:
СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ, ТЕНДЕНЦІЇ
РОЗВИТКУ**

тези доповідей

IV Всеукраїнської науково-практичної конференції

29-30 жовтня 2020 р.

Луцьк



Lutsk

29-30 october 2020

abstracts

**INSTRUMENTATION AND METROLOGY:
CONTEMPORARY ISSUES, TRENDS**

Луцьк, 2020

Організаційний комітет Всеукраїнської науково-практичної конференції
**“ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА МЕТРОЛОГІЯ: СУЧАСНІ
ПРОБЛЕМИ, ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ”**

голова	Савчук П.П. , д.т.н., професор, в.о. ректора Луцького національного технічного університету
заступник голови	Лапченко Ю.С. , к.т.н., доцент, Луцький національний технічний університет Шимчук С.П. , к.т.н., доцент, проректор з науково-педагогічної роботи Луцького національного технічного університету
члени комітету	Заболотний О.В. , к.т.н., доцент, декан технологічного факультету Луцького національного технічного університету Саміла А.П. , д.т.н., доцент, проректор з наукової роботи Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича Заблоцький В.Ю. , к.т.н., доцент, Луцький національний технічний університет Хімічева Г.І. , д.т.н., професор, Київський національний університет технологій та дизайну Марчук В.І. , д.т.н., професор, Луцький національний технічний університет Походило Є.В. , д.т.н., професор, Національний університет “Львівська політехніка” Сомов Д.О. , к.т.н., доцент, Луцький національний технічний університет Філіппова М.В. , к.т.н., доцент, Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського” Кайдик О.Л. , к.т.н., доцент, Луцький національний технічний університет Назарова О.С. , к.т.н. доцент, Національний університет “Запорізька політехніка” Ларшин В.П. , д.т.н., професор, Одеський національний політехнічний університет Авер’янова Л.О. , к.т.н., доцент, Харківський національний університет радіоелектроніки Середюк О.Є. , д.т.н., професор, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Пристапа А.Л. , к.т.н., доцент, Національний університет «Чернігівська політехніка» Дмитрієв Д.О. , д.т.н., професор, Херсонський національний технічний університет Івченко О.В. , к.т.н., доцент, Сумський державний університет Ляшук О.Л. , д.т.н., професор, Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя Пугач С.О. , к.г.н., доцент, Волинський національний університет імені Лесі Українки Петрище М.О. , к.т.н., доцент, провідний науковий співробітник ПП “Науково-виробничий центр оцінки відповідності “ЮГ”” Єрко Т.А. , заступник генерального директора ДП “Волиньстандарт-метрологія” Дахнюк О.П. , к.т.н., начальник відділу матеріально-технічного постачання ДП Луцький ремонтний завод “Мотор” Семенюк А.Б. , заступник директора з виробництва ПАТ “Електро-термометрія” Чалий В.Д. , керівник проектів впровадження нової продукції ПрАТ “SKF Україна”
секретаріат комітету	Пташенчук В.В. , к.т.н., доцент кафедри приладобудування, Луцький національний технічний університет. Денисюк В.Ю. к.т.н., доцент кафедри приладобудування, Луцький національний технічний університет

ЗМІСТ

	стор.
R.T. Vodnar, V.B. Bilishchuk Device for determination of interphase tension of opaque liquids	9
Бабко І.О., Коробочка О.М., Серета Б.П. Дослідження жаростійкості тинових покриттів в умовах СВС	10
Банга В.І., Крупич О.М., Кайдик О.Л. Експериментальний вимірювач рівня висоти засипання комбікормів в бункерах	12
Белозор І.В., Серета Б.П., Серета Д.Б. Дослідження фізико-механічних властивостей молібденових покриттів отриманих в умовах СВС	14
Витвицька Л.А., Чуйко М.М. Метод комплексного контролю поверхневих властивостей розчинів ПАР для інтенсифікації нафтогазовидобування	15
Вісин О.О., Берман О.К. Становлення Луцького приладобудівного заводу	16
Волох В.І., Серета Б.П., Серета Д.Б. Формирование структуры низкоуглеродистой катанки в условиях СВС с применением магнитного коерцитиметрического контроля	18
V. Hryniuk, A. Vynnychuk, N. Klochko Development of information and measurement system for regulation of greenhouse premises microclimate	19
S.V. Dakys, O.S Krynytsky Measurement parameters of thermoelectric generators	20
Данильчук С.П., Замуруєва О.В., Сахнюк В.Є., Федосов С.А., Захарчук Д.А. Фотонні пристрої на основі кристалічних сполуках $TlInX_2-D^{IV}X_2$ ($D^{IV} - Si, Ge, Sn; X - S, Se$)	21
Декун Х.С., Лапченко Ю.С. Особливості використання лазерних технологій в медицині	23
Дунець Р.Б., Дзундза Б.С., Дейчаківський М.В., Павлюк М.Ф. Комп'ютерна система для імпедансної спектроскопії термоелектричних перетворювачів енергії	25
Завальський В.І., Чуйко М.М. Контроль змочувальних властивостей припоївдля підвищення якості процесу паяння	26
Замуруєва О.В., Вілігурський О.М. PYTHON GATEWAY для платформи даних INTERSYSTEMS	27

Киричук І.В., Лапченко Ю.С. Методика перевірки індукторів-електромагнітів магнітотерапевтичного пристрою ПОЛЮС-101	28
Ковалева А.А. Развитие возможности автоматизированной обработки изображений при оптической капилляроскопии	30
Кононенко А.С., Свіржевський К.М. Можливості спрямованого формування показників якості спряжених деталей	32
Кононов В.Б. Вибір критерію оптимальності бінарних вимірювальних сигналів з нормованим спектром	34
Коробко А.І., Шатіхіна В.Є. Віртуальний тренажер метрологічного забезпечення випробувальної лабораторії	36
Королюк О.С., Симонюк В.П. До модернізації системи зміни висоти столика гоніометра ГС-5	38
Коротич О.О., Залізецький А.М., Мельник В.І. Аналіз процесуавтоматизації кондиціонування повітря побутових приміщень	39
Космач О.П. Вібраційний аналіз вузла з гідравлічними опорами ковзання	41
Кругляк Д.О., Середа Б.П., Середа Д.Б., Проломов А.А. Підвищення корозійної стійкості деталей металургійного виробництва захисними покриттями отриманими в порошкових середовищах	43
Кругляк І.В., Середа Б.П. Дослідження експлуатаційних характеристик дифузійних шарів, отриманих з використанням композиційних насичуючих середовищ	44
Кузь М.В., Заміховський Л.М., Кузь Г.М., Шульга В.А. Нормативно-правові та технічні аспекти впровадження обліку газу в одиницях енергії в Україні	45
Лебедєв В.А., Лактіонов І.С., Вовна О.В. Результати розробки та впровадження комп'ютерно-інтегрованої технології моніторингу ґрунтокліматичних параметрів	46
Марчук І.В., Марчук В.І., Марчук Ів. В., Гринюк С.В., Джугурян Т.Г. Вплив параметрів якості поверхонь обертання кілець на експлуатаційні властивості роликотітаників	48
Марчук Р.Ю., Кайдик О.Л., Терлецький Т.В. До питання проектування, вибору та точності термомікросистеми первинного перетворювача теплового витратоміра	49

Моздирський М.В., Лапченко Ю.С. Атестація параметрів апертури нанозондів за допомогою електронного мікроскопа	51
Мороз С.А., Пташенчук В.В., Мелимука О.Я. Особливості застосування піроприймачів для електронних охоронних пристроїв	53
Муковська Д. Я., Середа Б.П., Середа Д.Б. Дослідження роботи самоскидів в транспортно-технологічній системі рециклінгу технологічних відходів металургійного підприємства методом головних компонент	55
Назарова О.С., Осадчий В.В., Олєйніков М.О. Вимірювання та корекція кутової швидкості при пошкодженні оптичної системи енкодера	57
Наумчик П.І., Приступа А.Л. Щодо необхідності оновлення викладання основних одиниць системи СІ в шкільному курсі фізики	59
Неймак В.С., Поліщук О.С., Романець Т.П., Пуць В.С. Дослідження механічних характеристик швейних машин	61
Никируй Л.І., Замуруєва О.В., Федосов В.С., Сахнюк В.Є., Федосов С.А. Наука та розвиток сонячної енергетики	62
Носова Я.В., Носова Т.В. Деякі аспекти обробки трихологічних зображень	64
Осадчий В.В., Назарова О.С., Шульженко С.С. Визначення точності ідентифікації ступеня завантаження двошвидкісного ліфта	65
Павленко С.В., Симонюк В.П. До конструктивних переваг ротаційних лазерних нівелірів на основі BOSCH GRL 300 HVG PROFESSIONAL	67
Поліщук А.О., Скиба М.Є., Поліщук О.С., Лісевич С.П. Робот-маніпулятор з функцією 3D-друку для виконання операцій легкої промисловості	71
Походило Є.В., Стасишин Ю.А. Ідентифікація продукції за відносними показниками	73
Приступа С.О., Дячук Ю.І. Типова конфігурація лінії зв'язку супутникового телевізійного мовлення	73
Проломов А.А., Середа Б.П., Кругляк І.В., Середа Д.Б. Термодинамічний аналіз газової фази при силіціюванні для деталей металургійного виробництва	75

Пугач С.О. Використання соціальних інтернет-мереж для функціонування SMART CITY	76
Романів В.М. Вибір оптимального методу обліку нафтового газу	78
Савчук С.А., Мельник С.А. Особливості метрологічного контролю у фізичному вихованні та спорті	80
Середюк О.Є., Ткачук В.В., Саманів Л.В. Дослідження впливу вологості повітря на теплофізичні характеристики при функціонуванні термоанемометричних сенсорів	82
Скорина Є.В., Макаренко І.О., Бондаренко Ю.Ю., Бондаренко М.О. Дослідження оптичної поверхні після її електронної мікрообробки	84
Трохимчук І.М. Побудова математичної моделі одноканального ультразвукового вимірювального перетворювача Senior Sonic з хордовим розташуванням акустичного каналу	86
Федоришин Р.М., Брилинський Р.Б., Масняк О.Я., Пістун О.І. Вплив імпульсного режиму потоку природного газу на точність його обліку	88
Федорук О.О., Лапченко Ю.С. Методика повірки аналізатора параметрів телевізійного сигналу PROMAX-8	90
Цебрук В.Р., Терлецький Т.В., Кайдик О.Л. Шляхи визначення граничної доцільності застосування стандартних критеріїв вирішення оперативних задач інформаційними системами CCTV	92
Шавранський М.В., Шавранський В.М. Контроль параметрів процесу буріння з метою запобігання прихватів бурильних колон	94
Шахновський О.М., Денисюк В.Ю., Кирилюк М.В. Контроль похибок геометричних параметрів металорізальних верстатів оптико-електронними приладами	96
Шевчук В. В., Іщенко М.О. Розробка системи моніторингу вмісту шкідливих речовин у повітрі	98
Шибковський І.А., Денисюк В.Ю., Ковалюк Ю.І. Комплексне дослідження трибологічних властивостей на субмікронному і нанометровому діапазонах	100

DEVICE FOR DETERMINATION OF INTERPHASE TENSION OF OPAQUE LIQUIDS

Introduction. The interaction between mutually insoluble liquids plays an important role in many technological processes. This interaction is characterized by the value of interfacial tension. The process of displacing oil from rock layers by a solution of surfactants is used in drilling wells and to increase oil production. In these processes, surfactants are used, which reduce the interfacial tension (MN) between the oil and the surfactant solution. Significant advantages of flooding layers with such solutions are exceptional simplicity of technology.

Presentation of the material. To optimize the use of surfactants in the oil production process, it is necessary to maintain their concentration in the solution supplied to the well in a certain range. It is best to control the surfactant concentration by measuring the interfacial tension at the interface between the surfactant solution and oil. The rotating drop method is most often used for this purpose, which was first proposed by Vonnegut. A significant disadvantage of this method is the inability to perform measurements in cases where the liquids are opaque.

It was decided to use the method of drop volume, in which a drop of surfactant solution into oil is squeezed out of the calibrated capillary. The end of the calibrated capillary should be directed vertically downwards, on which a drop is formed. The volume of the drop is a parameter that is measured in research. The size of the epilator and the density of fluids should be known when conducting research. The interfacial tension σ is determined from the expression:

$$\sigma = \frac{V \cdot \Delta\rho \cdot g}{2\pi \cdot r \cdot f(r/V^{1/3})},$$

where V is the volume of one drop of surfactant solution formed by oil; $\Delta\rho$ is the difference in density between the surfactant solution and oil; g is the acceleration of free fall; r is the radius of the end of the capillary, from which a drop of oil comes off; $f = 0,4293\left(r^2/V^{2/3}\right) - 0,7249\left(r/V^{1/3}\right) + 0,9054$ $f(r/V^{1/3}) - f$ is the correction factor, taking into account that the radius of the neck of the drop at the time of its detachment is less than the radius of the capillary end.

The device was designed to implement this method, its scheme is shown in Fig. 1. In this device, drops of surfactant solution are automatically squeezed from the controlled dispenser into the oil and their quantity and volume are quickly determined.

Surfactant solutions are made water-based and are mostly opaque to visible radiation, like oil. It takes into account the fact that oil as a mixture of hydrocarbons transmits infrared radiation (IR) with low absorption, while water and aqueous solutions almost completely absorb it. Therefore, the registration of surfactant solution droplets is carried out using infrared optical elements in oil.

The IR source 2 and the receiver 11 are respectively the LED 2 and the photodiode 10 of the infrared range.

Drops of surfactant solution are squeezed from the microsyringe 7 by means of the drive mechanism 8. The mechanism uses a stepper motor, which is driven by electrical pulses from the control unit 9 and commands from the microprocessor 11.

The falling drop 5 of the surfactant solution interrupts the passage of infrared radiation from the LED 2 to the photodiode 10, and the registration unit 12 generates electrical pulses for each drop. The number of drops is set by the researcher. The volume of one drop is determined by dividing the volume of surfactant solution displaced by the dispenser by their number. Further, the interfacial tension is easy to determine using programmable computer technology.

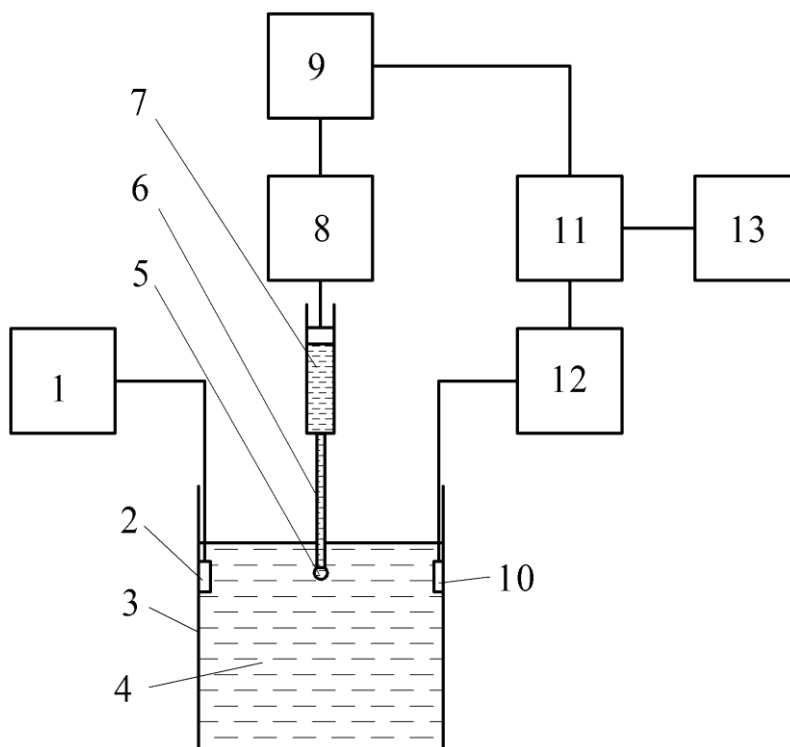


Figure 1 – Diagram of the device for measuring the MN of opaque liquids

1 – power supply, 2 – LED, 3 – vessel, 4 – oil, 5 – surfactant solution, 6 – capillary, 7 – microsyringe, 8 – mechanism, 9 – control unit, 10 – photodiode, 11 – microprocessor unit, 12 – display

Conclusion. The use of the developed method with the use of optical elements of the infrared range makes it possible to automate the process of determining the interfacial tension of opaque liquids, which facilitates the measurement process and eliminates subjectivity in determining the number of drops.

Бабко І.О., Коробочка О.М., Середа Б.П
Дніпровський державний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖАРОСТІЙКОСТІ ТИНОВИХ ПОКРИТТІВ В УМОВАХ СВС

Вступ. З підвищенням вимог до надійності устаткування і терміну його експлуатації більшої актуальності набувають деталі з жаростійких,

корозійностійких і зносостійких конструкційних матеріалів. На сьогоднішній день серед методів поверхневого зміцнення широке застосування знаходять титанові покриття, отримані різними методами ХТО. Такі покриття застосовуються для захисту деталей в автомобільному транспорті, в металургійному виробництві, машинобудуванні, для роботи в екстремальних умовах дії агресивного високотемпературної окислювального газового середовища, а також в сільському господарстві. Висока зносостійкість матеріалів з покриттями широко застосовується для деталей, що працюють в жаростійких умовах та умовах зношування.

Постановка задачі Відомо, що деталі газорозподільного механізму двигунів внутрішнього згорання працюють під великими навантаженнями та в умовах сильного нагріву, тому виникає необхідність захисту конструкційних матеріалів багатоконпонентними легованими титановими покриттями в умовах СВС.

Метою роботи є дослідження структури та фазового складу отриманих захисних покриттів на основі титану.

Основна частина. Отримання покриттів на базі титану проводили в умовах СВС на розробленій дослідно-промисловій установці ДДТУ-11. Для нанесення покриттів використовували зразки зі сталі 55Х20Г9АН4. Хіміко-термічну обробку здійснювали в реакторі відкритого типу в робочому інтервалі температур 950-1200°C і тривалості ізотермічної витримки 30-60 хвилин. Для приготування реакційних СВС сумішей використовували порошки оксидів хрому і алюмінію, титану, міді технічної чистоти, металевого йоду дисперсністю 200-350 мкм. Товщину зміцнених шарів досліджували на світловому мікроскопі "Neophot-21" при збільшенні x150. Мікроструктуру виявляли методом травлення в 3% спиртовому розчині пікринової кислоти. Аналіз фазового складу покриттів здійснювався на рентгенівському дифрактометрі ДРОН-3М. Мікротвердість покриттів визначали на приладі ПМТ-3. Корозійну стійкість зразків з покриттями оцінювали в 10% розчині H₂SO₄ при температурі 20°C.

Дослідження на жаростійкість виявили, що жаростійкість не залежить від структури, а визначається хімічним складом. Леговані титанові покриття, отримані при ізотермічних умовах мають більш пористу поверхню (присутня фаза FeTi), через яку кисень проникає до поверхні сталі. У порівнянні з покриттями, отриманими в ізотермічних умовах, жаростійкість легованих титанованих покриттів, отриманих умовах СВС в 1,27–1,31 рази вища, що можна пояснити також і більш високою концентрацією хрому, алюмінію, кремнію, які сприяють утворенню захисних оксидних плівок SiO₂, Cr₂O₃, Al₂O₃. Проведені металографічні дослідження показали, що отримані титановані покриття при нестационарних температурних умовах мають рівномірний характер, що підвищує жаростійкість.

Висновки. Жаростійкість легованих титанованих покриттів, отриманих в умовах саморозповсюджувального високотемпературного синтезу в 1,27–1,31 рази вища, ніж в порівнянні з покриттями, отриманими в ізотермічних умовах.

¹Банга В.І., ¹Крупич О.М., ²Кайдик О.Л.

¹Львівський національний аграрний університет

²Луцький національний технічний університет

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ ВИМІРЮВАЧ РІВНЯ ВИСОТИ ЗАСИПАННЯ КОМБІКОРМІВ В БУНКЕРАХ

Вступ. У технологічному процесі дозування комбікормів виникає потреба у вимірюванні рівня висоти засипання сипких кормів а також сигналізації мінімально чи максимально допустимих рівнів у бункерах.

Вимірювання рівня висоти засипання комбікорму в бункері дозатора є одним із важливих його показників які впливають на продуктивність, рівномірність і точність дозування. У технологічному обладнанні, яке використовується для дозування сипких кормів, використовуються вимірювачі рівня в яких відхилення похибки вимірювання перевищує встановлені зоотехнічні вимоги на технологічний процес. Тому розроблення вимірювача рівня висоти засипання комбікормів в бункері дозатора є актуальним і перспективним.

Постановка задачі. Вимірювання рівня сипких мас має свої особливості. Характерною відмінністю сипких мас від рідких є непропорціональність передачі тиску на дно і стінки бункера в залежності від рівня висоти. Властивість сипких кормів утворювати при насипанні кут природного укосу дозволило створити серію маятникових вимірювачів, які працюють за принципом відхилення матеріалом чутливого елемента з жорсткою або гнучкою підвіскою. Огляд і аналіз існуючих конструкцій вимірювачів сипких кормів показав, що існуючі вимірювачі рівня маятникового, вагового типу та мембранний датчик типу МДУ-3М не забезпечують відповідної похибки вимірювань, мають значну металоємність та вартість, складні за конструкцією.

Мета роботи – підвищення точності вимірювання шляхом вдосконалення конструкції та визначення вихідної напруги вимірювача рівня висоти засипання комбікорму в бункері дозатора від зміни зусилля згинального моменту тензовимірювальної площини.

Основна частина. Для дослідження впливу зміни висоти засипання комбікорму в бункері на продуктивність і рівномірність індивідуального дозатора у процесі досліджень був розроблений вимірювач рівня висоти засипання комбікорму, схема системи вимірювання та блок-схема вимірювача якого показані на рис. 1 та 2.

В основу даної роботи покладено задачу, яка дозволяє створити такий вимірювач рівня висоти засипання комбікорму, в якому нове виконання вимірювального елемента дозволяє спростити конструкцію вимірювача, зменшує металомісткість та підвищує точність вимірювання. Вимірювач висоти засипання (рис. 1) містить тензовимірювальну пружну пластину 1 яка закріплена жорстко на якій наклеєні тензодатчики 2 які з'єднані в мостову схему. До пружної пластини 1 закріплено призму 3, на до якої підвішена підвіска 4 з бункером дозатора комбікормів.

Працює вимірювач наступним чином. Сипкий матеріал завантажується

в приймальний бункер 5 дозатора. З бункера 5 комбікорм подається на робочий орган дозатора. При зміні висоти засипання або маси комбікорму в бункері тензовимірювальна пружна пластина 1 прогинається. Прогин фіксується тензодавачами 2. Сигнал, який надходить від вимірювальної площини 1, як це показано на рис. 1, підсилюється тензопідсилювачем. Результуючі сигнали сприймає блок аналогово-цифрового перетворення L-154, який встановлено в комп'ютері.

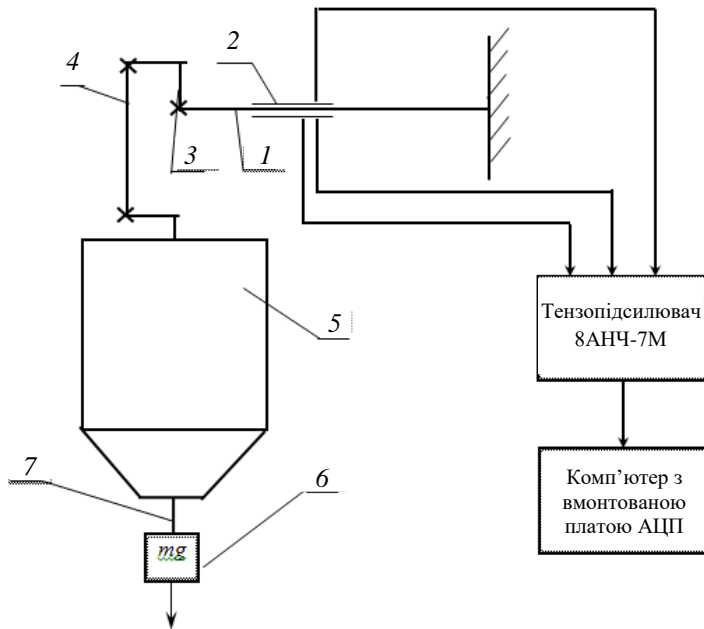


Рисунок 1 – Схема системи вимірювання рівня висоти засипання або маси комбікорму в бункері дозатора

1 – пружна пластина; 2 – тензодавачі; 3 – призма; 4 – підвіска; 5 – бункер індивідуального дозатора; 6 – гиря; 7 – нитка підвісу гирь

Запис реалізації випадкового процесу вимірювання маси комбікорму відображається на моніторі комп'ютера. Інформація в цифровому вигляді записується у файл досліджень, а за необхідності виводилася на принтер.

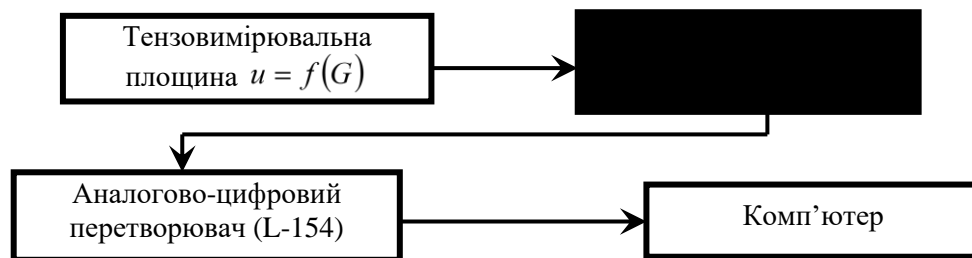


Рисунок 2 – Блок-схема вимірювання рівня висоти засипання або маси комбікорму в бункері дозатора

Висновки. Основними перевагами запропонованої конструкції вимірювача висоти засипання комбікормів порівняно з існуючими є синхронна з роботою індивідуального дозатора обробка результатів досліджень і відображення на моніторі комп'ютера або створення твердих копій реалізацій випадкового процесу. Завдяки високій швидкодії застосовуваного аналогово-цифрового перетворювача у випадку необхідності можна забезпечити дискретизацію неперервного випадкового процесу подачі комбікормів на робочий орган дозатора, що дозволяє одержати до 100 значень і більше за секунду і, як наслідок, високу інформативність досліджень.

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОЛІБДЕНОВИХ ПОКРИТТІВ ОТРИМАНИХ В УМОВАХ СВС

Вступ. На сьогоднішній день для промисловості України є важливим розробка матеріалів з новими фізичними властивостями для отримання деталей здатних працювати в екстремальних умовах. Вирішення цього завдання вимагає вдосконалення існуючих і створення нових методів обробки металів, одним з основних, широко відомих і найбільш перспективних способів зміцнення поверхні сталевих виробів є хіміко-термічна обробка (ХТО) з використанням методу саморозповсюджувального високотемпературного синтезу (СВС). Перевагою використання газотранспортної СВС технології для отримання дифузійних захисних шарів є значне зменшення тривалості процесу, що приводить до зменшення собівартості виробу.

Постановка задачі Отримати легованих захисних покриттів на конструкційних матеріалах на основі молібдену в умовах СВС.

Метою роботи є дослідження структури та фазового складу отриманих захисних покриттів на основі молібдену.

Основна частина Отримання покриттів на базі молібдену проводили в умовах СВС на розробленій дослідно-промисловій установці ДДТУ-11. Для нанесення молібденових покриттів використовувались зразки технічного заліза і конструкційні сталі з різним складом вуглецю. Хіміко-термічна обробка вуглецевих сталей проводилась в реакторі відкритого типу в інтервалі робочих температур 1100÷1200 °С і при часі ізотермічної витримки 30÷60 хвилин. Як джерело дифундуючого елемента використовують порошки молібдену або феромолібдену з добавками активатора. Для розрахунку рівноважного складу продуктів системи використовувалися прикладні програмні пакети «ASTRA 4» і «TERRA» На вуглецевих сталях формується фаза Mo_2C , вуглець різко зменшує товщину α -фази та збільшує карбідну зону. На технічному залізі дифузійний шар отриманий в умовах СВС має вигляд твердого розчину молібдену і хрому в α -залізі з поверхневими концентраціями молібдену 11,2÷11,5%, хрому 2,3÷2,5%.

Проведені дослідження корозійної стійкості в 30% водному розчині H_2SO_4 , показало підвищення корозійної стійкості 2,2÷2,4 рази в порівнянні з покриттями отриманими в ізотермічних умовах.

Висновки. На технічному залізі дифузійний шар отриманий в умовах СВС має вигляд твердого розчину молібдену і хрому в α -залізі з поверхневими концентраціями Mo 11,2÷11,5%, Cr 2,3÷2,5%. α -твердого розчину молібдену і хрому в α -залізі.

МЕТОД КОМПЛЕКСНОГО КОНТРОЛЮ ПОВЕРХНЕВИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ РОЗЧИНІВ ПАР ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ НАФТОГАЗОВИДОБУВАННЯ

Основною метою використання поверхнево-активних речовин (надалі ПАР) в процесі нафтогазовидобування є інтенсифікація нафтогазовіддачі. Це досягається зменшенням крайового кута змочування (надалі ККЗ) пластивим флюїдом (рідиною) поверхонь пор нафтогазоносних пластів. Саме за цим показником визначається ступінь витіснення флюїду з породи.

На основі аналізу існуючих методів визначення поверхневих властивостей ПАР, зокрема, використовуваних для інтенсифікації нафтогазовидобутку, запропоновано застосовувати комплексну оцінку ступеня змочування на основі такого параметра як швидкість розтікання рідини поверхнею досліджуваного тіла, так як дана фізична величина залежить від декількох величин: змочуваності рідиною твердого тіла, поверхневих натягів (надалі ПН) рідини і твердого тіла, в'язкості рідини, а також від шорсткості поверхні твердого тіла. Змочувальні властивості рідин визначаються на основі адгезійно-когезійної взаємодії, яка виникає на границі розділу рідина-тверде тіло чи рідина-рідина відповідно. Величину цієї взаємодії можна визначити в процесі видалення рідини з поверхні твердого тіла.

Пропонується удосконалений метод комплексного контролю якості ПАР, який полягає у визначенні адгезійно-когезійної роботи шляхом визначення швидкості відтікання рідини із зразка породи. Для цього порівнюється швидкість відтікання досліджуваних рідин на зразках досліджуваних порід. Кожний зразок встановлюється на нахилу під кутом 15° підставку, до нижнього кінця якої прикріплена скляна колба-мірник з нанесеним міліметровим градуванням кількості рідини, яка натікає у неї. На верхню основу зразка за допомогою шприца наноситься з постійною швидкістю спочатку нафта у кількості 5 мл для заповнення пор породи, зразок при цьому знаходиться на горизонтальній поверхні. Далі досліджуваний зразок встановлюють на нахилу пластину, наноситься ПАР об'ємом 20 мл і визначається час і кількість натікання рідини у мірник. Чим більший час і менший об'єм рідини натікання, тим більша частина рідини пройшла через пори досліджуваної нафтоносної породи. При цьому визначається і процентний склад суміші нафта-ПАР. Дослідження різних зразків передбачає їх однакові розміри ($70 \times 40 \times 50$ мм), однакову відстань від голки шприца до верхньої основи зразка. Дослідження доцільно проводити у камері під високим тиском і температурою для наближення до пластивих умов. Рух поршня шприца доцільно здійснювати за допомогою крокового двигуна. Досягнення рідиною у мірнику певного об'єму пропонується контролювати опто-електронним методом.

Даний комплексний метод дає можливість проводити порівняльну оцінку ПАР для використання у нафтоносних породах різного складу.

¹Вісін О.О., Берман О.К.

¹Луцький національний технічний університет

СТАНОВЛЕННЯ ЛУЦЬКОГО ПРИЛАДОБУДІВНОГО ЗАВОДУ

Все, що належить до світу фізичного, неминуче проходить через одні і ті ж етапи зародження, вкорінення, розквіту, старіння та занепаду. Не оминув цей шлях і Відкрите акціонерне товариство «Електротермометрія» створене на базі Луцького приладобудівного заводу в 1994 року і 2010 року перейменоване в ПАТ.

1897 рік - юридичний відлік існування найстарішого металообробного підприємства на території Волинської губернії. В 1903 році тягово-ремонтну майстерню купив чех Франц Йосипович Свобода і до 1906 року там вже працювало 26 робітників, які випускали дрібні вироби з чавуну: пічні дверці, кухонні плитки, втулки до воза. Умови праці були важкими, зарплата мізерна і початок війни – все це завадило подальшому розвитку. Лише в кінці 1923 року приватний підприємець Ф.Свобода отримав дозвіл на подальше функціонування. Так як остання реконструкція була на заводі в 1913 році, необхідно було відбудувати цехи, застатись сировиною, встановити обладнання, опробувати технологічні цикли і т.д. Підприємець запустив в дію зупинені війною дві майстерні по виготовленню сільськогосподарського реманенту і перепрофілював їх в ливарно-механічну, причому отримав статус фабрики, тобто підприємства вищого промислового рангу.

Зусилля місцевого самоврядування у Луцьку досить швидко дали позитивні результати – різкій прорив вперед промислового виробництва на чолі механічно-ливарної фабрики братів Свободів. В 1939 році фабрика була націоналізована і створений ливарно-механічний завод, який випускав пічне литво та запасні частини для сільськогосподарських машин. Першим директором було призначено Василя Яковича Донського. Після часткового відновлення заводу, було налагоджено випуск так званих масловтулок для поршневих кілець до тракторів, автомобілів; почалось виробництво запасних частин та ремонт обладнання лісопильних заводів, млинів, маслобоєнь. З 1945 року почали робити соломорізки, кінні приводи, насоси для колодязів. На початку колективізації Волині профіль заводу дещо змінився, перейшовши на випуск автопоїлок. Чисельність працівників налічувала понад 100 чоловік.

