

СЕКЦІЯ 5
АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

УДК 621.311.243

**СТВОРЕННЯ КАНАЛУ ДИНАМІЧНОГО ВИМІРЮВАННЯ СТРУМУ
СОНЯЧНОЇ БАТАРЕЇ НА ОСНОВІ ДАТЧИКА ХОЛЛА**

Божко К. М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: bozhkonew@ukr.net

Міжнародним стандартом ІЕС 60904-1 визначено порядок вимірювання вольт-амперної характеристики (ВАХ) сонячної батареї [1]. Згідно із цим стандартом, основною є чотирьохдротова схема вимірювання. Проте, можливе вимірювання ВАХ і за дводровою схемою. В останній схемі вимірювання напруги і струму відбувається амперметром і вольтметром, включеними до одного кола (вимірювального каналу). В основній – чотирьохдротовій – схемі вимірювання створюються два незалежні канали: окремо для напруги і окремо для струму. Нами запропоновано вимірювальний канал струму сонячної батареї на основі мініатюрного (3x4x1,5 мм) датчика Холла типу SS494B.

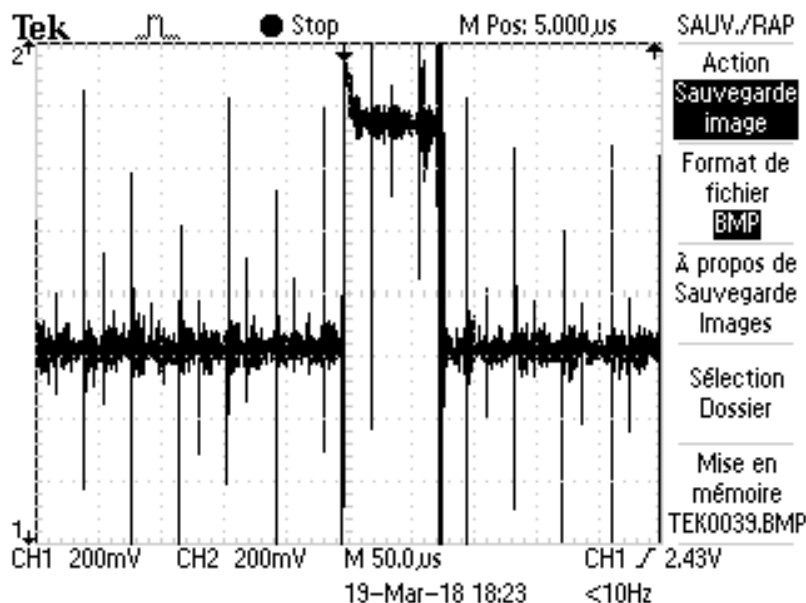


Рис. 1. Вихідний сигнал датчика SS494B; струм 13 А

При динамічному вимірюванні ВАХ необхідно забезпечити достатню чутливість датчика, а також високу швидкодію. Для вирішення першої задачі датчик допрацьовано конструктивно: корпус датчика розміщено в заглибленні феромагнітного кільця типу НМС2000. При цьому чутливість датчика збільшено у 40 раз. Швидкодію датчика забезпечено характеристиками вбудованої схеми перетворення вхідного сигналу, зокрема наявністю лише двох

аналогових каскадів підсилення. Для схемного моделювання каналу динамічного вимірювання, була побудована імпульсна схема комутації струму від імітатора сонячної батареї. Вихідний сигнал датчика знімали щупом цифрового осцилографу типу TDS1002 (рис. 1).

Ключові слова: вольт-амперна характеристика, датчик Холла.

Література

- [1] ІЕС 60904-1. Measurement Principles of PV Current-Voltage Characteristics. – [Чинний від 1988 – 01 – 01]. – 1987. – 6 р.

УДК 551.508.824

ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА РІВНЯ КОМФОРТНОСТІ МІКРОКЛІМАТУ

*Васінський Е. П., Яремчук Н. А.
КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: juicyfrootz16@gmail.com*

На теперішній час багато галузей промисловості та побуту потребують моніторингу таких факторів мікроклімату як температура, вологість повітря, швидкість руху повітря та рівень забрудненості повітря. Від цих факторів залежить працездатність людини і її самопочуття. Зазначені характеристики мікроклімату пронормовані в державних і відомчих санітарних і будівельних нормах, однак їх моніторинг не завжди є простим і забезпеченим необхідним вимірювальним і програмним забезпеченням.

