

## СЕКЦІЯ 5

### АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

УДК 621.311.243

#### ВИКОРИСТАННЯ СВІТЛОДІОДНОЇ МАТРИЦІ В ІМІТАТОРІ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

*Божко К. М., Морозова І. В.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [bozhkonew@ukr.net](mailto:bozhkonew@ukr.net), [izoom@ukr.net](mailto:izoom@ukr.net)*

Для імітації сонячного випромінювання найчастіше використовують галоген-вольфрамові лампи розжарення. Ці джерела потужні, доступні за ціною і мають спектр випромінювання, який наближений до сонячного. Проте, на них вкрай важко побудувати імпульсний імітатор з тривалістю імпульсів меншою за 10 мс. В той же час масив світлодіодних матриць дозволяє створювати потужний світловий потік у видимому діапазоні і формувати імпульси, які є коротшими за 100 мкс. Використання світлодіодних матриць в імітаторах сонячного випромінювання в імпульсному режимі не призводить до перегрівання фотоелектричних сонячних елементів і батарей, що зменшує методичну похибку при вимірюванні їх електричних параметрів і характеристик. Проте значна відмінність спектрів випромінювання світлодіодної матриці і Сонця потребує відповідного врахування при розробці і експлуатації сонячного імітатора.

Нами була отримана і досліджена люкс-амперна характеристика сонячного елемента на основі полікристалічного кремнію площею 25 кв. см в режимі короткого замикання і виявлена її лінійність в діапазоні освітленості 750 – 198500 люкс. Освітлювали зразок світлодіодною матрицею із 45 діодів типу LED2835 загальною електричною потужністю 50 Вт, яка здатна утворити світловий потік 2500 люмен при струмі 1,5 А та напрузі 32 В. Освітленість в площині сонячного елемента окремо вимірювали люксметром типу Mastech MS6612T з похибкою  $\pm 3\%$ . Встановлено, що при сонячному освітленні покази люксметру менші в 2 рази ніж при освітленні світлодіодною матрицею для одного і того ж самого значення струму короткого замикання сонячного елемента.

Лінійність люкс-амперної залежності струму короткого замикання сонячного елемента надає підставу вважати коефіцієнт поправки на різницю в сонячному і світлодіодному спектрах  $K_{сп}$  незмінним для даного типу світлодіодів в зазначеному вище діапазоні освітленості. При уточненні встановлено, що  $K_{сп} = 0,50 \pm 0,02$ .

Таким чином, при розрахунках параметрів імітатора сонячного освітлення на світлодіодних матрицях слід вводити поправку для створюваного ними

світлового потоку, зважаючи на спектральну відмінність природного і штучного джерел випромінювання.

*Ключові слова:* світлодіодна матриця, імітатор сонячного випромінювання, сонячний елемент.

УДК 53.082.539

## ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ СЕНСОРІХ ПРИЛАДІВ НА ОСНОВІ ЯВИЩА ПОВЕРХНЕВОГО ПЛАЗМОННОГО РЕЗОНАНСУ

<sup>1)</sup>Дорожнинська Г. В., <sup>2)</sup>Дорожнинський Г. В., <sup>2)</sup>Маслов В. П. <sup>1)</sup>Защепкіна Н. М.

<sup>1)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна;

<sup>2)</sup>Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова НАН України, Київ, Україна  
E-mail: [annakushnir30@ukr.net](mailto:annakushnir30@ukr.net), [gydorozinsky@ukr.net](mailto:gydorozinsky@ukr.net), [vpmaslov@ukr.net](mailto:vpmaslov@ukr.net),  
[kpi\\_naeps@ukr.net](mailto:kpi_naeps@ukr.net)

Актуальним напрямком розвитку аналітичного та екологічного приладобудування є створення мініатюрних вимірювальних засобів, які використовують невеликі вимірювальні об'єми для обробки малої дози досліджуваної речовини (аналіту) та забезпечують високу швидкість отримання результату. Основним елементом конструкції аналітичних приладів, котрий визначає характеристики приладу, є сенсор. Перспективним та чутливим для визначення оптичних характеристик аналіту є метод на основі явища поверхневого плазмонного резонансу (ППР).

Особливістю ППР-сенсорів у порівнянні з оптичними рефрактометрами є можливість визначати домішки в колоїдних та дисперсних середовищах при малих концентраціях. В роботі [1] досліджувалася водна суспензія синтетичних алмазних нанопорошків розміром менше одного мікрона, яка використовується при обробці деталей приладів. Експериментальні результати показали високу чутливість методу ППР ( $840 \text{ кут. хв} \cdot \text{мкг}^{-1} \cdot \text{мл}$ ) до малих концентрацій при малій відносній похибці результату вимірювання – менше 5%.

У роботі [2] наведені результати дослідження залежності відгуку ППР-сенсора від малих концентрацій водних наносуспензій не лише наночастинок алмазів, а й діоксиду кремнію  $\text{SiO}_2$ , заліза  $\text{Fe}$  і його оксиду  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , які показали можливість детектування малих концентрацій нанодисперсних водних суспензій. Крім того явище ППР було застосоване для вивчення процесу очищення водопровідної води при її виморожуванні [3] та експериментально показано, можливість визначення органічних домішок у питній воді, на відміну від кондуктометричного, який не здатний виявити органічні домішки. У роботі [4] вперше показано на прикладі модельної речовини (вазелинового масла з тіофеном), що метод ППР є більш чутливий та більш точним за існуючі методи контролю сірки, адже дозволяє детектувати масову концентрацію сірки  $0,19 \pm 0,07 \text{ мг/кг}$ , яка менша за межу виявлення ( $0,3 \text{ мг/кг}$ ) зареєстрованих в

Україні вимірювальних засобів для визначення вмісту сірки у нафтопродуктах і забезпечує у 3 рази меншу відносну похибку вимірювання 2,6%, що у 3 рази менше, ніж у існуючого методу рентгенофлуоресцентної спектрометрії. В роботі [5] вперше представлена можливість діагностики рівня деградації моторної оливи за допомогою методу ППР.

Сенсори на основі ППР мають важливе практичне й наукове значення. За рахунок високої чутливості до низьких концентрацій аналізованих речовин у газоподібних та рідких середовищах, можливості працювати без міток ППР-сенсори займають провідне місце серед перспективних аналітичних приладів. Подальший розвиток перспективних напрямків застосування ППР-сенсорів буде пов'язаний із удосконаленням метрологічних характеристик та чутливих елементів аналітичних приладів на основі явища ППР.

*Ключові слова:* поверхневий плазмонний резонанс, сенсори, застосування.

#### **Література**

1. H. V. Dorozinska, V. P. Maslov, G. V. Dorozinsky, “Promising method for determining the concentration of nano-sized diamond powders in water suspensions”, *Functional Materials Journal (FMJ)*, Vol. 25, Issue 1, pp. 158-164, 2018.
2. H. V. Dorozinska, V. P. Maslov, G. V. Dorozinsky, “Modeling the SPR-sensor response. to low concentrations of water nanosuspensions”, *Journal of Multidisciplinary Engineering Science Studies (JMESS)*, Vol. 3, Issue 8, pp. 2007-2011, 2017.
3. З. Д. Безрук, Д. Г. Радов, В. П. Маслов, Г. В. Дорожинський, Г. В. Дорожинська, А. В. Конченко, “Дослідження закономірностей очищення водопровідної води методом виморожування”, *Науковий вісник Харківського політехнічного інституту*, № 50, с. 137-141, 2016.
4. Д. Г. Радов, В. П. Маслов, Г. В. Дорожинський, Г. В. Дорожинська, “Виявлення сірки в нафтопродуктах методом поверхневого плазмонного резонансу”, *Науковий вісник Харківського політехнічного інституту*, № 33, с. 75-79, 2017.
5. V. P. Maslov, G. V. Dorozinsky, R. V. Khrystosenko, A. V. Samoylov, H. V. Dorozinska, A. V. Konchenko, “Surface plasmon resonance - a promising method for estimating the quality of motor oil”, *Trans & Motauto World Journal*, 1: 41-44, 2017.