Впродовж наступних 10-ти років завод змінив декількох директорів, а в 1957 році після організації Раднаргоспів, був включений в структуру Львівського Раднаргоспу та почав освоювати поточне виробництво нових видів продукції – картопем'ялки, водолічильники, автопоїлки для свиноферм і водорозбірні крани. Працівників було вже понад 350, але не вистачало спеціалістів з вищою технічною освітою.

В зв'язку з спеціалізацією по виробництву приладів контролю та регулювання технологічних процесів (термопар та термометрів опору) на підприємстві було реконструйовано головний корпус та допоміжні цехи.

Постановою Львівського Раднаргоспу 21 березня 1960 року ливарно-механічні майстерні було перейменовано в Луцький приладобудівний завод. Його було віднесено до четвертої категорії особливо складної серійної продукції з малими неединичними замовленнями. Згодом основним видом промислової продукції стало виробництво приладів контролю та регулювання технологічних процесів і водолічильників. Як результат, до 1967 році завод освоїв серійний випуск 88-ми найменувань та 320-ти типорозмірів термопар і термометрів опору. Чисельність працівників сягала понад 1500 чоловік, що дало змогу достроково виконати план з усіх техніко-економічних показників. Перед колективом ставились завдання по модернізації виробництва, уніфікації й стандартизації вузлів та приладів, які успішно вирішувались в ході технічного переоснащення.

До 1970 року було запроваджено у виробництво високопродуктивні агрегатні верстати для обробки корпусів головки термопар, корпусів водолічильників, конвейєризацію складальних робіт, комплексну механізацію вантажно-розвантажувальних операцій, а також переведення виготовлення багатьох деталей на автомати. Як результат такої роботи – підвищення продуктивності праці на 25%, скорочення частки ручної праці з 52 до 30%.

Підвищення ефективності виробництва здійснювалось не лише за рахунок розширення потужностей, а й за рахунок кращого використання машин, обладнання, палива, електроенергії та зниження витрат на одиницю випущеної продукції. Великі техніко-економічні та соціально-культурні зрушення дали змогу віднести Луцький приладобудівний завод до числа сучасних підприємств того часу, що йдуть в ногу з науково-технічних прогресом. Участь у промислових виставках не лише в СРСР, а й за кордоном (Будапешт, Лейпциг, Познань та інші) сприяли збільшенню замовлень і відповідно росту заводу. Випущені на Волині прилади почали експортувати більш ніж в 50 країн світу.

В 1973 році приладам заводу було присвоєно Державний Знак якості, а в 1982 році Держстандарт СРСР нагородив підприємство Дипломом за досягнення найвищих показників у виробництві продукції з Державним Знаком якості у 1976-1980 рр. Того ж року Рада Міністрів СРСР присвоїла Луцькому приладобудівному заводу звання «Підприємство високої якості продукції».

До 1985 року завод нарощував виробництво, покращував якість приладів та впевнено досягнув свого «зоряного часу».

21 серпня 1987 року наказом Міністра приладобудування було створено НВО «Електротермометрія», до складу якого увійшли Львівський дослідний «Термоприлад», Мавковичівський завод «Прилад» та Львівське СКБ ЕТМ. Було освоєно ряд приладів: термоперетворювачі з уніфікованим струмовим вихідним сигналом; термометри опору цифрові; термометри термоелектричні; сигналізатор-регулятор температури; багатоканальна автоматизована система регулювання температури і інші.

Ряд приладів успішно застосовувались при проведенні космічних досліджень та при розробці конструкції космічного корабля «Буран».

Луцький приладобудівний завод не лише віддзеркалював у своїй продукції всі поетапні надбання технічної думки, а уособлював саму епоху, ставши її правдивим свідком, наочним знаменням.

Волох В.І., Серeda Б.П., Серeda Д.Б.

Днепроvский государственный технический университет

ФОРМИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ КАТАНКИ В УСЛОВИЯХ СВС С ПРИМЕНЕНИЕМ МАГНИТНОГО КОЕРЦИТИМЕТРИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Технический прогресс предполагает широкое внедрение новых видов технологического процесса по применению сварочных материалов. Для изготовления наплавочной проволоки необходима качественная заготовка обеспечивающая соблюдение требованием нормативной документации к готовой сварочной проволоки. Качество катанки из низкоуглеродистой стали сварочного назначения определяется широким комплексом механических и физических характеристик металла, а также макро и микроструктуры и других характеристиками. Суть метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), заключается в проведении экзотермической реакции в режиме распространения волны горения с образованием продуктов горения в виде соединений и материалов, представляющих практическую ценность и обладают ценными характеристиками.

В процессе ее производства, исходная заготовка последовательно подвергается холодной деформации и отжигу в условиях СВС, при этом в ее структуре происходят изменения, влияющие на ряд физических и механических свойств материала. Формирование полученной структуры в условиях СВС влияет на величину зерна, коэрцитивную силу и относительное количество специальных границ, является одним из важных факторов обеспечения высокой технологической пластичности катанки в процессе формирования ее в сварочную проволоку. Определен наиболее технологичный параметр по температурному режиму при волочении проволоки. Применение коэрцитивной силы H_c как инструмента контроля позволяет контролировать структуру, механические свойства проволоки на всех этапах её производства. Установлено, что промышленное волочение катанки вызвало изменение механических свойств, размера зерна, коэрцитивной силы, а после отжига увеличилось относительное количество специальных границ.

Выводы:

1. Структура заготовки-катанка характеризуется величиной зерна равной 10,06 мкм. Относительное количество специальных границ составляет 24,05 %.

2. Установлено, что после отжига холоднодеформированной катанки величина зерна в проволоке уменьшилась практически в два раза с 10,60

мкм до 5,58 мкм, а относительное количество специальных границ увеличилось с 24,05% до 35,1%

3. Показано, что после отжига в условиях СВЧ произошло измельчение зерна, увеличилось относительное количество специальных границ до 35,1%, увеличилась магнитная проницаемость, что привело к снижению величины коэрцитивной силы на 39,5%

4. Величина коэрцитивной силы H_c позволяет контролировать изменения структуры проволоки на всех этапах её производства.

V. Hryniuk, A. Vynnychuk, N. Klochko

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

DEVELOPMENT OF INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEM FOR REGULATION OF GREENHOUSE PREMISES MICROCLIMATE

The growth and development of indoor plants is closely related to environmental conditions. In order to do this, optimal condition for the microclimate have to be created. The microclimate cannot be constant. It varies depending on the season, day or night, as well as the state of the lower atmosphere in the area at a given time.

Most greenhouses are almost airtight. Not enough natural light gets into them. This reduces the assimilation rate of photosynthetic radiation by plants. Therefore, a necessary condition for effective plant growth is the installation of special fluorescent phytolamps. Such lamps are the most optimal and economical option. The spectrum of light and intensity are close to natural, due to this the microclimate of the greenhouse is not disturbed, and the processes of photomorphogenesis proceed faster. Fluorescent phytolamps produce twice as much light energy per unit of electrical power than incandescent lamps and have a resource of continuous work of about 20,000 hours. Such lighting saves energy resources, which will reduce the cost of crops grown. Most modern greenhouses built for growing early products have a ground heating system. It is also advisable to control the temperature of the root layer with thermometers. Low substrate temperature (less than 8 °C) blocks the flow of nitrogen and potassium to plants. At 10-15 °C in the area of the root system the flow of potassium, magnesium and phosphorus inhibits, on the other hand, high temperatures (more than 20 °C) at night increase the flow of sodium and calcium in the leaves, but reduce the level of phosphorus.

Based on the analysis, a functional diagram was developed and the element base for the construction of information and measurement system for climate control of greenhouses was chosen, namely: microprocessor platform (Arduino Nano), LCD display with control buttons (1602 Key Shield), sensors for measuring soil temperature (DS18B20), soil moisture (Capacity Soil Moisture Sensor v1.2), temperature and humidity (DHT-22) and greenhouse light (BH1750). The actuator will be a four-channel relay module 5B (10 A) with galvanic isolation. The software (algorithm) is written in the Arduino IDE

programming environment, using the C programming language. The principle of operation of the development system is the following: microclimate parameters (minimum and maximum values) and the interval for reading data from the sensors are set. If the measured parameter exceeds the specified limits, then the heating circuit is switched on or off via the actuator (relay), pump with solenoid valve or phytolamps.

In many sectors of the economy there comes a time when it is necessary to increase productivity and reduce costs. At first glance, it seems that these are mutually exclusive concepts, however, in the developed system we tried to implement it by automating the key processes related to regulation. This issue is especially relevant for owners of small greenhouses.

S.V. Dakys, O.S. Krynytsky

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

MEASUREMENT PARAMETERS OF THERMOELECTRIC GENERATORS

In recent years, the rapid growth of greenhouse gases due to the use of large amounts of fossil fuels has led to global warming. To reduce the negative impact on the environment, people increasingly began to use renewable energy sources; among which wind, solar and thermoelectric are widely used.

Thermoelectric energy generation is based on physical effects based on the Seebeck effect and can be used to extract spent thermal energy from various sources. The advantages of using this type of generation are the absence of greenhouse gas emissions, the absence of mechanical moving parts, long-term stable and reliable operation of such thermoelectric modules.

The main parameter that characterizes the performance of thermoelectric modules is a thermoelectric figure of merit $ZT = \alpha^2 \sigma T / \chi$. The higher the value of ZT , the better the thermoelectric generator generates electricity. To increase ZT , the power factor should be as large as possible (α – thermal EMF coefficient, σ – electrical conductivity coefficient), and χ the thermal conductivity of the material should be as small as possible.

Due to the wide range of applications of thermoelectric devices, mass production of thermoelectric modules has become widespread. Developers who want to use thermoelectric devices in their systems are faced with the difficult task of choosing the right type of thermoelectric module that would meet the requirements for energy generation.

Module manufacturers provide a lot of information to their consumers about their products, but there are difficulties in comparing products from different manufacturers because the data is not standardized. Developers of various devices based on thermoelectric generators then consider it appropriate to compare products by measuring their parameters.

To study the characteristics of the generators, we proposed the installation we developed. The heating of the module is carried out by means of a flat ceramic heater which is connected to the alternating current network through, a thermostat

which provides temperature stabilization on the module chromel-copel type thermocouples were used to measure the temperature. Cooling of the opposite side of the module is carried out by means of a radiator with active cooling.

Experimental procedure, the next module is heated to a certain temperature, after stabilizing the temperature expect ≈ 5 minutes for stabilization of heat flows in the module. Then the temperature of the hot and cold sides, the no-load voltage of the TEG, and the current that can generate the module are measured. Then the module is closed for a short time and again expected ≈ 5 minutes, temperature measurements are made which are set on the module. The measurement process is repeated for several set temperatures.

¹Данильчук С.П., ¹Замуруєва О.В., ¹Сахнюк В.Є., ¹Федосов С.А.,
²Захарчук Д.А.

¹Волинський національний університет імені Лесі Українки

²Луцький національний технічний університет

ФОТОННІ ПРИСТРОЇ НА ОСНОВІ КРИСТАЛІЧНИХ СПОЛУКАХ $TlInX_2-D^{IV}X_2$ ($D^{IV} - Si, Ge, Sn; X - S, Se$)

Фотонні (оптоелектронні) пристрої, які перетворюють електричну енергію в оптичне випромінювання – світлодіоди; пристрої, які детектують оптичні сигнали за рахунок електронних процесів під дією світла – фотодетектори; пристрої, які здійснюють перетворення оптичного випромінювання в електроенергію – фотовольтаїчні пристрої, сонячні батареї.

Фотон може поглинутись у результаті переходу електрона з заповненого стану валентної зони в вільний стан зони провідності. Цей процес є основним у фотодетекторах або сонячних батареях. Зворотнім є процес у світлодіодах – електрон із зони провідності може спонтанно повернутись до вільного енергетичного рівня в валентній зоні (рекомбінація), при цьому випромінюючи фотон. Для фотонів, які поглинаються або випромінюються, загальна теорія для оптичних переходів між валентною і зоною провідності заснована на так званому правилі \vec{k} - відбору. Дозволеними є переходи, при яких початковий і кінцевий стан характеризуються однаковими хвильовими векторами; такі переходи називаються *прямими* або *вертикальними* (у $E-k$ просторі). Коли мінімум зони провідності не відповідають одному і тому ж значенню \vec{k} валентної зони, то для збереження імпульсу при переходах необхідна участь фонона, такий перехід називається *непрямим*.

Фізика напівпровідникових приладів, природно, визначається фізичними властивостями самих напівпровідникових матеріалів. Сучасний розвиток технологій потребує використання матеріалів з наперед визначеними властивостями. Прямозонні напівпровідники особливо важливі для електролюмінісцентних приладів, так як випромінювальна рекомбінація у них протікає без участі фононів і очікувана квантова ефективність повинна бути значно вищою, ніж для напівпровідників з

непрямою зоною, у яких при переходах збуджуються фонони. У той же час для фотопристроїв основним фактором, що визначає квантову ефективність, є коефіцієнт поглинання і ширина забороненої зони. Тому важливим є встановлення механізму міжзонних переходів для оцінки можливості практичного використання.

Оптичні вимірювання являють собою найбільш важливі засоби визначення зонних структур напівпровідників. Індуковані фотонами електронні переходи можуть відбуватися між різними зонами, які призводять до визначення енергії забороненої зони, або в межах однієї зони, поглинання на вільних носіях. Оптичні вимірювання також можуть бути використані для вивчення коливань решітки (фононів).

Напівпровідникові потрійні сполуки типу TlInX_2 , ширина забороненої зони яких близька 1,8 eV, є перспективними в якості функціональних матеріалів сучасної оптоелектронної техніки, для застосування у фотоніці та фотовольтаїці. Зміна фізичних властивостей від молярного вмісту компонент x , пов'язаних з перебудовою зонної структури, значно розширює функціональні можливості кристалічних сполук $\text{TlInX}_2\text{-D}^{\text{IV}}\text{X}$.

За оптичними вимірюваннями експериментально були встановлені залежності значень величин енергетичної щілини від молярного вмісту компонент x $(\text{Si,Ge,Sn})\text{Se}_2$ для кристалічних сполук $\text{Tl}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Si}_x(\text{Ge})_x\text{Se}_2$ ($x=0\div 0,2$), $\text{Tl}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Se}_2$ ($x=0\div 0,25$), $\text{Tl}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Sn}_x\text{S}_2$ ($x=0\div 0,5$). Для $x=0$ усі досліджувані напівпровідники є прямозонними (енергетична щілина пряма). При $x\geq 0,1$ енергетична щілина є непряма і збільшується наступним чином:

від E_g	при x	до E_g	при x	для матеріалів
1,53	0,1	1,73	0,2	$\text{Tl}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Si}_x\text{Se}_2$
1,56	0,1	1,58	0,2	$\text{Tl}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Ge}_x\text{Se}_2$
1,42	0,1	1,64	0,25	$\text{Tl}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Se}_2$
1,34	0,1	1,91	0,5	$\text{Tl}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Sn}_x\text{S}_2$

Для таких прямозонних напівпровідників, як TlInSe_2 і TlInS_2 ($x=0$), імпульс при міжзонних переходах зберігається, тому ці переходи характеризуються високим ступенем ймовірності. При цьому енергія фотонів приблизно дорівнює ширині забороненої зони напівпровідника. У прямозонних матеріалах процес випромінювальної рекомбінації є домінуючим. У той час для $\text{Tl}_{1-x}\text{In}_{1-x}(\text{Si,Ge,Sn})_x\text{Se}_2$, $\text{Tl}_{1-x}\text{In}_{1-x}\text{Sn}_x\text{S}_2$ при $x\geq 0,1$, у яких заборонена зона непряма, ймовірність міжзонних переходів надзвичайно мала, оскільки в цьому випадку для збереження імпульсу при переході необхідна участь фононів або інших факторів розсіювання. Тому для підсилення випромінювальних переходів у непрямоzonних напівпровідниках спеціально створюють рекомбінаційні центри. Такі ефективні центри випромінювальної рекомбінації можуть бути створені шляхом введення спеціальних домішок. Найбільш важливим методом збудження електролюмінесценції є інжекційний. При прямому зміщенні на

p-n переході інжекція неосновних носіїв через перехід може призвести до ефективної випромінювальної рекомбінації, так як електрична енергія безпосередньо перетворюється в фотони.

Тому маючи добре налагодженні технології одержання кристалічних сполук $\text{TlInX}_2\text{-D}^{\text{IV}}\text{X}_2$ (D^{IV} – Si, Ge, Sn; X – S, Se) можна одержувати багатофункціональні матеріали для оптоелектронних пристроїв. Зміною молярного вмісту компонент *x* можна прогнозовано змінювати механізми міжзонних переходів напівпровідників, що розширює практичне використання матеріалу для світло- чи фотопристроїв.

Декун Х.С., Лапченко Ю.С.

Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МЕДИЦИНІ

В даний час в більшості країн світу спостерігається інтенсивне впровадження лазерного випромінювання в біологічних дослідженнях і в практичній медицині. Унікальні властивості лазерного променя відкрили широкі можливості його застосування в різних галузях: хірургії, терапії та діагностики. Клінічні дослідження показали ефективність лазера ультрафіолетового, видимого та інфрачервоного спектрів для місцевого застосування на патологічний осередок і для дії на весь організм.

Вплив низько-інтенсивних лазерів призводить до швидкого стихання гострих запальних явищ, стимулює репаративні (відновлювальні) процеси, покращує мікроциркуляцію тканин, нормалізує загальний імунітет, підвищує резистентність (стійкість) організму. В даний час доведено, що низько-інтенсивне лазерне випромінювання володіє вираженою терапевтичною дією.

Лазер або оптичний квантовий генератор – це технічний пристрій, що випромінює світло у вузькому спектральному діапазоні у вигляді спрямованого сфокусованого, високо когерентного монохроматичного, поляризованого пучка електромагнітних хвиль. Залежно від характеру взаємодії лазерного світла з біологічними тканинами розрізняють три види фото біологічних ефектів:

1) фотодеструктивний вплив, при якому тепловий, гідродинамічний, фотохімічний ефекти світла викликають деструкцію тканин. Цей вид взаємодії лазерного випромінювання використовується в лазерній хірургії.

2) фотофізичний і фотохімічний вплив, при якому поглинене біотканинами світло порушує в них стійкість атомів і молекул, викликає фотохімічні і фотофізичні реакції. На цьому виді взаємодії ґрунтується застосування терапевтичного лазерного випромінювання.

3) незбурюючий вплив, коли біосубстанція не змінює своїх властивостей, в процесі взаємодії зі світлом. Це такі ефекти, як розсіювання, відбивання та проникнення. Цей вид використовують для діагностики (наприклад – лазерна спектроскопія).

У лазерній терапії застосовуються світлові потоки низької інтенсивності, не більше 100 мВт/см^2 , що можна порівняти з інтенсивністю випромінювання Сонця на поверхні Землі в ясний день. Тому такий вид лазерної дії називають низько інтенсивним лазерним випромінюванням. Однією з важливих характеристик лазерного випромінювання є його спектральна характеристика або довжина хвилі. Як вже говорилося, фото біологічну активність має світло в ультрафіолетовій, видимій та інфрачервоній областях спектру. Фотобіологічні процеси досить різноманітні та специфічні. Їх налічується в даний час кілька десятків.

Таблиця 1

Аналіз лазерних та світлодіодних випромінювачів для фототерапії

ФТХ	ЛД	СД	Особливості застосування
Спектральний діапазон, <i>мкм</i>	0,6...1,55	0,4...1,55	ЛД з УФ-спектром є дуже дорогими приладами
Напівширина довжини хвилі, <i>нм</i>	0,1...1	10...20	Спектральна «чистота» ЛД є недоліком для фототерапії
Середній кут розбіжності, <i>град</i>	15...30	20...50	Дозволяє СД опромінювати більшу площу об'єкта
Колімованість випромінювання	висока	низька	Забезпечує можливість дистанційного застосування ЛД
Мінімальний розмір сфокусованої плями, <i>мкм</i>	>100	2000	ЛД забезпечують високу віддачу енергії (50÷70%)
Максимальна густина потужності, Вт/см^2			
дистанційно	200	0,1	Обмежує можливість застосування СД (тільки контактні методи)
світлопровід	5000	0,005	
Максимальна імпульсна потужність, <i>Вт</i>	100	0,25	Імпульсний режим роботи ЛД є перевагою над СД
Мінімальна тривалість імпульсу, <i>мксек</i>	0,07	100	

В їх основі лежать фотофізичні та фотохімічні реакції, що виникають в організмі під час впливу світла. Фото фізичні реакції обумовлені переважно нагріванням об'єкта (в межах $0,1...0,3 \text{ }^\circ\text{C}$) і розповсюдженням тепла в біотканинах. Різниця температур більше виражена в біологічних мембранах. Вона веде до відтоку іонів Na^+ і K^+ , сприяє розкриттю білкових каналів і до збільшення транспортування молекул та іонів. Фотохімічні реакції зумовлені збудженням електронів в атомах, які поглинають світло. На молекулярному рівні це виражається у вигляді фотоіонізації речовини.

Визначальним фактором розвитку методик світлолікування, що обумовлює межі подальшого їхнього застосування, є фізико-технічні характеристики (ФТХ) випромінювачів. Основним фактором, який стримує масовий перехід до твердотілих джерел випромінювання є їхня недостатня енергетична ефективність перетворення електричної енергії у світлову. Економічно доцільним масовий перехід до діодних джерел світла стане тоді, коли їх енергетична ефективність досягне $150\div 200 \text{ лм/Вт}$. Особливо це стосується біомедичних технологій. Порівняльний аналіз типових сучасних

лазерних (ЛД) та світлодіодних джерел (СД) випромінювання терапевтичної дії наведено у табл. 1.

Незважаючи на велику кількість літератури, є ціла низка питань, які вивчені недостатньо або залишилися поза увагою дослідників і лікарів. Немає єдиної думки щодо тактики і методик лазерного лікування. Не з'ясовано багатьох елементів у механізмі лікувальної дії лазерних втручань. У лазерній офтальмології відчувається потреба в розробці коагуляторів нового покоління і необхідність розширення можливостей нової техніки для лікування захворювань органів зору.

¹Дунець Р.Б., ^{1,2}Дзундза Б.С., ²Дейчаківський М.В., ²Павлюк М.Ф.

¹Національний університет "Львівська політехніка"

²Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА ДЛЯ ІМПЕДАНСНОЇ СПЕКТРОСКОПІІ ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕНЕРГІЇ

На даний час постійно зростає інтерес до відновлювальної енергетики, зокрема термоелектричних напівпровідникових перетворювачів енергії. Багато наукових шкіл працюють над підвищенням коефіцієнта корисної дії термоелементів. Такі дослідження вимагають вимірювання питомої електропровідності, коефіцієнту Зеебека, теплопровідності, що при застосуванні класичних методик є досить трудомісткою задачею, так як необхідні зразки різної конфігурації. Одним із перспективних методів дослідження термоелектричних параметрів перетворювачів енергії є імпедансна спектроскопія, яка дає можливість отримати повну характеристику перетворювача без необхідності вимірювання теплових характеристик.

Метою роботи є розробка спеціалізованої комп'ютерної системи для автоматизованої імпедансної спектроскопії термоелектричних перетворювачів енергії.

Термоелемент може працювати як на генератор електричної енергії при прикладанні градієнта температури та переносити тепло, створюючи градієнт температури при протіканні електричного струму. При протіканні змінного струму термоелемент поводить себе як конденсатор накопичуючи частину енергії в теплову і навпаки. Що при розшифровуванні імпедансних спектрів може бути представлено еквівалентним RC колом, а повний імпеданс визначається рівнянням:

$$Z(s) = \text{Re}[Z] + j \text{Im}[Z] = \frac{(R_1 C_1)^2 R \omega^2 + R_1 + R}{(R_1 C_1)^2 \omega^2 + 1} + j \frac{-R_1^2 C_1 \omega}{(R_1 C_1)^2 \omega^2 + 1},$$

де $\omega = 2\pi f$, $s = j\omega$, f – частота, R – внутрішній електричного C_1 і R_1 визначається теплоємністю і тепловим опором термоелемента відповідно.

Для визначення імпедансу потрібно вимірювання амплітуд синусоїдальних напруги і струму досліджуваного зразка, і одночасного

вимірювання зсуву фази між ними. Розроблено алгоритм, структурну схему та комп'ютерні засоби автоматизованого вимірювання та обробки імпедансних спектрів з врахуванням моделей опису фізичних процесів, які визначають експлуатаційні характеристики напівпровідникового матеріалу, що значно зменшило затрати часу на проведення і обробку експерименту. В залежності від досліджуваних об'єктів можливі різні варіанти реалізації блоку керування та опрацювання даних такої спеціалізованої комп'ютерної системи. Зокрема було реалізовано макет комп'ютерної системи на основі мікроконтролера STM32F303. Швидкодія вбудованих в ЦАП і АЦП на 5 MSPS забезпечила вимірювання на частотах до 350 кГц, чого виявилось достатньо для дослідження та відбракування термоелектричних модулів та плівок товщиною до 500 нм, для дослідження тонших плівок необхідно уже застосування швидкодіючої FPGA.

Завальський В.І., Чуйко М.М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

КОНТРОЛЬ ЗМОЧУВАЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРИПОЇВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ПАЯННЯ

Процес змочування представляє собою першу стадію фізико-хімічної контакту припою з основними матеріалами паяння, результатом чого є утворення контактуючими фазами зв'язків на рівні атомів, що в свою чергу, зумовлює розтікання припою поверхнею матеріалу паяння з встановленням кінцевого крайового кута змочування (ККЗ). Механізми взаємодії між основним матеріалом і припоем визначаються електронними конфігураціями їх атомів. В процесі розтікання припою поверхнею основного матеріалу, можуть мати місце такі явища як: поверхнева дифузія атомів припою, фазове розтікання (рух відносно товстих шарів припою), розчинення, об'ємна дифузія. Спаяне з'єднання утворюється шляхом заповнення зазору між з'єднуваними матеріалами рідким припоем з наступною його кристалізацією.

Також на процес змочування і розтікання припою значно впливають температура, стан поверхні твердого тіла, зовнішня газова або шлакова фаза. Тому обов'язковим є дотримання умов паяння.

Для якісної оцінки змочувальних властивостей паяльних матеріалів щодо основного матеріалу використано метод визначення ККЗ θ за основними параметрами лежачої краплі (висоти h_k , діаметра d_k) згідно формули:

$$\theta = 2 \arctg(2h_k / d_k).$$

Вимірювання висоти краплі здійснюється за допомогою інфрачервоних (ІЧ) перетворювачів, які забезпечують випромінювання ІЧ хвиль та реєстрацію відбитих хвиль від поверхні припою. В процесі досліджень ІЧ перетворювачі розміщуються горизонтально над досліджуваною поверхнею твердого тіла на певній фіксованій висоті.

При постійній швидкості поширення електромагнітного випромінювання в шарі середовища (повітрі), висота краплі припою розраховується на основі часу поширення хвилі від перетворювача і до моменту повернення відбитої хвилі. Метод безпосереднього рахунку імпульсів полягає в поданні вимірюваного інтервалу часу, що задається двома імпульсами – старт і стоп, у вигляді послідовності деякого числа рахункових імпульсів з відомим часом тривалості одиничного періоду. За кількістю рахункових імпульсів судять про розмір вимірюваного інтервалу. Даний метод характеризується хорошою лінійністю і великим динамічним діапазоном. Діаметр краплі визначаємо за допомогою цифрового мікроскопа фірми ShineVision та еталонної шкали.

Отже, чим менше значення ККЗ, тим краще змочуватиметься основний матеріал припоєм, а значить, тим міцніше буде з'єднання і кращим буде електричний контакт з'єднувальних деталей, за умови дотримання вимог технологічного процесу.

Замуруєва О.В., Вілігурський О.М.

Волинський національний університет імені Лесі Українки

PYTHON GATEWAY ДЛЯ ПЛАТФОРМИ ДАНИХ INTERSYSTEMS

MLToolkit – набір інструментів, метою якого є об'єднання моделей та транзакційного середовища, щоб побудовані моделі можна було легко використовувати прямо у бізнес-процесах. Python Gateway є частиною MLToolkit і забезпечує інтеграцію з Python дозволяючи організувати будь-які алгоритми машинного навчання, створені на мові програмування Python (основне середовище для багатьох Data Scientist), використовувати кращі готові бібліотеки для швидкого створення адаптивних, роботизованих аналітичних AI/ML-рішень на платформі InterSystems IPIC.

Алгоритми і моделі машинного навчання стають все більш поширеними. Причин тому є багато, але все зводиться до доступності, простоті та досягненню практичних результатів. Чи є кластеризація або навіть нейромережеве моделювання новою технологією? Звичайно ні, але в даний час немає необхідності писати сотні тисяч рядків коду, щоб запустити одну модель, а витрати на створення і застосування моделей стають все менше і менше. Інструменти розвиваються – в той час як у нас немає повністю GUI-орієнтованих AI/ML-інструментів, той прогрес, який ми спостерігали з багатьма іншими класами інформаційних систем, наприклад, BI (від написання коду до використання фреймворків і GUI-орієнтовано конфігурованих рішень), спостерігається і в інструментах для створення AI/ML. З переходом на хмару запуск AI/ML-проектів стає легше, ніж будь-коли. Ми можемо споживати тільки ті ресурси, які нам необхідні. Більш того, завдяки паралелізації, пропонованої хмарними платформами, ми можемо заощадити витрачений час.

Але як щодо результатів? Тут все стає складніше. Існує безліч інструментів для побудови моделей. Побудувати гарну модель непросто, але що далі? Отримання прибутку від використання моделі бізнесом також є нетривіальним завданням. Корінь проблеми в поділі аналітичних і транзакційних навантажень, і моделей даних. Коли ми навчаємо модель, ми зазвичай робимо це на застарілих даних. Але місце для побудованої моделі – в транзакційній обробці даних. Що хорошого в кращій моделі виявлення шахрайських транзакцій, якщо ми запускаємо її раз в день? Шахраї вже давно пішли з грошима. Нам потрібно тренувати модель на застарілих даних, але ми також повинні застосовувати її в реальному часі на нових даних, що надходять, щоб наші бізнес-процеси могли діяти відповідно до прогнозів, зробленими моделлю.

Python -> InterSystems IRIS. Є 4 способи отримати значення Python змінної в InterSystems IRIS, в залежності від серії, яка вам потрібна:

- string для простих типів даних і налагодження.
- repr для зберігання простих об'єктів і налагодження.
- json для легкого маніпулювання даними на стороні InterSystems IRIS.
- pickle для збереження об'єктів.

Киричук І.В., Лапченко Ю.С.

Луцький національний технічний університет

МЕТОДИКА ПОВІРКИ ІНДУКТОРІВ-ЕЛЕКТРОМАГНІТІВ МАГНІТОТЕРАПЕВТИЧНОГО ПРИСТРОЮ ПОЛЮС-101

“Магнітотерапія” (лікування магнітним полем) – термін, що відносяться до низькочастотного діапазону. Найменша довжина хвилі в цьому діапазоні складає 10 км (відповідно частота 30 КГц), що набагато перевищує розміри живих об'єктів і відстань від них до джерел магнітного поля. Отже, в низькочастотному діапазоні дія на біологічні об'єкти відбувається в ближній зоні, і можна розглядати окремо електричні і магнітні поля. Апарат для низькочастотної магнітотерапії переносний “Полюс-101” призначений для лікувальної дії синусоїдальним магнітним полем підвищеної частоти на кінцівки хворого. Допускається використання апарату для дії на інші області тіла.

Для вибору найбільш відповідного тесламетра, призначеного для вимірювання індукції змінного магнітного поля, мають бути відомі форма струму живлення індуктора, його частота, а в деяких випадках і коефіцієнт гармонік. Для їх визначення використовують електронний осцилограф, частотомір і вимірювач нелінійних спотворень. Тесламетри, розраховані на роботу в змінному магнітному полі, на усіх межах придатні для вимірювання індукції синусоїдального поля 50 Гц. Допустимі частоти, відмінні від 50 Гц, а також похибки часто залежать від вибраної межі вимірювання. У тесламетрі, відповідному за формою і частоті струму живлення, мають бути ще потрібні межі вимірювання, а це можна остаточно вирішити, коли відомо, в яких значеннях градуйована шкала - середніх,

діючих або амплітудних, тому що залежно від цього межі вимірювання можуть змінитися більш ніж в 1,5 разу. Отже мілітесламетр ТПУ-02 забезпечує вимірювання амплітудного значення інтенсивності синусоїдального магнітного поля приблизно від доль мкТл до 150 мТл при частоті 50 Гц, але тільки до 4,7 мТл при частоті 400 Гц і до 1,4 мТл в звуковому діапазоні частот. Частоту магнітного поля можна встановити за допомогою частотоміра ЧЗ-68.

Інтенсивність змінного магнітного поля може бути виміряна різними способами: ферозондовим, заснованими на ефекті Холу або на ефекті Фарадея, індукційним та ін. Ферозондові перетворювачі, як правило, розраховані на вимірювання поля до 10 мТл, вони непридатні для вимірювання інтенсивності поля, відмінного від синусоїдального. Здійснення методу Фарадея представляє інтерес при дослідженні полів, інтенсивності яких набагато перевищують використовувані в медицині. Індукційний метод може бути порівняно легко реалізований при вимірюванні інтенсивності змінного магнітного поля в широкому діапазоні значень магнітної індукції і частоти. Метод заснований на використанні закону електромагнітної індукції: аналізується ЕРС, що з'являється у витках котушки при поміщенні її в змінне магнітне поле. Таким чином, вимірювальна котушка використовується як перетворювач магнітних величин в електричні.