В доповіді наведено результати розробки вимірювальної системи рівня комфортності мікроклімату, структурна схема якої подана нижче (рис.1).

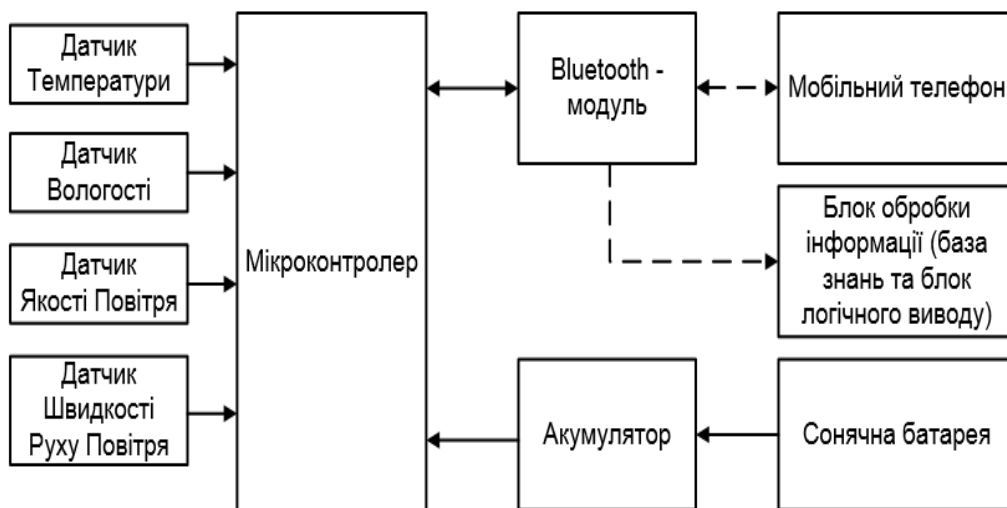


Рис. 1. Структурна схема вимірювальної системи рівня комфортності мікроклімату

При визначенні ступеня комфортності мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень враховується період року (холодний і перехідний,

теплий), категорія робіт (легка, середньої важкості, важка), режим роботи (на постійних робочих місцях або ні). За кожною вимірюваною характеристикою мікроклімату залежно від умов праці складається бібліотека функцій належності (ФН) за терм-множиною (комфортна, субкомфортна, дискомфортна). Терм «комфортна» відповідає оптимальним умовам, терм «субкомфортна» відповідає відхиленню від оптимальних умов, але в межах допустимих, терм «дискомфортна» відповідає відхиленню від допустимих умов. Результатом вимірювання рівня комфортності є вербальна характеристика, отримана за перерізом відповідної ФН і усередненого значення вимірюваної величини. Загальним результатом є вибірка з чотирьох вербальних характеристик мікроклімату, що відповідають вимірюваним величинам. Висновок про комфортність мікроклімату отримують за шкалою, в якій проранжовано вербальні вибірки за відношенням домінування.

Ключові слова: мікроклімат, рівень комфортності.

УДК 371.3:53

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ГРАФІЧНИХ ПАКЕТІВ LabVIEW, LabVIEW/DSC ДЛЯ КОНСТРУЮВАННЯ ПРИЛАДІВ

Защепкіна Н. М., Дубягін Б. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: dubiahinb@gmail.com, nanic1604@gmail.com

На сьогодні засоби розробки прикладного програмного забезпечення мають великий вибір інструментів, якими можуть користуватись як досвідчені програмісти, так і новачки. Засоби розробки підтримують стандартні мови програмування, наприклад C/C++, Basic, та різні бібліотеки.

Графічні пакети, такі як LabVIEW, LabVIEW/DSC, AgilentVEE є наочними пакетами, які легко модифікуються та налагоджуються. Перевагою графічних систем програмування є те, що створювати та розробляти завдання може сам інженер або технолог. На даний момент продукт LabView від компанії National Instruments є найпоширеним.