УДК 81.586.773

## **РЕСУРСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ П’ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА**

*Землянський М., Маркін М. О.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [m.markin@kpi.in.ua](mailto:m.markin@kpi.in.ua)*

П’єзоелектричні двигуни - це високоточні пристрої позиціонування об’єктів у мікрометричному та нанометровому діапазоні, що також мають технічну можливість позиціонування кутів малих розмірів. Унікальні технічні можливості п’єзоелектричних двигунів спонукали їх впровадженню у широкий спектр технологічних процесів, виробництв. Висока точність позиціонування досягнута за рахунок складного механізму, що впливає на вартість двигунів, тому збільшити тривалість робочого стану з зазначеними в технічних умовах

показниками точності є пріоритетними і актуальними для проведення досліджень в цьому напрямку.

Ресурсні характеристики п'єзоелектричного двигуна можна оцінити за коефіцієнтом корисної дії, що дозволяє проводити за цим показником порівняльну оцінку поміж інших двигунів. Проте цей показник є інтегруючим від особливостей конструкції двигуна, сили й кута притиску штовхачів до ротора, моменту самогальмування двигуна, матеріалу, з якого виготовлено його вузли. Відомо з робіт видатного українського вченого Петренко С.Ф. [1, 2], що найголовнішим фактором, який впливає на ресурсні характеристики п'єзоелектричного двигуна є залежність моменту самогальмування двигуна від кількості напрацьованих обертів. При проведенні експериментальних досліджень реверсивного двигуна, обмежимося саме цією моделлю. Для дослідження коефіцієнту корисної дії двигуна необхідно виконати моделювання ресурсу п'єзоелектричного двигуна в системі автоматизованого проектування MathCad, що дозволить у майбутньому вдосконалити конструкцію двигуна. Коефіцієнт корисної дії п'єзоелектричного двигуна визначаємо за формулою:

$$\text{ККД} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{M_{c(N_{об})}}{M_{п(N_{об})}} \times \left( \frac{1}{2\pi} + \frac{0,25}{\sin z} - \frac{z}{\pi \sin z} \right)}$$

де  $M_{п(N_{об})}$  – пусковий момент двигуна в залежності від кількості напрацьованих двигуном обертів;

$z$  – параметр, що визначається за формулою  $z = \arccos 0,5 \left( \frac{\pi M_{п(N_{об})}}{M_{c(N_{об})}} + 1 \right)$ .

В ході експериментальних досліджень було встановлено зменшення моменту самогальмування двигуна від 1,3 кг·см до 0,5 кг·см.

*Ключові слова:* п'єзоелектричний двигун, ресурс.

#### **Література**

[1] [Електронний ресурс] <http://www.piezomotor.com.ua/product/20>.

[2] С. Ф. Петренко, *Пьезоэлектрический двигатель в приборостроении*. Київ: Корнийчук, 2002.

УДК 338.24

## **ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ПРИЛАДІВ ДЛЯ РЕЦИКЛІНГУ ВІДХОДІВ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ**

*Злотенко О. Б.*

*Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна*

*E-mail: [alexanderzlot@gmail.com](mailto:alexanderzlot@gmail.com)*

Накопичення відходів полімерних матеріалів призводить до суттєвого забруднення навколишнього середовища, становить загрозу здоров'ю та життєдіяльності людей, має негативні наслідки у економічній і соціальних

сферах. Переробка відходів полімерних матеріалів є актуальною й у зв'язку з тим, що в умовах дефіциту полімерної сировини пластмасові відходи стають потужним сировинним і енергетичним ресурсом.

Як правило, створення технологічних комплексів для рециклінгу відходів потребує залучення значних обсягів інвестицій, необхідних для розробки і впровадження нових видів обладнання, включаючи й прилади для контролю параметрів технологічних процесів з метою забезпечення необхідної якості вторинної сировини. Тому раціональне використання ресурсів є одним із важливих завдань, які необхідно вирішити для підвищення ефективності рециклінгу відходів полімерних матеріалів.

Сьогодні полімерні відходи легкої промисловості та інших галузей виробництва переробляють хімічним рециклінгом та механічним подрібненням. Суттєвим недоліком хімічної переробки полімерних матеріалів є висока вартість. Механічна переробка полімерних відходів є простішою, дешевшою і продуктивнішою за хімічну. Основними недоліками процесу механічного подрібнення полімерних відходів сучасним обладнанням є значні витрати енергії та зниження експлуатаційних властивостей переробленого полімеру, що зумовлено руйнуванням надмолекулярних утворень полімерного матеріалу в процесі його переробки.

В результаті проведених досліджень розроблено експериментальне обладнання, яке включає прилади для контролю структури, фізико-механічних і технологічних властивостей полімерних відходів у процесі їх рециклінгу. Перероблені на експериментальній установці полімерні відходи використовувалися для виготовлення полімерних легкої промисловості з підвищеними експлуатаційними характеристиками. Підвищення експлуатаційних характеристик підошов для взуття, отриманих литтям під тиском суміші полівінілхлориду з частинками переробленого поліпропілену, було підтверджено експериментальними випробуваннями цих підошов на розривну міцність та втомну витривалість.

*Ключові слова:* рециклінг, полімерні відходи, обладнання для рециклінгу, контрольно-вимірювальні прилади, екологічно чисте виробництво.

УДК:504.054

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ В ПРИМІЩЕННІ

*Івасенко В. М., Ганчев Б. С.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [ivasenko-vitaliy@ukr.net](mailto:ivasenko-vitaliy@ukr.net), [lonewolfcapral@yandex.ua](mailto:lonewolfcapral@yandex.ua)*

Предметом дослідження було експериментальне дослідження концентрації діоксиду вуглецю у приміщеннях та її вплив на людину, порівняння з нормативними документами, оцінка систем вентиляції.

Перед тим як почати вимірювання був розроблений план досліджень. Потрібно виміряти концентрацію діоксиду вуглецю у навчальних кімнатах університету зі студентами, та без них, та порівняти з європейськими стандартами. Визначити фактори, що впливають на рівень концентрації діоксиду вуглецю в приміщенні.

Для проведення вимірювання використовувався газоаналізатор на основі інфрачервоного методу, що характеризується високою точністю та селективністю вимірювань.

Концентрації діоксиду вуглецю було виміряно у навчальній аудиторії з природною вентиляцією. Обсяг приміщення 300 м<sup>3</sup>. Перед початком початкових занять концентрація діоксиду вуглецю в аудиторії склала 400 ppm, під час лекції вікна були закриті. На занятті були присутні 29 осіб. Під час перерви студенти вийшли попередньо відкривши всі вікна, за час лекції концентрація діоксиду вуглецю невпинно зростала і до кінця другої години концентрація склала 2200 ppm. Поступово через декілька годин у порожній аудиторії концентрація вуглекислого газу знизилась до 600 ppm.

Після проведених досліджень можна сказати, що для найбільш комфортного перебування студентів у навчальній кімнаті і найбільш високої їх працездатності можна досягти за допомогою примусової вентиляції за допомогою приточно-витяжної вентиляції.

Концентрація діоксиду вуглецю в приміщеннях має високу залежність від кількості осіб, які в ній знаходяться, об'єму приміщення, та вентиляційних можливостей приміщення. Порівнявши отримані значення з нормативними дійшли до висновку, що навіть незначне підвищення концентрації діоксиду вуглецю в приміщенні призведе до погіршення самопочуття у особи, а після проведення експерименту з вимірюванням концентрації діоксиду вуглецю в аудиторії при знаходженні в ній студентів бачимо, як швидко зростає концентрація цього газу в повітрі приміщення без необхідного вентилування, що в підсумку призведе до погіршення самопочуття та послаблення мозкової активності у студентів.