Якщо при дослідженні джерела магнітного поля необхідно визначити закон зміни його інтенсивності або амплітуду несинусоїдального сигналу, використовують електронний осцилограф, низькочастотний або імпульсний (при дослідженні імпульсного поля). При роботі з осцилографом горизонтальну розгортку зазвичай встановлюють так, щоб на екрані були два-три періоди досліджуваної кривої, а за допомогою вертикальної розгортки і зміщення нульової лінії домагаються того, щоб максимальний розмах зображення займав як можна більшу частину екрану, але був в межах робочої, лінійної частини його (це приблизно 80-90%, вертикальної шкали електронно-променевої трубки). Для контролю форми кривою напруги джерело напруги підключають до вертикальних пластин осцилографа. Для контролю форми кривою струму або при живленні постійним струмом для визначення коефіцієнта пульсацій ланцюг індуктора розривають (джерело живлення необхідно заздалегідь вимкнути), послідовно з індуктором включають низькоомний резистор опором r , а кінці його сполучають з вертикальними пластинами електронного осцилографа. Опір r (зазвичай 1÷2 Ом) має бути набагато менший опору індуктора, щоб від його введення параметри ланцюга змінювалися незначно. Потужність, що розсіюється цим резистором, не повинна перевищувати допустиму. Передусім фіксують вертикальне посилення, при якому максимальний розмах досліджуваного сигналу виявляється в межах робочої частини екрану. У цьому положенні визначають чутливість осцилографа по вертикалі за допомогою відомої зовнішньої синусоїдальної напруги

$$q = 2,8U_{r0} / h_r, \text{ мВ/под}$$

(U_{r0} – діюче значення синусоїдальної напруги, виміряне вольтметром, мВ,

h_r – розмах зображення синусоїди за шкалою екрану осцилографа) або за допомогою внутрішнього калібратора. Потім, не міняючи вертикальне посилення осцилографа, на вертикальні пластини подають досліджуваний сигнал і визначають його розмах h , теж в діленнях шкали екрану. Тоді, якщо не належний сигнал монополярний, амплітудне значення його напруги $U_a=q \cdot h$, мВ, якщо сигнал симетричний біполярний, то $U_a=q \cdot h/2$ мВ, а якщо визначається коефіцієнт пульсацій, то

$$k_n = gh/I_{cp}r \cdot 100, \%,$$

де I_{cp} – струм в ланцюзі індуктора.

При описі магнітного поля його часто ілюструють магнітними силовими лініями (лініями індукції). Картина поля може бути представлена різними способами, але завжди має бути прив'язана до координатної сітки. Картина поля, інформативна і зручна для застосування в магнітотерапії і магнітобіології, виходить, якщо представити її у вигляді ліній рівної магнітної індукції. За допомогою неї легко порівняти конфігурацію і інтенсивність полів різних індукторів, визначити величину і напрям магнітної індукції в конкретній ділянці тіла пацієнта, показати взаємне розташування об'єкту і джерела магнітного поля. Це дозволяє, описуючи методику лікування, вказувати реальні параметри поля з адресою в осередку ураження, наприклад, в області перелому, запалення і тому подібне.

Ковалева А.А.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

РАЗВИТИЕ ВОЗМОЖНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ОПТИЧЕСКОЙ КАПИЛЛЯРОСКОПИИ

Вступление. Актуальным вопросом современной медицины является поиск новых методов диагностики, позволяющие выявить мельчайшие изменения в организме еще на доклиническом этапе. Изучение системы сосудистой микроциркуляции весьма важно для диагностики, оценки тяжести и характера течения патологических процессов в организме человека, прогнозирования их динамики, контроля за эффективностью лечения. Для исследования микроциркуляции традиционно применяют биомикроскопические методы исследования капиллярного кровотока. Одним из таких наиболее актуальных и перспективных методов является оптическая капилляроскопия ногтевого ложа. Этот инструментальный метод позволяет на доказательном уровне выявить особенности функционирования системы периферического кровообращения–микроциркуляции и вегетативной нервной системы по состоянию капилляра.

Постанова завдання и цели. В работе необходимо было рассмотреть возможности оптической капилляроскопии для определения нарушений микроциркуляции, предложить способы оценки микроциркуляции путем измерения размеров капилляра и его отделов, а также скорости капиллярного кровотока, которые могут свидетельствовать о состоянии

микроциркуляции в целом, также для системы компьютерной капилляроскопии предложить методы калибровки и сегментации изображений микрососудов.

Основная часть. Экспериментальные исследования проводилось с помощью аппарата Viobasegroup WXH-8 1004C, YOUMEDTECHco., etl., который обладает 500 кратным оптическим увеличением. В ходе эксперимента под наблюдением находилось 27 добровольцев молодого возраста от 18 до 25 лет. В качестве объекта исследований выступает ногтевое ложе пальцев рук, где они расположены параллельно поверхности кожи и легко доступны наблюдению (особенно их первый ряд).

Для проведения прецизионных измерений использовался метод определения размеров эталонных микрообъектов с помощью калибровочного слайда. После фиксации изображений эталонных микрообъектов, занимающих площадь не менее половины поля зрения, выполнялись измерения их линейных размеров в пикселях и соответственно определялись линейные размеры пикселя для последующего перевода геометрических размеров капилляров при цифровых измерениях в линейные.

Предварительная обработка капилляроскопических изображений заключалась в проведении усредняющей фильтрации для устранения муар-эффекта, связанного со сравнительно низким пространственным разрешением камеры. Усредняющая линейная фильтрация проводилась с шириной окна 3×3 и позволяла устранить возникающий высокочастотный артефакт при незначительном размытии контуров капилляров, что не является принципиальным при сегментации в задаче подсчета их количества. Также проводилась гистограммная коррекция изображения для повышения контрастности при визуализации капилляров.

Сегментация полученных изображений капилляров проводилась с учетом априорной информации о преобладании красного канала при их визуализации, что явилось критерием однородности для проведения цветового отделения области объектов от фона. Исходя из этого, бинарная характеристическая функция $f_c(i,j)$ отображения капилляров для каждого элемента изображения с координатами (i,j) составлялась согласно формуле:

$$f_c(i,j) = \begin{cases} 1; & r(i,j) \geq k(g(i,j) + b(i,j)); \\ 0; & r(i,j) < k(g(i,j) + b(i,j)), \end{cases}$$

где $r(i,j)$, $g(i,j)$, $b(i,j)$ –цветовые координаты по соответствующим красному, зеленому и синему каналам для каждого (i,j) -го элемента изображения, k – коэффициент, подбираемый интерактивно и показывающий доминирование красного оттенка при визуализации капилляров, и находящийся для проводимых исследований в диапазоне $k \in [4-6]$.

Просмотр проводился по 5-ти неперекрываемым полям зрения. Плотность капиллярной сети по данным исследуемой группы составила $12,2 \pm 3,4$ ед/мм².

Скорость V_c капиллярного кровотока определялась по зафиксированным видеофрагментам с движением эритроцитов по капиллярам согласно формуле:

$$V_c = \frac{l_c \cdot f_{fr}}{N_{fr}} = \frac{l_c}{T_{fr} N_{fr}},$$

где l_c – длина измеряемого участка капилляра, мм; N_{fr} – длина видеофрагмента, определяемая в количестве кадров, T_{fr} – длительность кадра; f_{fr} – частота кадров.

Выводы. Сложность капилляроскопической картины и невозможность полной формализации зрительного восприятия обуславливает необходимость проведения интерактивных операций. Метод требует обязательной калибровки и компенсации геометрических искажений на выходных изображениях. Применение цифровых камер со сравнительно низким телевизионным разрешением приводит к появлению муар-эффекта и необходимости его компенсации низкочастотной фильтрацией, что снижает резкость изображения. Сегментацию изображений капилляров целесообразно проводить по априорным данным с учетом информации о преобладании красного канала при отображении капилляров и последующей логической постобработкой. Скорость капиллярного кровотока возможно экспериментально определять путем анализа зафиксированных видеофрагментов с визуализацией движения эритроцитов по капиллярам. Измеряя длину капилляра и количество кадров в видеопоследовательности при перемещении помеченного эритроцита при известной длительности кадров возможно определять линейную скорость кровотока. Перспективой работы является разработка метода получения данных о микроциркуляции на основе оптической капилляроскопии с максимальной степенью автоматизации и комплексного использования как визуальных, так и функциональных методов исследования.

Кононенко А.С., Свіржевський К.М.

Луцький національний технічний університет

МОЖЛИВОСТІ СПРЯМОВАНОГО ФОРМУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ СПРЯЖЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

Послідовність етапів технологічних процесів їх склад і використані технологічні підходи характеризуються технологічним циклом виготовлення деталі. Вона, в свою чергу, визначається рядом утворених показників якості. Знаючи закономірності їх утворення, стає можливим вже на етапі технологічної підготовки виробництва передбачити заходи для забезпечення регламентованих значень, тобто забезпечити спрямоване формування показників якості.

Спрямоване формування ґрунтується на елементах теорій технологічної спадковості та взаємовпливу показників якості, що дозволяє знизити роль випадкових чинників і їх поєднань в ході забезпечення показників якості, що зменшує діапазон розсіювання значень показників і сприяє підвищенню якості оброблених деталей. Кожен етап технологічного процесу виготовлення доцільно розглядати як взаємодію

різних технологічних об'єктів, що визначають процеси трансформації показників якості, виникнення явищ їх успадкування та взаємовпливу.

Технологічне забезпечення показників якості починається з вибору матеріалу деталі, що володіє певними фізико-механічними властивостями, з урахуванням зміни цих властивостей в часі, можливих дефектів і домішок в матеріалі, а також з вибору методу отримання заготовки.

Наступний етап – підбір методів і розрахунок параметрів режимів оброблення, що забезпечують отримання регламентованих показників при найменшій технологічній собівартості з їх наступним коригуванням у виробничих умовах. Вибір послідовності методів оброблення спочатку здійснюється на основі загальнотехнологічних принципів послідовного підвищення точності розмірів і зниження висотних показників шорсткості оброблюваних поверхонь заготовки. Під час розрахунку параметрів режимів необхідно використовувати теоретичні та емпіричні залежності показників якості заготовки від умов її оброблення. Далі слід проаналізувати можливі явища технологічної спадковості та взаємовпливу показників якості в процесі виготовлення, оскільки напрямок зміни одного показника може не збігатися з напрямками зміни інших. Такий аналіз робить можливим визначення таких умов перебігу технологічного процесу, за яких не виникатиме негативного впливу властивостей матеріалу, поверхневого шару, конструктивних форм заготовки, її технологічних баз на сформовані показники якості деталі. Для здійснення спрямованого формування необхідно визначити параметри, за допомогою зміни значень яких, можна керувати значеннями показників, що еволюціонують в процесі оброблення. Це дозволить ліквідувати або зменшити вплив показників, що погіршують експлуатаційні властивості деталей, в першу чергу, на заготівельних та початкових операціях механічного оброблення, й ініціалізувати прояви показників, що забезпечують покращення експлуатаційних властивостей деталі загалом.

Аналіз характеру взаємозв'язків технологічно регламентованих і отриманих показників якості заготовки з параметрами її оброблення показав, що точністю і макровідхиленнями можна керувати під час оброблення різанням; хвилястістю – на операціях абразивного і виходжувального оброблення; показниками шорсткості – при застосуванні усіх відомих методів механічного оброблення; фізико-механічними показниками поверхневого шару – на операціях зміцнювально-вигладжувального оброблення поверхнево-пластичним деформуванням (ППД). Управління показниками якості забезпечується шляхом варіювання параметрами технологічної системи та режимами оброблення що призначаються для окремих технологічних операцій, а саме: у випадку застосування лезового оброблення на точність розмірів і форми заготовок основний вплив здійснюють точність верстата, жорсткість технологічної системи ВІД та матеріал різального інструменту; на хвилястість – жорсткість системи і точність верстата; на показники шорсткості – подача (при величині подачі більше або рівній 0,1 мм/об); на фізико-механічні показники – змашувально-охолоджуючі рідини (ЗОР) та особливості

технологічних оброблювальних робочих зон (ТОРЗ) (зона безпосереднього контакту інструменту і заготовки, наявність ЗОР, температурні показники зони оброблення, тощо), геометрія ріжучої частини інструменту і параметри режимів оброблення.

За умов абразивного і виходжувального оброблення на точність розмірів і форми заготовок впливають точність верстата, жорсткість технологічної системи, глибина різання і кількість виходжувань; на хвилястість – жорсткість технологічної системи, точність верстата, кількість виходжувань; на шорсткість – зернистість, кількість виходжувань і подача; на фізико механічні показники – глибина різання, зернистість, ЗОР та ТОРЗ. У випадку зміцнювального оброблення точність розмірів і форми заготовок залежить в основному від їх вихідних значень, опосередковано від сили деформування, числа робочих ходів і межі текучості оброблюваного матеріалу; хвилястість, крім перерахованих параметрів, залежить від форми робочого інструменту; шорсткість – від її вихідного значення, сили деформування, подачі і межі текучості оброблюваного матеріалу. В процесі застосування ППД керованими є фізико-механічні показники, які залежать від сили деформування, числа робочих ходів, подачі, форми інструменту, межі текучості оброблюваного матеріалу і ЗОР та ТОРЗ. Після визначення коефіцієнтів трансформації показників якості в ході виготовлення деталі, за відомої структури технологічного процесу можна визначити бажаний розподіл її показників між технологічними операціями і переходами. З іншого боку, при відомих діапазонах зміни значень показників якості вихідної заготовки і заданих значеннях ряду показників якості деталі може бути розроблений найбільш ефективний технологічний процес, що буде забезпечувати перетворення показників якості заготовки в показники якості деталі.

Кононов В.Б.

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

ВИБІР КРИТЕРІЮ ОПТИМАЛЬНОСТІ БІНАРНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ З НОРМОВАНИМ СПЕКТРОМ

Періодичні сигнали бінарної форми, що мають нормований амплітудний спектр, знаходять широке застосування в метрологічній практиці. При цьому найбільші функціональні можливості управління спектральним складом досягаються великою кількістю точок переключення – моментів перемикання між додатним та від'ємним рівнями – на інтервалі одного періоду.

Критерії оптимальності бінарних вимірювальних сигналів з нормованим амплітудним спектром дозволяють обґрунтувати вибір вимірювальних сигналів для метрологічного забезпечення селективних засобів вимірювальної техніки й частотомірів та ідентифікацію різних лінійних динамічних систем у частотній області, що допомагає отримати

високий показник відношення сигнал/шум. Тому питання обґрунтування вибору критеріїв оптимальності бінарних вимірювальних сигналів з нормованим спектром є важливою науково-технічною задачею, актуальність якої підтверджується необхідністю досягнення найбільшою функціональною можливістю управління спектральним складом на інтервалі одного періоду.

Метою роботи є обґрунтування вибору критеріїв оптимальності бінарних вимірювальних сигналів з нормованим амплітудним спектром з метою отримання високого показника відношення сигнал/шум.

Вибір вимірювальних сигналів для метрологічного забезпечення селективних засобів вимірювальної техніки й частотомірів та ідентифікацію різних лінійних динамічних систем у частотній області, дозволяє одержати високий показник відношення сигнал/шум, оскільки вони мають мінімальний серед усіх сигналів коефіцієнт амплітуди, який дорівнює одиниці. Тому перш за все будемо розглядати бінарні сигнали з нормованим спектром. Однією з основних переваг бінарних сигналів з нормованим спектром є достатньо проста апаратурна реалізація калібраторів, що забезпечує їм економічну ефективність. З метою спрощення такі сигнали з нормованим спектром надалі будемо називати сигналами частотно-імпульсними модуляції, оскільки одержання необхідного спектра амплітуд цих сигналів з нормованим спектром досягається регулюванням тривалості елементарних імпульсів, тобто зміною фазових координат точки переключення. Частотна ідентифікація лінійних динамічних систем вимірювальних сигналів типу парний та непарний мультисинус, оптимальні за критерієм мінімуму коефіцієнта амплітуди. Але ж, з метою обґрунтування вибору критеріїв оптимальності бінарних вимірювальних сигналів з нормованим спектром розглянемо критерії оптимальності бінарних сигнали з нормованим спектром.

Аналіз критерія максимуму середнього значення корисних гармонік при обмеженні на корисну потужність бінарних часоімпульсно-модульованих вимірювальних сигналів свідчить, що оптимізація сигналів з частотно-імпульсною модуляцією за мінімумом середньо-квадратичного відхилення модулів комплексних коефіцієнтів Фур'є бінарного й опорного сигналу з нормованим спектром полягає в максимізації середнього значення амплітуд гармонічних складових на частотах аналізу.

Аналіз критерія максимуму корисної потужності бінарних часоімпульсно-модульованих вимірювальних сигналів свідчить, що формулювання функції обмежень на певні параметри сигналів з нормованим спектром у даному випадку може виходити з тієї необхідності, що вхідний сигнал, повинен давати можливість відстежити як завгодно малі зміни амплітудно-частотної характеристики лінійної динамічної системи.

Аналіз критерія максимуму чутливості контролю частотної характеристики досліджуваного об'єкту контролю доводить необхідність максимізації корисної потужності, що виділяється в навантаження в потрібному частотному діапазоні.

Визначивши два критерія оптимальності бінарних сигналів з

частотно-імпульсною модуляцією, а саме максимуму середнього значення амплітуд корисних гармонік та максимуму корисної потужності сигналу з нормованим спектром, зведемо їх в один узагальнений критерій оптимізації спектрального складу бінарних вимірювальних сигналів.

Оптимізація характеристик бінарних сигналів з нормованим спектром з використанням або критерію максимуму корисної потужності бінарних часоімпульсно-модульованих вимірювальних сигналів або критерію максимуму чутливості контролю частотної характеристики досліджуваного об'єкту контролю не має достатньої гнучкості управління спектральним складом: максимум середнього значення гармонік, що беруть участь у процесі вимірювань, і максимум корисної потужності сигналу можуть бути досягнуті за рахунок однієї або декількох спектральних складових, що призведе до неприпустимої концентрації потужності в них. Отже, потрібно знайти таку цільову функцію, яка б передбачала введення обмеження на нерівномірність гармонік у необхідному частотному діапазоні.

Висновок. З метою отримання рівномірного спектра бінарного сигналу з частотно-імпульсною модуляцією в якості критерію оптимальності доцільно обрати мінімізацію розкиду амплітуд корисних гармонік сигналу з нормованим спектром тобто мінімізацію абсолютної нерівномірності амплітудно-частотної характеристики сигналу.

¹Коробко А. І., ²Шатіхіна В. Є.

¹Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування і випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВІРТУАЛЬНИЙ ТРЕНАЖЕР МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

Вступ. Завершення 2019-2020 навчального року та подальша організація навчального процесу у закладах освіти виявилася надто складною. Усі заклади освіти усіх рівнів змушені були перейти на дистанційну форму навчання. Для проведення лекцій є безліч on-line платформ. Це не викликало значних труднощів. Проблемним (особливо для технічних дисциплін) є реалізація лабораторних робіт і проведення виробничих і переддипломних практик, проходження яких заплановано на діючих підприємствах реального сектору економіки.

Постановка задачі. Для досягнення необхідних програмних результатів навчання і здобуття відповідних компетентностей необхідно мати відповідну технічну базу. В умовах дистанційного навчання на перший план виходять програмно-апаратні комплекси. Крім цього, перевагою використання віртуальних тренажерів є автоматизована система контролю і перевірки дій студента. Зважаючи на вище сказане, актуальною є задача проектування віртуальних навчальних тренажерів для забезпечення

своєчасного і якісного оволодіння студентами запланованими програмними результатами навчання.

Мета роботи Мета роботи – практична реалізація запропонованих теоретичних рішень щодо використання адаптивного інформаційно-логістичного метрологічного забезпечення випробувальної лабораторії у навчальному процесі.

Основна частина. Чинна редакція стандарту ISO/IEC 17025-2017 передбачає широкі можливості для використання інформаційних технологій в організації системи управління випробувальної лабораторії. Раніше нами було запропоновано схему системи метрологічного забезпечення випробувальної лабораторії, що охоплює усі сторони забезпечення необхідної точності вимірювань і випробувань. Уся інформація, яка необхідна для реалізації процесу випробувань, в запропонованій системі акумулюється у підсистемі «Інформаційно-логістична». Це автоматизована система з базами даних щодо методик виконання вимірювання, засобів вимірювальної техніки і випробувального устаткування, персоналу, результатів вимірювань і випробувань.

На основі і з використанням принципів роботи цієї системи розроблено програмно-технічний комплекс «Laboratory test quality v.3 Virtual laboratory». Наразі він використовується під час навчання студентів за освітньою програмою «Професійна освіта. Метрологія, стандартизація та сертифікація».

Це віртуальна випробувальна лабораторія (що працює автономно без доступу до серверу), база даних якої наповнена методами випробувань відповідно до діючих стандартів і з використанням інформації про сучасні засоби вимірювальної техніки і випробувальне устаткування, що використовуються при реалізації цих методів.

Студенти мають можливість познайомитись з Паспортом та системою управління випробувальної лабораторії. В розділі «Паспорт» у зручному форматі можна переглянути усі форми паспорту ВЛ. При відкриванні певної форми, у вікні діалогу є кнопки з перехрестними посиланнями на форми процедур системи управління. Так, наприклад, при перегляді інформації про певне випробувальне устаткування (ВУ) або засіб вимірювальної техніки (ЗВТ) форми 3 або форми 4 Паспорту, відповідно, можна переглянути інформацію про персонал, що уповноважений працювати з цим устаткуванням. Аналогічно працюють і форми перегляду нормативних документів на продукцію (форма 2.1) чи на методи випробувань (форма 2.2). Переглядаючи форму 2.2 можна переглянути інформацію стосовно того, хто із працівників уповноважений на проведення конкретного методу, яке ВУ і ЗВТ використовується, тощо.

Система управління ВЛ працює в інтерактивному режимі. Студенти мають змогу виконувати завдання, що ставить викладач. Наприклад, скласти програму калібрування ЗВТ, графік технічного обслуговування ЗВТ і ВУ, тощо. Повністю реалізовано розділ 8 ISO/IEC 17025-2017. Студенти навчаються проводити внутрішні аудити, починаючи з складання графіку аудитів, програми кожного аудиту, складати опитувальні листи і т. д. до

завершення аудиту, розробки коригувальних дій і відслідковування їх виконання з оцінкою ефективності.

При «роботі з замовником» студенти навчаються аналізувати заявку на випробування, формувати програму випробувань, засвоюють принципи ідентифікації і відбору зразків, тощо.

Вибравши з бази даних за завданням викладача вид продукції випробування якої проводить лабораторія і мету її випробувань, студенти визначають нормативні документи на вимоги до неї, визначають можливі методи випробувань щодо неї, необхідні ЗВТ і ВУ, призначають випробувачів, що уповноважені на виконання відповідних робіт.

Форми роботи з тренажером наступні:

- уся група студентів діє як одна лабораторія із розподілом повноважень між студентами відповідно до віртуальних посад;
- кожному студенту дається індивідуальне завдання.

Керівник практики (викладач) формує завдання кожному студенту відповідно до вибраного способу. В подальшому, файли створені студентами в поточному році можуть використовуватись як відправна точка для формування завдання студентам наступних років. Завдання може заключатись у розвитку бази даних, наповнення її новими засобами вимірювальної техніки, формування програм калібрування, пошуку невідповідностей у системі управління, тощо та модернізації самого програмного комплексу.

Висновки. Розробка віртуальних тренажерів для практичної підготовки студентів є актуальною задачею. Програмно-технічний комплекс «Laboratory test quality v.3 Virtual laboratory» забезпечує засвоєння студентами відповідних програмних результатів за обраною освітньою програмою

Королюк О.С., Симонюк В.П.

Луцький національний технічний університет

ДО МОДЕРНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ЗМІНИ ВИСОТИ СТОЛИКА ГОНІОМЕТРА ГС-5

Гоніометр ГС-5 є контрольно-вимірювальним приладом лабораторного типу, призначеним для вимірювання кутів між нормаллями до плоских полірованих граней твердих прозорих і непрозорих тіл та пірамідальності призми (див. рис. 1). Гоніометри, зазвичай, складаються із автоколіматора, мікроскопа, корпусу, столика з лімбом і осьової системи.

Обертання лімба із столиком виробляється грубо від руки, або точно мікрометричним гвинтом. Для правильної установки вимірюваної призми передбачений нахил столика в двох взаємно перпендикулярних площинах. Для зміни висоти столика є набір спеціальних пластин. Прилад включається в мережу змінного струму вимикачем на передній панелі приладу.

Для забезпечення зміни висоти столика, у багатьох типах гоніометрів, застосовуються конструктивно застарілі методи та засоби регулювання, що

впливає на певні незручності при регулюванні, застосування допоміжного набору пластин, значні відхилення вимірюваної величини від дійсної, а також на оперативність проведення досліджень. Проведений огляд та аналіз багатьох типів гоніометрів доводить необхідність конструктивної модернізації системи зміни висоти столика.



Рисунок 1 – Загальний вигляд гоніометра ГС-5

В оптичних пристроях, для регулювання та фокусування, як відомо, максимально застосовуються різьбові регулятори. Вони дуже зручні при експлуатації, дешеві у виготовленні, надійні. Слід зазначити, що, в стаціонарних умовах, в основному, регулювальні різьби застосовують метричні, а для вертикального регулювання упорні із певним кроком. При цьому, для грубого налаштування, слід застосовувати різьби із більшим кроком, а для точного із меншим.

Коротич О.О, Залізецький А.М., Мельник В.І.

Хмельницький національний університет

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ АВТОМАТИЗАЦІЇ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ ПОБУТОВИХ ПРИМІЩЕНЬ

Для створення найбільш сприятливих, комфортних умов виробництва, або для поліпшення самопочуття людей, що знаходяться в приміщенні, необхідно забезпечити підтримку стану повітря усередині приміщення відповідно до певного набору параметрів: температури; вологості; складу забруднюючих домішок; свіжості; напряму та швидкості потоку повітря.

Еволюція кондиціонуючих систем триває: поліпшується дизайн; розробляються економічні й ергономічні моделі; з'явилися мульти-спліт-системи і технології очищення та озонування повітря; змінилася система управління.

Актуальною задачею – є забезпечення автоматичного контролю параметрів повітря в приміщенні й управління функціями системи кондиціонування.

Метою роботи є вибір раціональної, економічної систем кондиціонування і її автоматичного керування, для чого необхідно

правильно підібрати та змонтувати всі елементи системи керування для забезпечення якості функцій кондиціонера.

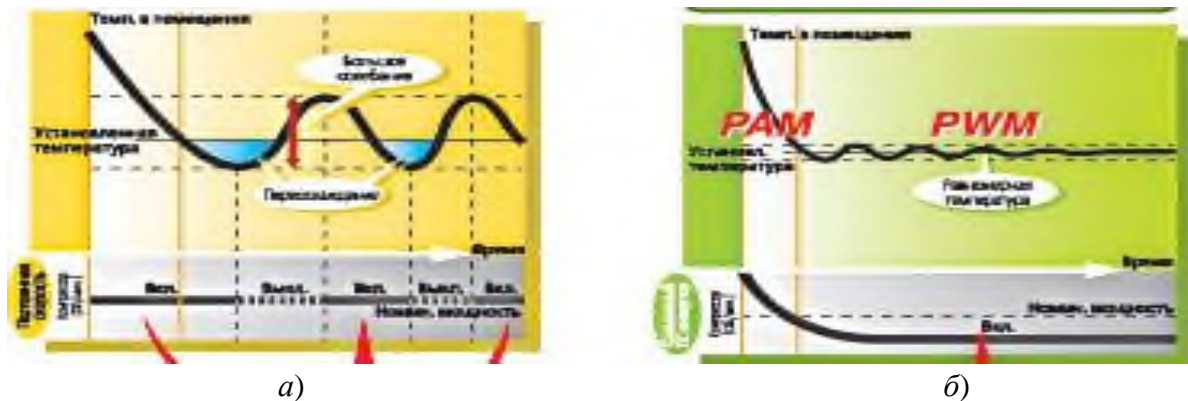


Рисунок 1 – Графік зміни температури при роботі звичайного (а) та інверторного (б) кондиціонерів

Типи побутових систем кондиціонування повітря (СКП) за алгоритмом роботи поділяються на два типи:

1) Звичайні кондиціонери, що діють в режимі «on/off» (старт/стоп). Коли температура приміщення доводиться до заданого користувачем рівня, компресор апарата вимикається, рух фреону припиняється. Потім кімната прогрівається на 2-3 градуси, компресор запускається знову, (рис.1, а);

2) Інверторні моделі – компресор функціонує постійно. Отримуючи сигнали температурних датчиків, контролер віддає команди електронній платі інвертора - блоку управління електродвигуном, який змінює частоту струму та кількість обертів ротора і відповідно, продуктивність компресора, (рис.1, б). Продуктивність і температура повітря змінюються плавно.

Регульований асинхронний електропривод або частотно-регульований привод складається з асинхронного електродвигуна і перетворювача частоти, який виконує роль регулятора швидкості обертання асинхронного електродвигуна. Плавно збільшуючи частоту і амплітуду напруги, що подається на статорні обмотки асинхронного електродвигуна, можна забезпечити плавне регулювання швидкості обертання валу електродвигуна.

Залежно від структури і принципу роботи електричного приводу виділяють два класи перетворювачів частоти:

- з безпосереднім зв'язком.
- з явно вираженою проміжною ланкою постійного струму.

Для забезпечення заданих параметрів кондиціонування повітря перетворювач частоти керується мікропроцесорним пристроєм (контролером).

Застосування частотно-регульованого електроприводу у системах кондиціонування і їх автоматичного керування, забезпечує:

- зміну швидкості обертання в раніше нерегульованих технологічних процесах;
- створення замкнених систем асинхронного електроприводу з можливістю точної підтримки заданих температурних параметрів повітря;

- можливість вимкнення механічних систем регулювання швидкості обертання (варіаторів, ремінних передач);
- зниження зносу механічних ланок і підвищення надійності і довговічності роботи мотор-компресора кондиціонера унаслідок поліпшення динаміки роботи електроприводу;
- економія електроенергії при роботі кондиціонера до 50% за рахунок регулювання продуктивності шляхом зміни частоти обертання електродвигуна на відміну від регулювання продуктивності іншими способами (дроселювання, увімкнення-вимкнення і тощо).

Порівняний аналіз особливостей систем автоматизації процесів кондиціонування повітря в побутових приміщеннях проведено з метою подальшого практичного дослідження робочих характеристик електродвигуна мотор-компресора інверторного кондиціонера.

Космач О.П.

Національний університет “Чернігівська політехніка”

ВІБРАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ВУЗЛА З ГІДРАВЛІЧНИМИ ОПОРАМИ КОВЗАННЯ

На сучасному етапі розвитку техніки виникає необхідність у підвищенні вимог як до всього технологічного обладнання так і до його складових частин. Сучасні машини розвиваються в напрямку підвищення потужності, що призводить до великого перевантаження та як наслідок підвищення віброакустичної активності. Дослідження динамічних явищ, які виникають під час роботи машин дозволяє керувати режимами роботи обладнання для того щоб мінімізувати вібраційний вплив. Дослідження параметрів вібрацій дозволить визначати поточний технічний стан як всього обладнання так і його окремих вузлів, а також діагностувати наявність та розвиток дефектів.

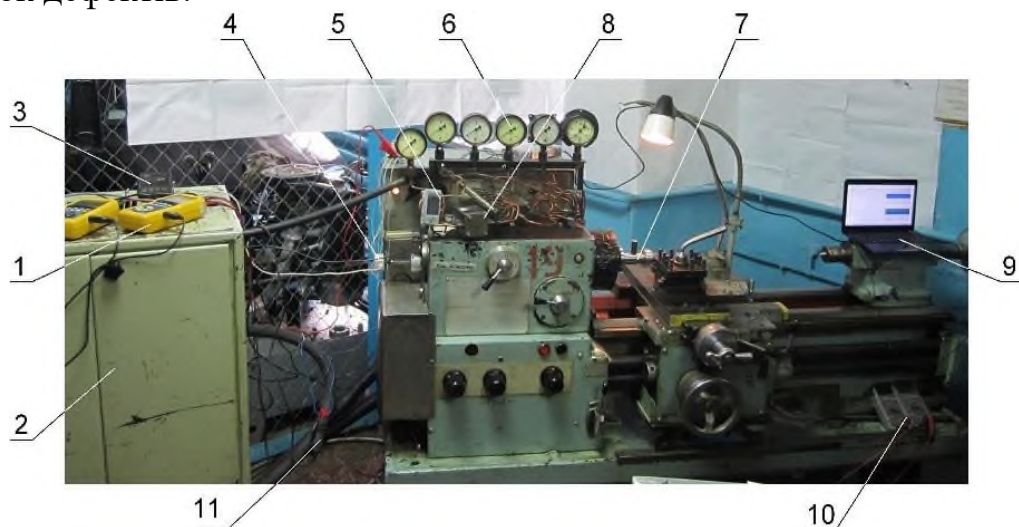


Рисунок 1 – Схема випробувального вузла ковзання

- 1 – однофазні аналізатори якості електричної мережі, 2 – гідростанція, 3 – електронний тахометр, 4 – енкодер, 5 – вимірювач температури, 6 – манометри, 7 – оправка, 8 – подільник потоку рідини; 9 – ноутбук, 10 – цифрові мультиметри, 11 – струмові кліщі

В роботі було досліджено вібраційну активність прецизійного верстату та причини виникнення вібрацій при різних режимах його роботи. Метою роботи було визначення технологічних режимів та процесів, які більше всього впливають на вібрації верстату.

Таким чином, контроль та аналіз металообробних технологічних систем та розробка методу вимірювання динамічних характеристик таких системи є важливим і актуальним науково-практичним завданням.

На рис. 1 показано випробувальний стенд з вимірювальними засобами.