LabView як засіб для розробки та тестування приладів є простим в освоєнні. Графічний пакет від National Instruments має підтримку великої кількості бібліотек для роботи та керування різними апаратними засобами і інтерфейсами. Використання модулів, розроблених в LabView, для проектів, які створюються в інших системах програмування є перспективним на сьогодні. За допомогою LabView можна проектувати та розробляти майже будь-які додатки для взаємодії з різними видами апаратних засобів, які підтримуються операційною системою комп'ютера.

Використовуючи віртуальні прилади, розробник може створити з персонального комп'ютера та набору обладнання багатофункціональний вимірювальний комплекс. Процес програмування в LabView можна порівняти

зі створенням моделі з конструктора. Оператор, створюючи інтерфейс програми, вибирає з переліку потрібні елементи. Потім віртуальними дротами встановлює взаємодію з кожним використаним елементом, від джерела до приймача. Інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та простота роботи, в процесі якого використовуються зображення елементів замість текстового кодування, дозволяє швидко створювати додатки.

При створенні віртуального приладу, система складається з моделі реально існуючого приладу, який реалізується засобами управління та логікою роботи. Мова програмування, яка використовується в LabView, є мовою “G”. Сфера застосування LabView стала поширюватись у просторі Internet, зокрема, при створенні віртуальних прилади, які підтримують віддалене спостереження.

Вимірювальні системи на основі віртуальних приладів відрізняються своєю багатофункціональністю, гнучкістю і низькою вартістю як стосовно обладнання, так і витрат часу на розробку. Завдяки гнучості, яку надає LabView, є можливість використання програмного забезпечення на всіх етапах технологічного процесу: від розробки та моделювання до випробувань. Застосування середовища LabVIEW для вимірів сигналу, обробки результатів і обміну даними підвищить продуктивність виробництва.

Студенти та аспіранти для виконання своїх наукових робіт на кафедрі наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем застосовують середовище LabVIEW для проектування приладів багатофункціонального призначення на основі технології віртуальних приладів.

Ключові слова: LabVIEW, віртуальний прилад.

УДК 543.271.08

ГАЗОАНАЛІЗАТОРИ ДЛЯ КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Козубовський В. Р.

Ужгородський національний університет, Ужгород, Україна

E-mail: kozubvr@gmail.com

Останнім часом в сучасних будинках часто використовують механічну систему вентиляції і прилади, які контролюють ефективність її роботи. Дійсно, необхідно весь час поставляти в будинок свіже повітря і видаляти відпрацьоване. Все це можна зробити шляхом керування системою вентиляції в залежності від кількості людей, які перебувають в приміщенні – тобто від концентрації двооксиду вуглецю (CO₂) в повітрі.

Завдяки системі контролю, яка базується на вимірюванні CO₂ виникає можливість оптимізувати інтенсивність вентиляції в залежності від кількості людей, що в ньому перебувають. В цьому випадку економія енергії складає до 50%.

Керування вентиляційною системою відповідно до актуальних потреб передбачає кілька видів контролю концентрації CO₂, що застосовується

залежно від типу будинків: Точковий контроль. Забезпечується замиканням або розмиканням реле газоаналізатора, що контролює концентрацію CO_2 в приміщенні. Пропорційний контроль. При цьому система реагує на зміну концентрації CO_2 з певним випередженням. У цьому випадку газосигналізатор видає сигнал, пропорційний до концентрації газу. Сигнал використовується для управління швидкістю обертання вентилятора. Контроль на основі швидкості зростання концентрації CO_2 . Реагує на різницю між актуальною і допустимою концентрацією CO_2 .

Нами розроблений газосигналізатор CO_2 на основі електрохімічного сенсора. Для вимірювання концентрації вуглекислого газу використовується електрохімічний сенсор на основі твердого електроліту MG811 Фірми Hanwei Electronics Co (Китай).