*Ключові слова:* діоксид вуглецю, вплив, вимір, концентрація.

УДК:504.054

## ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПИЛУ В ПРИМІЩЕННІ

*Івасенко В. М., Трохимець В. В.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [ivasenko-vitaliy@ukr.net](mailto:ivasenko-vitaliy@ukr.net), [gannibal9797@gmail.com](mailto:gannibal9797@gmail.com)*

Проблема запиленості приміщення є суттєвою загрозою, як для житлових приміщень, так і для виробничих. Суть полягає у тому, що при регулярній та довгостроковій дії аерозолю (пилу) спостерігається негативний вплив – як

результат розвитку захворювань дихальних шляхів, зниження працездатності, тощо.

Вищезгадана проблема є однією з ключових для багатьох країн, зокрема для тих, які ведуть активну економічну діяльність та є високо урбанізованими. За даними ВООЗ запиленість повітря та її концентрація є однією із складових причин смертності.

Одним із документів на глобальному рівні є Директива 2008/50/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 21 травня 2008 року “Про якість атмосферного повітря для Європи (Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe)”, що регулює значення концентрацій забруднюючих речовин а також дрібнодисперсного пилу. Згідно вказаного документа граничні середньорічні концентрації  $PM_{10}$  не повинні перевищувати  $40 \text{ мкг/м}^3$ , 24-годинні концентрації  $PM_{10}$  не повинні перевищувати  $50 \text{ мкг/м}^3$  більше 35 днів у календарному році.

В Україні наразі гранично допустимі концентрації для суспендованих частинок недиференційованих по складу (пилу) прийняті на рівні  $0,5 \text{ мг/м}^3$ , що практично на порядок більше ніж значення рекомендовані ВООЗ.

В якості робочого методу був обраний оптичний нефелометричний метод вимірювання концентрації часток, через те, що він являється ефективним для вимірювання малих концентрацій аерозольних часток (пилу). В якості датчика був вибраний GP2Y1010AU0F, що призначений для вимірювання ступеню запиленості або задимленості повітря та для автоматичного керування системами вентиляції та кондиціонування. Вимірювання проводиться імпульсному режимі, що суттєво знижує використання струму від джерела живлення.

Предметом дослідження була відносна концентрація зважених часток пилу в приміщенні – кімнаті гуртожитку. За допомогою датчика GP2Y1010AU0F було проведено серію вимірювань концентрації пилу в кількості десяти замірів, для встановлення достовірної картини запиленості кімнати. Отримано ряд значень –  $0,28 \text{ мг/м}^3$ ;  $0,32 \text{ мг/м}^3$ ;  $0,36 \text{ мг/м}^3$ ;  $0,31 \text{ мг/м}^3$ . На основі отриманих значень можна зробити висновок, що рівень концентрації пилу не перевищують затверджені нормативні значення.

*Ключові слова:* концентрація, аерозольні частинки, пил,  $PM_{10}$ .

УДК 504.3.054

## АНАЛІЗАТОР МУТНОСТІ СТИЧНИХ ВОД

*Качан І. Д., Маркіна О. М.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [o.n.markina@gmail.com](mailto:o.n.markina@gmail.com)*

Важливим показником якості води, використовуваної практично для будь-якої мети є наявність механічних домішок, - зважених речовин, твердих

частинок мулу, глини, водоростей і інших мікроорганізмів, і інших дрібних частинок. Допустима кількість зважених речовин коливається в широких межах, як і можливий їх зміст. Так, наприклад, вода в контурі, що охолоджує, може містити значну кількість домішок. У сучасних парових казанах високого тиску вода повинна бути практично повністю очищена від забруднень. Суспензії в питній воді можуть сприяти зростанню шкідливих мікроорганізмів і зменшувати ефективність хлорування, викликаючи небезпеку для здоров'я. В більшості випадків велика кількість суспензії в питній воді неприпустимо, по причинах естетичного характеру, а також тому, що суспензії можуть спотворювати результати хімічних і біологічних тестів.

Мутність впливає на мікробіологічні показники якості води. Більшість мікроорганізмів сорбується на поверхні або знаходиться всередині зважених частин, органічні і неорганічні речовини, яких захищають бактерії і віруси.

Встановлено, що хлорована мутна вода може бути небезпечна для здоров'я внаслідок утворення хлорорганічних з'єднань – токсичних і навіть канцерогенних. Це хлорфеноли, хлорціан, хлоровані поліциклічні ароматичні вуглеводи. Американська Асоціація охорони (АРНА) здоров'я визначає каламутність, як "чисельну характеристику оптичної властивості, яка викликає розсіяння і поглинання світла замість його проходження через зразок по прямій." Мутність можна розглядати як характеристику відносної прозорості води. Вимірювання мутності - це не пряме визначення кількості суспензії в рідині, а вимірювання величини розсіяння світла на зважених частинках.

У основі принципу роботи аналізаторів мутності лежить принцип пропорційної залежності між кількістю розсіяного світла і кількістю зважених частинок в речовині. Світло від вольфрамової лампи, що працює при температурі 2700 К, накопичується й фокусується полікарбонатною лінзою. Полікарбонат стійкий до температурної дії, який створюється цією лампою. Лінза розроблена таким чином, щоб зібрати якомога більше світла і спроектувати зображення нитки на вимірювальний осередок. Зелений інфрачервоний фільтр зрушує пік чутливості детектора в область 400 - 700 нм. Замість ІЧ фільтру можна використовувати інтерференційні ґрати, щоб проводити визначення мутності в квазімонохроматичному світлі. Ряд перегородок між лінзами і осередком затримує світло, розсіяних на поверхні лінз, і перешкоджає попаданню стороннього світла на детектор. Кожна наступна перегородка (окрім останньої) має щілину менше, ніж у попередньої. Остання перегородка має великий отвір, щоб промінь не міг висвітити край отвору і не з'являлося стороннього світла.

Із збиральної лінзи світло потрапляє через апертурну діафрагму, яка обмежує розмір пучка світла, на вимірювальну кювету, в якій знаходиться суміш для аналізу.

Кремнієвий фотодіод детектує зміну кількості світла, що проходить через зразок. Фільтр з оптично нейтральною щільністю ослабляє світло, падаюче на детектор. Фільтр і детектор повернені на кут 90° до падаючого світла, щоб



віддзеркалення від поверхні фільтру і детектора не попадали в осередок. Детектор, розташований під кутом  $90^\circ$  до напрямку проходження світла, визначає розсіяння світла по нормалі до падаючого. Даний детектор встановлений поза площиною, яку утворюють падаючий промінь. Вимірювальний сигнал, в нашому випадку фотострум, підсилений операційним підсилювачем потрапляє на мікроконтролер, який виконує обробку інформації і виводить дані на рідкокристалічний дисплей.

*Ключові слова:* забруднення, моніторинг, мутність води.

УДК 621.311.243

## ВИМІРЮВАННЯ ПОТУЖНОСТІ СУЧАСНИХ СВІТЛОДІОДІВ

*Мельниченко Д. С., Мушкет К. Я., Таранов В. В.*

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

*E-mail: [lambit@ukr.net](mailto:lambit@ukr.net)*

Сучасні освітлювальні системи сьогодні вже не можна уявити без застосування високоефективних світлодіодів (LED). У лабораторіях виробника вже досягнуті перетворення в білому спектрі - до 200 люм на кожен ват електричної потужності до випромінювача. Промислові зразки забезпечують до 45 - 140 люм / Вт залежно від спектру випромінювання. Для виконання робіт з розробки та виготовлення вимірювачів потужності, і подальшої сертифікації виробу актуальним стає контрольна перевірка приладів, а саме вимірювання потужності випромінювання світлодіодів, калібровка приладів, порівняння їх з контрольними (еталонними) зразками вимірювачів.