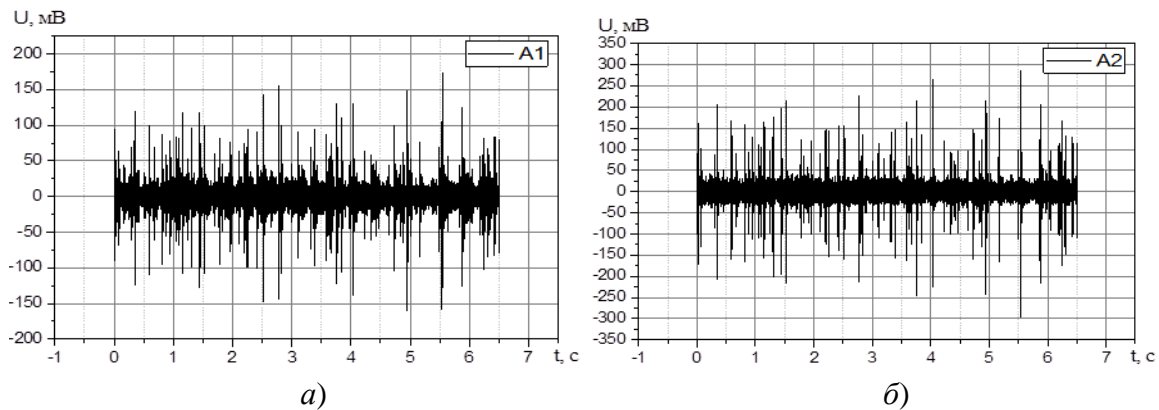


Рисунок 2 – Зареєстровані вібраційні сигнали на передній (а) та задній (б) опорі ковзання

На рис.2 показано статистичну обробку сигналу отриманого з датчика вимірювання вібрацій на передній опорі A1 та задній опорі A2 ковзання при наступному режимі різання: глибина різання – 1,2 мм, 2400 хв⁻¹, швидкість переміщення різця за один оберт заготовки (подача) – 0,192 мм, тиск мастила в гідростатичній опорі – 4 МПа, статичний дисбаланс заготовки $6524 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}$.

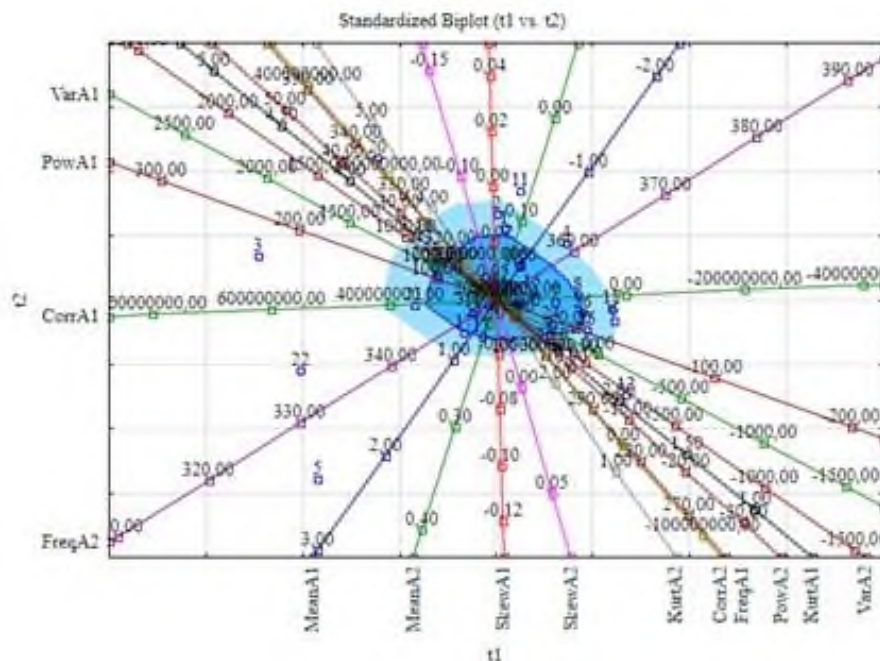


Рис.3. Біплет опрацьованих параметрів вібраційних сигналів

Проведено PCA аналіз опрацьованих параметрів вібрацій опорних частин шпиндельного вузла верстату (рис. 3) (Mean, Var, Kurt, Skew –

статистичні параметри розсіювання даних, Pow, Freq – амплітудно-частотні, Corr – кореляційні).

Побудований біплот показує рівень та межі взаємодії параметрів вібраційних сигналів на передній та задній опорі між собою. З результатів видно, що найбільш близька між собою взаємодія параметрів вібраційних сигналів на задній опорі (A2). Найменший характер взаємодії має параметр автокореляції вібраційного сигналу на передній опорі Corr A1.

¹Кругляк Д.О., ¹Середа Б.П., ¹Середа Д.Б., ²Проломов А.А.

¹Дніпровський державний технічний університет

²Запорізький національний університет

ПІДВИЩЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА ЗАХИСНИМИ ПОКРИТТЯМИ ОТРИМАНИМИ В ПОРОШКОВИХ СЕРЕДОВИЩАХ

Вступ. Сучасні темпи виробництва в Україні вимагають розробки нових конструкційних матеріалів, які при низькій собівартості мали певний комплекс фізичних і механічних властивостей. Одним з напрямків отримання таких матеріалів є виробництво конструкційного матеріалу з температуро-, зносо- і хімічно стійкими покриттями на робочих поверхнях. Тому актуальним є питання підвищення експлуатаційних характеристик деталей, за рахунок створення захисних покриттів з використанням порошкових середовищ.

Постановка задачі. Дослідити корозійну стійкість конструкційних матеріалів з отриманими захисними покриттями, працюючими в умовах металургійного виробництва.

Результати і обговорення. При випробуванні в 30% водяному розчині соляної кислоти найкращу стійкість показують захисні покриття, леговані кремнієм та титаном, що мають такі показники втрати маси: 14,6 і 15,8 г/м². Металографічний аналіз показує, що захисні покриття на всіх зразках зазнали рівномірної корозії на невелику глибину, тому для роботи в 30% водяному розчині соляної кислоти доцільно використовувати захисні покриття, леговані кремнієм, які, крім доброї корозійної стійкості, мають також високу зносостійкість.

При випробуванні в 30% водяному розчині азотної кислоти добру стійкість показують захисні покриття, леговані титаном та кремнієм, що мають показники: 34,5 і 36,7 г/м². При випробуванні в 30% водяному розчині сірчаної кислоти добру стійкість мають усі захисні покриття. Порівняльний аналіз корозійної стійкості захисних покриттів, легованих кремнієм і отриманих в ізотермічних умовах ХТО, показує, що вони мають втрату ваги в 1,5–1,7 рази меншу.

Висновки. Отримано антикорозійні захисні покриття, леговані кремнієм на конструкційних матеріалах, за рахунок утворення пасивних оксидних плівок Al₂O₃, Cr₂O₃, TiO₂, SiO₂. Порівняльний аналіз корозійної

стійкості захисних покриттів отриманих в нових порошкових середовищах показав, що вони мають втрату маси в 1,5-1,7 рази меншу, за рахунок більшої концентрації хрому, алюмінію, кремнію й титану (на 8-12%).

Кругляк І.В., Серeda Б.П.

Дніпровський державний технічний університет

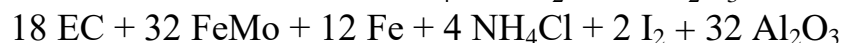
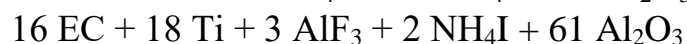
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИФУЗІЙНИХ ШАРІВ, ОТРИМАНИХ З ВИКОРИСТАННЯМ КОМПОЗИЦІЙНИХ НАСИЧУЮЧИХ СЕРЕДОВИЩ

Вступ. В зв'язку з прискореним розвитком техніки питання підвищення надійності та довговічності деталей машин, підвищення їх якості і ефективності роботи, а тому питання економії металів, боротьби з корозією та зносом є актуальним. Рішення цих проблем перш за все пов'язане зі зміцненням поверхневого шару деталей. Створення багатокомпонентних дифузійних шарів, отриманих з використанням композиційних насичуючих середовищ є актуальним для металургійної промисловості України.

Постановка задачі. оптимізувати хімічний склад комплексних багатокомпонентних дифузійних покриттів на основі алюмінію, ванадію, титану, молібдену, бору, вольфраму, що забезпечує раціональну структуру і заданий рівень механічних та технологічних властивостей деталей.

Мета роботи. Метою роботи є моделювання процесів формування функціональних покриттів на конструкційних матеріалах з використанням композиційних насичуючих середовищ».

Основна частина. Запропоновано модель утворення дифузійних шарів, на підставі розрахунку адіабатичних температур шихти та вирішення рівняння теплового балансу. Отримані значення концентрації газоподібних продуктів реакції від температурних умов насичення, що дає змогу прогнозувати можливість перенесення легуючих елементів в композиційних насичуючих середовищах, для утворення захисних покриттів. За результатами моделювання запропоновано схеми формування захисних шарів. Склад композиційних насичуючих середовищ наступний:



(ЕС – енергетична складова системи для дифузійного насичення).

Висновки. В результаті проведеного моделювання були отримані фізико-хімічні моделі формування покриттів з використанням композиційних насичуючих середовищ, які складаються з наступних стадій: нагрівання; відновлення ЕС; початок формування дифузійного шару;

ізотермічна витримка; завершення процесу формування дифузійного шару та розраховано склад газового середовища для насичення поверхні.

¹Кузь М.В., ²Заміховський Л.М., ²Кузь Г.М., ³Шульга В.А.

¹Прикарпатський національний університет ім. Василя Стефаника

²Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

³РГК «Івано-Франківськгаз»

НОРМАТИВНО-ПРАВОВІ ТА ТЕХНІЧНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ ОБЛІКУ ГАЗУ В ОДИНИЦЯХ ЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Вступ. В умовах сьогодення все актуальнішим стає питання якості природного газу, в тому числі і розробки засобів вимірювань енергії газу. Законом України «Про ринок природного газу» встановлюється необхідність приладового обліку природного газу «з метою отримання та реєстрації достовірної інформації про обсяги і якість природного газу під час його транспортування, розподілу, постачання, зберігання та споживання».

Постановка задачі. Відповідно до чинних в Україні «Правил постачання природного газу» розрахунок зі споживачами за природний газ повинен здійснюватися в метрах кубічних, приведених до стандартних умов і виражених в енергетичних одиницях. Однак цьому суперечить вимога «Технічного регламенту засобів вимірювальної техніки», яка стверджує, що розрахунки зі споживачами повинні здійснюватися на основі результатів вимірювання об'ємів газу, зчитуваних з показувального пристрою.

Метою роботи є оцінка нормативно-правових вимог та технічних можливостей впровадження в Україні обліку природного газу в енергетичних одиницях.

Основна частина. Як відомо, показувальні пристрої лічильників газу, що експлуатуються в Україні, відображають виміряні об'єми газу в метрах кубічних. На даний час частково реалізовано вимоги вище наведених нормативно-правових документів, зокрема повномасштабно в промисловості і частково в комунально-побутовій сфері здійснюється коригування показів вимірювання об'єму газу лічильниками в залежності від температури і тиску газу. Технічний регламент засобів вимірювальної техніки дозволяє для обліку газу використовувати пристрої перетворення об'єму. Саме пристрої перетворення об'єму в енергетичні одиниці можуть стати складовими компонентами систем інтелектуального вимірювання, що дасть змогу створити єдину галузеву інтелектуальну мережу в Україні. Це дозволить іти в ногу з часом, використовуючи світові досягнення у сфері штучного інтелекту. Для цього в Україні є відповідна технічна база, досвідчений науково-технічний потенціал та ряд науково-дослідних і виробничих організацій з практичним досвідом виготовлення таких систем.

Висновки. Перехід на розрахунок за спожитий природний газ в енергетичних одиницях, замість кубометрів, дасть можливість споживачам

сплачувати за реально спожиті кіловат-години енергії. Саме даний розрахунок мотивуватиме споживача подбати про енергоефективність, оскільки можна буде порівнювати вартість енергії, отриманої з різних енергоносіїв.

Лебедєв В.А., Лактіонов І.С., Вовна О.В.

ДВНЗ “Донецький національний технічний університет”, м. Покровськ

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРОБКИ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МОНІТОРИНГУ ҐРУНТОКЛІМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

Вступ. Із кожним днем розвиток аграрного сектору в Україні стає все більш динамічним. Однією з головних причин такого розвитку є впровадження сучасних комп'ютерно-інтегрованих інформаційно-вимірювальних технологій до сільського господарства. На сьогоднішній день однією з багатьох інновацій, за допомогою якої можна вивести алгоритми планування агротехнічних заходів на якісно новий рівень, є прогнозування врожайності на основі інтелектуального оперативного аналізу результатів предиктивного онлайн моніторингу ґрунтокліматичних параметрів. За допомогою комп'ютерно-інтегрованих технологій обліку кліматичних параметрів можна об'єктивно спланувати проведення агротехнічних заходів і зменшити втрати врожаю внаслідок своєчасного проведення робіт із догляду за сільськогосподарськими культурами. Отже, дослідження засобів комп'ютерно-інтегрованого предиктивного моніторингу дає змогу аграріям оперувати актуальними даними щодо погодних умов під час планування робіт на відкритому ґрунті.

Постановка науково-технічної задачі. Науково-технічна задача поставлена в напрямок проведення експериментальних досліджень, які дозволять оптимізувати структурно-алгоритмічну організацію та інформаційно-вимірювальне забезпечення комп'ютерно-інтегрованої технології моніторингу ґрунтокліматичних параметрів під час вирощування сільськогосподарських культур в умовах відкритого ґрунту східної України. Основні завдання полягають у: обґрунтуванні компонентної бази досліджуваної системи комп'ютерно-інтегрованого моніторингу ґрунтокліматичних параметрів у режимі реального часу; розробці, тестуванні та оптимізації програмної компоненти досліджуваної системи; обґрунтуванні структурно-алгоритмічної організації системи віддаленого предиктивного моніторингу; проведенні лабораторних і польових випробувань розробленої системи та обґрунтуванні рекомендацій щодо її впровадження до реальних умов експлуатації.

Основна частина. На підставі проведених лабораторних досліджень було спроектовано та реалізовано натурний зразок комп'ютерно-інтегрованої системи (див. рис. 1), який дозволяє проводити моніторинг ґрунтокліматичних параметрів в умовах відкритого ґрунту в режимі реального часу, що дає змогу вести облік та об'єктивно планувати

агротехнічні заходи задля підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Розроблена система призначена для первинної обробки і подальшої агрегації інформації на віддалених онлайн-сервісах.

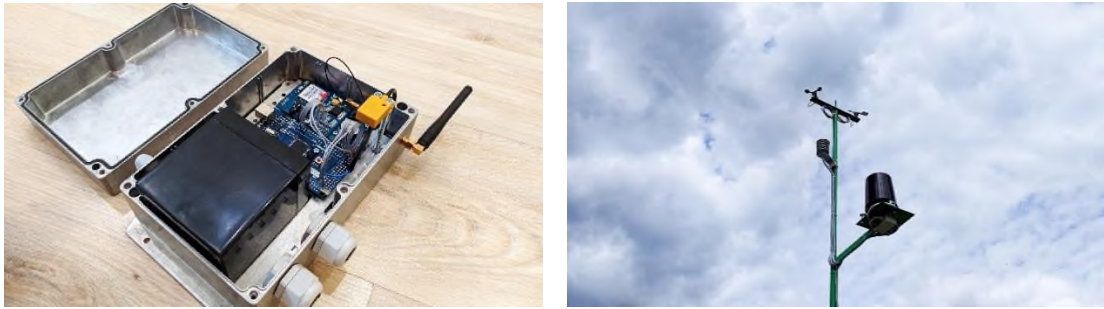


Рисунок 1 – Натурний зразок реалізованої системи моніторингу

Основний блок системи складається з мікропроцесорного модуля Arduino Mega 2560 та модуля бездротової передачі інформації SIM 900 за технологіями GSM та GPRS зв'язку. Додатковим блоком системи є комплекс фізико-хімічних сенсорів, що дозволяє вести облік наступних параметрів: температура й вологість повітря; температура й вологість ґрунту; атмосферний тиск; кількість та інтенсивність атмосферних опадів; напрямок і швидкість вітру.

Програмний алгоритм роботи системи полягає в ініціалізації додаткових структур при роботі з модулями та сенсорами, опитуванні сенсорів для отримання й подальшої обробки вимірювальної інформації та завершальної відправки даних до сервісів віддаленої агрегації. Також у системі передбачена функція відправки SMS-повідомлень із осередненими даними за останні дванадцять годин, а також екстреними повідомленнями щодо роботи системи.

Результати отримані під час експериментальних досліджень, які були проведені в польових умовах, відповідають поставленим метрологічним вимогам та вимогам надійності під час експлуатації розробленого натурального зразка, та є підставою до доцільності впровадження комп'ютерно-інтегрованої системи моніторингу кліматичних параметрів для сільськогосподарських об'єктів, що підтверджено виконанням госпдогвірної тематики «Розробка та впровадження комп'ютеризованої системи моніторингу кліматичних параметрів з віддаленою агрегацією результатів на підприємстві ДДСДС НААН України».

Висновки. Під час проведення досліджень була досягнута основна мета роботи щодо проведення розробки та експериментальних випробувань апаратно-програмної реалізації макетного зразка комп'ютерно-інтегрованої системи моніторингу ґрунтокліматичних параметрів, що стало підставою для його впровадження до польових умов ДДСДС НААН України. Отримано задовільні показники під час тестування досліджуваної системи в польових умовах, що, в свою чергу, є обов'язковою умовою при впровадженні розробленої комп'ютерно-інтегрованої системи задля підвищення ефективності й оперативності планування та проведення агротехнічних заходів.

¹Марчук І.В., ¹Марчук В.І., ¹Марчук Ів. В., ¹Гринюк С.В.,

²Джугурян Т.Г.

¹Луцький національний технічний університет

²Щецінська Морська академія, Польща

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ КІЛЕЦЬ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЛИКОПІДШИПНИКІВ

В статті висвітлюються проблеми пов'язані із швидким розвитком машинобудівної галузі промисловості, зокрема, підшипникової. Були досліджені можливі причини шуму і вібрації на різних етапах терміну служби підшипників. Першочергова роль при визначенні експлуатаційних характеристик належить технологічним чинникам. Найбільший вплив на ці характеристики підшипників здійснюють чинники, від яких залежить рівень шуму та вібрації, такі як : відхилення від круглості; хвилястість; шорсткість.

Дослідженню ряду таких параметрів приділялася значна увага, досліджувалися і методи зниження хвилястості, фізико-механічні властивості оброблюваної поверхні. Основна увага при таких дослідженнях приділялася причинам та механізму утворення хвилястості. Однак, зв'язок параметрів хвилястості з експлуатаційними та віброакустичними характеристиками підшипників на даному етапі не має чіткого формулювання. Тому дослідження цієї проблеми є своєчасним та актуальним.

Метою роботи є дослідження зв'язку параметрів хвилястості робочих поверхонь з віброакустичними характеристиками роликотопідшипників а також причин виникнення змін віброакустичних параметрів роликотопідшипників на різних стадіях життєвого циклу.

На вібрацію підшипника з усього спектру хвилястості найбільший вплив здійснюють високочастотні гармоніки, оскільки число хвиль в більшій мірі впливає на прискорення ніж висота хвилястості.

Віброактивність підшипника - досить новий параметр відхилення від круглості, який безпосередньо зв'язаний з вібрацією підшипників. Переміщення зовнішнього кільця при обертанні внутрішнього можна описати функцією:

$$S(t) = a_0 + \sum_{i=1}^k a_i \cos(\omega_i t + \varphi_i) \quad (1)$$

де $S(t)$ – переміщення зовнішнього кільця; a_0 – середнє значення функції $S(t)$ за період T , мкм; a^i – амплітуда коливання окремої складової, мкм; $\omega = 2\pi f$ – основна складова частота складного коливання, рад/с; i – номер гармоніки (число хвиль); φ – початкова фаза коливань; f – основна частота коливань.

Рівень вібрації підшипника визначається емпіричною залежністю:

$$J = 20 \lg \frac{q}{3 \cdot 10^{-3}}, \text{ дБ} \quad (2)$$

де q – ефективне значення вібраційного прискорення тіла кочення, см/с², обумовленого хвилястістю:

$$q = \frac{1}{260} n^2 H_B i^2 \quad (3)$$

де n – частота обертів внутрішнього кільця відносно сепаратора, об/хв.; H_B – середньоквадратична висота хвилястості; i – число хвиль доріжки кочення; f – частота вібрації $f = ni/60$.

На основі проведених досліджень щодо причин виникнення шуму підшипників кочення виявилось, що головними причинами шуму на етапах виготовлення, монтажу та експлуатації є потрапляння пилу та бруду на доріжку кочення. Це призводить до подальшого утворення пісочних форм, які негативно впливають на експлуатаційні характеристики підшипника; похибки які виникають при виготовленні сепаратора підшипника; якість змащування підшипника на стадіях виготовлення та монтажу.

Марчук Р.Ю., Кайдик О.Л., Терлецький Т.В.

Луцький національний технічний університет

ДО ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ, ВИБОРУ ТА ТОЧНОСТІ ТЕРМО-МІКРОСИСТЕМИ ПЕРВИННОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ТЕПЛОВОГО ВИТРАТОМІРА

Застосування теплових витратомірів під час вимірювання параметрів потоку та технологічної температури речовини свідчить про стрімке витіснення традиційних витратомірів тепловими, які володіють рядом переваг, не дивлячись на їх відносно високу ринкову вартість.

Різноманітність умов, які забезпечують вимірювання витрат постійно збільшується, і як наслідок: традиційні методи витратометрії та їх засоби не завжди виконують свої першочергові функції. Даний недолік призводить до пошуку та розроблення як нових методів, так і приладів для вимірювання витрат.

Зниження загальних затрат під час вимірювання параметрів потоку та технологічної температури за допомогою теплових витратомірів, у значній мірі, досягається за рахунок покращення їх технічних характеристик (як відомо, вони здатні забезпечити більш широкий динамічний діапазон за меншої похибки вимірювань та незначній втраті тиску вимірювального середовища).

В основу роботи типової термомікросистеми покладено принцип перетворення теплової енергії у електричний сигнал. У такій системі джерело тепла формує навколо себе температурне поле, що напряму залежить від вимірювального середовища, яке реєструє компонент системи (терморезистор).

До систем, які працюють за таким принципом варто віднести термоанемометричні перетворювачі, вимірювальний елемент яких виконують, здебільш, у вигляді нитки.

За конструктивною ознакою перетворювачі з ниткоподібним елементом розділяють на вільні та плівкові (перші мають дві опори, між якими підвішено нитку, а у других, нитка розташовується на мембрані).

На практиці термоанемометричні прилади, які застосовують для вимірювання витрат речовини або швидкості її потоку, прийнято поділяти за способом вимірювання:

- вимірювання потужності або падіння опору на одноелементному перетворювачі, який розташовують у потоці вимірювальної речовини;
- вимірювання потужності або падіння опору на трьохелементному перетворювачі, який розташовують у потоці вимірювальної речовини.

Широкого застосування набули трьохелементні ниткоподібні перетворювачі витрат, які монтуються на мембрані. Середній терморезистор, у них, виступає нагрівальним елементом та віддає тепло рухомому об'єму речовини. Зміна опору іншого терморезистора, що розташовано після нагрівального елемента, нагрітим потоком вимірювальної речовини відповідає її витраті або швидкості. Опір першого резистора, який розташовано до нагрівального елемента, відповідне вихідній температурі потоку вимірювальної речовини та порівнюється із опором іншого терморезистора, що дозволяє, у свою чергу, підвищити точність результату вимірювання.

Вибір термомікросистеми залежить, у першу чергу, від характеристики витратоміра та виділення із неї таких основних критеріїв, як лінійність, чутливість, відтворюваність та термокомпенсація.

Переваги лінійності вимірювальної системи є настільки великими, що дозволяють із нелінійного перетворювача витрат, шляхом включення до його складу пристрою корекції, досягти лінеаризованого процесу.

Значення чутливості в заданих умовах застосування зазвичай визначається виробником. Цей параметр дозволяє споживачеві оцінити вихідний сигнал перетворювача витрат, знаючи межі зміни вимірюваної величини і, як наслідок, підібрати його для вимірювальної системи, що відповідає вимогам і умовам вимірювання.

Відтворюваність є індивідуальною властивістю перетворювача витрат, яка здатна забезпечити впевненість у ідентичності вихідних сигналів у будь-який раз коли його застосують за аналогічних умов (градування теплових витратомірів для одних і тих же витрат за однакових умовах дозволяє отримати відтворюваність перетворювача витрат із результатом 0,35% від повної шкали витрати).

Проблема, яка зумовлена відсутністю термокомпенсації полягає у тому, що експлуатації витратоміра за різних температур навколишнього середовища, а також його положення у просторі, покази перетворювача витрат приймального перетворювача будуть різними. Особливо гостро це відчувається при точних вимірюваннях або коли діапазон використовується не повністю. Вирішення даної проблеми досягається шляхом введення у схему витратоміра додаткових термочутливих елементів та корегувального ланцюга у його електричну схему.

Інерційні властивості вимірювальної системи теплового витратоміра проявляються у вигляді динамічних похибок. Дані похибки обумовлені як перехідними процесами перетворення, що відбуваються у приймальному перетворювачі під час теплообміну (динамічна похибка першого роду), так і зміною сигналу під час перетворення вимірювальної інформації (динамічна похибка другого роду). У свою чергу, величина наведених похибок залежать від динамічних параметрів елементів, які приймають участь у вимірюванні та алгоритму вимірювальної системи.

Розвиток сучасної елементної бази вказує на те, що найважливішим чинником, який обмежує підвищення точності вимірювальної інформації є наявність динамічних похибок другого роду. Такі похибки дозволяють обмежити загальну похибка перетворення на вищому рівні, у порівнянні із статичною точністю, яка досягається при застосуванні сучасних високоточних компонентів із застосуванням їх автоматичного корегування.

Інтенсифікація технологічних процесів та сучасні тенденції, які спрямовано на підвищення рівня автоматизації технологічних процесів, обумовлюють ряд вимог, які висуваються до істотного поліпшення динамічних характеристик засобів вимірювання.

Розвиток мікросистемної техніки дозволяє вивести на новий рівень, аналогову техніку, яка донедавна була недостатньо ефективною і тим самим покращити динамічні характеристики теплових витратомірів.

Моздирський М.В., Лапченко Ю.С.

Луцький національний технічний університет

АТЕСТАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ АПЕРТУРИ НАНОЗОНДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННОГО МІКРОСКОПА

Для розвитку субмікронної технології та нанотехнології потрібне створення прецизійних контрольно-вимірювальних інструментів, які могли б як контролювати властивості функціональних елементів і середовищ, так і формувати, і ремонтувати активні структури. Потребу в таких засобах забезпечують скануючі зондові мікроскопи.

Скануючі зондові мікроскопи – це прилади для вивчення властивостей поверхні за допомогою твердотільних загострених зондів із роздільною здатністю, що визначаються параметрами зонда, в процесі їх взаємного переміщення по заданих алгоритмах. У скануючій зондовій мікроскопії (СЗМ) вирішальним фактором, який визначає максимально можливу роздільну здатність СЗМ, є якість використовуваного зонду. Саме розмір вістря зонда визначає роздільну здатність СЗМ. Для близькопольового оптичного мікроскопа (БОМ), основними характеристиками є не тільки розмір діафрагми, а й оптичне пропускання, а також якість металевого покриття, що формує апертуру. У безапертурній (розсіюючій) БОМ важливий розмір вістря і радіус кривизни його вершини. Розглянемо методи атестації ближньопольових оптичних зондів (БОЗ):

- скануюча електронна мікроскопія;

- безпосередній аналіз характеристик зонда в СЗМ по тест-об'єкту;
- оптичний метод контролю за розподілом випромінювання зонда в далекому полі (для БОЗ).

При виборі використовуваного методу інтерес представляють ті з них, які можуть забезпечити контроль характеристик БОЗ або в процесі виготовлення, або дозволяють оцінити якість БОЗ за такими характеристиками:

- розміру апертури і відповідно, можливій роздільній здатності в БОМ;
- оптичному пропусканню, тобто, можливості застосування в вимірювальній БОМ, де досить низька інтенсивність, або в силовій БОМ.

Якість металевого покриття БОЗ оцінюється по відсутності бічних мікроканалов (pinholes) і відсутності металу безпосередньо всередині діафрагми. Таким чином, якщо покриття якісне, то апертура повинна мати чіткі межі певної форми, а також мають бути відсутні додаткові паразитні джерела випромінювання зонда. Електронні мікроскопи багато в чому подібні до оптичних, але для освітлення зразків в них використовується не світло, а пучок електронів. У цьому випадку у формулі дифракційної межі $\Delta x = \lambda / 2n$ стоїть довжина хвилі Де Бройля електронів. Для енергій електронів близько 10 кеВ вона становить близько 0,1 Å, що дозволяє практично зняти проблему дифракційної межі.

Коротко розглянемо просвічуючий електронний мікроскоп (ПЕМ). У ньому є електронний катод, ряд конденсорних лінз, лінза-об'єтив і проєкційна система, яка відповідає окуляру, але проєктує дійсне зображення на люмінесцентний екран або фотографічну пластинку. Джерело електронів, нагріваємий катод, електрично ізольований від решти частини приладу, і електрони прискорюються сильним електричним полем. Для створення такого поля катод підтримують під потенціалом порядку 100000 В щодо інших електродів, що фокусують електрони у вузький пучок. Оскільки електрони сильно розсіюються речовиною, у колоні мікроскопа, де рухаються електрони, повинен бути вакуум. Тут підтримується тиск, що не перевищує 10^{-4} Па. Проаналізувавши фотографії мікропіпетки і БОЗ, отримані за допомогою електронного мікроскопа добре видно, що електронний мікроскоп дозволяє «побачити» форму апертури і визначити її розмір в нанометровій шкалі. Фотографії зондів, також показують, що апертури отриманих зондів мають нанометрові розміри і варіюються від 500 нм до 100 нм і менше.

Найнадійнішим і технологічним методом аналізу характеристик зонда є безпосередня перевірка зонда в роботі, тобто сканувати тест-об'єкт. За якістю одержуваних зображень можна оцінити якість використовуваного зонда. Наприклад, в попередній роботі описана оцінка якості БОЗ на основі одержуваних зображень. Як тест-об'єкта автори використовували ґратки з вольфраму, осаджені на SiO₂ підкладці. Вольфрамові рельєфи мають висоту 20 нм, ширину 100 нм, а відстань між найближчими рельєфами становить 20 нм. Більш того, з використанням ножового методу (knife-edge method) і методу модуляції передавальної функції (modulated transfer function method),

визначений так само профіль БОЗ.

Крім близькопольового оптичного мікроскопа, аналіз параметрів зондів так само проводиться на силовому мікроскопі, який більш популярний в дослідницьких лабораторіях. У цій роботі був проведений аналіз зондів за допомогою скануючого зондового мікроскопа NanoEducator в силовому режимі. При роботі СЗМ NanoEducator використовується зонд з вольфрамового дроту ВА діаметром 150 мкм, отриманий електрохімічним травленням в 5% розчині КОН (або NaOH). Процес травлення здійснюється на пристрої для травлення голок, яке виготовляє фірма НТ-МДТ. В роботі, замість вольфрамової голки використано загострене волокно, яке витягнуто за допомогою лазерного нагрівання. Загострене волокно закріплюється у кінця трубчастої п'єзоелектричної консолі клеєм.

Резонансна частота коливання консолі з вістрям волокна становить ~ 10 кГц, а добротність ~ 20 . Ці значення задовольняють вимогу до роботи мікроскопа. Використанам для характеристики вістря тест-об'єктом є одновірна решітка TGG1 фірми НТ-МДТ. Ця решітка складається з паралельних трикутних рельєфів на Si підкладці з періодом 3 мкм. Рельєфи мають висоту 1,5 мкм і кут при вершині 70° . Розмір вершини становить 10 нм. Тест-решітка призначена для калібрування СЗМ в x або y координатах, для визначення горизонтальної та вертикальної нелінійності скануючого пристрою, кутового викривлення для характеристики вістря зонда. Проаналізовано представлені зображення і профіль поверхні тест-об'єкта TGG1, отримане з використанням вістря волокна. З профілю отриманих рельєфів визначено розмір вістря ~ 350 мкм.

Мороз С.А., Пташенчук В.В., Мелимука О.Я.

Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПІРОПРИЙМАЧІВ ДЛЯ ЕЛЕКТРОННИХ ОХОРОННИХ ПРИСТРОЇВ

У зв'язку з широким використанням сучасних електронних пристроїв відбувається істотна "інтелектуалізація" технічних засобів охорони. Ці засоби перестають бути просто допоміжними і набувають нових властивостей, що робить істотний вплив на організацію охорони і її рівень в контексті розвитку технологій Smart City.

Яскравим прикладом розвитку охоронних засобів виявлення є інфрачервоні (ІЧ) сповіщувачі, які засновані на реєстрації теплового випромінювання людського тіла. Інфрачервоними називаються електромагнітні хвилі з довжиною хвилі $\lambda > 0,76$ мкм. Рівень випромінювання людини вкрай низький. Технічні засоби виявлення, завдяки своїй конструкції, мають на кілька порядків більшу чутливість. Будь-який ІЧ пасивний сповіщувач складається з трьох частин: оптичної системи, приймача ІЧ випромінювання (PIR) і блоку обробки (БО).

Оптична система концентрує випромінювання, що виходить від об'єкту виявлення (ОВ), збираючи його з вхідного отвору великої площі і

направляючи на PIR - елемент, який чутливий до теплових променів. БО підсилює електричний сигнал з виходу PIR, фільтрує його в смузі корисних сигналів, виділяє інформативні ознаки (амплітуду, полярність імпульсу, тривалість викидів і їх кількість) і активує сигнал тривоги при попаданні значень зазначених ознак в певні межі.

Як приймачі ІЧ випромінювання широкого розповсюдження набули піроелектричні датчики (піроприймачі).

Піроприймач складається з мініатюрного керамічного поглинача випромінювання. Як поглиначі використовуються танталат літію, титанат барію і ін. Дані речовини поляризуються при зміні опромінюючого потоку енергії, тобто на протилежних гранях керамічного елемента формуються заряди протилежного знаку. Величина заряду пропорційна діючій зміні потужності, яка поглинається. Принцип дії піроелектричного датчика схожий на принцип дії п'єзоелектричного датчика: заряд генерується тільки в момент зміни фізичного впливу. Піроприймачі відрізняються низькою швидкодією, але його цілком достатньо для сприйняття випромінювання людини. Піроприймачі високочутливі, вони працюють в діапазонах прийнятої потужності $W=1 \text{ нВт} \div 1 \text{ мВт}$ і довжини хвилі $\lambda=7 \div 14 \text{ мкм}$, вони прості і дешеві. Саме з їх появою пов'язане широке поширення ІЧ пасивних ЗВ.