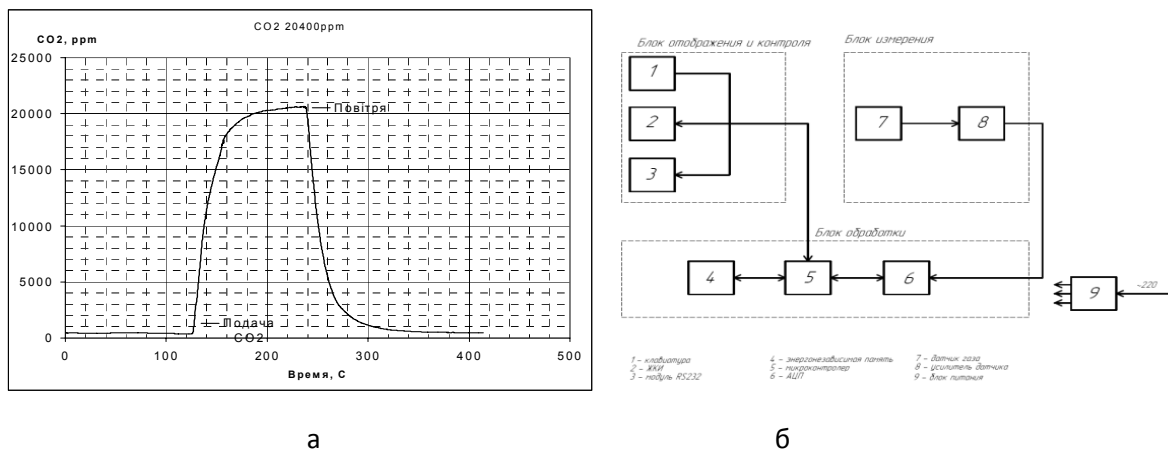


Рис. 1. Газоаналізатор CO_2 : а) реакція газоаналізатора на 2% концентрацію вуглекислого газу; б) блок-схема газоаналізатора

Ключові слова: газоаналізатор, вуглекислий газ, система вентиляції.

УДК 531.7

ЛОГОМЕТРИЧНИЙ АЛГОРИТМ ОБЧИСЛЕННЯ СИГНАЛУ ДВОКООРДИНАТНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

Медяний Л. П.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: icetk@ukr.net

Двокоординатний перетворювач дозволяє визначити в прямокутній системі координат місцеположення зображення променевого зонду, яке оптична система формує в площині аналізу. Для побудови перетворювача застосовано позиційно-чутливий фотодіод (ПЧФД). Оптична система формує у площині фотодіода зображення зонда-квадрата, який розташовано симетрично координатних осей. При нульовому положенні (центр зонду співпадає з нулем

координат) всі чотири квадранти ПЧФД генерують однакові сигнали відповідні 1/4 повної променевої енергії зонду.

В процесі перетворення зонд зміщується відносно координатних осей ПЧФД. Сигнали з квадрантів фотодіоду, пропорційні зміщенню центра зонду, надходять на диференційне вимірювальне коло. Застосування квадратної форма зонду та диференційний алгоритм обчислення забезпечує лінійність характеристик і відсутність взаємовпливу каналів.

Обчислення координат X і Y центра зонду, через рівні напруг $U_1(I_{\text{фп1}})$, $U_2(I_{\text{фп2}})$, $U_3(I_{\text{фп3}})$ та $U_4(I_{\text{фп4}})$, відповідні променевим потокам квадрантів ФП1, ФП2, ФП3 та ФП4, виконується наступним чином:

$$U_x = (U_1 + U_2) - (U_3 + U_4); \quad U_y = (U_1 + U_3) - (U_2 + U_4),$$

де: U_x , U_y – напруги пропорційні зміщенню зонда по осям X та Y.

Такі фактори, як нестабільність живлення ПД, чутливості ПЧФД, забруднення (пил) оптичного каналу, мультиплікативно впливають на сигнал. Застосування логометричного алгоритму:

$$U_x^* = \frac{(U_1 + U_2) - (U_3 + U_4)}{U_\Sigma} = \frac{(U_1 + U_2) - (U_3 + U_4)}{U_1 + U_2 + U_3 + U_4},$$

$$U_y^* = \frac{(U_1 + U_3) - (U_2 + U_4)}{U_\Sigma} = \frac{(U_1 + U_3) - (U_2 + U_4)}{U_1 + U_3 + U_2 + U_4}$$

де: U_Σ – напруга відповідна повному опроміненню площі зонду, зменшує вплив вказаних вище факторів.

Ключові слова: позиційно-чутливий фотодіод, зонд-квадрат, логометричний алгоритм.