В цій роботі ми вперше показуємо результати вимірювання потужності сучасних випромінювачів з розбіжністю до 120 градусів в шести спектральних областях, які були проведені новим багатоканальним вимірювачем серії ВПО-11. Проводячи калібрувальні випробування нового вимірювача потужності, ми порівнювали його значення потужності з повіреним вимірювачем потужності ІМО-2Н, а також еталонним вимірювачем «Master» фірми Ophir безпосередньо в ДП Укрметртестатандарт. Результати вимірювань отримані в спектральній області 383, 465, 525, 590 та 625нм.

Порівняльний графік вимірювання світлової потужності в спектральній області 465 нм в залежності від електричної потужності наведено на Рис.1.

Провівши численні вимірювання на різних довжинах хвиль і отримавши масив даних, ми провели аналіз чинників, що впливають на точність вимірювання. З огляду на особливості вимірювального приладу, його розбіжність була відразу зменшена за рахунок діафрагми та об'єктиву до 35 градусів. Температурну стабілізацію забезпечував радіатор. З Рис. 1 видно, що при малих потужностях є збіг з точністю до одиниць відсотків, а при великих (більше ніж 50 мВт) – спостерігається збільшення похибки до 15%.

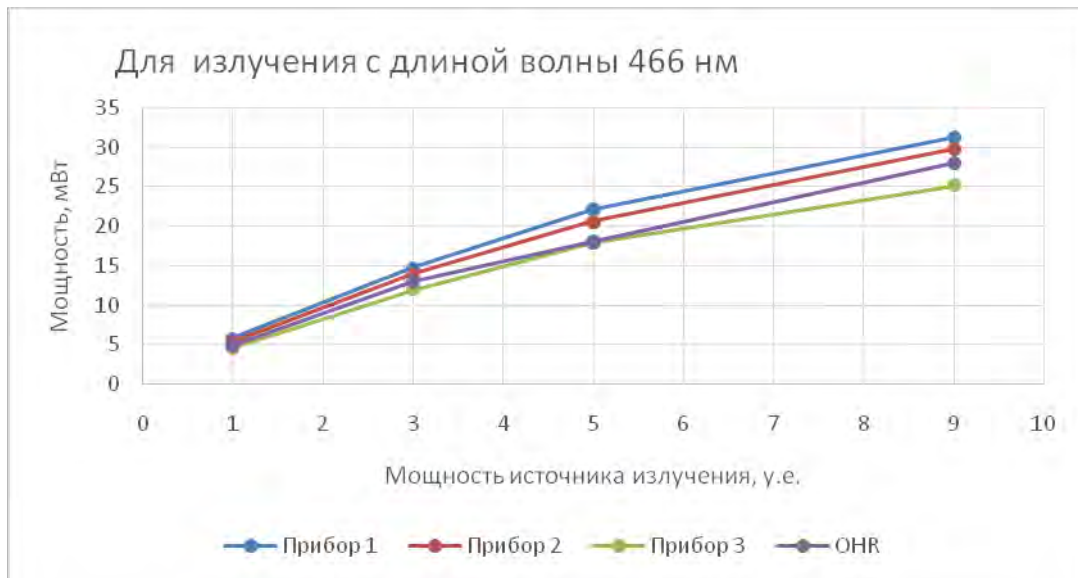


Рис. 1. Калібровочна залежність потужності випромінювання світлодіодів на довжині хвилі 466 нм від електричної потужності для різних вимірювачів

Аналіз в далекій зоні вказав на нелінійну залежність розбіжності світлодіодів від підведеної електричної потужності. Так, розбіжність змінювалася від 28 до 35 градусів (на рівні  $P_1=0,5P_{max}$ ) при зміні потужності на світлодіодах в 5 разів.

Таким чином замір потужності мало апертурними вимірювачами пов'язано з фактором розходження, а отже зі зміною точності. Усуненням цього недоліку може бути перехід і відповідна калібрівка приладів, як вимірювачів щільності потужності, що не пов'язане з апертурою фотоприймача і не буде відповідно впливати на точність вимірювань. Сприяє цьому і те, що оцінкою роботи освітлювача на основі сучасних LED -випромінювачів є їх яскравість або світловий потік. Пропонуємо поруч з вимірюванням потужності ще й оцінку щільності потужності для оцінки світлодіодів на різних довжинах хвиль.

*Ключові слова:* світлодіод, калібровочна залежність.

УДК 621.317.07.089

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИПРОМІНЮВАННЯ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ В МІЛІМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ЧАСТОТ

*Мушкет К. Я., Мельниченко Д. С., Яненко А. Ф.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [melnik.dimoss@gmail.com](mailto:melnik.dimoss@gmail.com)*

Власні електромагнітні поля і випромінювання (ЕМВ) людини та інших фізичних тіл обумовлені в основному тепловим рухом заряджених частинок (атомів, молекул, іонів, електронів), які складають організм людини. При цьому спектральне розподілення енергії випромінювання визначається суперпозицією

кривих, які описуються законом Планка і відповідних ділянок тіла з різною температурою. Нерівномірне поглинання ЕМВ різними тканинами на різних частотах змінює спектр власного теплового випромінювання людського тіла, максимум якого знаходиться в середній частині інфрачервоної області спектра. Радіовипромінювання людини є значно більш слабким і домінуюча компонента в ньому має теплову природу.

Радіотеплове випромінювання, яке знаходиться в термодинамічній рівновазі з об'єктом не залежить від хімічного складу тканини, структур тканини об'єкта і визначається тільки термодинамічною температурою. Рівноважне випромінювання повністю компенсується його поглинанням, саме тому не призводить до змін температури об'єкта. По своєму характеру радіохвильове випромінювання являється широкосмуговим, спектр якого охоплює низькі, високі та надвисокі частоти. Джерелом випромінювання являється тепловий шум, потужність якого визначається формулою Найквіста:

$$P_m = kT\Delta f,$$

де  $k$  – стала Больцмана,  $T$  – термодинамічна температура,  $\Delta f$  – смуга частот, в якій вимірюється випромінювання.

Оскільки потужність випромінювання однозначно пов'язано з температурою  $T$ , то за інтенсивністю ЕМВ можна контролювати температуру тіла людини, включаючи його внутрішні органи та тканини.

Відомі на сьогоднішній день методи і засоби вимірювання ЕМВ дозволяють здійснити ефективне дослідження власного температурного поля людини в припущенні, що електромагнітне поле людини являється тепловим за своєю природою. При цьому в залежності від характеру молекулярних процесів в організмі можна виділити наступні області частот ЕМВ.

Враховуючі вище наведене, автори провели дослідження власного випромінювання людини в міліметровому діапазоні частот з використанням високо чутливої вимірювальної установки з такими характеристиками:  $\Delta f = 10^8$  Гц,  $f = 52$  ГГц, чутливість  $1 \times 10^{-14}$  Вт [1]. В результаті проведення дослідження ЕМВ трьох точок руки двох респондентів – середнього пальця, долоні та зап'ястка – отримані наступні данні, які наведені на Рис. 1.

Висновок:

1. Інтегральна потужність ЕМВ організму людини в міліметровому діапазоні хвиль знаходиться в межах  $1 \times 10^{-13}$  до  $1 \times 10^{-14}$  Вт [2].

2. Випромінювання має рівноважний характер і високий кореляційний зв'язок з температурною досліджуваних ділянкою тіла.

3. Рівень цієї потужності визначається індивідуальними особливостями організму і є його електромагнітною характеристикою.

4. Електромагнітне випромінювання міліметрового діапазону може бути використане в якості діагностичного параметра на ряду з тепловізійними методами діагностики.