У верхній частині корпусу знаходиться вікно, яке прозоре для випромінювання в діапазоні довжин хвиль λ від 5...7 мкм до 14...30 мкм. Через вікно теплові промені надходять на піроелектричні елементи, поверхня яких покрита тонким шаром поглинача. Зазвичай всередині піроприймача міститься два елементи, які включені зустрічно. Природні коливання фонового теплового випромінювання однаково впливають на обидва елементи і заряди, які генеруються ними взаємно компенсують один одного. Випромінювання людини, яка рухається потрапляє спочатку на один елемент, він нагрівається і формує заряд визначеного знаку. Потім випромінювання потрапляє на інший елемент, в результаті чого утворюється заряд протилежного знаку. Двоелементний ЧЕ генерує при русі людини поперек променя біполярний сигнал. Така схема включення в значній мірі пригнічує численні перешкоджаючі впливи загального характеру. Для розтікання заряду служить внутрішній резистор, що забезпечує саморазряд з постійною часу близько 1 с. Зарядовий сигнал посилюється польовим транзистором, який вбудований в датчик. Основні параметри піроприймачів: рівень власних шумів на виході S становить 10÷30 мкВ, вихідний опір – 5 кОм.

Для підвищення завадостійкості датчик зазвичай містить два піроелектричних елемента. Вони з'єднані різнополярно, але мають один спільний вихід. У зв'язку з цим промінь розщеплюється на дві однакові половини або на два променя, що йдуть майже паралельно один одному, але дають на виході сигнали протилежних знаків (рис. 1). З точки зору зон чутливості можна вважати, що променів два; з точки зору виявлення – один, так як тільки поява двополярного сигналу $U_{\text{вих}}(t)$ призводить до спрацьовування датчика.

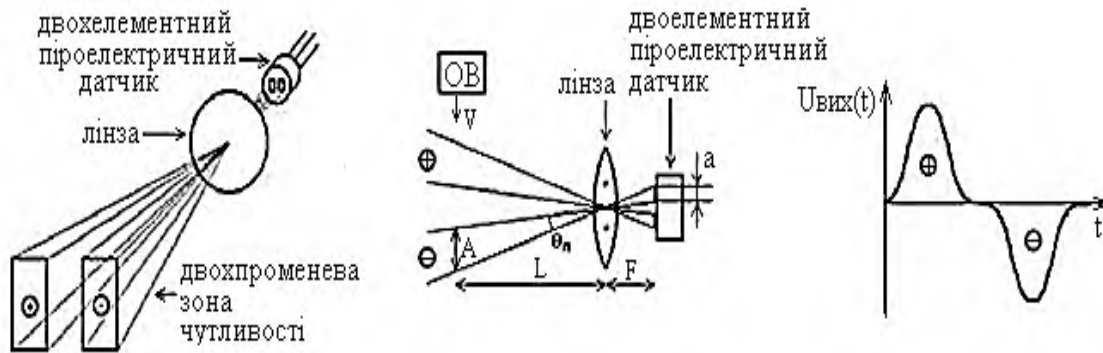


Рисунок 1 – Вигляд сигналу на виході піроприймача

Щільність потоку енергії зростає з наближенням людини до датчика, при цьому спектр корисних сигналів зсувається в бік більш високих частот. Більшість піроприймачів має внутрішні кола корекції, що ослабляють високочастотні складові сигналів. Зазвичай їх чутливість γ рівномірно зменшується в діапазоні частот вище 0,1 Гц. Тому рівень корисних сигналів на виході піроприймача майже не залежить від відстані до датчика і від швидкості пересування об'єкта виявлення.

Муковська Д.Я., Серeda Б.П., Серeda Д.Б.

Дніпровський державний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ САМОСКИДІВ В ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІЙ СИСТЕМІ РЕЦИКЛІНГУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВІДХОДІВ МЕТАЛУРГІЙНОГО ПІДПРИЄМСТВА МЕТОДОМ ГОЛОВНИХ КОМПОНЕНТ

Вступ. Показники ефективності роботи самоскидів при перевезенні технологічних відходів основного виробництва металургійних підприємств визначаються великою кількістю параметрів деякі з яких важко, або зовсім неможливо кількісно виміряти та оцінити, але вони мають істотний вплив на транспортно-технологічну систему рециклінгу. Процес рециклінгу включає велику кількість ознак та параметрів, тому застосування методів регресійного аналізу є недоцільно.

Постановка задачі. Розглянути можливість компонентного аналізу при дослідженні процесу перевезення самоскидами технологічних відходів металургійного комбінату.

Мета роботи. Дослідження параметрів роботи самоскидів в транспортно-технологічній системі рециклінгу технологічних відходів методом головних компонент.

Основна частина. В процесі даного дослідження були опрацьовані статистичні данні про роботу великовантажних самоскидів БелАЗ вантажопідйомністю 30 та 42 т в транспортно-технологічній системі рециклінгу технологічних відходів двох ділянок цеху шлакопереробки протягом 31 доби.

Експертним шляхом були виділені 22 параметри, які характеризують якісну роботу самоскидів та стан навколишнього середовища в досліджуемій мій системі, а саме:

- кількість самоскидів у експлуатації;
- загальний пробіг самоскидів;
- кількість їздок з вантажем;
- обсяг перевезення;
- кількість моточасів роботи;
- фактична витрата палива;
- час у русі;
- холостий хід;
- час зупинок;
- кількість зупинок;
- час стоянок;
- кількість стоянок;
- середня швидкість руху;
- експлуатаційна швидкість руху;
- коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності;
- тривалість однієї їздки;
- середня відстань їздки з вантажем;
- довжина однієї їздки;
- час простою під завантаження (розвантаження) за одну їздку
- температура навколишнього середовища;
- атмосферний тиск;
- абсолютна вологість повітря.

Для кількісного уявлення досліджуваних параметрів були розраховані їх статистичні характеристики – середнє вибіркоче, стандартне відхилення, коефіцієнт варіації.

За всіма переліченими параметрами утворені вихідні дані для методу головних компонент у вигляді кореляційної матриці.

Практична реалізація методу здійснена на ЕОМ у модулі «Факторний аналіз» інтегрованої системи статистичного аналізу STATISTICA.

Компонентний аналіз досліджуваного процесу роботи самоскидів був виконаний у такій послідовності:

- обґрунтування кількості найбільш вагових головних компонент. Для прийнятої початкової кількості головних компонент 22 (за кількістю вихідних параметрів) була отримана діагональна матриця їх власних значень. Були розраховані власні значення головних компонент, які характеризують внесок відповідної компоненти в загальну дисперсію;
- встановлення співвідношень між головними компонентами і вихідними параметрами. Такі співвідношення являють собою математичні моделі вивченого процесу. Для побудови моделей використовується матриця факторних навантажень;
- змістовне інтерпретування головних компонент;
- регресійний аналіз на головних компонентах.

Висновки. За результатами виконаних досліджень можна зробити наступні висновки.

- за допомогою методу головних компонент удалося отримати більш точну інтегральну оцінку результативного показника процесу роботи самоскидів;

- метод головних компонент у сполученні з інженерно-економічними відомостями про фізичну природу реального процесу є гарним інструментом групування взаємозв'язаних факторів у відповідності з їх економічним змістом;

- застосування компонентного аналізу дає змогу побудувати аналітичні вирази узагальнених факторів через систему взаємопов'язаних первинних параметрів.

Назарова О.С., Осадчий В.В., Олєйніков М.О.
Національний університет “Запорізька політехніка”

ВИМІРЮВАННЯ ТА КОРЕКЦІЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ПРИ ПОШКОДЖЕННІ ОПТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЕНКОДЕРА

Вступ. Вимірювання швидкості обертання виконавчих механізмів або їх позиціювання відносно початкового положення шляхом визначення кутового положення вала двигуна або осі обертання є однією з найбільш розповсюджених задач при розробці та дослідженні систем автоматизації. Діагностика та корекція неправильного вихідного сигналу з енкодера може дати змогу продовжити на певний час коректну роботу навіть з пошкодженим енкодером та запобігти ряду аварій.

Мета роботи - підвищення точності визначення кутової швидкості при пошкодженні оптичної системи інкрементного енкодера, що дозволить подовжити час використання цих енкодерів для коректного завершення робочого циклу.

На сьогодні у різних галузях промисловості існує досить велика кількість цифрових систем автоматичного керування (САК) швидкістю та положенням виконавчого механізму. Для якісної роботи цих систем необхідно мати коректні дані про частоту обертання. Найбільш розповсюдженим давачем у таких системах є інкрементний енкодер.

При виникненні будь-яких несправностей метрологічні характеристики енкодера різко погіршуються. Тому подальше його використання стає неефективним, і виникає необхідність негайної зупинки технологічного процесу без можливості коректного завершення робочого циклу. Щоб поновити процес необхідно придбати нове обладнання або відремонтувати існуюче. Це зумовить простій обладнання і, як наслідок, певні матеріальні збитки. Як один із можливих шляхів вирішення такої проблеми, пропонується створення алгоритму та стенду для дослідження і виявлення можливостей для корекції сигналів пошкодженого енкодера. Це дозволить використовувати деякий час сигнали несправних енкодерів для адекватної роботи певних технологічних агрегатів.

Алгоритм для корекції сигналів пошкодженого енкодера має такі етапи. Сигнали з цифрового осцилографа при різних значеннях напруги надходять до персонального комп'ютера і записуються у вигляді текстових файлів у шістнадцятковій системі. Далі, ці дані, переносяться до електронної таблиці Microsoft Excel, де перетворюються у десяткову систему і заносяться до таблиці у стовпчик, з яким у подальшому будуть виконуватися відповідні операції. Впровадження таблиці даних з Microsoft Excel у середовище системи комп'ютерної алгебри Mathcad. Будуємо графік сигналу з датчика у Mathcad. Присвоюємо даним зі стенду змінні. Розділяємо отриманий графік на п'ять рівних частин, зміщених за часом та визначаємо середнє значення відхилення. Для виявлення періодичності сигналу у масиві періодів імпульсів виділяємо послідовні діапазони з певною кількістю елементів у кожному та визначаємо середнє значення. У середовищі Mathcad створюємо програму для побудови графіку, який відображає найменше значення відхилення сигналу від середнього значення та визначаємо середнє квадратичне значення. Будуємо графік, на якому у разі пошкодження в оптичній системі енкодера присутні мінімуми, які свідчать про періодичність сигналу. У разі не пошкодженого сигналу імітованого диском, визначаємо частоту обертання у таблиці Excel. Визначаємо частоту обертання диска за допомогою тахометра: "Digital tachometer: DT-2234C" та порівнюємо її з розрахованою частотою пошкодженого енкодера.

Для оцінки працездатності системи визначено границі допуску зміни вимірної кутової швидкості у межах $\pm 0,16$ об/с. За експериментальними даними розраховано середньоквадратичне відхилення, дисперсію і T-критерій, за якими похибка першого роду $\alpha=0,15$ і похибки другого роду $\beta=0,85$. Таким чином, у разі виникнення пошкодження оптичної системи енкодера запропонований метод ідентифікації кутової швидкості енкодера дає змогу правильно визначити вимірювану кутову швидкість і коректно завершити робочий цикл.

Висновки. Використання програмної частини лабораторного стенду дає змогу продовжити на певний час роботу енкодера у разі виникнення несправностей у його оптичній системі, що дозволить уникнути ряду аварій та матеріальних збитків, внаслідок раптової зупинки технологічного процесу. Алгоритм для корекції сигналу кутової швидкості при пошкодженні оптичної системи енкодера перевірено на спеціально розробленому лабораторному стенді. Проведені дослідження показали, що похибка між результатами роботи пошкодженого та справного енкодерів не перевищує 3,5%. Запропонований програмно-апаратний комплекс лабораторного стенду для дослідження сигналів енкодерів можна використовувати у лабораторному практикумі дисциплін, пов'язаних з метрологією, інформаційно-вимірювальними системами, а також з системами автоматичного керування технологічними процесами. Планується подальша робота над алгоритмом, розширення експерименту та робота над іншими видами пошкоджень енкодера.

ЩОДО НЕОБХІДНОСТІ ОНОВЛЕННЯ ВИКЛАДАННЯ ОСНОВНИХ ОДИНИЦЬ СИСТЕМИ СІ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

Світ швидко змінюється, розширюються знання людини про природу, виникають нові технології. Звідки виникає необхідність оновлення змісту навчальної програми й підручників із фізики в сучасній школі.

Як відомо, світова метрологічна спільнота прийняла рішення про те, що одиниці СІ вже не повинні бути прив'язані до матеріального еталона, а повинні визначатися за допомогою фундаментальних фізичних констант. З 20 травня 2019 року всі сім еталонів основних одиниць СІ, а саме: довжини, маси, часу, сили електричного струму, термодинамічної температури, сили світла, кількості речовини відтворюються за допомогою спеціальних приладів із фізичних констант. Змінилися і визначення основних одиниць. Але ці зміни не відбилися в сучасних шкільних підручниках із фізики.

Таким чином, є проблема формування в учнів сучасних знань із метрології, зокрема з основних одиниць фізичних величин СІ, що негативно позначається на формуванні в подальшому фахових компетенцій з технічних дисциплін.

Провівши дослідження сучасних шкільних підручників з фізики було встановлено наступне. По-перше, поняття «еталон» трапляється тільки в двох підручниках, в яких йдеться тільки про три з семи основних одиниць СІ, а саме: метра, секунди й кілограма. До того ж визначення одиниці маси подається застаріле. Силу струму розглядають у 8 і 11 класах. Але у підручниках для 8-го класу тільки вказують на те, що одиниця сили струму Ампер, і що він входить до основних одиниць СІ. Визначення Ампера дається в підручнику для 9-го класу, коли розглядається магнітна взаємодія струму, однак при цьому не вказується, що це визначення є визначенням однієї з основних одиниць СІ. В інших, альтернативних підручниках цього визначення немає. Визначення 1 Ампера є також у підручнику, але знову ж таки не вказується, що це визначення однієї з основних одиниць СІ. Також потрібно звернути увагу на те, що ті визначення ампера, що є у сучасних підручниках вже застарілі.

З 1 Кельвіном та ж сама ситуація. А у підручнику з фізики Т.М. Засекіної, Д.О. Засекіна взагалі стверджується, що «для температури не існує еталона, з яким би ми могли її порівнювати, як, наприклад, для маси чи довжини». Ще гірша ситуація одиницею кількості речовини – молем, визначення якому взагалі не дається. А поняття еталона «кандела» в сучасній школі взагалі не розглядають.

Як відомо, в основі СІ лежать сім незалежних одна від одної основних одиниць: довжина, маса, час, електричний струм, термодинамічна температура, кількість речовини та сила світла. Їм відповідають основні одиниці вимірювання: метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, моль та кандела. Кожна основна одиниця має свій еталон.

Сучасне визначення 1 метру було прийнято у 1983 р. XVII Генеральною конференцією з мір і ваг (ГКМВ): Один Метр (m, м) дорівнює довжині шляху, який проходить у вакуумі світло за $1/299792458$ частину секунди.

Сучасне визначення метра спрощує розуміння його фізичного змісту, що зручніше для навчальних цілей, але для відтворення розміру метра, створення його еталону доцільно й нині використовувати визначення, прийняте XI ГКМВ: Метр дорівнює довжині $1/650763,73$ довжини хвиль у вакуумі випромінювання, що відповідає переходу між рівнями $2p_{10}$ та $5d_5$ атома кріптон-86.

Сучасне визначення кілограма було прийняте XXVI ГКМВ у 2018 році: Кілограм визначається через сталу Планка h та визначення метра й секунди.

Нове визначення не використовує фізичний об'єкт, що викликало проблему, яким чином, користуючись новим визначенням маси, здійснювати повірку вимірювальних приладів.

Сучасне визначення секунди було прийняте XIII ГКМВ у 1967 році: Секунда– це час, що дорівнює 9192631770 періодам випромінювання, яке відповідає переходу між двома надтонкими рівнями основного стану цезію-133.

Сучасне визначення амперу було прийняте XXVI ГКМВ у 2019 році. Він визначається встановленням числового значення елементарного заряду.

Сучасне визначення одиниці термодинамічної температури прийняте XXVI ГКМВ у 2019 році, яка визначена шляхом встановлення фіксованого чисельного значення постійної Больцмана.

Сучасне визначення одиниці кількості речовини прийняте XXVI ГКМВ у 2019 році через її визначення через число Авогадро.

Сучасне визначення одиниці сили світла прийняте XVI ГКМВ у 1979 році.

Кандела– сила світла в заданому напрямі від джерела, що випромінює монохромне випромінення частотою $540 \cdot 10^{12}$ Гц, енергетична сила світла якого в цьому напрямі становить $1/683$ Вт/ср.

Нині розглядають проекти й документи з підготовки до квантового визначення кандели (у термінах фотонних одиниць) на основі однофотонних технологій (проекти SRT-s12, SRT-s13).

З огляду на вищевказане можна дійти таких висновків. Сучасні визначення основних одиниць СІ складні й вимагають знань з квантової фізики. Тому ці поняття детально можна розглядати тільки після завершення вивчення курсу шкільної фізики, тобто в останньому її розділі. Але це не означає, що до кінця навчання не варто розглядати це питання. На нашу думку, під час вивчення понять довжини, часу, маси, кількості речовини, температури, сили струму потрібно розглянути історію розвитку визначення цих величин. Обов'язково звертаючи увагу на те, що сучасні визначення цих величин будуть розглянуті у шкільному курсі фізики в подальшому. Поняття «еталон» доцільно вводити вже у 7-му класі на прикладі одиниці довжини і надалі використовувати це поняття для вивчення інших фізичних величин.

¹Неймак В.С., ¹Поліщук О.С., ¹Романець Т.П., ²Пуць В.С.

¹Хмельницький національний університет

²Луцький національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШВЕЙНИХ МАШИН

Основні задачі розвитку швейного машинобудування вирішуються в двох напрямках. Перше полягає у розробці нового технологічного обладнання, друге – в освоєні та серійному виробництві.

Системи машин, що використовуються для виконання складальних операцій, вдосконалюються. Збільшується номенклатура швейних машин неавтоматичної дії, оснащених комбінованим пристроєм для переміщення напівфабрикату (машин з верхнім механізмом переміщення матеріалу, голковим транспортером, тягнучими роликом), двох голкових та багатоголових швейних машин, що дозволяють сконцентрувати виконання декількох операцій за один прохід.

Основний наголос роблять на введення у виробництво комплексно-механізованих потоків другого покоління (КМП-2) для виготовлення чоловічих костюмів, пальт, сорочок, жіночих суконь, робочого одягу. Відбувся перехід на модульний (чи агрегатний) принцип створення нової техніки, при якому широка гама модифікацій кожного базового напівавтомата створюється з використанням однієї типової головки швейної машини, одного механізму обрізання ниток, одного типу укладача і т.д.

На даний час як на стадії проектування, так і експлуатації, важливим є визначення механічних параметрів машин легкої промисловості, зокрема швейного обладнання. Серед основних механічних параметрів перш за все виділяють приведений момент інерції, приведений момент опору і коефіцієнт корисної дії. Саме від цих параметрів залежать надійність роботи швейного обладнання і його довговічність. На сьогоднішній день відсутні ефективні методи визначення перелічених параметрів з залученням потужного математичного апарату і можливостей комп'ютерної техніки.

Знання величини приведенного моменту інерції швейної машини необхідне при вирішенні багатьох задач кінематики і динаміки, наприклад при визначенні необхідної потужності електродвигуна, часу розгону і вибігу, сил опору, кутових прискорень і швидкостей в залежності від кута оберту головного валу і т.д. Аналітичний метод визначення приведенного моменту інерції швейної машини є досить складним і трудомістким, тому на практиці часто використовують експериментальний метод. Метод падаючих ваг можна використати для експериментального визначення приведених моментів інерції машин.

За основу було прийнято методику визначення приведенного моменту інерції швейної машини відносно осі головного валу експериментальним способом – методом падаючих ваг.

В основу експериментального методу покладено використання математичного апарату.

Розроблено методи визначення механічних характеристик машин та механізмів легкої промисловості, зокрема приведенного моменту інерції, приведенного моменту опору та ККД.

Розроблено експериментальний стенд та проведено дослідження. Графік залежності приведенного моменту інерції від кута повороту головного валу швейної машини показаний на рис. 1.

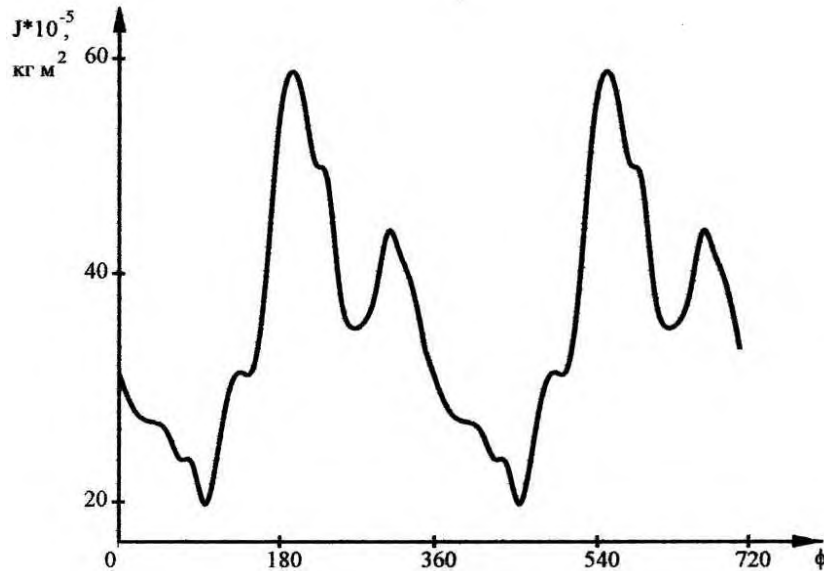


Рисунок 1 – Графік залежності приведенного моменту інерції від кута повороту головного валу швейної машини

В результаті експериментальних досліджень визначено момент інерції швейної машини, чим доведена працездатність запропонованого методу визначення динамічних параметрів швейних машин.

Отже, запропонований метод та стенд можна використовувати для визначення ККД та інших динамічних параметрів машин легкої промисловості.

¹Никируй Л.І., ²Замуруєва О.В., ²Федосов В.С., ²Сахнюк В.Є.,

²Федосов С.А.²

¹Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,

²Волинський національний університет імені Лесі Українки

НАУКА ТА РОЗВИТОК СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Фундаментальні та прикладні дослідження із сонячної енергетики активно проводяться як з точки зору значного внеску у розвиток світової науки, так і вирішення питання енергетичної незалежності та безпеки різних країн. Проаналізовано публікації науковців світу та двох сусідніх країн – України та Польщі у галузі «Фотоелектрика», щоб знайти закономірності як розвитку цього напрямку у кожній державі, так і визначити перспективи для спільних досліджень. Аналіз ґрунтується на результатах даних, опублікованих у міжнародних наукових базах даних Web of Science та Scopus.

Однозначними країнами лідерами щодо публікацій у сфері сонячної енергетики є США та Китай. Є країни, які мають національні пріоритети у сфері відновлювальної енергетики. Це часто пов'язано із географічним розташуванням країни, або із власною державною політикою. Як США, так і Китай географічно розташовані у різних географічних поясах, а також кожна із цих держав має потужні дослідницькі центри. Тому їх 1-а і 2-а позиції є очевидними. Індія, Німеччина, Японія, Великобританія, Італія, Франція – це країни, які обрали енергетичну безпеку у якості свого національного інтересу. Ситуація щодо науково-дослідних центрів, які займають провідні позиції за кількістю публікацій, дещо відмінна від рейтингу за державою: NASA Goddard Space Flight Center, National Renewable Energy Laboratory, CNRS, UC Berkeley, California Institute of Technology, University of Tokyo, MIT, Tsinghua University, Technical University of Denmark та ін.

Україна та Польща мають спільний кордон, схожі кліматичні умови, схожу історичну спадщину, але Польща є членом ЄС, і її законодавство у галузі відновлюваної енергетики відповідає нормам європейської спільноти. Україна докладає всіх зусиль для розвитку відновлювальної енергетики з метою покращення енергетичної безпеки та навколишнього середовища.

Дослідження зроблені на першій сотні найбільш цитованих та найновіших публікаціях. Найцікавіші з них були відібрані для аналізу. Сектор сонячної фотовольтаїки є одним з найбільш швидкозростаючих секторів відновлюваної енергії у Польщі та світі. Ринок фотоелектричних елементів у Польщі має величезний, але поки невикористаний потенціал розвитку. Сонячна енергетика в Україні активно розвивається з кінця 2008 року з прийняттям «зеленого» тарифу на законодавчому рівні, який зробив фінансово привабливі інвестиції в промислові електромережі сонячні електростанції. Найбільша кількість публікацій в Україні за тегом «Solar Photovoltaics» стосується фотоелектричних матеріалів, головним чином, це високотехнологічні результати, спрямовані на оптимізацію параметрів існуючих матеріалів для фотоелектрики, вдосконалення методів їх виготовлення та дослідження, а також створення нових ефективних та недорогих матеріалів для конкуренції з існуючими.

Розглядаючи область аналізу сонячну енергетику в Україні та Польщі, можна виділити певні спільні риси. Перш за все, співпраця польських та українських вчених, виражена через велику кількість спільних публікацій, що є пріоритетом обох країн. Також вчені обох країн успішно співпрацюють зі своїми колегами з Німеччини та США. Логічно пояснити, що є спільні дослідження як сусідніх держав, так і високотехнологічних, які володіють найсучаснішим обладнанням.

Кількість публікацій про фотоелектрику суттєво відрізняється в обох країнах: 2292 представлені польськими вченими та 1370 українськими. *H*-індекси для польських та українських вчених відповідно 66 та 38. Це майже на 50 % вище для польських видань. Це означає, що публікації українських вчених, які часто мають дуже високий науковий рівень, все ще публікуються у менш відомих журналах світової наукової спільноти, і, отже,

менш цитуються. За напрямком «Фотоелектрика» дослідження польських вчених в основному зосереджені на фундаментальних дослідженнях (Фізика та Матеріалознавство), тоді як для України є певний зсув пріоритету на прикладні дослідження (Інженерія та Фізика). Тобто, значні та визнані технічні рішення є більш специфічними для України. Це стосувалося фотоелектричних досліджень для військових чи космічних цілей. Вони часто мали прикладний аспект і не були спрямовані на публікацію наукових досягнень. Після переорієнтації держави на мирні завдання часто представники найвідоміших установ (Харків, Київ) демонстрували чималу кількість публікацій про технічні аспекти роботи фотоелектричних систем або проектування ліній для їх виробництва. Але поки що склалася спільна робота, і в результаті з'являються спільні публікації високого рівня. Тому з 2016 року кількість спільних українсько-польських видань щороку збільшується.

Для ефективного розвитку та впровадження сонячної енергетики необхідно враховувати різні фактори одночасно. За короткий термін впровадження відновлювальних джерел енергії визначається економічним фактором та наявністю певних інвестицій у зелену енергію. Однак довгострокова перспектива вимагає розробки нових, екологічно чистих та ефективних досліджень та створення можливостей для їх впровадження.

В усьому світі жодна держава не може самостійно вирішити питання відновлення зеленої енергії. Для розвитку міжнародної співпраці було зроблено світовий аналіз та двох сусідніх країн Польщі та України. Крім їх близького географічного положення, існують значні відмінності в економічній та законодавчій системах. Такий аналіз є типовим прикладом розвитку співпраці між державами на кордоні ЄС. Якість досліджень можна довести на основі якісних наукових публікацій у рецензованих журналах. Кількість та вплив таких наукових публікацій свідчать про потенціал наукових колективів, їх актуальність та можливість впровадження.

Носова Я.В., Носова Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОБРОБКИ ТРИХОЛОГІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Вступ. На сьогоднішній день стрімко підвищується інтерес до проблем здоров'я волосся. Тому, що волосся не лише додає людині привабливості, а й може виступати індикатором деяких захворювань людини. Вірно поставлений діагноз дерматологічного захворювання допомагає вчасно звернути увагу на внутрішні проблеми організму людини.

Постановка задачі. Фахівці, що займаються трихологією (наука про волосся), ведуть тісну роботу з дерматокосметологами, імунологами, ендокринологами, неврологами, токсикологами, генетиками – адже нерідко проблеми з волоссям є лише зовнішнім проявом серйозних системних порушень, які потребують додаткового лікування.

Мета роботи. Так як зображення волосся можна отримати за допомогою різних пристроїв таких, як візіограф, мікроскоп, капіляроскоп, фотоапарат, дерматоскоп, то існує необхідність у створенні вузькоспеціалізованих програмних засобів для обробки отриманих зображень. Існує достатня кількість методів та засобів дослідження стану волосся, але найчастіше лікарі працюють із збільшеним зображенням досліджуваної ділянки. Візуалізацією та програмною обробкою біомедичних зображень, що включає сегментацію зображення та пошук діагностичних критеріїв займалося багато вчених та дослідників, тож проаналізувавши дані літературних джерел, щодо обробки біомедичних зображень пропонується розробити програмний засіб для аналізу ступеню пошкодження волосини. Кожна волосина складається із кореня і стержня. У стрижні волосся розрізняються три концентричні шари: зовнішній, корковий, медулярний. Зовнішній шар, або кутикула – його ще називають покривним, лускатим. Кутикула виконує захисну, бар'єрну функцію. Вона утворена шістьма-десятьма шарами прозорих пластинок кератину пов'язаних між собою як численними поперечними зв'язками, так і ліпідними прошарками, що перекриваються. Кутикула перешкоджає механічному і фізичному впливу на волосся. Неушкоджена кутикула добре відбиває світло; волосся блищить, воно еластичне та не ламається, виглядає естетично. Таким чином, якщо розглядати на цифровому зображенні контур ділянки волосини, то можна оцінювати стан зовнішнього шару: якщо контур буде достатньо гладкий - то волосина здорова та неушкоджена.

Висновки. В ході проведеного дослідження було розроблено програмний засіб, що виконує операцію виділення границь ділянки волосся та підрахунок кількості пікселів, що утворюють периметр ділянки волосини, що досліджується. Таким чином лікар трихолог має змогу оперувати новим діагностичним показником, тобто порівнювати величину периметру ушкодженої та здорової волосини. Програмний засіб створено у середовищі Matlab на кафедрі біомедичної інженерії Харківського національного університету радіоелектроніки та може обробляти цифрові зображення у форматах bmp та jpg.

Осадчий В.В., Назарова О.С., Шульженко С.С.
Національний університет “Запорізька політехніка”

ВИЗНАЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ІДЕНТИФІКАЦІЇ СТУПЕНЯ ЗАВАНТАЖЕННЯ ДВОШВИДКІСНОГО ЛІФТА

Вступ. Підвищення комфорту перевезення, енергоефективності та безпеки є пріоритетними показниками при проведенні модернізації електроприводів ліфтового господарства. Перспективним вважається перехід з двошвидкісних електроприводів на частотно керовані одношвидкісні, що, в свою чергу, пов'язано зі значними матеріальними витратами. Тому пошук альтернативних варіантів реконструкції ліфтових електроприводів є актуальним.

Задачі дослідження. Розробити математичну та комп'ютерну моделі програми обробки та порівняння даних, отриманих з датчика при розгоні ліфта та набору стандартних даних, що визначають ступінь завантаження кабіни, з подальшим виведенням інформації про ступінь завантаження кабіни. Визначення точності методу ідентифікації ступеня завантаження двошвидкісного ліфта.

Мета роботи – підвищення точності позиціонування двошвидкісного ліфта з використанням розробленого методу ідентифікації його ступеня завантаження.

У даній роботі було застосовано метод опосередкованих вимірювань із багаторазовими спостереженнями аргументів із залежними аргументами, через істотний вплив випадкових факторів на результати вимірювань, а саме: зміна маси вантажу, а через це, зміна більшості параметрів двигуна та всієї рухомої частини ліфта.

На підставі результатів, що підтверджують адекватність розроблених комп'ютерної і фізичної моделей необхідно перенести блоки визначення ширини імпульсів і побудови їх графіків в імітаційну модель ліфта з реальними параметрами. Для визначення кута нахилу кривої розгону, була розроблена підсистема, що перетворює відстань, пройдену ліфтом у початковій стадії руху, в суму імпульсів, отриманих датчиком від вала двигуна. На вхід підсистеми подається сигнал, який показує відстань, пройдену валом двигуна. Пропускаючи сигнал через синусоїду з необхідним коефіцієнтом підсилення, він фільтрується. На виході підсистеми - сума імпульсів, які отримані датчиком від двигуна при розгоні. Для зручності моделювання та порівняння отриманих даних для різних ступенів завантаження було розроблено комп'ютерну модель. За результатами моделювання визначено, що для різного ступеня завантаження кабіни ширина імпульсів, а також час їх перемикання відрізняється. Це означає, що при різному ступеню завантаження кабіни вал двигуна за одиницю часу проходить різну відстань. Для отримання значень імпульсів розроблена підсистема, що дозволяє розрахувати ширину імпульсу, тобто час його роботи. Так як нас цікавить тільки потрібний проміжок часу руху при розгоні двигуна, то обмежимося 12 імпульсами. Датчик видає 6 імпульсів за оберт валу двигуна, отже, отримаємо значення для перших двох обертів валу двигуна. Цих даних достатньо для визначення ступеня завантаження кабіни. Використовуючи програму Excel для кожного вимірювання отримана різниця стандартного і тестового значення, зведена в квадрат. Знайдено середньоквадратичне значення кожного стовбця, побудовані графіки. Для знаходження необхідної точки, що вказує ступінь завантаження ліфту, проведемо через три точки параболу та знайдемо її екстремум для кожного випадку окремо. Координата за віссю ОХ вершини параболы, у нашому випадку, буде відображувати відсоткову ступінь завантаження кабіни ліфту. Для знаходження рівняння параболы, що описує конкретний графік, складемо систему рівнянь з трьома невідомими.