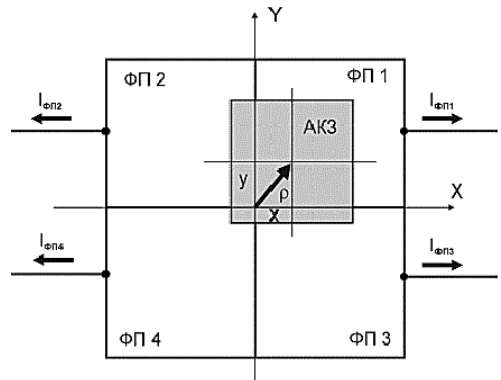


Рис. 1. Позиційно-чутливий фотодіод та зонд-квадрат

УДК 621.383.51

ОСОБЛИВОСТІ ТЕЛЕВІЗІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРОЛЮМІНІСЦЕНТНИХ ДЕФЕКТІВ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

Морозова І. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: izoom@ukr.net

Проблема контролю дефектів особливо актуальна в зв'язку з тим, що на сьогодні найбільш пріоритетним напрямом розвитку електроенергетики є використання відновлюваних джерел, зокрема, енергії Сонця. Суттєвою

проблемою на шляху розвитку сонячної енергетики є висока собівартість енергії, тому підвищення коефіцієнту корисної дії (ККД), а також подовження терміну експлуатації фотоелектричних сонячних батарей (ФЕСБ) надасть істотну допомогу на шляху її вирішення. Найбільш поширеним в наш час матеріалом для ФЕСБ є кристалічний кремній. Основою методу візуалізації дефектів кремнію є їх електролюмінісценція.

Причиною появи цих дефектів є утворення паразитних світлодіодних структур на фосфіді алюмінію внаслідок недосконалості технології нанесення шин живлення на поверхню кремнієвої пластини. Світіння електролюмінісцентного дефекту (ЕЛД) супроводжується нагріванням поверхні темновим струмом. Ефект виникає при подачі на кремнієвий сонячний елемент зворотної напруги. Більшість результатів за цим методом було отримано із застосуванням оптичних систем.

Застосування телевізійної інформаційно-вимірювальної системи (ТІВС) при дослідженні ЕЛД як на окремих сонячних елементах (СЕ), так і на ФЕСБ дозволяє локалізувати дефект, визначити його розміри, форму контуру, виміряти вольт-контрастні характеристики окремих пікселів тощо. При застосуванні каскадного джерела живлення 1000 В, 400 Вт побудовано стенд для телевізійного контролю ФЕСБ.

Позиціонування місць контролю виконують вручну на столику із прецизійним механічним приводом по трьох координатах. Похибка координати не перевищує 5 мікрон, що в умовах експерименту відповідає роздільній здатності системи (5 мікрон/піксел).

На основі застосування розробленої ТІВС експериментально доведено, що залежність яскравості ЕЛД від напруги має вид: $A \sim \exp(-c/\sqrt{U})$. Встановлено, що відсутність ЕЛД або їх рівномірний розподіл на поверхні СЕ в кількості 1-5 характерний для придатних до експлуатації ФЕСБ найвищого класу А. Нерівномірне розташування ЕЛД або їх велика кількість свідчать про невідповідність електричних характеристик паспорту ФЕСБ. Послідовний опір таких СЕ зменшується з 200-300 Ом у 5-10 раз до 20-50 Ом. Встановлено, що ЕЛД розташовані не тільки біля шин СЕ, але і на віддаленні від них.

Ключові слова: фотоелектричні сонячні батареї, кристалічний кремній, телевізійні інформаційно-вимірювальні системи, контроль дефектів.

УДК 613.646:613.14/15

ПРОБЛЕМА ВПЛИВУ ВИРОБНИЧОГО ПИЛУ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Смірнов М. Ю., Защепкіна Н. М.

КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: xoolygan@gmail.com, nanic1604@gmail.com

Одним з негативних факторів, різко погіршуючих умови праці практично у всіх галузях народного господарства, є пил, який несприятливо впливає на

внутрішні органи і центральну нервову систему працюючих, сприяючи виникненню і інтенсивному протіканню професійних захворювань, а також є причиною виробничого травматизму. Тому боротьба з пилом на підприємствах, особливо в останні роки, набуває величезного значення.