**Ключові слова:** електромагнітне випромінювання, електромагнітна характеристика організму.

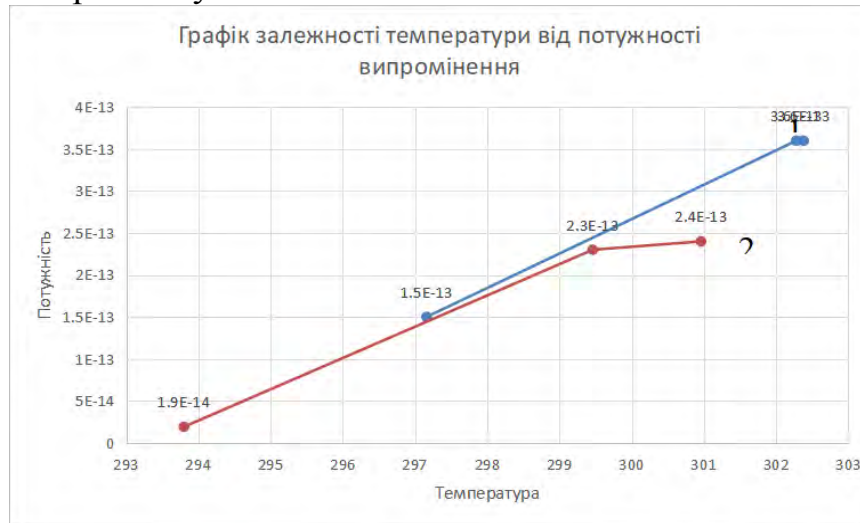


Рис. 1. Температурна залежність потужності ЕМВ

### Література

- [1] Ю. О. Скрипник, В. П. Манойлов, О. П. Яненко, *Модуляційні радіометричні пристрої та системи НВЧ-діапазону: Навчальний посібник*. Житомир: ЖІТІ, 2001.
- [2] Ю. О. Скрипник, О. П. Яненко, В. П. Манойлов, В. П. Куценко, Ю. Б. Гимпилевич, *Мікрохвильова радіометрія фізичних та біологічних об'єктів: Навчальний посібник*. – Житомир: Волинь, 2003.

УДК 62.5:[62-974]

### РОЗРОБКА ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ З АВТОМАТИЗОВАНОЮ СИСТЕМОЮ КЕРУВАННЯ ХОЛОДИЛЬНИМИ І ТЕПЛОВИМИ РЕЖИМАМИ РОБОТИ ТОРГОВОЇ ВІТРИНИ

*Коротич О. О., Тимошук О. Г., Залізецький А. М., Мельник В. І.*  
*Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна*  
E-mail: [olkorotych2017@gmail.com](mailto:olkorotych2017@gmail.com), [alex.tymoschuk@gmail.com](mailto:alex.tymoschuk@gmail.com), [oks81mik@i.ua](mailto:oks81mik@i.ua),  
[vasmelnik1950@gmail.com](mailto:vasmelnik1950@gmail.com).

Метою розробки лабораторної установки є забезпечення процесу дослідження і порівняльного аналізу експлуатаційних температурно-енергетичних характеристик холодильних вітрин з автоматизованою і неавтоматизованою системами контролю режимів набору холоду та відтавання [1].

Основними елементами розробленої лабораторної установки є: 1) Холодильна вітрина типу TATIANA 1.0NS. [2], складовими якої є системи: охолодження, контролю, та відтавання. 2) Процесорний блок управління - контролер Eliwell ID обладнаний цифровим екраном, має входи під два температурні датчики РТС або NTC і три вихідні реле, для управління холодильним компресором, вентилятором і температурним процесом циклу відтавання. 3) Гнучкий ТЕН, вмонтований у випарник, для забезпечення більш

швидкого нагріву при автоматичному відтаванні, періодичності вмикання - через кожні 5 годин на 15 хв. роботи 4) Електронний регулятор температури типу RT-15P1W.

Переваги автоматичної системи керування з процесорним блоком управління, що впроваджено у лабораторну установку замість стандартного терморегулятора, підтверджують можливість модернізації простої середньо-температурної вітрини на універсальну, тобто точного регулювання температури в розширеному діапазоні режимів охолодження та циклічного процесу відтавання, що дозволить вітрині працювати у стабільному і економному режимі. Окрім цього процесорний блок керує процесом дроселювання фреону у випарнику для запобігання гідроудару у холодильному агрегаті вітрини [2].

Також в результаті лабораторних досліджень і аналізу експлуатаційних температурних і енергетичних параметрів холодильних і теплових режимів у вітринах визначено переваги автоматичної системи керування, так як харчові продукти можуть постійно зберігатися у холодильних прилавках (вітринах) без витрати часу на їх перевантаження у процесі розморожування.

*Ключові слова:* лабораторна установка, холодильна вітрина, автоматизована система керування, режими охолодження і відтавання.

#### **Література**

- [1] М. Дорожовець, В. Мотало, Б. Стадник, В. Василюк, Р. Борек, А. Ковальчик, Основи метрології та вимірювальної техніки: Підручник: У 2 т. Основи метрології. Т.1. / за ред. Б. Стадника. Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2005.
- [2] И. К. Зеликовский, Л. Г. Каплан, *Малые холодильные машины и установки: справочник.* Москва: Агропромиздат, 2001.

УДК 504.3.054

## **АНАЛІЗАТОР ДІОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ В УЧБОВИХ ПРИМІЩЕННЯХ**

*Муштрук Д. О., Маркіна О. М.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [o.n.markina@gmail.com](mailto:o.n.markina@gmail.com)*

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови повітря в приміщенні, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини. Шкідливими вважаються речовини, що при контакті з організмом людини за умов порушення вимог безпеки можуть призвести до виробничої травми, професійного захворювання або розладів у стані здоров'я, що визначаються сучасними методами як у процесі праці, так і у віддалені строки життя теперішнього і наступних поколінь (ГОСТ 12.1.007-76). Хімічні речовини

(шкідливі та небезпечні) відповідно до ГОСТ 12.0.003-74 за характером впливу на організм людини поділяються на:

- загальнотоксичні, що викликають отруєння всього організму (ртуть, оксид вуглецю, толуол, анілін);
- подразнюючі, що викликають подразнення дихальних шляхів та слизових оболонок (хлор, аміак, сірководень, озон);
- сенсibiliзуючі, що діють як алергени (альдегіди, розчинники та лаки на основі нітросполук);
- ті, що впливають на репродуктивну (відтворення потомства) функцію.

Слід зазначити, що існують й інші різновиди класифікацій шкідливих речовин, наприклад, за переважаючою дією на певні органи чи системи людини (серцеві, кишковошлункові, печінкові, ниркові), за основною шкідливою дією (задушливі, подразнюючі, нервові), за величиною дози.

Метою даних тез є зазначення актуальності експериментальних досліджень й вимірювання концентрації діоксиду вуглецю в учбових приміщеннях. Для роботи обрано навчальні аудиторії КПІ імені Ігоря Сікорського. Екологічні забруднення повітря в приміщеннях можна розділити на два типи: хімічні і бактеріологічні. На сьогоднішній день відомо близько 1000 хімічних і біологічних типів забруднень, виявлених в повітрі приміщень. Забруднення повітря в приміщеннях можуть викликати захворювання різних рівнів тяжкості, починаючи від простого нездужання і головного болю і кінчаючи важкою алергією і онкологічними захворюваннями. Чинниками хімічного забруднення повітря в приміщенні можуть бути речовини, що поступають з атмосферного повітря, тобто проникаючи в приміщення з вулиці. Однак, існують чинники, які виникають в приміщенні, наприклад, опалювальні прилади, комп'ютери. Всі чинники виникнення діоксиду вуглецю в приміщенні впливають на працездатність студентства та науково-педагогічних працівників.

*Ключові слова:* діоксид вуглецю, моніторинг, учбові приміщення.