Аналізуючи результати розрахунків для ступенів завантаження від 0 до 100% з кроком в 1% визначено, що найбільша похибка склала 2,94%,

середня похибка вимірювання, що розраховується вищезазначеним методом дорівнює 1,18%. Знаючи параметри ліфта, можна визначити ступінь завантаження кабіни, з досить високою точністю, за першими двома обертами валу двигуна на початку руху, що вимагає мінімальних витрат часу. Простота методу дозволяє встановлювати недороге обладнання, що призводить до мінімальних матеріальних витрат, але при цьому підвищується енергоефективність

Висновки. Розроблено математичну та комп'ютерну моделі програми обробки та порівняння даних, отриманих з датчика при розгоні ліфта та набору стандартних даних, що визначають ступінь завантаження кабіни, з подальшим виведенням інформації про ступінь завантаження кабіни. Розроблений метод ідентифікації дозволяє за відомими параметрами ліфта в продовж часу двох обертів вала двигуна визначити ступінь завантаження двошвидкісного ліфта з похибкою не більше 2,94%, що підвищить точність його позиціонування. Подальші дослідження будуть направлені на визначення часу початку гальмування в залежності від визначеного при пуску ступеня завантаження кабіни.

Павленко С.В., Симонюк В.П.

Луцький національний технічний університет

ДО КОНСТРУКТИВНИХ ПЕРЕВАГ РОТАЦІЙНИХ ЛАЗЕРНИХ НІВЕЛІРІВ НА ОСНОВІ BOSCH GRL 300 HVG PROFESSIONAL

На сьогоднішній день важко уявити виробництво без будь-яких технологій. Будівництво не є виключенням. На ньому використовується велика кількість техніки та приладів. Одним з таких є Bosch GRL Professional.

Даний прилад є універсальним, він вирішує багато різноманітних задач та поєднує в собі зрозуміле використання з функцією автонівелювання як в горизонтальних так і у вертикальних площинах.

Найчастіше прилад Bosch GRL 300 HVG Professional (рис.1) використовують на будівництві з ціллю виставити певні об'єкти рівно або під певним кутом, але його можна використовувати також у побуті.



Рисунок 1 – Ротаційний лазерний нівелір Bosch GRL 300 HVG Professional

Для зручного користування прилад має цілий ряд різних варіантів комплектації, користувач може вибрати необхідний йому інструмент для потрібного виду вимірювальних робіт.



Рисунок 2 – Структурно-функціональна схема Bosch GRL 300 HVG Professional

Структурно-функціональна схема (рис. 2) складається з оптичної системи (лінза та призма), лазера, двигуна (ротор, чашки статора А і В, обмотки А і В та вал), маятниковий компенсатор (шарніри, металевий маятник та неодимовий магніт), та живлення.

При ввімкненні приладу, струм від живлення переходить до двигуна та в залежності від режиму виконує такі дії: крутить вал на 360° з певною швидкістю, якщо перемкнути на інший режим, вал буде виконувати оберт під певним кутом який буде зумовлений почерговою подачею струму на обмотки. Маятниковий компенсатор виконує роль рівня та виставляє прилад з мінімальною похибкою. З живлення також подається струм на лазер, після чого промінь проходить через оптичну систему, а саме через лінзу потрапляє на призму яка заломлює промінь під кутом 90° . Лазер разом з оптичною системою закріплені на валу.

Лазери у нівелірах переважно використовують діодні. Це лазер, в якому активним середовищем є електронно-дірковий газ, а робочою областю напівпровідниковий $p-n$ перехід, аналогічний $p-n$ переходу звичайного світлодіода. Їхній принцип роботи такий: коли на анод звичайного діода подається позитивний потенціал, то говорять, що діод зміщений в прямому напрямі. При цьому дірки з p -області інжектуються в n -область $p-n$ переходу, а електрони з n -області інжектуються в p -область напівпровідника. Якщо електрон і дірка виявляються “поблизу” (на відстані коли можливо тунелювання), то вони можуть рекомбінувати (або анігілювати) з виділенням енергії у вигляді фотона певної довжини хвилі

(через збереження енергії) і фонона (через збереження імпульсу, тому що імпульс фотона малий). Такий процес називається спонтанним випромінюванням, і є основним джерелом випромінювання в світлодіодах.

Проте, за певних умов, електрон і дірка, перед рекомбінацією, можуть знаходитися в одній області простору достатньо довго (до мікросекунд). Якщо у цей момент через цю область простору пройде фотон потрібної частоти (резонансної частоти), він може викликати вимушену рекомбінацію з виділенням другого фотона, причому його напрям, вектор поляризації і фаза будуть точно збігатися з тими ж характеристиками першого фотона.

У лазерному діоді напівпровідниковий кристал виготовляють у вигляді дуже тонкої прямокутної пластинки. Така пластинка по суті є оптичним хвилеводом, де випромінювання обмежене у відносно невеликому просторі. Верхній шар кристала легується для створення n -області, а в нижньому шарі створюють p -область. В результаті виходить плоский p - n перехід великої площі. Дві бічні сторони (торці) кристала поліруються для утворення гладких паралельних площин, які утворюють оптичний резонатор, званий резонатором Фабрі-Перро. Фотон спонтанного випромінювання, що поширюється перпендикулярно цим площинам, пройде через весь оптичний хвилевід і кілька разів віддзеркалиться від них, перш ніж вийде назовні. Щоразу, коли фотон проходить уздовж резонатора, випромінювання посилюватиметься завдяки механізму вимушеного випромінювання. І як тільки підсилення перевищить втрати почнеться лазерна генерація.

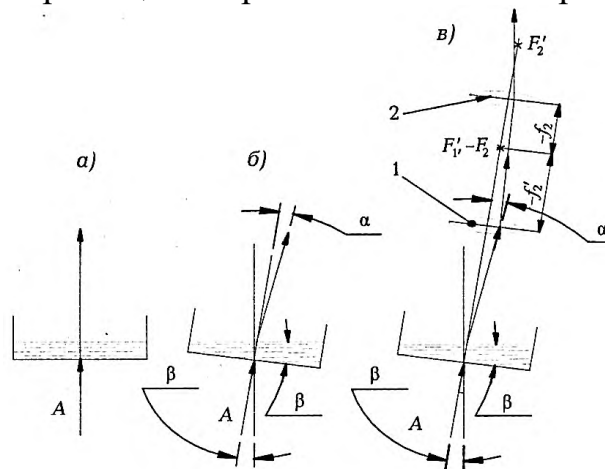


Рисунок 3 – Схема рідинного компенсатора
 а), б) – без обертаючої системи; в) – з обертаючою системою
 1 та 2 – лінзи

У нівелірах часто використовують компенсатори двох типів, а саме: рідинний компенсатор та маятниковий компенсатор.

1) У рідинних компенсатори компенсує елементом є шар рідини, поверхня якої при нахилі приладу завжди приймає горизонтальне положення, утворюючи зі скляним дном ампули оптичний клин з кутом при вершині рівним куту нахилу приладу. На рис. 3 зображена схема рідинного компенсатора.

Увійшовши в ампулу компенсатора, промінь A , при нахилі нівеліра на кут β (див. рис.1.3, б), відхилиться від початкового напрямку на кут α за формулою:

$$\alpha = \beta(n-1) \quad (1)$$

де n – оптичний показник заломлення рідини компенсатора.

За умовою компенсації, при нахилі приладу промінь повинен відхилитися в протилежну сторону від напрямку нахилу і бути рівним йому по абсолютній величині.

Але, як видно з малюнка, промінь відхилився в ту ж сторону, що і прилад, а величина кута відхилення не дорівнює куту нахилу. виправити положення допоможе оптична обертаюча система, що складається з двох лінз 1 і 2 (див. рис. 3, в).

Завдання обертаючої системи: збільшити величину відхиленого променя по абсолютній величині до значення кута β нахилу нівеліра і змінити знак відхилення на протилежний, тобто виконати умову:

$$aw = -\beta; \quad (2)$$

$$w = -f_1/f_2. \quad (3)$$

де w – кутове збільшення обертаючої системи; f_1 та f_2 – фокусні відстані лінз 1 і 2 відповідно.

Отже, кутове збільшення w обертаючої системи пов'язано з показником заломлення рідини компенсатора залежністю:

$$w = -1/(n-1); \quad (4)$$

$$f_1/f_2 = 1/(n-1). \quad (5)$$

Як видно на рис.1.3, в у цьому випадку при нахилі приладу, який вийшов з системи компенсатора промінь зберіг вертикальний напрямок увійшов променя.

2) Принцип дії маятникового компенсатора гранично простий, він повністю відповідає механізму простого мотузкового схилу, тобто, стовбур маятника підвішений через шарнірну частину, в якій використовуються маленькі підшипники, завдяки яким маятник вільно обертається на всі боки.

Весь цей шарнірний механізм встановлений у верхній частині корпусу лазерного рівня, і коли лазер стоїть під нахилом, то компенсатор все одно займає строго вертикальне положення.

При застосуванні такого типу компенсатора в лазерних рівнях інженери зіткнулися з проблемою довгої зупинки стовбура маятника, при сильному сенсі маятник міг встановлюватися кілька десятків секунд.

Ця проблема була вирішена за допомогою неодимових магнітів, які розташували під залізним маятником на близькій відстані, таким чином, щоб створювалося достатня магнітне поле, яке швидко гасило зайве коливання компенсатора.

У сучасних лазерних рівнях установка компенсатора в початкове положення займає всього лише 2-3 секунди.

Мінуси такого маятника, полягають в тому, що він боїться сильних вібрацій і ударів, після яких він може «збитися».

Також наявність найтонших дротів, які живлять лазерні випромінювачі, розташовані на стрижні компенсатора, так як звичайні дроти будуть гальмувати вільний рух маятника.

Але як показує практика, при правильному поводженні такі компенсатори працюють без будь-якої настройки від п'яти років і більше.

РОБОТ-МАНІПУЛЯТОР З ФУНКЦІЄЮ 3D-ДРУКУ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЙ ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Легка промисловість в Україні має не легкий шлях розвитку. В середині 20-х років минулого століття вона не знаходилася в числі пріоритетних галузей, а на початку 90-х – виготовлення виробів легкої промисловості впало в десятки разів. На сьогодні, почалося її поступове відновлення за рахунок появи малих та середніх підприємств по виготовленню одягу, взуття і аксесуарів. Для того щоб у майбутньому досягти значного успіху підприємствам легкої промисловості необхідно прогнозувати тренди світової моди і засвоювати сучасні технології та обладнання.

Впровадження нових, нетрадиційних для швейного та взуттєвого виробництв технологій, є одним із перспективних напрямків комплексної автоматизації процесу виготовлення виробів одягу та взуття. Потребу мобільності і продуктивності можна задовільнити створенням гнучких автоматизованих виробництв. Прискорене впровадження нових інтенсифікованих технологічних процесів, технічне переоснащення підприємств легкої промисловості, неможливе без застосування сучасного високопродуктивного обладнання та комп'ютерної техніки. Реалізація цієї задачі можлива на основі використання на підприємствах легкої промисловості новітніх прогресивних технологій із сучасним устаткуванням.

Значний інтерес в легкій промисловості може представляти використання технології 3D-друку, яка на сьогодні знайшла широке застосування в різних галузях промисловості. Прикладом застосування може бути медицина, машинобудування, радіотехніка та електроніка, архітектура, автомобіле-будування тощо. За допомогою 3D-принтерів можна надрукувати меблі, музичні інструменти, засоби пересування, продукти харчування, будинки і навіть живі людські органи і тканини тощо.

Проаналізувавши застосування 3D-принтерів в різних галузях промисловості можна зробити висновок, що найбільший потенціал 3D-принтери мають у виготовленні промислових виробів. Тому 3D-друк має перспективи застосування у легкій промисловості, наприклад: друк пластикової фурнітури і аксесуарів для виготовлення одягу та взуття, створення одягу та взуття за індивідуальними параметрами замовника, виготовлення взуттєвих колодок, нанесення рисунків на швейні вироби тощо. Автоматизацію процесів нанесення об'ємних рисунків на вироби, виготовлення пластикової фурнітури та деталей для одягу і взуття у легкій промисловості можна здійснити за рахунок застосування роботів-маніпуляторів. Роботи для виконання операції 3D-друку є сегментом промислової робототехніки, що сьогодні активно розвивається.

Для створення роботизованих комплексів при виконання операції 3D-друку можуть використовуватися шарнірні антропоморфні промислові роботи. Наявність великої кількості ступенів свободи дозволяє таким

роботам вільно переміщатися навколо об'єкта, що оброблюється.

В стандартній конфігурації промислового робота обов'язково присутні механічна частина (рука) і система керування цією механічною частиною (контролер), яка в свою чергу отримує сигнали від сенсорної частини. Механічна частина робота складається з маніпуляційної системи з захватним пристроєм або технологічним інструментом (зап'ястя) та системи переміщення (плече та суглоби руки).

Частиною маніпуляторів, що використовуються в легкій промисловості є захватні пристрої. Для захоплення плоских жорстких деталей застосовуються захватні пристрої з пневматичними присосками. Для захоплення великої кількості м'яких деталей, наприклад з текстильних матеріалів, використовуються спеціалізовані конструкції з безліччю захватних приспособлень. Замість захватних пристроїв маніпулятор може бути оснащений робочим інструментом. Це може бути лазерна головка, головка для 3D-друку чи головка для фрезерування.

Принтер для тривимірного друку має певні особливості в своїй конструкції. Його головна складова – це екструдер, тобто друкуюча головка, яка створює нові предмети. Через неї зі спеціального сопла видавлюється пластик, з якого складається 3D-рисунок.

Екструдер для 3D-принтера складається з двох частин:

- блок cool-end відповідає за подачу філаменту. У його конструкцію включені привод від електромотора, притискний механізм, шестерні. За рахунок обертання шестерні, з котушки виходить нитка з пластика, яка подається в нагрівач. Там нитка стає в'язкою під впливом високих температур. Це допомагає видавити її через сопло і перетворити у необхідну форму;

- блок hot-end – це сопло з нагрівальним елементом. Зазвичай воно виготовляється з алюмінію або латуні, так як ці матеріали мають гарну теплопровідність. Нагрівач складається з ніхромової спіралі, декількох резисторів і термопари. В процесі роботи цей блок розігрівається, що сприяє плавленню пластику. За охолодження робочої поверхні відповідає термоізолююча вставка між блоками.

Якщо оснастити робот-маніпулятор екструдером для 3D-друку, можна виконувати технологічні операції в легкій промисловості. Завдяки сучасним системам технічного зору роботизовані системи для виконання операції 3D-друку гарантують високу точність виготовлення виробів складної форми. Найчастіше роботизоване нанесення полімерних матеріалів може бути єдиним варіантом для обробки складних об'ємних деталей. При цьому для початку роботи досить підготувати 3D-модель деталі, що виготовляється і завантажити її в блок керування роботом. Роботизовані системи забезпечать високу швидкість обробки об'єктів, при цьому можуть бути економічно доцільними навіть при випуску невеликих партій продукції. Тому автоматизація процесів виконання технологічних операцій у легкій промисловості з використанням роботів-маніпуляторів, оснащених головкою для 3D-друку, є на сьогодні актуальною задачею.

Походило Є.В., Стасишин Ю.А.

Національний університет “Львівська політехніка”

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРОДУКЦІЇ ЗА ВІДНОСНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Відомі способи контролю відносного показника якості продукції неелектричної природи передбачають одночасне та послідовне в часі вимірюванням відносного показника якості. Проблемою контролю відносного показника є наявність традиційного стандартного зразка продукції у процесі вимірювання. Створюється вона нестабільністю стандартного зразка продукції через обмежені терміни його зберігання, псування тощо. Тому мета дослідження полягає у створенні оперативного засобу контролю якості продукції за її відносними показниками якості з використанням стабільного електричного стандартного зразка.

Вирішується проблема нестабільності стандартного зразка наступним чином. У процесі вимірювання параметри традиційного стандартного зразка контрольованої продукції через вимірювання перетворюють у електричні параметри. Такими параметрами, зокрема, можуть бути еквівалентні ємність та провідність адмітансу багатоелементного двополюсника, яким подається об'єкт контролю. Оскільки вимірювання здійснюється за двоелементною схемою заміщення з еквівалентними параметрами, то результати вимірювань на різних частотах будуть відрізнятися між собою. У такому разі традиційний стандартний зразок за результатами вимірювання можна замінити електричною мірою з відповідними параметрами. Відповідно, електрична міра, як стандартний зразок, повинна відтворювати саме такі значення еквівалентних ємностей та провідностей на фіксованих частотах. У такому разі відносні показники на вибраних частотах записуються відношеннями зазначених параметрів на фіксованих частотах, а саме:

$$\left(\frac{C_{x1}}{C_{01}}\right)_{f_1}, \left(\frac{C_{x2}}{C_{02}}\right)_{f_2}, \left(\frac{C_{x3}}{C_{03}}\right)_{f_3}, \dots, \left(\frac{C_{xn}}{C_{0n}}\right)_{f_n}; \left(\frac{G_{x1}}{G_{01}}\right)_{f_1}, \left(\frac{G_{x2}}{G_{02}}\right)_{f_2}, \left(\frac{G_{x3}}{G_{03}}\right)_{f_3}, \dots, \left(\frac{G_{xn}}{G_{0n}}\right)_{f_n},$$

де $C_{x1}, C_{x2}, C_{x3}, C_{xn}$ та $C_{01}, C_{02}, C_{03}, C_{0n}$ – еквівалентні ємності контрольованого об'єкта та електричного стандартного зразка (міри) відповідно на частотах $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$.

Отже, формування електричного стандартного зразка забезпечує його стабільність та спрощує процес ідентифікації продукції неелектричної природи.

Приступа С.О., Дячук Ю.І.

Луцький національний технічний університет

ТИПОВА КОНФІГУРАЦІЯ ЛІНІЇ ЗВ'ЯЗКУ СУПУТНИКОВОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО МОВЛЕННЯ

Передача сигналів від супутника на Землю здійснюється за допомогою мікрохвильового електромагнітного випромінювання, яке за

частотою набагато вище, ніж сигнали звичайного телемовлення в діапазонах (VHF/UHF). Незважаючи на хвилеподібну природу мікрохвилі піддаються сильному ослабленню через водяні випари та інші перешкоди на лінії прямої видимості антени. Потужність мікрохвильового сигналу, що передається стає надзвичайно слабкою досягнувши Землі. Якщо не використовувати спеціальне обладнання і не приймати відповідні запобіжні заходи при його установці, сигнал може бути пригнічений оточуючими шумами. На місці прийому телевізійної приймальної системи (TVRO) встановлюється антена, яка збирає і концентрує сигнал у фокусі, де знаходиться прецизійно встановлений опромінювач. Він направляє мікрохвилі на електронний компонент – малошумовий блок (LNB). Цей блок підсилює і перетворює сигнал вниз на частоту, яка більш зручна для передачі далі по кабелю на приймач (ресивер), розташований всередині житлового приміщення.

Між випромінювачем і LNB може бути розташований поляризатор. Комплект, що складається з опромінювача, поляризатора і LNB, часто називають голівкою опромінювача. Типова конфігурація лінії зв'язку вниз від супутника середньої потужності до внутрішнього приміщення зображена на рис. 1.

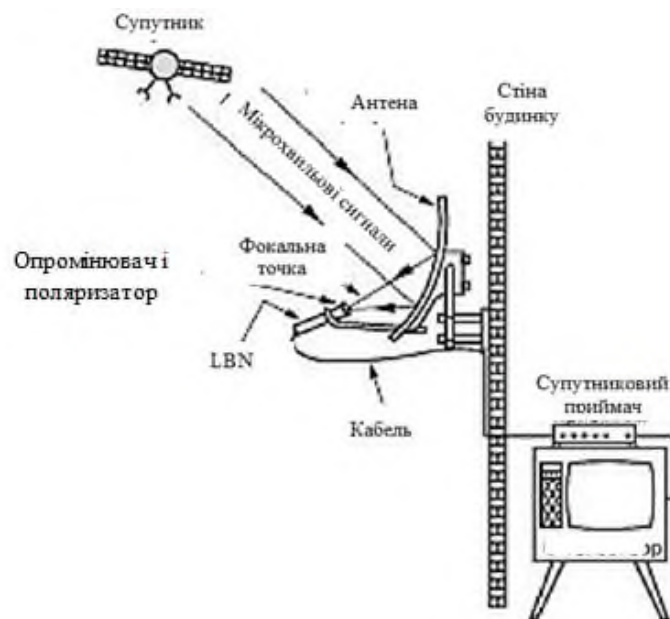


Рисунок 1 – Типова конфігурація лінії зв'язку

Антенa, або тарілка, збирає надзвичайно слабкий мікрохвильовий сигнал і здійснює його фокусування. Поверхня антени повинна мати високу відбивну здатність по відношенню до мікрохвиль. Антенa має форму параболоїда, який має унікальну властивість переносити все випромінювання, що падає паралельно його осі, у фокус. Існує два основних типи антен – параболічна (прямофокусна) і офсетна (антенa зі зміщеним фокусом). У прямофокусної антени давач голівки опромінювача встановлюється в центрі осі параболоїда.

При конфігурації зі зміщеним фокусом голівка опромінювача встановлюється в фокальній точці параболоїди значно більшого розміру, а розглянута тарілка представляє собою частину цієї параболоїди. Антени

зазвичай виготовляються зі сталі, алюмінію або оптоволоконного скла з впресованою відбивальною фольгою.

Діаметр антени робить вирішальний вплив на розміри і вартість земної станції; він визначає добротність і ефективну ізотропну випромінювану потужність станції (ЕІВП, англ. EIRP), а також її просторову вибірковість. Якщо в системі використовується поділ сигналів за поляризацією, необхідно знати крос – поляризаційні характеристики антени і вказувати, з якою поляризацією станція працює на передачу і на прийом. На земних станціях телефонного обміну застосовують антени діаметром від 1,5 до 2,5 м до 12 м, іноді до 32 м, на земних станціях прийому циркулярної інформації – від 0,45 до 2,5...4 м.

Антену характеризується також показниками опорно-поворотного пристрою і всієї системи наведення антени на штучний супутник Землі; розрізняють антени повноповоротні, здатні направлятися в будь-яку точку небосхилу, і неповноповоротні, мають обмежену область оперативного наведення на джерело сигналу; системи наведення антен характеризуються також можливою швидкістю і прискоренням кутового переміщення. В останні роки все частіше застосовують неповноповоротні, повільно рухомі і нерухомі антени, придатні для роботи тільки з геостаціонарними штучними супутниками Землі.

Проломов А.А., Серета Б.П., Кругляк І.В., Серета Д.Б.
Дніпровський державний технічний університет

ТЕРМОДИНАМІЧНИЙ АНАЛІЗ ГАЗОВОЇ ФАЗИ ПРИ СИЛЦІЮВАННІ ДЛЯ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

Вступ. В роботі досліджено механізм формування захисного покриття на конструкційних матеріалах, використовуючи метод термодинамічного аналізу можливих хімічних реакцій між компонентами системи. Для цього був виконаний розрахунок взаємодії газового насичуючого середовища, що утворюється в процесі насичення в порошкових середовищах.

Постановка задачі. Проведений літературний аналіз публікацій у напрямку дослідження властивостей легованих хромоалітованих покриттів, обґрунтовує необхідність легування хромоалітованих покриттів для отримання конструкційних матеріалів з підвищеними комплексом фізико-механічних і експлуатаційних властивостей. Враховуючи великий обсяг досліджень вважається за доцільне проведення фізико-хімічного моделювання зі встановлення механізмів формування легованих покриттів, яке базується на результатах дослідження газової фази методом термодинамічного аналізу реакцій теплового самозаймання шихт, дослідженнях кінематичних схем хімічних перетворень у шихтах.

Результати і обговорення. Термодинамічний аналіз можливих реакцій для діапазону температур 400÷1600 К показує, що продукти розкладання активаторів (I_2 , NH_4Cl і NH_4F) реагують із окисною плівкою на алюмінії (до

початку реакції відновлення) з утворенням газоподібних з'єднань. Зі збільшенням температури, кількість продуктів у газоподібній фазі зростає, при цьому виділяються конденсовані продукти.

Конкретний кількісний складів запропонованих систем у рамках термодинамічних розрахунків неможливо визначити, тому необхідний експериментальний вибір складу, що забезпечує раціональний режим протікання процесу. Хром і титан, згідно з розрахунками, перебувають переважно у вигляді галогенідів CrF_2 , CrF_3 , CrF_4 , TiF_2 , TiF_3 , TiF_4 . Хром і його галогеніди можуть взаємодіяти з галогенідами титану при низьких температурах (~ 1000 °К), при більш високих температурах взаємодії термічно неможливі.

Кількісна оцінка парціального тиску основного галогеніду - транспортера над насиченою поверхнею дозволяє для систем, що містять бор, вибрати фторидний активатор в кількості 3% по мас., що забезпечує найбільш сприятливі умови перенесення бору та легуючих елементів, а для систем, що містять кремній, титан – хлоридний активатор в кількості 3% мас, для всіх систем вводимо – йодидний активатор в кількості 2% мас.

Одночасно, починаючи з температури 800 °К, відбувається розпад продуктів реакції, що підтверджує поява продуктів розпаду та різке збільшення кількості молей газу. Газоподібні продукти взаємодіють із елементами порошкової системи (Al, Si, B, Ti, і Cr) і переводять їх у газоподібну фазу.

Висновки. Основними продуктами в газовій фазі у діапазоні температур 1200÷1800 К є йодиди, фториди, хлориди хрому, алюмінію, бору, титану та кремнію.

В діапазоні температур 400÷1600 К частка конденсованої фази падає, що пов'язано з випарюванням використаного газотранспортного носія. Одночасно, починаючи з температур 400 К, відбувається його розпад, про що свідчить поява в системі продуктів розкладання й збільшенні кількості молей газу.

Пугач С. О.

Волинський національний університет імені Лесі Українки

ВИКОРИСТАННЯ СОЦІАЛЬНИХ ІНТЕРЕТ-МЕРЕЖ ДЛЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ SMART CITY

Більшість наукових дискусій про Smart City відбуваються у площині, які сенсори та як слід використовувати для отримання необхідних даних. Звичайно, це важливий пріоритетний напрям досліджень. Проте вже сьогодні у кожному місті існують мобільні системи збору та аналізу даних – соціальні інтернет-мережі.

Зараз тривають активні дослідження феномену соціальних інтернет-мереж. Про динамічність поняття свідчить відсутність усталеної термінології. Зустрічаються терміни «social networking service» (соціальний мережевий сервіс), «social networking site» (соціальний мережевий сайт),

SNS (абревіатура першого та другого термінів), «social media» (соціальні засоби масової інформації), «online social network» (он-лайн соціальні мережі) ті ін. На побутовому рівні у нашій країні вживають термін «соціальна мережа». Більшість дослідників сходяться на тому, що усі соціальні інтернет-мережі мають 4 спільні риси:

1) соціальні інтернет-мережі – це інтерактивні Інтернет-додатки, що базуються на Web 2.0;

2) створений користувачами контент (UGC) – такий як фотографії, відео, текстові публікації, «теги», он-лайн коментарі та «блоги» – є джерелом функціонування соціальних інтернет-мереж;

3) користувачі створюють специфічні для сайту або додатку профілі;

4) соціальні інтернет-мережі сприяють та всіляко заохочують розвиток мережі шляхом підключення профілю користувача до інших осіб або груп.

Сьогодні, коли в усіх нас є смартфони, ми постійно генеруємо публічні дані про те, що ми думаємо, куди та у який спосіб рухаємось, що ми зараз робимо, що збираємося робити та ін. Науковці та практики Smart City лише починають усвідомлювати, наскільки цей контент може бути корисним. За допомогою алгоритмів штучного інтелекту можна зрозуміти, коли люди говорять про ваше місто, що вони говорять, як вони почуваються, які у них наміри. Це величезний капітал для будь-якої спільноти, яка прагне визначити тенденції свого розвитку, покращити технічне обслуговування, оцінити успіх певної політики або просто поспілкуватися зі своїми мешканцями. Зрештою, Smart City й існують для людей, які в них мешкають, для виявлення та задоволення бажань і потреб населення, для створення комфортного середовища проживання.

Вже сьогодні існують числення випадки прямого використання соціальних мереж для потреб міста. Як приклад, можна навести невелике іспанське містечко Хун (провінція Гранада) у якому Twitter проголошено офіційним способом комунікації між мером та жителями міста. Проте такий спосіб придатний лише для невеликих соціальних груп, де усі знають один одного.

Більш складним рівнем використання даних соціальних медіа у великих містах є сервісні послуги аналітичних компаній Zencity, Citibeats, Neighborlytics тощо. Вони дають можливість візуалізувати людський вимір міста за допомогою даних, отриманих із соціальних мереж, блогів, вікі та іншого контенту, створеного користувачами. Ці загальнодоступні дані можна поєднувати з іншими, наприклад із даними про геолокацію, для як представлення інформації в реальному часі про зміни, так і широкий спектр описової та прогнозної аналітики для формування окремих проєктів чи стратегій розвитку міста.

На макрорівні це може допомогти містам визначити тенденції щодо потреб, бажань та вчинків населення для оперативного реагування та планування. Наприклад, якщо система виявляє збільшення кількості негативних меседжів із певної частини міста, це може бути надійним індикатором, що щось у цьому районі потребує уваги (аварійний стан доріг, акт вандалізму тощо). І навпаки, збільшення позитивних меседжів у

соцмережах щодо нещодавно відремонтованого скверу може бути метрикою виміру успіху проекту. Раніше доводилося покладатися на опитування, здогадки та загальнодоступні публічні форуми, але завдяки соціальним медіа, тепер можна отримувати дані в режимі реального часу стосовно громадян.

Крім того за допомогою соцмереж можна фіксувати скупчення людей у режимі реального часу. На основі даних про скупчення населення можна оптимізувати маршрути громадського транспорту (збільшення кількості рухомого складу, зміна інтервалів між транспортними засобами на маршруті, розробка економічно вигідних «нічних» маршрутів тощо).

Одним із прикладів є м. Сеул, де на основі аналізу викликів таксі та текстових повідомлень, було визначено території, де пізні автобусні маршрути будуть найефективнішими й запущено сервіс «Owl Bus». Це не тільки полегшило та здешевило перевезення працівників з низьким рівнем доходу, але й за оцінками заощадило 2,3 млн. автомобільних поїздок на рік.

Іншим важливим напрямком використання соціальних інтернет-мереж у Smart City є активна участь громадян у процесах діалогу із владою. Реалізація концепції електронної демократії (e-democracy) – форми суспільних відносин, за якої громадяни та організації залучаються до державотворення та державного управління, а також до місцевого самоуправління шляхом широкого застосування інформаційно-комунікаційних технологій, вже сьогодні можлива на основі платформ популярних соціальних інтернет-мереж.

Дані соціальних інтернет-мереж активно використовують при управлінні таких міст, як Х'юстон, Західний Сакраменто, Хайфа, Тель-Авів, Мельбурн та ін. Такі додатки дають багато інформації, не вимагаючи від міст великих інвестицій у фізичну інфраструктуру або доступу до особистих приватних даних користувачів. Це, ймовірно, зробить інтенсивне використання соціальних інтернет-мереж обов'язковим атрибутом будь-якого Smart City. Для нашої країни використання соціальних медіа може стати першим кроком для реалізації стратегії Smart City.

Романів В.М.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДУ ОБЛІКУ НАФТОВОГО ГАЗУ

У нафтовидобувних підприємствах при видобуванні нафти постає проблема із утилізацією нафтового(факельного) газу. тільки на одному родовищі за добу спалюється від 9 до 12 тис. м³ нафтового газу (НГ). Ці підприємства, згідно природоохоронного законодавства України, повинні мати комплект документації щодо обсягів викидів шкідливих речовин. Об'єми викидів строго лімітовані і при їх перевищенні накладаються різноманітні штрафи та адміністративні санкції. Тому постає проблема точного обліку НГ.

На вибір засобу обліку НГ значною мірою впливають умови його експлуатації. НГ на відміну від осушеного та підготовленого природного газу складається із вуглеводневих і супутніх газів (в основному метану), нафтового шлаку, води, льоду і твердих частинок. Рух газопроводом такої суміші є нерівномірним. Він змінюється із майже нерухомого стану до швидкості в декілька десятків метрів за секунду. Ускладнюють процес вимірювання також пульсації тиску НГ, постійна зміна його складу і температури, широкий діапазон витрати, наявність рідких фракцій вуглеводнів, агресивне середовище (H₂S, SO₃).

При виборі методу та засобу обліку НГ необхідно визначити комплексний показник, який враховував всі ці фактори. У теорії інформаційно-вимірювальних систем використовуються такі основні характеристики, як точність, швидкодія, надійність та вартість. Але кожен із них не дає узагальнену оцінку ефективності методу.

Для визначення узагальненого якісного критерія ефективності було запропоновано застосовувати такий вираз:

$$k = \sum_{i=1}^n \frac{a_i}{n},$$

де a_i – вагові коефіцієнти, n – загальна кількість критеріїв ефективності.

Таблиця 1

Порівняльна таблиця узагальнених критеріїв ефективності методів вимірювання витрати НГ

Критерії	Методи				
	Ультразвуковий	Вихоровий	Змінного перепаду тиску	Турбінний	Оптичний
Пряме вимірювання (об'ємна витрата)	1	1	–	1	1
Пряме вимірювання (масова витрата)	–	–	1	–	–
Стійкість до вологи та механічних домішок	1	0,1	0,1	0,1	1
Точність	0,9	0,7	0,6	0,6	1
Широкий діапазон, D_y	1	0,1	0,9	0,1	1
Широкий динамічний діапазон	0,9	0,3	0,9	0,1	1
Низька швидкість потоку	1	–	0,1	0,1	1
Низький тиск робочого середовища	1	–	0,1	0,1	1
Вартість	0,3	0,9	0,7	0,8	0,1
Міжповірочний інтервал	1	0,2	0,6	0,8	1
Зручність сервіса і ремонту	0,3	0,9	0,1	0,9	0,2
Зручність експлуатації	0,3	1	0,2	1	0,9
Зондовий монтаж	1	–	–	–	1
Узагальнений критерій, k	0,75	0,39	0,41	0,36	0,78

У табл. 1 наведено показники критеріїв ефективності щодо різних методів для обліку НГ.