Стан повітря виробничих приміщень завдає непоправної шкоди органам дихання людини. Для вище вказаних приміщень дуже важливою задачею є створення в робочих зонах мікроклімату з сприятливими метеопараметрами. Разом з тим існуючі системи вентиляції разом з аерацією малоефективні і не можуть корінним чином вирішити цю проблему. небезпечні речовини можуть бути у формі твердих або рідких аерозольних часток, газів, парів або випарів. Чим менше розмір частинок пилу, тим довше вони знаходяться в повітрі у зваженому стані і тим вище ймовірність того, що вони проникнуть в легені.

Дуже небезпечні дрібнодисперсні частинки пилу, які здатні проникнути в легені і, маючи дуже велику площу контакту з тканиною легень, здатні швидко і у великій кількості всмоктуватися, викликаючи інтоксикацію організму. Ураження верхніх відділів дихального апарату пилом пов'язують з наявністю в ньому ліберину і гістаміну, які спричиняють вивільнення медіаторів запалення з тканинних базофілів і виникнення реакції запалення неімунної форми (атопічної).

Основним чинником дії пилу на організм є хімічний склад пилових часток. Вміст у них таких елементів, як свинець марганець, фтор, а також токсичних органічних сполук, надає пилу властивості виробничої отрути. Залежно від своїх фізико-хімічних властивостей пил спричиняє алергенну, мутагенну, канцерогенну і подразнюючу дію, а також радіоіндукційний ефект.

Підвищена концентрація пилу в робочій зоні виникає внаслідок недосконалості конструкції технологічного обладнання та низького рівня пристроїв повітроочищення.

Для захисту від шкідливого впливу виділеного пилу важливе значення має комплексна механізація і автоматизація процесів, дистанційне управління ними, безперервність цих процесів. При цьому їх необхідно так удосконалити (при відповідній модернізації конструкції обладнання), коли виключались або різко зменшувались шкідливі виділення пилу в робочу зону оператора. Насамперед необхідно звернути увагу на конструкції пристроїв для аспірування повітря у зоні дії робочого інструменту.

Таким чином для забезпечення комфортних умов на робочих місцях з інтенсивним виділенням пилу необхідно вирішувати комплексно, шляхом:

- автоматизації, комплексної механізації, дистанційного управління і неперервності виробничих процесів;
- герметизації обладнання;
- застосування укриттів і вентиляції;
- впровадження засобів індивідуального захисту;

- використання екологічно чистих видів транспорту при транспортуванні сипучих матеріалів - пневматичного або гідравлічного;
- встановлення раціонального питного режиму і науково обґрунтованого режиму праці і відпочинку в умовах виробництва;
- створення оптимальних і безпечних умов праці та відпочинку працюючих з урахуванням ергономічних вимог до робочих місць операторів.

Ключові слова: радіо-індукційний ефект, аспірування повітря, ліберин.

УДК 681.121

КАПІЛЯРНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ МАЛИХ І МІКРОВИТРАТ ГАЗІВ З ЛІНІЙНИМИ ФУНКЦІЯМИ ПЕРЕТВОРЕННЯ

Стасюк І. Д., Теплюх З. М., Ділай І. В., Парнета О. З.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

E-mail: ivan.d.stasiuk@lpnu.ua; atxp2010@gmail.com; divlv@ukr.net; ozpatxp@ukr.net

Проблема вимірювання витрат малих потоків різних промислових газів (до $1 \text{ м}^3/\text{год}$) стала особливо актуальною у зв'язку із розвитком нових технологій, наприклад у виробництвах волоконних світловодів та інтегральних мікросхем, а також із виконанням науково-дослідних робіт, зокрема метрологічних досліджень засобів газоаналітичного контролю. Для таких вимірювань використовують різні методи, але найбільшого поширення набули методи обтікання (ротаметри), тепловий, а також змінного перепаду тиску. Однак витратоміри, які реалізують ці методи, у сукупності своїх метрологічних характеристик не задовольняють вимог сучасних технологій, зокрема щодо точності та діапазону вимірювань, інерційності, стабільності функції перетворення і конструктивних особливостей. Виконані у зв'язку з цим дослідження показали, що для вимірювання малих і мікровитрат (ММВ) газів найперспективнішими є витратоміри змінного перепаду тиску, первинними перетворювачами витрати (ППВ) яких є скляні капілярні трубки (капіляри) з циліндричним прохідним каналом.