УДК 535.37

## УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБУ КІЛЬКІСНОГО ВИЗНАЧЕННЯ ФОСФОЛІПІДІВ СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ ЛЮМІНЕСЦЕНТНИМ МЕТОДОМ

*Наконечний О. А., Харченко М.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [nakonechnyi.oleksandr.00@gmail.com](mailto:nakonechnyi.oleksandr.00@gmail.com), [ramket44@gmail.com](mailto:ramket44@gmail.com)*

Фізико-хімічні показники рослинних олій, особливо їх макро- та мікрокомпонентів (барвників, антиоксидантів, фосфоліпідних компонентів, восків, стеринів, зольних комплексів) мають велике значення для розуміння їх потенційних технологічних властивостей [1].

Контроль масової частки фосфоліпідних комплексів в соняшниковій олії проводився за допомогою вимірювача квантового виходу люмінесценції зразка під кутом  $90^\circ$  до нормалі збуджуючого випромінювання. В якості джерела збудження люмінесценції було застосовано УФ-світлодіоди споживаною потужністю 10Вт (світловіддача 28 лм/Вт) із піком випромінювання в області  $365 \pm 5$  нм. У якості фотодетектору було застосовано малошумний фотодіод із трансімпендансним підсилювачем. Результати вимірювань кількісних показників фосфоліпідних комплексів у зразках наведено на рис. 1.

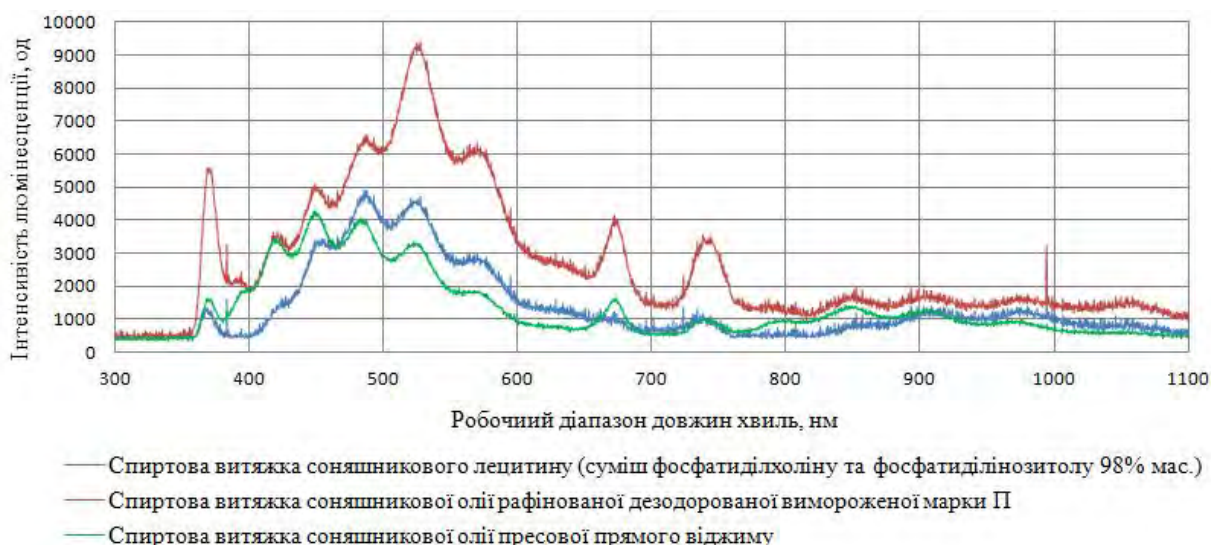


Рис. 1. Інтенсивність квантового виходу люмінесценції зразків відповідно масовому вмісту в них фосфоліпідних комплексів.

Для розробки калібрувальних графіків визначення масової частки фосфоліпідних комплексів в соняшниковій олії були застосовані спиртові витяжки [2] соняшникової олії рафінованої дезодорованої вимороженої марки П, соняшникової олії пресової прямого віджиму та спиртова витяжка соняшникового лецитину (суміш фосфатиділхоліну та фосфатиділінозитулу 98% мас.) в 96% етиловому ефірі в об'ємній пропорції 1:5.

Отримані результати показали можливість вимірювання відносних масових концентрацій сполук фосфоліпідної природи в соняшниковій олії люмінесцентним методом, що потребує мінімальну кількість часу на пробопідготовку зразків та проведення вимірювань.

*Ключові слова:* люмінесцентний метод, фосфоліпіди, соняшникова олія.

#### **Література**

- [1] С. С. Бірець, І. Л. Кондруцов, О. В. Терещенко, Ю. В. Бохан, “Сучасні методи дослідження основних технологічних показників фосфоліпідних продуктів”, на *II Всеукр. наук.-практ. конф. Здоровий спосіб життя – здорова нація – здорове суспільство*, Кіровоград, 2011, с. 8-9.
- [2] В. В. Євлаш, С. О. Самойленко, Н. О. Отрошко, І. А. Буряк, *Експрес-методи дослідження безпечності та якості харчових продуктів: навч. посібник*. Х.: ХДУХТ, 2016. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. - Назва з тит. екрана. [Електронний ресурс].

УДК 677.005: 621.333.6

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ІНЖЕНЕРНОГО МЕТОДУ ПРОЕКТУВАННЯ ПРИВОДІВ ОВМ НА БАЗІ ЗУБЧАСТО-ВАЖІЛЬНИХ ПЛАНЕТАРНИХ МЕХАНІЗМІВ

Неймак В. С., Смутко С. В., Лісевич С. П.

Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна

E-mail: [nejmakvit@gmail.com](mailto:nejmakvit@gmail.com), [svsmutko@gmail.com](mailto:svsmutko@gmail.com), [lisevichsv@gmail.com](mailto:lisevichsv@gmail.com)

Для проектування приводів ОВМ на базі зубчасто-важільних планетарних механізмів обрано методику [1].

На першому етапі проектування необхідно вибрати структурну схему механізму, яка відтворює необхідну траєкторію руху робочого органу. Далі для обраної схеми потрібно прийняти параметри, що забезпечують вид та форму сателітної кривої.

Для визначення загальної похибки механізму використано відому методику [2], що полягає у складанні математичної моделі механізму. У ній положення веденої ланки механізму  $S$  виражено як функцію параметрів, які можуть мати первинні похибки, наприклад:  $q_1$  – координати ведучої ланки;  $q_2$  – розміри ведучої ланки;  $q_3$  – положення ланок;  $q_n$  – інші параметри.

$$S = f(q_1, q_2, \dots, q_n). \quad (1)$$

Якщо параметри  $q_1, q_2, \dots, q_n$  вважати змінними, а їх приріст (невеликі відхилення від номінальних значень) первинними похибками, то вираз повного диференціалу функції багатьох змінних має вигляд:

$$dS = \frac{\partial f}{\partial q_1} dq_1 + \frac{\partial f}{\partial q_2} dq_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial q_n} dq_n. \quad (2)$$

Вираз (2) можна представити як похибку положення веденої ланки (знак диференціалу замінюють знаком похибки), що є сумою декількох доданків – власних похибок:

$$\Delta S = \frac{\partial f}{\partial q_1} \Delta q_1 + \frac{\partial f}{\partial q_2} \Delta q_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial q_n} \Delta q_n, \quad (3)$$

де  $\Delta q_1, \Delta q_2, \dots, \Delta q_n$  – первинні похибки параметрів  $q_1, q_2, \dots, q_n$ .

Величину власної похибки визначається величиною первинної похибки  $\Delta q$  параметра і коефіцієнта впливу (частинної похідної функції по параметру  $\partial f / \partial q$ ).

*Ключові слова:* зубчасто-важільний планетарний механізм, похибка положення механізму.