Для аналізу крім наведених методів в таблиці розглядалися термоанемометричний та коріолісовий методи. Для обліку витрати НГ вони є взагалі непридатні, оскільки при вимірюванні НГ будуть суттєві спотворення показів при багатозначному потоці та через різкі зміни складу НГ.

Із табл. 1 можна зробити висновок, що оптимальними методами та засобами на їх основі для обліку НГ є ультразвуковий метод та оптичний.

І якщо виробників ультразвукових витратомірів газу є достатня кількість, то оптичні витратоміри, які базуються на новітніх технологіях в оптиці (зокрема застосування оптичних лазерів нового покоління) тільки з'являються на ринку засобів обліку витрати газів.

Загальними недоліками і ультразвукових, і оптичних витратомірів на даний час є їх значна вартість. Однак застосування сучасної мікроелектронної елементної бази дозволить не тільки підвищити точність вимірювання але і знизити вартість цих засобів.

Савчук С.А., Мельник С.А.

Луцький національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ МЕТРОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ТА СПОРТІ

Тренувальний процес спортсменів все більшою мірою починає набувати характеру науково-практичного пошуку, вимагаючи науково обґрунтованого підходу до організації і планування спортивної підготовки, до використання досягнень науки і техніки для отримання і аналізу інформації про діяльність спортсменів. На думку провідних фахівців у області теорії і методики спортивного тренування, одним з перспективних напрямів вдосконалення системи підготовки спортсменів є розробка і практична реалізація нових, високоефективних засобів, методів, технологій комплексного контролю і управління тренувальним процесом.

Раціональне управління тренувальним процесом можливе лише за умови систематичного контролю за розвитком тренуваності, у тому числі за рівнем загальної та спеціальної фізичної підготовленості. Спортивна метрологія – це наука про вимірювання та контроль у фізичному вихованні та спорті. Фахівці-метрологи основну увагу зосереджують на проблемах єдності і точності вимірювань фізичних величин. До них відносяться: довжина, маса, час, температура, сила електричного струму, сила світла і кількість речовини. У фізичному вихованні та спорті деякі з цих величин (час, маса, довжина, сила) також підлягають виміру, однак фахівців цікавлять педагогічні, психологічні, соціальні, біологічні показники, які за змістом не можна назвати фізичними. Тому виникла необхідність розробки спеціальних вимірів, результати яких усебічно характеризують підготовленість фізкультурників і спортсменів.

У спортивній науці розвиток інформаційних технологій знайшов своє віддзеркалення у вигляді розробки різноманітних психодіагностичних

методик, автоматизованих методів функціональної діагностики, програм для імітаційного моделювання процесів короткочасної і довготривалої адаптації організму, експертних систем. Слід також відзначити, що використання сучасних інформаційних технологій дозволяє не тільки забезпечити діагностику індивідуально – типологічних особливостей, оцінку функціональної підготовленості спортсменів, але і вирішити завдання імітаційного моделювання, прогнозування, проектування окремих компонентів системи спортивної підготовки, а також оцінити ефективність тренувального процесу.

Класифікувати різні види контролю у фізичному вихованні та спорті можна за декількома ознаками:

- станом систем організму людини та особливістю діяльності її у фізичному вихованні і спорті;
- періодичністю проведення контролю.

За першою ознакою можна виділити такі види контролю: медичний, педагогічний, біомеханічний, змагальної діяльності, морфологічний, функціональний, біохімічний, психологічний, генетичний і комплексний.

Медичний контроль здійснюється загалом у трьох напрямках:

- оцінка фізичного розвитку та біологічного віку;
- оцінка стану здоров'я.

Оцінка фізичного розвитку здійснюється в декількох напрямках: визначаються соматометричні величини – довжина, маса тіла, обхват грудей; фізіометричні – життєва ємність легенів, сила згиначів кисті і розгиначів спини; соматоскопічні – будова тіла, постава, розвиток кістково-м'язової системи, наявність жирової маси, статевий розвиток.

Інтегральну оцінку фізичного розвитку дає метод індексів. Частіше в медичному контролі використовуються індекси Ерісмана, Кетле, життєвий індекс, індекс фізичного розвитку та інші.

Оцінка стану здоров'я визначається шляхом аналізу анкетних даних, вивчення медичного профілю та оцінки існуючих травм і захворювань.

Такими видами, як контроль змагальної діяльності і генетичний контроль, користуються в основному в спорті, це дає можливість вивчати особливості розвитку рухових здібностей, морфологічних і психологічних ознак, функціональних можливостей, рухових дій і процесів.

Тестуючі навантаження повинні відповідати певним метрологічним вимогам:

- по-перше – повинна бути визначена мета застосування будь-якого тесту або комплексу тестів. Правильне визначення мети тестування сприяє правильному підбору тестів. У спортивній метрології існує три види тестування: етапний, поточний і оперативний і в кожному з них десятки варіантів тестування. Тому комплекс тестів повинен включати в себе показники, що характеризують рухові якості, рівень, а також структуру фізичної підготовленості;

- по-друге: необхідно розробити стандартизовану методику вимірювань результатів в тестах і процедуру тестування. Ефективність нормування залежить від точності результатів контролю, які в свою чергу

залежать від стандартності проведення тестів і вимірювання в них результатів. Для стандартизації методики тестування слід дотримуватись таких вимог: режим дня попереднього тестування повинен будуватися за однією схемою. Виключаються великі і середні навантаження, але можуть проводитися заняття відновного характеру; розминка повинна бути стандартною; тестування повинні проводити одні й ті ж, які вміють це робити люди; схема виконання тесту не змінюється від тестування до тестування; інтервали між спробами повинні ліквідувати стомлення; спортсмен повинен показати в тесті максимально можливий результат;

- по-третє: необхідно визначити надійність і інформативність використовуваних тестів. Надійність – це ступінь збігу результатів при повторному тестуванні одних і тих же людей в однакових умовах (це, по суті справи, надійність оцінки стану людини, його здібностей).

Метрологічний контроль безумовно є інструментом управління учбово-тренувальним процесом. Особливо важливим є використання метрологічного контролю при заняттях фізичною культурою в учбових закладах, тому що завдяки метрологічному контролю можливо отримати достовірну інформацію про фізичний стан людини та рівень фізичної підготовки.

Середюк О.Є., Ткачук В.В., Саманів Л.В.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ НА ТЕПЛОФІЗИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИ ФУНКЦІОНУВАННІ ТЕРМОАНЕМОМЕТРИЧНИХ СЕНСОРІВ

Практичним та актуальним на даний час рішенням в питаннях обліку природного газу є використання витратомірів на базі термоанемометричних сенсорів, яким властиві широкий діапазон вимірювання швидкостей потоку, мала інерційність, можливість вимірювання нестационарних та пульсуючих потоків. Основою термоанемометрії є функціональна залежність втрати тепла нагрітого тіла від швидкості потоку та якісних характеристик середовища, в якому це тіло знаходиться. Цю залежність можна оцінювати, наприклад, за зміною електричного опору сенсора. Оскільки взаємодія термоанемометричного сенсора із газовим середовищем характеризується теплообмінними процесами, впливовими факторами, які характеризують цю взаємодію є теплоємність та теплопровідність контрольованого середовища.

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень у сфері функціонування термоанемометричних сенсорів відсутні є дослідження, які би враховували вплив вологи як компонента газової суміші на зміну інформативного параметра термоанемометрії.

Метою роботи є дослідження впливу вологи на теплоємність та теплопровідність повітря при низьких значеннях тиску робочого середовища.

Досліджування здійснювалося з використанням методу комп'ютерного моделювання за умови зміни відносної вологості повітря від 10% до 90% при температурах від 10°C до 40°C і постійному абсолютному тиску 0,1МПа.

Для моделювання використовувався алгоритм, за яким приймався вплив властивостей сухого повітря і вологи в ньому як складових компонентів суміші:

$$C_p = C_{p1} \cdot g_1 + C_{p2} \cdot g_2 \quad (1)$$

де C_p – ізобарна теплоємність вологого повітря; C_{p1}, C_{p2} – ізобарна теплоємність сухого повітря і вологи відповідно; g_1, g_2 – масова частка сухого повітря і вологи у ньому відповідно.

Значення параметрів C_{p1}, C_{p2} визначалися із довідкових даних для умов моделювання (за значеннями тиску і температури), а параметри g_1, g_2 розраховувалися за формулами:

$$g_1 = \frac{m_n}{m_n + m_\varphi}, \quad g_2 = \frac{m_\varphi}{m_n + m_\varphi}, \quad (2)$$

де m_n, m_φ – маса повітря і водяної пари у вологому повітрі відповідно.

Для обчислення маси вологи m_φ використовувалася формула для переведення відносної вологи φ у абсолютну для різних значень температури t :

$$m_\varphi = (13,247 \cdot e^{\frac{17,67 \cdot t}{t+243,5}} \cdot \varphi) / (273,15 + t). \quad (3)$$

Для моделювання зміни теплопровідності вихідним була наступна залежність:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot g_1 + \lambda_2 \cdot g_2, \quad (4)$$

де λ – теплопровідність вологого повітря; λ_1, λ_2 – теплопровідність сухого повітря і водяної пари відповідно.

Значення параметру λ_2 визначалися із довідкових даних для умов моделювання (за значеннями тиску і температури), параметри g_1, g_2 розраховувалися за формулою (2), а параметр λ_1 обчислювався за формулою:

$$\lambda_1 = -0.9474 + 11.961 \left(\frac{T}{100}\right) - 2.3632 \left(\frac{T}{100}\right)^2 + 0.8406 \left(\frac{T}{100}\right)^3 - 0.1747 \left(\frac{T}{100}\right)^4 + 1.904 \cdot 10^{-2} \left(\frac{T}{100}\right)^5 - 1.035 \cdot 10^{-3} \left(\frac{T}{100}\right)^6 + 2.228 \cdot 10^{-5} \left(\frac{T}{100}\right)^7, \text{ мВт/(м}\cdot\text{К)}, \quad (5)$$

За результатами моделювання (рис.1а) встановлено, що збільшення теплоємності вологого повітря має місце як при зростанні його вологості, так і при зростанні температури. При цьому за вищої температури вологого повітря вплив вологості є більш суттєвий. Так при температурі 10°C при зростанні відносної вологості від 10 до 90% теплоємність вологого повітря зростає з 1,0067 до 1,0166, а при 40°C зростання теплоємності становить від

1,0112 до 1,0433, тобто в першому випадку зростання теплоємності становить 0,98%, а для другого випадку – 3,17% .

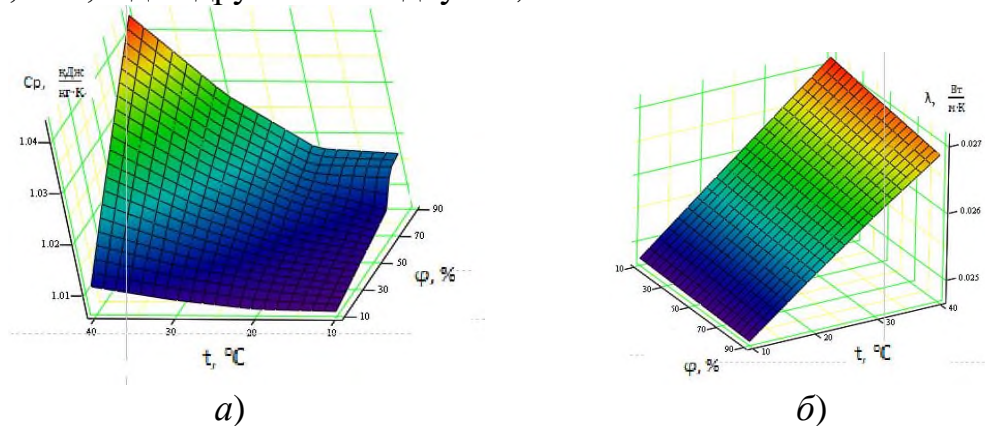


Рисунок 1 – Графічна ілюстрація зміни теплоємності (а) та теплопровідності (б) від відносної вологості φ і температури t повітря

Моделювання зміни теплопровідності волого повітря (рис.1, б) показало, що при зростанні температури волого повітря відбувається зростання його теплопровідності, але збільшення вмісту вологості приводить до зменшення теплопровідності. Так при температурі 10°C при зростанні відносної вологості від 10 до 90% теплопровідність волого повітря спадає з 0,02477 до 0,02472, а при 40°C зменшення теплопровідності становить від 0,02712 до 0,02685. Це зменшення у відносних одиницях становить відповідно 0,20% і 0,99%.

Результати моделювання показують, що волога має суттєвий вплив на теплофізичні характеристики робочого середовища, що повинно бути враховано при функціонуванні термоанемометричних сенсорів. Також у випадку постійної швидкості волого повітря вихідний сигнал термоанемометричного сенсора може бути використаний як інформативний параметр для контролю вологості повітря.

Скорина Є.В., Макаренко І.О., Бондаренко Ю.Ю., Бондаренко М.О.
Черкаський державний технологічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИЧНОЇ ПОВЕРХНІ ПІСЛЯ ЇЇ ЕЛЕКТРОННОЇ МІКРООБРОБКИ

Раніше встановлено, що низькоенергетична електронно-променева мікрообробка (далі – електронна мікрообробка) дозволяє якісно покращувати стан оптичних поверхонь, які знайшли широке застосування в різних галузях точного приладобудування, мехатроніки, медицини, метрології тощо. У той же час перспективним матеріалом в нанометрології на сьогоднішній день є оптичне скло сорту «крон», електронна мікрообробка якого пов'язана з низкою труднощів. Тому дослідження поверхні оптичного скла марки К8 після електронної мікрообробки є питанням актуальним.

Дослідження нанорельєфу оптичної поверхні до і після електронної мікрообробки проводилося на атомно-силовому мікроскопі NT-206 в

лабораторії нанометричних досліджень Черкаського державного технологічного університету (м.Черкаси). При цьому, згідно з розробленими методиками і рекомендаціями, використовувався статичний режим при скануванні ділянок поверхні, максимальним розміром 13×13 мкм, рис.1.

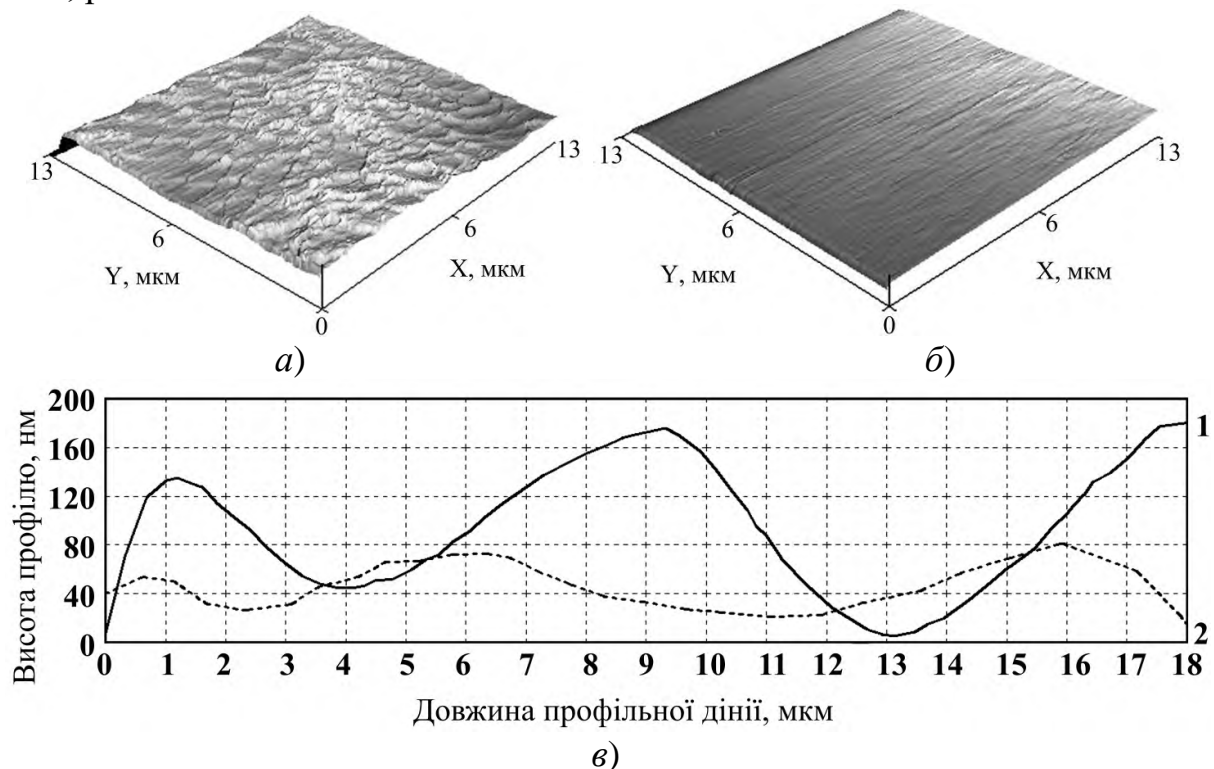


Рисунок 1 – Топограма* (а і б) та профілограма* (в) ділянки вихідної поверхні оптичного скла К8 після хіміко-механічної обробки (а, в – крива 1) та після електронної мікрообробки (б, в – крива 2)
* – атомно-силовий мікроскоп NT-206

В результаті проведених досліджень методом атомно-силової мікроскопії були встановлені середньоарифметичні (R_a) і середньостатистичні (R_q) значення мікронерівностей по оптичній поверхні до і після електронної мікрообробки: до мікрообробки – $R_a=186$ нм; $R_q=218$ нм; після мікрообробки – $R_a=100$ нм; $R_q=115$ нм, що відповідає наступним значенням чистоти поверхні (ДСТУ ISO 10110:2005): до мікрообробки – $R_a=0,16-0,32$ (9-10 клас); після мікрообробки – $R_a=0,16$ (10 клас).

Також, методом атомно-силової мікроскопії було встановлено зміну максимальних механічних напружень в поверхневому шарі (до 1,5 мкм) зразка (абсолютна похибка вимірювань ± 2 нм ($\approx 5 \div 6\%$)), яке зменшується після електронної мікрообробки в середньому на 13%.

Таким чином, за результатами досліджень, проведених методом атомно-силової мікроскопії, показане підвищення точності (в $1,2 \div 1,6$ рази) та чистоти (до 10 класу) поверхні оптичних пластин методом низькоенергетичної електронної мікрообробки.

Трохимчук І.М.

Луцький національний технічний університет

ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОДНОКАНАЛЬНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА SENIOR SONIC З ХОРДОВИМ РОЗТАШУВАННЯМ АКУСТИЧНОГО КАНАЛУ

Ультразвукові газові витратоміри Senior Sonic є приладами для вимірювання витрат природного газу, та підходять для систем комерційного обліку. Вони застосовуються на електростанціях, промисловими споживачами газу, у виробництві газу (його підземному зберіганні), на морських видобувних платформах і інших випадках для вимірювання витрат вологого газу.

Витратоміри Senior Sonic вимірюють час проходження ультразвукових імпульсів через газ, а також вимірюють різницю у часі переходу імпульсів у висхідному і низхідному напрямках. Регулятор потоку Senior Sonic вимірює час переходу за чотирьома паралельними хордами. Кожен канал складається із ультразвукових датчиків, які діють по черзі як передавач або приймач.

Метою роботи є побудова математичної моделі одноканального ультразвукового вимірювального перетворювача Senior Sonic з хордовим розташуванням акустичного каналу, яка дозволить дослідити його додаткові можливості.

У первинних перетворювачах ультразвукових витратомірів прийнято застосовувати хордове розташування акустичного каналу, що дає змогу підвищити відношення сигнал/шум і покращити чутливість первинного перетворювача.

Для симетричного, відносно осі трубопроводу, зондування, яке здійснюється за хордою, та є віддаленою відносно осі трубопроводу на половину його радіуса, практично повністю усуває гідродинамічна похибка; якщо немає чіткої впевненості щодо симетричності потоку, то аналогічний ефект досягають шляхом зондування за декількома хордам, що не знаходяться в одній площині. За рахунок спеціальної орієнтації первинних електроакустичних перетворювачів (ПЕАП) у просторі забезпечують багаторазове відбиття сигналу від стінок трубопроводу, тобто збільшують (подовжують) шлях поширення акустичного сигналу.

Приймально-передавальні електроакустичні перетворювачі встановлюють так, щоб центри їх випромінюючих поверхонь знаходились на одному рівні із внутрішньою поверхнею трубопроводу; випромінюючу поверхню ПЕАП орієнтують під кутом $\alpha=(30\div 60)^\circ$ до його поздовжньої осі.

Проекція нормалі до випромінюючої поверхні кожного із ПЕАП на горизонтальну поверхню, яка проходить через вісь трубопроводу повинна утворювати з його віссю такий кут:

$$\beta = \arccos \sqrt{1 - \frac{1}{3 \times \operatorname{ctg}^2 \alpha}}, \quad (1)$$

а шлях, що проходить акустичний сигнал між центрами встановлених ПЕАП, буде рівним:

$$R = 3 \times L = 3 \times \sqrt{3} \times \frac{D}{3} \times \sqrt{3 \times \text{ctg}^2 \alpha - 1}, \quad (2)$$

де L – відстань вздовж осьової лінії трубопроводу між центрами двох відбиваючих областей на внутрішній поверхні трубопроводу або між центром області відбиття і віссю ПЕАП; D – внутрішній діаметр трубопроводу.

Таке розташування ПЕАП (на практиці отримало назву дельта-схема) забезпечує акустичний зв'язок між електроакустичними перетворювачами за трьома хордами і, як результат покращає чутливість. Електроакустичні перетворювачі працюють по черзі у режимах передавання або приймання акустичного сигналу (сигнал перетинає трубопровід, проходячи відстань R).

Час поширення сигналу вздовж і проти потоку визначають наступним чином:

$$t_{\uparrow} = \frac{R}{C_{TC} + V \times \sin \alpha}, \quad t_{\downarrow} = \frac{R}{C_{TC} - V \times \sin \alpha}. \quad (3)$$

Отримавши розв'язки вище наведених вирази відносно V , отримаємо рівняння вимірювання:

$$V = \frac{C_{TC}}{\sin \alpha} \times \frac{(t_{\downarrow} - t_{\uparrow})}{(t_{\downarrow} + t_{\uparrow})}. \quad (4)$$

За відомої площі S поперечного перерізу каналу об'ємні та масові витрати визначають із наступних виразів:

$$Q = S \times V; \quad M = S \times V \times \gamma = Q \times \gamma, \quad (5)$$

де γ – питома вага вимірюваного середовища.

Основну похибку вимірювання витрат вимірювального середовища прийнято визначати за кінцевою роздільною здатністю θ вимірювального пристрою часових інтервалів. Шлях розповсюдження акустичного сигналу подовжують за рахунок багаторазового відбиття сигналу відносно стінок трубопроводу, забезпечуючи акустичний зв'язок по $n > 3$ хордах. Відстань між осями ПЕАП, у даному випадку, буде рівна:

$$R = n \times L = n \times \sqrt{3} \times \frac{D}{4} \times \sqrt{3 \times \text{ctg}^2 \alpha - 1}. \quad (6)$$

Первинні перетворювачі одноканального часово-імпульсного ультразвукового методу вимірювання витрат вимірювального середовища із хордовим розташуванням акустичного каналу забезпечують отримання інформації, яка повністю підлягати високоточній обробці, основна мета якої полягає у прецизійному визначенні величин t_{\uparrow} і t_{\downarrow} , оцінюванні значення V та розрахунку об'ємних Q і масових M витрат. Варто зауважити, що дані операції повинні виконуватись за допомогою сучасних інформаційних технологій.

Таким чином, отримані результати дозволяють зробити висновок про те, що запропонована методика забезпечує збільшення Δt , що призводить до зменшення основної похибки вимірювання витрат вимірювального середовища.

ВПЛИВ ІМПУЛЬСНОГО РЕЖИМУ ПОТОКУ ПРИРОДНОГО ГАЗУ НА ТОЧНІСТЬ ЙОГО ОБЛІКУ

Під час обліку природного газу на теплогенеруючих об'єктах часто виникають умови, коли є значна різниця температур потоку газу та навколишнього повітря, а також коливання витрати газу, що спричинене режимами роботи газового обладнання, а саме водогрійних та парових котлів. Однією зі складових похибки вимірювання об'єму газу є похибка, зумовлена інерційністю термоперетворювача під час коливань параметрів потоку (ΔT_{in}). Коливання температури та витрати газу виникають при імпульсних режимах роботи систем обліку. У даній роботі запропоновано спосіб визначення та мінімізації похибки ΔT_{in} . Врахування та усунення цієї складової похибки є важливим кроком для підвищення точності обліку природного газу на теплогенеруючих об'єктах.

Для визначення похибки ΔT_{in} розроблено її математичну модель, яка виведена на основі закону збереження тепла та рівняння витрати газу для довгого трубопроводу з турбулентним режимом протікання. Ця математична модель представлена на рис. 1 у вигляді структурної схеми в середовищі SIMULINK.

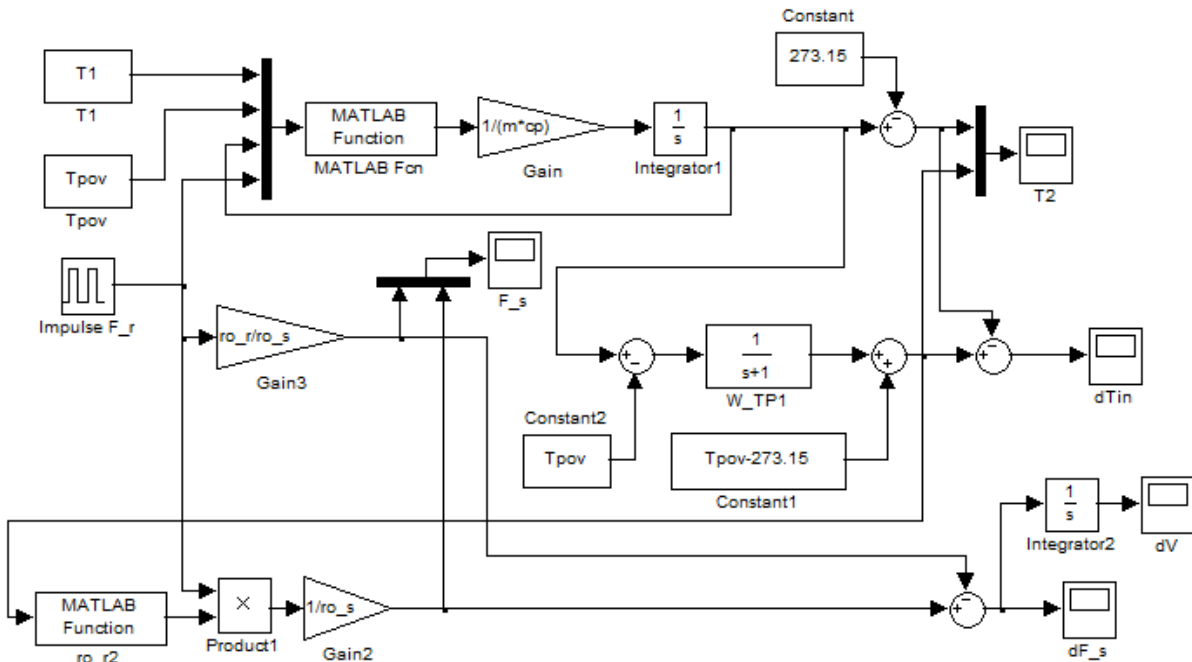


Рисунок 1 – Структурна схема для моделювання похибки ΔT_{in}

На вхід моделі поступає імпульсний сигнал зміни витрати газу. Тривалість імпульсів та пауз між ними становлять 15 хв. Стала часу термоперетворювача становить 1 хв. Результати моделювання зображені у вигляді графіків на рис. 2. З результатів моделювання (див. рис. 2) видно, що при імпульсних режимах роботи вузла обліку в умовах, коли температура потоку газу є нижчою за температуру навколишнього повітря ($T_{газ} < T_{нов}$), похибка ΔT_{in} під час увімкнення подачі газу є додатною, а похибки вимірювання витрати та об'єму (ΔF_c та ΔV_c) – від'ємними.

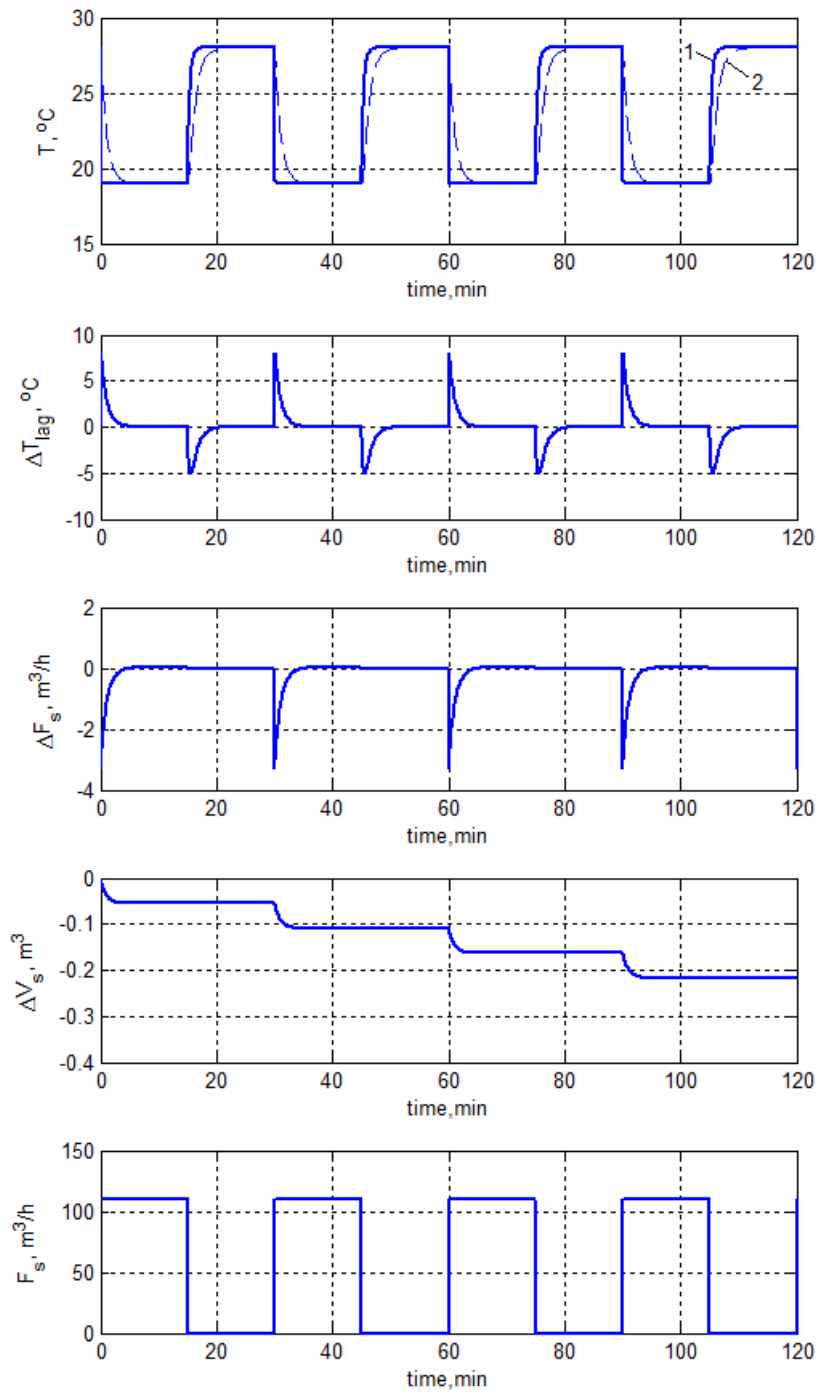


Рисунок 2 – Зміна витрати та температури газу, а також похибок ΔT_{in} , ΔF_c , та ΔV_c

1 – дійсне значення температури газу; 2 – вимірне значення температури газу

Коли тривалість імпульсів витрати газу буде рівня 10 хв, а стала часу термоперетворювача – 1,5 хв, заниження виміряного об'єму газу буде становити $6,09 \text{ m}^3$ на добу, що становить приблизно 180 m^3 на місяць.

Зменшити похибку ΔT_{in} можна шляхом застосування таких заходів: встановлення низькоінерційних термоперетворювачів безпосередньо в потік газу; встановлення вузлів обліку газу в умовах, коли температура потоку газу рівна температурі навколишнього повітря; налагодження неперервного режиму протікання газу через вузол обліку. Застосування цих заходів дозволить підвищити точність обліку природного газу.

МЕТОДИКА ПОВІРКИ АНАЛІЗАТОРА ПАРАМЕТРІВ ТЕЛЕВІЗІЙНОГО СИГНАЛУ PROMAX-8

Телебачення відіграє дуже важливу роль в нашій життя. Це постійне джерело розваги і інформації, двері, через які до наших будинків може увійти весь світ. На телебаченні все є набагато реальніше. Телебачення приносить не тільки пісні, але й переміщає зображення з усього світу у мільйони осель. Існують тисячі телестанцій з каналами, які можуть бути державними чи комерційними.

Для передачі телевізійних сигналів використовується діапазон частот 40÷1000 МГц. Нижня межа частот визначається відеосигналом, який необхідно передати. Частота несучих передавача повинна бути, як мінімум, у кілька разів більша частоти відеосигналу, інакше втрачається сама можливість модуляції. З метою використання загальної антенно-фідерної системи в передавальному пристрої і загальних підсилювачів відеосигналів та сигналів звукового супроводу прийнято передавати звуковий супровід на частотах, близьких до несучої частоти зображення.