Уточнено функцію перетворення капілярів як чутливих елементів пристроїв для вимірювання ММВ газів і на її основі розроблено рекомендації щодо лінеаризації вихідного сигналу (перепаду тиску) ППВ. Розроблено конструктивні та схемні рішення, а також математичні моделі капілярних ППВ з лінійними функціями перетворення, зокрема побудованих на одному капілярі, пакеті капілярів, а також за схемою газодинамічного вимірювального моста з окремими капілярами і пакетами капілярів у плечах моста. Показана доцільність вибору тієї чи іншої схеми ППВ в залежності від діапазону вимірювання, так, наприклад, найменший діапазон вимірювання має ППВ на основі одного капіляра, а найбільший – на основі моста з пакетами у його плечах.

Досліджено вплив основних неінформативних параметрів на вихідний сигнал капілярних перетворювачів ММВ газів і розроблено заходи мінімізації цього впливу, зокрема стабілізація температури газу і усіх елементів ППВ в межах ± 0.5 °С і абсолютного тиску газу на його виході в межах ± 0.1 кПа.

Виконані дослідження підтвердили можливість побудови на основі капілярних ППВ витратомірів різних газів з високими метрологічними характеристиками.

Розроблено витратомір малих витрат кисню для системи автоматизованого контролю процесу виробництва волоконних світловодів. Межі вимірювання витрати від 0 до $5 \cdot 10^{-6}$ м³/с (18 л/год). Основна похибка вимірювань витратоміра не перевищує ± 0.5 %, а стала часу – 4 с.

Ключові слова: капіляр, малі та мікровитрати газу, лінійні витратоміри.

УДК 543.271.3

ВИМІРЮВАННЯ ВИКИДІВ ЗОЛИ УСТАНОВКИ ПО СПАЛЮВАННЮ РАДІОАКТИВНО-ЗАБРУДНЕНОЇ ДЕРЕВИНИ

Івасенко В. М., Гаврилюк В. В., Трохимець В. В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

E-mail: ivasenko-vitaliy@ukr.net, h.vladyslav87@gmail.com, gannibal9797@gmail.com

З метою підтвердження вимоги до конструкції газоочисного устаткування, при якій фільтрація димових газів повинна забезпечувати викиди концентрації золи до 4 мг/м³, були проведені експериментальні вимірювання під час роботи інсинераторної установки у м. Чорнобиль, Україна.

Вимірювання проводились відповідно МВВ № 081/12-0161-05. Це забезпечує виконання вимірювань масової концентрації пилу в організованих викидах промислових стаціонарних джерел у діапазоні від 1 до 10000 мг/м³ включно із границями сумарної відносної похибки, $\delta \pm 15$ %, що відповідає вимогам РД 52.04.59. У ході експериментальних досліджень температура газопилової суміші не перевищувала 100 °С.

Вимірявши швидкість потоку в точках відбору проб, та підібравши відповідні, наконечник, зібраний зонд вводили в газохід. На ротаметрі аспіраційного пристрою встановили об'ємну витрату газопилового потоку та вимірювали температуру і розрідження газопилового потоку перед ротаметром. Одночасно барометром-анероїдом вимірювали атмосферний тиск.

Тривалість відбору однієї проби становила 20 хв. По закінченні часу відбору проби дістали зонд із газоходу. Після виконували заміну фільтра для наступного відбору. Було проведено 5 відборів проб.

Використані фільтри згортали навпіл запиленою стороною всередину, склали у пакет із кальки, який вкладали у поліетиленовий пакет. Після висушували, вимірювали маси фільтруючих елементів із відібраними пробами

пилу та контрольні фільтри. Отримані результати дозволили визначити концентрацію і масову витрату пилу на виході з димової труби.

За результатами проведених вимірювань роботи пилогазоочисного устаткування виявлено, що максимальна концентрація золи становила $3,76 \text{ мг/нм}^3$ при масовій витраті $0,020981 \text{ кг/год}$, що відповідає поставленим вимогам.

Досліджувана установка відіграє важливу роль в скороченні викидів та зменшенню екологічного навантаження регіону та підвищенні екологічної безпеки України.

Ключові слова: фільтрація димових газів, експериментальні вимірювання, інсинератор радіоактивно-забрудненої деревини, пилогазоочисне устаткування.