#### Література

- [1] В. С. Карелин, *Проектирование рычажных и зубчато-рычажных механизмов: Справочник*. Москва: Машиностроение, 1986.
- [2] К. И. Заблонский, *Прикладная механика. Учеб. пособие для вузов*. Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1979.



УДК 628.987

## ПРИЛАД ВИМІРЮВАННЯ ОСВІТЛЕНОСТІ

*Симонюк В. П., Лапченко Ю. С., Денисюк В. Ю.  
Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна  
E-mail: [pb@lntu.edu.ua](mailto:pb@lntu.edu.ua)*

Освітлення, а саме його нестача або надлишок, негативно впливають на людський організм. Це може проявлятися в поганому самопочутті, болях у голові, сонливості і т.д. Щоб запобігти цим негативним явищам, необхідно використовувати засоби контролю освітленості.

На сьогоднішній день, найбільш затребуваними є люксметри, основним недоліком яких є те, що криві відносної спектральної чутливості селенового фотоелемента і середнього людського ока неоднакові, тому показання люксметра залежать від спектрального складу випромінювання. Зазвичай прилади градуують з лампою розжарювання, і при вимірюванні простими люксметрами освітленості, створеної випромінюванням іншого спектрального складу (денне світло, люмінесцентне освітлення), застосовують отримані розрахунком поправочні коефіцієнти. Похибка вимірювань такими люксметрами становить не менше 10% від вимірюваної величини. Люксметри більш високого класу оснащуються корегуючими світлофільтрами, в поєднанні з якими спектральна чутливість фотоелемента наближається до чутливості ока. Похибка вимірювань найкращими люксметрами - близько 1%.

Традиційні прилади, люксметри в тому числі, працюють за рахунок джерел енергій отриманої із мережі, або від змінних джерел енергії у вигляді батарейок або акумуляторів. Перед собою ми поставили задачу забезпечення проектного приладу альтернативним джерелом енергії, а саме, автономним.

Була розроблена система (прилад) реєстрації та відтворення інформації призначена для обробки результатів виміру освітленості. Ця система працює за рахунок відомого мендосинського двигуна, який був створений на основі аналізу аналогів подібних моторів та відповідних розрахунків.

Прилад складається із таких основних частин, як мендосинський двигун та система реєстрації і відтворення в цифровому вигляді отриманої інформації. Джерелом руху мендосинського двигуна є світлові промені, які потрапляють на сонячні (світлові) батареї, що розміщені на роторі двигуна.

Мендосинський двигун, в результаті зміни ступеня освітленості, змінює оберти, і відповідна система реєстрації та відтворення інформації обробляє дані, що надходять від давачів, які розташовані поряд з мендосинським двигуном, і видають результати на екран у зручній для сприйняття формі. Сприймаючим елемент модуля є оптична пара. Так відбувається перетворення механічних обертів мендосинського двигуна в електричні величини і далі в програмні значення.

*Ключові слова:* освітленість, люксметр, мендосинський двигун, джерело енергії, оптична пара.

УДК 504.3.054

## МОДЕЛЮВАННЯ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ПОВІТРЯ

*Станкевич В. В., Маркін М. О.*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна*

*E-mail: [m.markin@kpi.in.ua](mailto:m.markin@kpi.in.ua)*

Викиди стаціонарних джерел забруднення міста Києва обумовлюються наявністю майже 5 тисяч різногалузевих промислових підприємств, загальний викид забруднюючих речовин від цих джерел складав у 2012 році 31,6 тисяч тон. Всі ці підприємства розташовані на великих відстанях один від одного і тому для можливості швидкого реагування та визначенням зони забруднення необхідний доступний, точний алгоритм моніторингу забруднень на відстані.

Для початку проведено аналіз основних існуючих типів моделей та досліджено результати демонстраційного застосування систем моделювання, таких як FLEXPART, ISC3. Існуючі моделі розсіювання дозволяють розв'язувати задачі, пов'язані з визначенням наслідків викиду забруднень з різним ступенем точності та оперативності. Обґрунтовано, що дані екологічного моніторингу та результати моделювання розсіювання забруднень можуть використовуватись не лише для накопичення даних про забрудненість певної точки та її оточення, але й можуть бути застосовані для оцінки джерел цієї забрудненості. Додання до даних моніторингу оперативної інформації про метеорологічні умови дозволяє уточнити координати розташування найбільш впливових джерел забруднень, визначати проблемні області щодо викидів забруднень, передбачувати створення проблемних ситуацій щодо забрудненості повітря.

Існує кілька основних підходів до моделювання розсіювання забруднень: сіткові методи моделювання, емпіричні моделі розсіювання забруднень, траекторні моделі розсіювання забруднень. Сіткові моделі моделювання базуються на розв'язанні рівняння розповсюдження і дифузії забруднюючих речовин з застосуванням різних способів. Сіткові моделі допомагають розв'язати рівняння динаміки переміщень повітряних мас і динаміки переносу забруднюючих домішок. В сіткових моделях найбільш важливою є погодна складова. Дослідження розсіювання на відстані до 10 кілометрів проводиться за допомогою моделі Гауса. Ці моделі гарно описують процес розсіювання викидів, окрім викидів, що розповсюджуються на відстань більше ніж 2 кілометри. Тому можемо сказати, що застосування таких моделей для моніторингу у умовах сильного вітру й складній топографічній складовій моделювання, обмежені.

Моніторинг викидів міста Київ вимагає швидкодії математичної моделі для проведення моделювання на протязі року. Тому пропонується використати систему моделювання ISC3 (Industrial Source Complex), що засновується на емпіричних рівняннях розсіювання та не пред'являє високих вимог до вихідних

даних та обчислювальних ресурсів як моделі, що засновуються на розв’язування диференційних рівнянь.

За допомогою цієї моделі можливо визначити просторовий розподіл середньорічних і максимальних середньодобових концентрацій, що дозволяє оцінити максимуми як короткострокових, так і довгострокових середніх концентрацій викидів, що в загальному випадку можуть суттєво відрізнятись.

Для демонстрації можливостей траєкторного моделювання застосують модель FLEXPART При цьому використовуються реальні метеорологічні дані – глобальної прогнозної моделі GFS.

*Ключові слова:* забруднення, моніторинг, моделювання.

УДК 628.987

## ОПТИЧНА ЕКСПРЕС-МЕТРІЯ КОНДЕНСОВАНИХ СЕРЕДОВИЩ

<sup>1)</sup>Таранов В. В., <sup>2)</sup>Свита М. П.

<sup>1)</sup>Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна; <sup>2)</sup>ТОВ «НВФ «ПРОБА», Київ, Україна

E-mail: [lambit@ukr.net](mailto:lambit@ukr.net), [max15s@ukr.net](mailto:max15s@ukr.net)

Контроль за фізико-хімічними параметрами в реальному часі вимагає відповідних датчиків і технічних рішень. Першими історично стали датчики погодних умов, тільки на території Києва більше 3-х десятків метеостанцій в реальному часі передають дані температури, вологості, швидкості вітру.

Набираючи в інтернеті адресу <http://russian.wunderground.com/personal-weather-station>, ви отримуєте реальну обстановку погоди на дніпровському пагорбі. Інший ряд апаратури, що визначає забруднення вод, аерозолів, визначення розмірних спектрів в мікрометрового діапазоні часток містяться в атмосфері або в рідкому середовищі, так само цікавий і ряд з них вже існує, але важкодоступний, так вартість апаратних комплексів, наприклад для визначення нітратів в воді - не менше 20 тис.дол. А саме нітриту зв'язують гемоглобін в червоних клітинах крові (еритроцитах) у метагемоглобін породжуючи при цьому захворювання крові зване метагемоглобінемія (кисневе голодування). За відсутності забруднюючих факторів масова концентрація нітратів у питній воді, зазвичай не перевищує, 8 мг/л. Гранично допустима концентрація нітратів у питній воді - 45мг/л. Визначення концентрації відомих хімічних елементів можливе за рахунок виміру спектрів поглинання або люмінесценції.