Радіохвилі, які випромінює передаюча антена, це електричні та магнітні поля, які змінюються у часі. Радіохвилі поділяють на метрові (30÷300 МГц), дециметрові (300÷3000 МГц), сантиметрові (3÷30 ГГц), міліметрові (30÷300 ГГц), дециміліметрові (300÷3000 ГГц). Поля, створювані передавачем, діляться на чотири зони: ближню, дифракційну, тропосферну й іоносферну. За ними слідує зона глибокої тіні, напруженість електромагнітного поля в якій дуже мала.

Аналізатор Promax-8 - це багатофункціональний прилад, що може виконувати наступні функції: вимірювання параметрів, реєстрацію даних, функції сканера та спектроаналізатора, вимірювання нахилу АЧХ, функцію імпульсного детектора.

Багатофункціональність робить його відмінним інструментальним засобом для настройки та обслуговування аналогових та цифрових систем прийому/розповсюдження телевізійних сигналів, які працюють в частотному діапазоні від 5 до 862 МГц, включаючи ЧМ радіомовлення, системи колективного прийому ТБ (MATV) та кабельного ТБ (CATV), включаючи смугу зворотного каналу (sub-band).

При проведенні повірки повинні дотримуватися такі умови:

- температура навколишнього середовища $20\pm 5^{\circ}\text{C}$;
- відносна вологість повітря $65\pm 15\%$;
- атмосферний тиск 100 ± 4 кПа;

Повірка аналізатора параметрів телевізійного сигналу Promax-8 відбувається в наступній послідовності:

- зовнішній огляд аналізатора параметрів телевізійного сигналу Promax-8;
- опробування аналізатора параметрів телевізійного сигналу Promax-8;

- визначення похибки вимірювання рівня вхідної напруги синусоїдального сигналу;

Зовнішній огляд аналізатора параметрів телевізійного сигналу Promax-

8. При проведенні зовнішнього огляду повинно бути перевірено:

- наявність комплекту відповідно до паспорту приладу;
- чистота і справність високочастотних роз'ємів;
- чіткість позначень органів управління;
- збереження органів управління;
- відсутність механічних пошкоджень корпусу.

Опробування. Перевіряють працездатність приладу відповідно до паспорту.

Визначення похибки вимірювання рівня вхідної напруги синусоїдального сигналу проводять за схемою, представленою рис. 4.1 на крайній та середній частоті приладу.

Для цього на необхідних частотах:

1. визначають ослаблення атенюатора A_i , $i=1-8$, генератора щодо вихідної напруги 1 В ступенями через 10 дБ за допомогою Д1-14;

2. вимірюють за допомогою ватметра МЗ-58/1 потужність P на виході переходу при вихідній напрузі генератора 1В;

3. обчислюють значення напруги U_0 в дБмкВ (децибелах відносно 1 мкВ) на виході переходу при вихідній напрузі генератора 1В за результатами вимірювання потужності P (мВт) за формулою:

$$U_0=90+10\log(75P).$$

4. Потім подають напругу від генератора через узгоджувальний перехід 50/75 Ом за допомогою вимірювального кабелю на вхід повіряемого приладу і зчитують покази приладу $U_{\text{вим}i}$ (дБмкВ) при встановленій напрузі на генераторі 1 В і введених послабленнях від 0 до 80 дБ ступенями через 10 дБ.

5. Похибка вимірювання напруги в діапазоні (120...40) дБмкВ визначають за формулою

$$\Delta U(\text{дБ})_i=U_{\text{вим}i}(\text{дБмкВ})-U_0+A_i, i=0, 1, \dots, 8 \text{ і } A_0=0.$$

6. Потім між генератором і узгоджувачем переходом включають фіксований атенюатор 30 дБ. Встановлюють ослаблення генератора A_5 і зчитують покази приладу $U'_{\text{вим}8}$ і далі при $A_6 - U_{\text{вим}9}$.

7. Похибка вимірювання напруги в діапазоні нижче 40 дБмкВ визначають за формулою

$$\Delta U(\text{дБ})_9=\Delta U_8+U_{\text{вим}9}-U'_{\text{вим}8}+A_6-A_5.$$

8. Вимірювання на частоті 5 МГц проводяться в автономному режимі (при відключеній мережі).

9. Результати повірки вважаються задовільними, якщо всі визначені зазначеним вище способом значення похибки вимірювання рівня на всіх частотах знаходяться в межах $\pm 2,5$ дБ.

10. Оформлення результатів повірки.

- результати вимірювань заносяться до протоколу (форма довільна);
- при позитивних результатах повірки на прилад видається свідоцтво про повірку.

- прилади, що не задовольняють вимогам методики, бракують і видають повідомлення про непридатність із зазначенням причини забракованих.

Цебрук В.Р., Терлецький Т.В., Кайдик О.Л.
Луцький національний технічний університет

ШЛЯХИ ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СТАНДАРТНИХ КРИТЕРІЇВ ВИРІШЕННЯ ОПЕРАТИВНИХ ЗАДАЧ ІНФОРМАЦІЙНИМИ СИСТЕМАМИ CCTV

Реалізацію поставлених оперативних завдань перед сучасними інформаційними системи відеоспостереження регламентують відповідні діючі світові стандарти з CCTV (Closed Circuit Television): в Англії – BS 7958:2015, ЄС – EN 50 132, Австралії – AS 4806.2-2015 тощо. Існує також і міжнародний стандарт – EN IEC 62676-4:2018.

Одні країни мають розроблені та впроваджені свої стандарти; інші – не розробляють їх, а інтегрують (приймають) стандарти суміжних держав чи регіонів, так як це зробила Україна – прийняла міжнародний стандарт EN IEC 62676:2018, який трансформувався у національний стандарт ДСТУ EN IEC 62676:2019 під назвою “Системи відеоспостереження охоронного призначення”.

В усіх діючих стандартах CCTV в якості критерія вирішення оперативних задач використовується “щільність пікселів”. Але величини цього критерія стосовно різних оперативних задач різняться. Найбільша розбіжність, яка прослідковується в світових стандартах з CCTV, стосується завдань ідентифікації та розпізнавання, а найменша – моніторингу та детектування.

Параметр “щільність пікселів” камери враховує розмір її матриці, кількість пікселів матриці, фокусну відстань об’єктива та відстань до об’єкта спостереження.

Встановлено, що збільшення роздільної здатності відеокамер призводить до збільшення концентрації пікселів на 1 метр лінійного поля зору і покращення якості відображення об’єкта спостереження на більшій відстані від камери. Відповідно до цього зроблено припущення, що з появою нових технологій кількість пікселів матриці може досягнути такого значення, яке “розміє” сучасне розуміння розподілу оперативних задач CCTV і відповідно постане питання про подальшу доцільність використання існуючих критеріїв.

Проведений аналіз наявних робіт практиків-дослідників CCTV з впливу технічних параметрів відеокамер на якість зображення об’єкта при вирішенні різних типів оперативних задач CCTV дозволив встановити, що питання визначення граничної доцільності використання цих критеріїв не розглядалося і є актуальним.

Для вирішення цього завдання вирішено взяти за основу теорію зміни просторової роздільної здатності, яку можна реалізувати двома шляхами: аналітичним та комп'ютерним моделюванням з використанням прикладних програм, які призначені для проектування CCTV.

Використання аналітичного методу з класичною його реалізацією, яка передбачає величезну кількість розрахунків, потребує багато часу. Якщо ж автоматизувати цей процес і використати, наприклад, Excel або Matlab – розрахунки прискоряться, та буде отримано необхідні графічні залежності для подальшого їх аналізу. Також можна використати і вже існуючі спеціалізовані онлайн-калькулятори, в яких задаючи прогнозовані параметри відеокамери буде встановлено мінімальний розмір об'єкта виявлення, що віддалений від неї на певну відстань, з урахуванням можливостей людського ока.

Застосування ж комп'ютерного моделювання CCTV, з використанням таких спеціалізованих програм як IP Video System Design Tool, VideoCAD чи інших, в основу роботи яких покладена теорія зміни “просторової щільності”, дозволить отримати 3D модель сектору спостереження і аналізувати його.

На перший погляд цей варіант є найкращим. Але реалізація цього шляху обмежується, наявною технічною базою (можливостями відеокарти ПК, роздільною здатністю монітора) та наявних бібліотек (баз) існуючих відеокамер і потребує використання методу підбору, який передбачає почергову зміну параметрів камери. Так, наприклад, в IP Video System Design Tool станом на жовтень 2020 року максимальна роздільна здатність відеокамери, що присутня в базі даних, становить 6576x4384 пікселя, що відповідає 29 Мрїх. А що, якщо цього значення не буде достатньо для вирішення поставленого завдання?

Попередній аналіз можливих шляхів встановлення граничної доцільності використання згаданих критеріїв дозволив встановити обов'язковість застосування аналітичного методу з подальшим, за можливістю, моделюванням сцени відеоспостереження.

У відповідності до сказаного постало завдання у вирішенні наступних питань:

1. Проаналізувати можливості людського ока з точки зору розпізнавання об'єктів та встановити мінімальне значення розміру елемента об'єкта, яке може розрізнити людське око;
2. Описати аналітично взаємозв'язок основних технічних параметрів відеокамер із зміною “просторової щільності” та мінімальним допустимим значенням розміру елемента об'єкта спостереження;
3. Отримати графічні залежності зміни просторової щільності від основних технічних параметрів відеокамер.

Реалізація цих завдань дозволить у подальшому встановити значення роздільної здатності матриці, за якої подальше використання існуючих критеріїв вирішення оперативних задач буде не доцільне.

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ БУРІННЯ З МЕТОЮ ЗАПОБІГАННЯ ПРИХВАТІВ БУРИЛЬНИХ КОЛОН

Паливно-енергетичний комплекс України вимагає подальшого збільшення видобутку економічних видів пального, що пов'язано як з розвідкою нових нафтових і газових родовищ, так і ефективним використанням уже існуючих за рахунок вдосконалення техніки та безаварійної технології буріння свердловин.

Аналіз результатів аварійності при бурінні нафтових і газових свердловин показує, що найпоширенішою аварією є прихват бурильної колони (БК), на ліквідацію якої витрачається дуже багато коштів і часу.

Проте цілий ряд питань, пов'язаних з контролем прихватів БК в процесі буріння свердловин, залишаються маловивченими і недостатньо розробленими, оскільки має місце нечіткість, яка обумовлена ймовірністю, неоднозначністю і впливом різноманітних факторів, які не підлягають визначенню (динаміки БК, фізико-механічних властивостей гірських порід, тощо). Використання відомих методів, що базуються на детермінованих моделях, не дозволяє ефективно здійснювати контроль для запобігання прихватів БК, оскільки деякі ознаки прихватів співпадають з ознаками інших ситуацій – зміни меж пластів гірських порід, зношення озброєння і опор долота, осипання і обвалів порід у свердловині і т.д. Останнє обумовлює відсутність сьогодні промислових методів і засобів контролю прихватів БК, що функціонують в реальному часі.

У той же час, як показує практика, поточний контроль за розпізнаванням прихватів БК, незважаючи на невизначеність і складність цього процесу, досить ефективно здійснює оператор-бурильник, використовуючи свій досвід, інтуїцію і професійні навички у вигляді нечітких якісних понять.

З врахуванням особливостей процесу буріння і необхідністю прийняття рішення про можливість виникнення прихватів БК, *актуальним* питанням є розробка системи контролю для запобігання прихватів, з використанням основних положень теорії нечітких множин і нечіткої логіки, що дасть можливість виявляти прихват БК на початковій стадії розвитку аварії.

Метою даної роботи є підвищення ефективності контролю для запобігання прихватів БК в умовах невизначеності, за рахунок отримання оперативної і вірогідної інформації про взаємозв'язок параметрів і показників процесу буріння, що передує виникненню прихвату.

Основною задачею є розробка алгоритму та системи контролю (СК) для запобігання прихватів БК в умовах невизначеності процесу буріння свердловин на основі нечіткої логіки і теорії нечітких множин.

Нами запропоновано інформаційну модель процесу прихвату БК на базі нечіткої логіки, яка покладена в основу розробки СК для запобігання прихватів БК.

Стан БК в кожен момент часу t з певною вірогідністю і точністю, опираючись на постановку задачі контролю і розуміння природи процесу функціонування об'єкту, можна охарактеризувати набором таких величин:

$$Z(t) = \{n(t), h(t), V_M(t), p(t), P(t), M(t), Q_1(t), Q_2(t)\},$$

де $n(t)$ – швидкість обертання, $h(t)$ – переміщення БК, $V_M(t)$ – механічна швидкість, $p(t)$ – тиск БР на викиді насосів, $P(t)$ – осьове навантаження на долото, $M(t)$ – момент або $N(t)$ потужність, що витрачається на обертання БК; $Q_2(t)$ – витрата бурового розчину на виході із свердловини і на вході $Q_1(t)$, які будемо називати параметрами стану БК.

При переході від одного миттєвого стану до іншого значення n , V_M , P , M , Q_1 , Q_2 змінюються, тобто вони є функціями стану і часу t .

Інформація контролю для запобігання прихватів БК представлена у вигляді бази знань. Розроблена база знань визначає систему логічних висловлювань типу “ЯКЩО – ТО – ІНАКШЕ”, які зв'язують значення вхідних параметрів $X_1 \div X_n$ з можливим прихватом БК ψ_j , $j = \overline{1, m}$:

$$\begin{aligned} &\text{ЯКЩО } (x_1 = a_1^{11}) \text{ I } (x_2 = a_2^{11}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{11}) \text{ АБО } \dots (x_1 = a_1^{12}) \text{ I } (x_2 = a_2^{12}) \dots \text{ I} \\ &\quad (x_n = a_n^{12}) \text{ АБО } \dots \\ &\quad (x_1 = a_1^{1k_1}) \text{ I } (x_2 = a_2^{1k_1}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{1k_1}), \text{ ТО } \psi = \psi_1, \text{ ІНАКШЕ} \\ &\text{ЯКЩО } (x_1 = a_1^{21}) \text{ I } (x_2 = a_2^{21}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{21}) \text{ АБО } \dots (x_1 = a_1^{22}) \text{ I } (x_2 = a_2^{22}) \dots \text{ I} \\ &\quad (x_n = a_n^{22}) \text{ АБО } \dots \\ &\quad (x_1 = a_1^{2k_2}) \text{ I } (x_2 = a_2^{2k_2}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{2k_2}), \text{ ТО } \psi = \psi_2, \text{ ІНАКШЕ} \\ &\text{ЯКЩО } (x_1 = a_1^{m1}) \text{ I } (x_2 = a_2^{m1}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{m1}) \text{ АБО } \dots (x_1 = a_1^{m2}) \text{ I } (x_2 = a_2^{m2}) \dots \\ &\quad \text{I } (x_n = a_n^{m2}) \text{ АБО } \dots \\ &\quad (x_1 = a_1^{mk_m}) \text{ I } (x_2 = a_2^{mk_m}) \dots \text{ I } (x_n = a_n^{mk_m}), \text{ ТО } \psi = \psi_m. \end{aligned}$$

Використання одержаних результатів дозволило провести комп'ютерне моделювання алгоритму контролю для запобігання прихватів БК на даних, отриманих в різних геолого-технічних умовах при бурінні з різними режимними параметрами, яке показало його працездатність і ефективність при високому рівні шумів у каналах передачі інформації та низькій частоті опитування датчиків.

Висновки. Удосконалено теоретичні засади контролю прихватів БК, які ґрунтуються на принципах лінгвістичності контролю прихватів та параметрів процесу буріння, лінгвістичності та ієрархічності знань про аварійні ситуації і ускладнення в процесі буріння свердловин.

Розроблено математичну модель контрольованого об'єкту, яка на відміну від детермінованих математичних моделей, узагальнює відомі в алгебрі нечітких множин операції на випадок всієї матриці знань і враховує довільне число ознак параметрів процесу буріння і довільне число можливих прихватів. Ці моделі дозволяють описувати причинно-наслідкові зв'язки між параметрами процесу буріння і можливим прихватом БК на природній мові.

КОНТРОЛЬ ПОХИБОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ ОПТИКО- ЕЛЕКТРОННИМИ ПРИЛАДАМИ

Точність верстатів в значній мірі залежить від їх геометричних параметрів, до яких відносять: параметри форми і відносного положення поверхонь, на яких базується заготовка і ріжучий інструмент; параметри траєкторій переміщення робочих органів; параметри взаємного положення осей обертання, траєкторій переміщення робочих органів і баз верстата; параметри координат лінійних і кутових переміщень робочих органів.

Для вимірювання геометричних параметрів можливе використання різних методів і засобів. Переважна більшість методів заснована на механічному контакті з об'єктом контролю. Але для деяких параметрів передбачені методи вимірювання з використанням оптичних та оптико-електронних засобів. Зокрема, для оцінки точності координат лінійних переміщень використовується лазерний інтерферометр. Існують методи, що дозволяють при атестації верстатів виконувати контроль безконтактним способом лінійних і кутових похибок переміщень при роботі механізмів.

Проблеми забезпечення високоточного контролю похибок механічних пристроїв переміщень об'єктів обумовлена наявністю ряду невирішених технічних задач в області розробки вимірювальних засобів, внаслідок чого на ринку відсутні високоточні засоби контролю, що дозволяють безконтактним методом проводити вимірювання похибок лінійних переміщень об'єктів при значному діапазоні цих переміщень і в складних умовах експлуатації, в тому числі при наявності вібрацій.

Недосконалість вимірювальних схем, які використовуються в даний час при контролі взаємного положення об'єктів, зокрема, при реалізації методів активного контролю на металорізальних верстатах з ЧПК пов'язана зі складнощами використання єдиних вимірювальних баз при реалізації контролю з використанням існуючої вимірювальної апаратури.

Основними напрямками вирішення задачі розробки методів і створення нових високоточних безконтактних вимірювальних приладів для контролю похибок лінійних переміщень об'єктів, обумовлених відступом від прямолінійності і кутовими зміщеннями об'єктів є розробка нових принципів дії і схем вимірювальних оптико-електронних приладів, в яких використовується сучасна елементна база, а також засоби цифрової обробки сигналів, в яких реалізуються ефективні алгоритми.

Серед приладів, які призначені для контролю лінійних переміщень, найбільший інтерес представляє лазерний вимірювач поперечних переміщень, функціональна схема якого представлена на рис. 1. Цей прилад дозволяє проводити вимірювання поперечних переміщень об'єктів при одночасному їх переміщенні в поздовжньому напрямку в межах від 100 до 2000 мм з похибкою, що не перевищує кількох десятків мікрометрів. Крім цього, в порівнянні з приладами аналогічного призначення, що працюють

на основі інтерференційного методу, лазерний вимірювач в меншій мірі піддається впливу вібрацій.

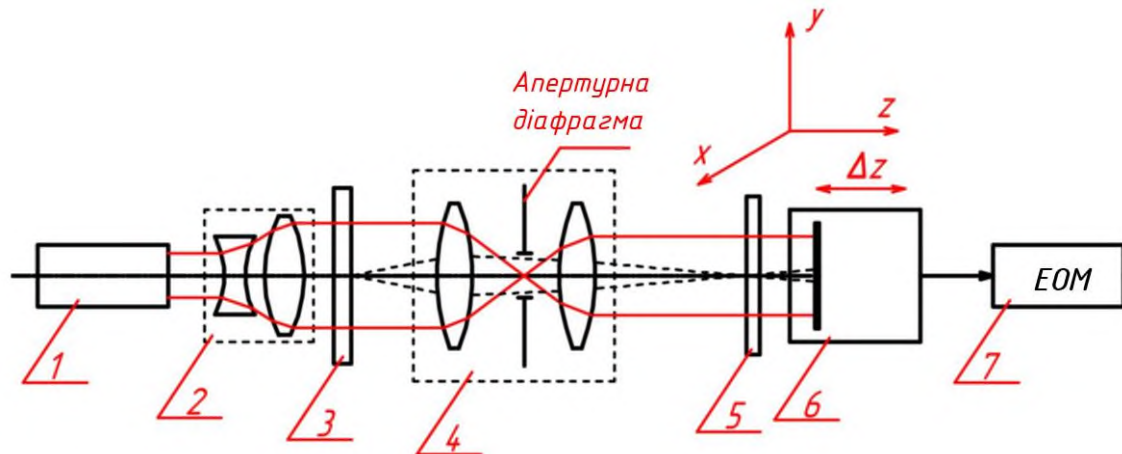


Рисунок 1 – Функціональна схема оптико-електронного приладу для контролю лінійних переміщень об'єктів

Прилад складається з передавальної і приймальної частин, причому передавальна частина встановлюється нерухомо, а приймальна частина кріпиться на рухомому об'єкті, який може переміщатися уздовж оптичної осі (на рис. 1 – це вісь Z) на значні відстані і при цьому зміщуватися в поперечних напрямках (вздовж осей X і Y).

До складу передавальної частини входять: лазер 1, оптична система формування пучка 2, транспарант 3 і афокальна репродукційна оптична система 4. До складу приймальної частини входять: оптичний фільтр 5, цифрова телевізійна камера 6, сигнал з виходу якої передається в ЕОМ 7.

Принцип дії приладу полягає в наступному: зображення транспаранта 3, що підсвічується колімірованим пучком лазерного випромінювання, проєктується афокальною репродукційною оптичною системою 4 типу Кеплера в простір предметів, де розташована приймальна частина приладу. Перед площиною чутливих елементів матричного приймача випромінювання (МПВ) цифрової телевізійної камери 6 встановлений оптичний інтерференційний фільтр 5, який призначений для придушення зовнішніх фонових засвічень. Так як приймальна частина приладу закріплена на об'єкті, то при переміщенні об'єкта уздовж осей X і Y зображення транспаранта буде зміщуватися відносно чутливих елементів МПВ. Координати X_0 і Y_0 зображення транспаранта визначаються в процесі реалізації алгоритмів цифрової обробки зображення в ЕОМ.

Однією з переваг цього приладу є можливість вимірювання поперечних зміщень об'єктів при їх значному поздовжньому переміщенні. Якщо переміщення прямолінійне, як у випадку лінійних механічних трансляторів, то запропонований прилад дозволить контролювати відступ від прямолінійності. Оптико-електронні прилади дозволяють реалізувати схеми контролю на токарних і вертикально-фрезерних верстатах, перевагою яких є забезпечення вимірювань від конструктивних баз верстатного обладнання.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ВМІСТУ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН У ПОВІТРІ

ВООЗ назвало проблему забруднення повітря найбільш серйозною загрозою 2019 року. Для розв'язання цієї проблеми слід обрати стратегічний підхід, що являє собою концепція harm reduction (зменшення шкоди). Вона об'єднує три рівні: державний, громадський і корпоративний. Коли кожен з них працює на єдину мету, досягти її стає простіше. У 2018 році Всесвітня метеорологічна організація (ВМО) опублікувала свою заяву щодо стану глобального клімату. Понад 2 мільйони людей по всьому світу стали вимушеними переселенцями через екстремальну погоду: засухи, повені, шторми. Наслідки зміни клімату зачіпають не лише Африку, яка найбільше потерпає від засухи, чи островні та прибережні країни, які найсильніше страждають від повеней та ураганів. Їх відчуває на собі і Європа. Одним із найважливіших напрямків діяльності у цій сфері є моніторинг атмосферного повітря. Тому метою даної роботи є аналіз види моніторингу довкілля, наслідки забруднення атмосферного повітря та розроблення власної системи моніторингу вмісту шкідливих речовин в повітрі.

Види моніторингу довкілля поділяються на: загальний (стандартний) моніторинг; оперативний (кризовий) моніторинг та фоновий (науковий) моніторинг.

У роботі було проаналізовано систему моніторингу якості повітря European Air Quality Index і встановлено, що спостереження за рівнем концентрації проводиться для наступних елементів: діоксид азоту (NO_2), тверді частинки пилу $\text{PM}_{2.5}$ та PM_{10} , озон (O_3), діоксид сірки (SO_2). Також було проаналізовано системи моніторингу СКАПО та СКАТ. В даних системах вимірюється концентрація наступних речовин: O_2 , O_3 , рівень чадного та вуглекислого газів.

На основі зробленого аналізу було запропоновано власну систему моніторингу атмосферного повітря. Структурну схему системи наведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Структурна схема системи моніторингу якості повітря

Для даної системи було обрано датчик MQ-9, який фіксує концентрацію вуглеводних та чадного газів в повітрі. На основі апаратних та програмних засобів компанії Phoenix Contact створено лабораторний стенд «Система моніторингу вмісту шкідливих речовин у повітрі», який розміщений у лабораторії EduNet Криворізького національного університету.

Для прийому та обробки сигналів з датчика використовується комплект ILC 130 Starterkit компанії . До даного комплекту входить:

– Керування – ILC 130 ETH. Контролер Inline з інтерфейсом Ethernet для сполучення з іншими пристроями або системами.

– Клема Inline-ME – IB IL AL 2/SF-ME. Клемний модуль аналогового вводу Inline, моделі Inline-ME (Machine Edition), 2 входи, 0 – 20 мА, ±20 мА, 0 – 10 В, ±10 В, 2-провідна схема підключення;

– Інтерфейсний модуль – UM 45-IB-DI/SIM8 та потенціометр. Комутаційний модуль VARIOFACE з роз'ємом COMBICON, для симуляції, для 8 сигналів.

Проект реалізований на основі програмного забезпечення PC WORX. Доступ до інформації здійснюється за допомогою веб-інтерфейсу. Для створення веб-інтерфейсу було використано програмне середовище WebVisit.

Принцип роботи газового датчика даного типу базується на зміні електричного опору деяких напівпровідникових матеріалів при адсорбції токсичних газів. Чим вища концентрація газів, тим більша напруга проходить через датчик. Даний сигнал надсилається до контролера. Контролер оброблює отриманий сигнал за допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП) та відправляє його до персонального комп'ютера за допомогою Ethernet інтерфейсу. На персональному комп'ютері доступ до інформації здійснюється за допомогою веб-інтерфейсу.

Після створення на налаштування системи було проведено її тестування. На рисунку 1 зображено веб-інтерфейс з інформацією про стан повітря на вулиці.

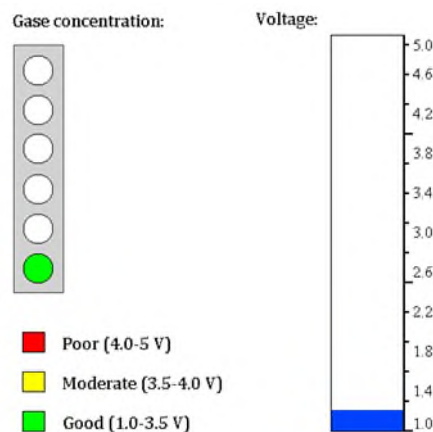


Рисунок 2 – Результати вимірювання на вулиці

Планується розробити мобільний додаток для віддаленого доступу до даних з датчиків. Для сповіщення про перевищення допустимих показників буде реалізовано надсилання SMS-повідомлень. Дану систему можна використовувати у системах розумних будівель. Також дану систему можна встановлювати в закладах освіти та інших місцях де необхідно контролювати рівень вуглекислого та чадних газів.

Висновок. В роботі проведено аналіз діючих систем моніторингу вмісту шкідливих речовин у повітрі. На основі аналізу запропоновано власну системи моніторингу та реалізовано лабораторний стенд «Система

моніторингу вмісту шкідливих речовин у повітрі» на основі апаратних та програмних засобів компанії Phoenix Contact. В подальшому планується реалізувати комплексну систему моніторингу та контролю якості повітря у приміщеннях Криворізького національного університету.

Шибковський І.А., Денисюк В.Ю., Ковалюк Ю.І.

Луцький національний технічний університет

КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИБОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НА СУБМІКРОННОМУ І НАНОМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНАХ

Зносостійкість є найважливішим експлуатаційним параметром для багатьох виробів, так як безпосередньо впливає на довговічність і надійність їх роботи. Традиційними способами поліпшення трибологічних властивостей виробів є нанесення на їх поверхню міцних захисних покриттів або модифікація поверхні і приповерхневого шару. Важливим завданням, що стоїть перед промисловістю, є зменшення глибини зміцнених шарів і створення надтонких покриттів без погіршення споживчих якостей виробу. Обов'язковою умовою для вирішення даного завдання є створення нових засобів і методів дослідження об'єктів на субмікрометровому і нанометровому діапазонах лінійних розмірів.

Для проведення механічних випробувань традиційно використовуються контактні методи. До них відносяться: метод вдавлення індентора в матеріал (індентування), метод нанесення подряпин (склерометрія), метод багатоциклового стирання поверхні наконечником. Кожен з цих методів має певні обмеження щодо їх застосування в залежності від механічних і геометричних властивостей досліджуваної поверхні об'єкту. Тому досить актуальним є застосування нових методів вивчення трибологічних властивостей матеріалів і ув'язка різнорідних даних отриманих при макро-, мікро- і нано- випробуваннях в єдину картину, що описує поведінку матеріалів і покриттів при їх експлікації.

Скануюча зондова мікроскопія (СЗМ) – один з найбільш поширених методів дослідження поверхні і поверхневих властивостей зразків в мікро- і нанометровому діапазонах. СЗМ дозволяє проводити дослідження, у вакуумі, на повітрі і в рідині як на провідних, так і на непровідних поверхнях. Основними елементами конструкції СЗМ є зонд, система переміщення зонда і реєструюча система. Реєструюча система фіксує величину сигналу, що залежить від відстані між зондом і зразком. Система негативного зворотного зв'язку обробляє реєстроване значення і підтримує постійну величину сигналу, керуючи положенням зразка або зонда. До основних типів СЗМ відносяться: атомно-силові мікроскопи, тунельні мікроскопи, ближньопольні оптичні мікроскопи.

Прилади, які призначені для дослідження механічних властивостей матеріалів з нанометровим просторовим дозволом, повинні володіти рядом

унікальних метрологічних характеристик і містити вузли, що дозволяють взаємно позиціонувати вимірювальний інструмент і об'єкт дослідження з необхідною точністю. Задача взаємного позиціонування передбачає не тільки наявність трьохкоординатного столика, що дозволяє переміщати об'єкт або інструмент з нанометровою точністю, але і системи реєстрації факту контакту вістря інструмента з поверхнею досліджуваного зразка з дозволом по висоті до 0,1 нм.

Модульні СЗМ дозволяють конфігурувати вимірювальний прилад під конкретну вузькоспеціалізовану задачу. На платформі INTEGRA реалізовано близько 40 вимірювальних методик. Але даний СМЗ має невелике поле сканування (декілька сотень мікрометрів) і малий максимально допустимий перепад висот на зразку (декілька десятків мікрометрів). Інша проблема пов'язана з формою наконечника, його геометрією і радіусом заокруглення вістря. Наявність гострих виступів або западин призводить до неправильного відображення рельєфу поверхні при скануванні, відбувається «самосканування» наконечника (конволюція форми наконечника і рельєфу поверхні). Процес отримання СЗМ-зображення, як правило, тривалий. Оперативно проводити вимірювання (в реальному часі) важко, можливо не на всіх матеріалах і не у всіх умовах. Значний час накопичення даних призводить до спотворення СЗМ-зображень в зв'язку з температурним дрейфом зразка і деталей мікроскопа, що додає помилку у вимірюванні рельєфу.

Скануючий зондовий мікроскоп-нанотвердомір «НаноСкан-3D» – багатофункціональне аналітичне обладнання, призначене для дослідження рельєфу поверхні, механічних і електричних властивостей. У приладі реалізовані методи вивчення рельєфу і структури поверхонь на субмікронному і нанометровому діапазонах лінійних розмірів, а також вимірювання механічних властивостей: вимірювання твердості методами наноіндентування, склерометрії і мікроіндентування, вимірювання модуля пружності методами наноіндентування і силової спектроскопії, вимірювання тріщиностійкості методами індентування та склерометрії, вимірювання зносостійкості і коефіцієнта тертя методами нанесення подряпин і циклічного стирання, вимірювання згинальної жорсткості мікроконструкції. Також реалізовані методи вимірювання поверхневого електричного опору об'ємних матеріалів і тонких плівок контактними однозондовими методами з високою локальністю проведення вимірювань.

Робота приладу «НаноСкан-3D» заснована принципах на СЗМ, основним чутливим елементом приладу є п'єзорезонансний зонд з високою згинальною жорсткістю консолі. Робота в режимі резонансних коливань дозволяє здійснювати контроль контакту вістря з поверхнею за двома параметрами: за амплітудою і частотою коливань зонда. Це дозволяє розрізняти в'язку і пружну компоненту взаємодії зонда з поверхнею, дозволяє відрізнити пружну поверхню від вузького забруднення на ній (виникає на відкритому повітрі), а також вимірювати механічні властивості поверхонь. Висока згинальна жорсткість зонда дозволяє проводити механічні випробування шляхом механічної модифікації поверхні

досліджуваного зразка. Реєстрований механічний відгук матеріалу дозволяє вимірювати його фізичні властивості: міцність і пружність. Конструкція зонда дозволяє використовувати різноманітні наконечники, в тому числі алмазні індентори різної форми (пірамідальні, сферичні тощо).

Запропонований комплексний підхід дозволяє встановити взаємозв'язок трибологічних властивостей покриттів і матеріалів з проведеними результатами, вимірювання досліджуваного матеріалу методами, індентування, склерометрії і СЗМ за допомогою єдиного п'єзокерамічного датчика з високочистим або напівпровідниковим алмазним наконечником в субмікронному і нанометровому діапазонах.

Наукове видання

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

**IV Всеукраїнської науково-практичної конференції
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ТА МЕТРОЛОГІЯ: СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ,
ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ**

29-30 жовтня 2020 р.

Укладач: В.В. Пташенчук.
Технічне корегування: О.Л. Кайдик.
Відповідальний за випуск: Ю.С. Лапченко.

Підписано до друку 19 листопада 2020 р.
Формат 60×90/8. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 7,0. Наклад 50 прим. Зам. 13

Інформаційно-видавничий відділ Луцького НТУ
вул. Львівська, 75, м. Луцьк, 43018; rvv@lntu.edu.ua
Свідоцтво Державного комітету телебачення
та радіомовлення України серія ДК№4123 від 28.07.2011 р.



ВОЛИНЬ
унікальна