Використовуючи сучасну елементну базу можна приступати до реалізації раніше відпрацьованих технічних рішень. Застосування ж дейтерієвої лампи вимагає обов'язкового використання дисперсійного елемента, що в свою чергу призводить до подорожчання системи контролю. Використання сучасних суперлюмінесцентних діодів, напівпровідникових лазерів поряд з фотодіодними лінійками або фотодіодами, які мають великий динамічний діапазон ( $U_c / U_{ш} = 10000$ ), забезпечує можливість створення сучасної

апаратури для експрес-метрії. Уже перші апарати показали можливість реєструвати в воді зміна нітратів - настільки неприємного при великих дозах для організму людини. Застосування ж дейтерієвої лампи вимагає обов'язкового використання дисперсійного елемента, що в свою чергу призводить до подорожчання системи контролю. Використання сучасних суперлюмінесцентних діодів, напівпровідникових лазерів поряд з фотодіодних лінійками або фотодіодами - досить великим динамічним діапазоном ( $U_c / U_{ш} = 10000$ ) забезпечує нам можливість створення сучасної апаратури для експрес-метрії. Уже перші апарати показали можливість реєструвати в воді зміна нітратів - настільки неприємного при великих дозах для організму людини.

В роботі представлені перші діючі датчики зібрані по кореляційній схемою, що забезпечують контроль спектра поглинання і проводячи аналіз його в рідкому середовищі одночасно на трьох і більше спектральних лініях. Програмна обробка забезпечує вже кількісний аналіз зміни нітратів воді при концентрації від 10 до 100 мг/моль. Зміна спектральних ліній, а світлодіоди вже сьогодні дозволяють їх кількість доводити до 14 спектральних ліній, забезпечує встановлення відповідних датчиків в системи контролю, наприклад при очищенні вод або в процесі приготування продуктів харчування. Нами вже представлені перші зразки приладів, які забезпечують контроль за технологічним циклом на виробництві.

*Ключові слова:* нітрати, питна вода, експрес-метрія.

УДК 621.81

## МЕТОД ІДЕНТИФІКАЦІЇ ХАРАКТЕРИСТИК ШОРСТКОСТІ СПРЯЖЕНИХ ПОВЕРХОНЬ ЦИЛІНДРО-ПОРШНЕВИХ УЩІЛЬНЕНЬ

*Тимошук О. Г., Коротич О. О., Горященко С. Л.*

*Хмельницький національний університет, Хмельницький, Україна*

*E-mail: [alex.tymoschuk@gmail.com](mailto:alex.tymoschuk@gmail.com), [olkorotych2017@gmail.com](mailto:olkorotych2017@gmail.com), [gsl7@ukr.net](mailto:gsl7@ukr.net)*

Розроблено та досліджено метод ідентифікації характеристик шорсткості спряжених поверхонь беззмащувальних циліндро-поршневих ущільнень за експериментально визначеною тривалістю натікання газу[1].

Для цього необхідно провести два заміри тривалості натікання. Нехай в першому випадку тиск газу на вході ущільнюючого елемента становить  $p_{e,1}$  при тривалості натікання  $t_1$ , а в другому при тискові газу на вході  $p_{e,2}$  тривалість натікання дорівнює  $t_2$ . Всі інші характеристики процесу натікання в обох випадках повинні бути однакові. Характеристики шорсткості поверхні поршня  $Ra, q$  визначаються з системи рівнянь:

$$\begin{cases} t(Ra, q, p_{e,1}) - t_1 = 0 \\ t(Ra, q, p_{e,2}) - t_2 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Розрахунок ведуть в такій послідовності:

- 1) Спектральні моменти  $m_0(Ra)$ ,  $m_2(q)$  та питома площа шорсткої поверхні  $S(q)$ .
- 2) Номінальний контактний тиск в ущільненні  $\sigma_n(p, p_e, q)$ .
- 3) Довжина вільного пробігу  $\bar{\lambda}(p, p_e)$ , середня швидкість молекул газу  $V_g$  та середній тиск газу в ущільненні.
- 4) Еквівалентні діаметри щілинних каналів  $d_F(Ra, p, p_e, q)$ ,  $d_P(Ra, p, p_e, q)$  та зведений еквівалентний діаметр  $d_{екв}(Ra, p, p_e, q)$ .
- 5) Величина натікання газу: для в'язкісного режиму  $Q_B(Ra, p, p_e, q)$ ; для молекулярного режиму  $Q_M(Ra, p, p_e, q)$ ; для перехідного -  $Q_U(Ra, p, p_e, q)$ .
- 6) Тривалість натікання газу  $t(Ra, q, p_e)$ .
- 7) Характеристики шорсткості  $Ra, q$ , знайдені з системи рівнянь (1).

Для інженерного методу розроблена програма Rauheit, що створена на базі продукту Mathcad 2008 Professional.

*Ключові слова:* шорсткість спряжених поверхонь; ідентифікація; циліндро-поршневі металополімерні ущільнення; натікання газу; стохастичні процеси.

#### **Література**

- [1] О. Г. Тимошук, “Розробка методів розрахунку та експериментального дослідження герметичності беззмашувальних циліндро-поршневих ущільнень”, Дис. канд. техн. наук, Хмельницький, 2003.

УДК 687.1.023

## **ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК СТИРАННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ**

*Клименко О. Д., Пуць В. С., Герасимчук О. П., Назарчук Л. В.*

*Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна*

*E-mail: [sashakod@i.ua](mailto:sashakod@i.ua), [putsvs@ukr.net](mailto:putsvs@ukr.net), [alex\\_gop\\_ukr@ukr.net](mailto:alex_gop_ukr@ukr.net), [nlv\\_29@ukr.net](mailto:nlv_29@ukr.net)*

Для визначення характеристик стирання текстильних матеріалів використовується, в основному, складна апаратура та громіздке обладнання. Тому актуальним є вирішення науково-практичної задачі: розробка установки для дослідження характеристик процесу стирання текстильних матеріалів.

Дослідна установка призначена для проведення дослідів та фіксації їх результатів при вивченні проблем стирання та зношування текстильних і листових (рулонних) матеріалів. Окремі частини установки при необхідності можна використати для інших цілей. Отже, установка деякою мірою є універсальною. Дослідна установка складається з механічної частини, системи автоматики та електронного модуля. Механічна частина виконана на базі швейної машини шляхом доповнення її електроприводом, вимірювальною платформою, пристроєм для закріплення дослідних зразків та змінними

абразивами. Система автоматики містить в своєму складі регулятор частоти обертання вала електродвигуна та лічильник робочих циклів.

Регулятор частоти обертання вала електродвигуна виконано у вигляді електронного пристрою, що може використовуватись автономно для інших потреб, наприклад як регулятор інтенсивності освітлення. Лічильник робочих циклів дозволяє проводити досліди з точно заданою кількістю робочих циклів, однаковою для різних зразків.

Дослідження камвольних тканин показали, що вони суттєво відрізняються за показниками стійкості до стирання, які в основному перевищують встановлені стандартом норми. Це вказує на значний запас надійності визначених полотен і можливість оптимізації їх зносостійкості до стирання. З аналізу результатів встановлено, що стійкість до стирання камвольних тканин визначається багатьма параметрами структури. Визначено сукупний вплив вихідних параметрів структури на стійкість до стирання опорної поверхні бавовняних тканин. Встановлено зв'язок кількості циклів стирання зразків бавовняних тканин з лінійною густиною пряжі по основі й утку, щільністю по основі й утку, коефіцієнтом ущільнення переплетення та коефіцієнтом наповнення, скручуваністю пряжі по основі, поверхневою густиною, коефіцієнтом наповнення, товщиною тканин.

*Ключові слова:* пристрій, установка, стирання, текстильні матеріали.