

**СЕКЦІЯ 5**  
**НАУКОВЕ АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ**  
**ПРИЛАДОБУДУВАННЯ**

УДК 62-55:681.515

**ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ СИНТЕЗА ФАЗЗИ-СИСТЕМЫ  
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГАЗОТУРБИННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ**

*Билан А.Н., ВИТИ Национального технического университета Украины «Киевский  
политехнический институт», г. Киев, Украина*

Анализ тенденций развития систем управления двигателями самолётов показал, что наиболее перспективным направлением развития систем управления современных самолётов является создание супервизорных или электронных систем автоматического управления (САУ) с полной ответственностью, которые, благодаря своим достоинствам, получили широкое развитие на современном этапе самолётостроения. Наличие управляющих электронно-вычислительных машин в таких системах обуславливает возможность использования в них так называемых цифровых нечётких регуляторов, или фаззи-регуляторов, т.е. регуляторов, реализующих алгоритмы управления, базирующиеся на теории нечётких множеств. Такие САУ основаны на качественном описании формирования управляющего воздействия и позволяют учесть трудно формализуемые особенности работы двигателя.

Идея нечеткого управления состоит в реализации нечеткого алгоритма в компьютере с использованием нечеткой логики. Исследования применения нечеткой логики в промышленности начались с нечеткого управления и привели к впечатляющим результатам; более того, благодаря успехам нечеткого управления повысился интерес к нечеткой логике во всем мире. Почти все причины успешного применения нечеткой логики в областях, не связанных с управлением, так или иначе, сводятся к идее нечеткого управления. Метод нечеткого управления может быть полезен для любых приложений.

В упрощенной форме описывается метод нечеткого управления и его особенности.

Можно воспользоваться достоинствами нечеткой логики и ее особенностями. В областях, не связанных с управлением, можно по-новому взглянуть на задачи: а нет ли в них общего с точки зрения эффективности нечеткой логики обнаруженной при управлении ? Это поможет найти пути решения задач, которые невозможно было предусмотреть известными методами. Между задачами из этой области управления и задачами из других областей знаний часто есть много общего, удачные примеры использования знаний человека в нечетком управлении могут служить важным ориентиром в промышленных применениях нечеткой логики.

Ключевые слова: автоматическая система управления, двигатель, цифровой нечеткий регулятор, нечеткая логика.

УДК 519.6 + 681.327

## **ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СХЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВХОДНОГО КОМПЛЕКСНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВУХПОЛЮСНИКОВ**

<sup>1</sup>Билан А.Н., <sup>2</sup>Билан Н.А., <sup>3</sup>Касьянова А.Н. <sup>1</sup>ВИТИ Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина,  
<sup>2</sup>Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина, <sup>3</sup>Таганрогский радиотехнический университет, г. Таганрог, Россия

Известны не прямые способы определения входных сопротивлений различных пассивных устройств, рассматриваемых как двухполюсники, путем сравнения измеренного сопротивления с образцовым. К таким способам относят широко известный мостовой метод, «метод трех амперметров», метод «трех вольтметров» и др.

Метод трех амперметров или трех вольтметров относятся к более простым и общедоступным способам определения параметров двухполюсников. Существенным недостатком метода трех вольтметров состоит в том, что при его реализации используют измерительные устройства с симметричными и несимметричными входами, что ограничивает возможности способа из-за ограничения частотного диапазона приборов с симметричным входом.

Существенным отличием предлагаемой измерительной схемы от метода трех вольтметров, является то, что в качестве образцового элемента используется не один, а два последовательно соединенных резистора, Помещают их между источником синусоидального напряжения и исследуемым пассивным двухполюсником.

Измеряют относительно земли потенциалы трех зажимов образцовых резисторов, а величину полного сопротивления и его активной и реактивной составляющих определяют по формулам:

$$z = \varphi_3 \sqrt{b / (\varphi_2^2 - \varphi_3^2)}, \quad (1)$$

$$r = \sqrt{(b - R_2^2) / (2 R_2)}, \quad (2)$$

$$x = \sqrt{z^2 - r^2} \quad (3)$$

где  $z$ ,  $r$ ,  $x$  – соответственно полное сопротивление, активное и реактивное сопротивления комплексного сопротивления исследуемого двухполюсника;

$b = \sqrt{R_1 * R_2 (\varphi_1 + R_2) / ((\varphi_1^2 - \varphi_3^2) R_2 / (\varphi_2^2 - \varphi_3^2)) - (R_1 + R_2)}$  – коэффициент оценки искомых сопротивлений;

$R_1$ ,  $R_2$  – сопротивления соответственно первого и второго последовательно соединенных образцовых резисторов.

Для определения знака реактивного сопротивления повторяют измерение потенциалов  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\varphi_3$ , на несколько большей частоте источника гармонического напряжения, вычисляют значения  $z_1$ ,  $r_1$ ,  $x_1$ . Если новое значение реактивного сопротивления  $x_1$  оказалось большим исходного  $x$ , то комплексное сопротивление имеет индуктивный характер, а если  $x_1 < x$ , то – емкостной характер. Таким образом, искомое комплексное сопротивление:  $Z = r + jx$  или  $Z = r - jx$ , где значения активного сопротивления  $r$  и реактивного сопротивления  $x$  рассчитываются соответственно по выражениям (2) и (3).

Ключевые слова: метод измерения, комплексное сопротивление, активное сопротивление, реактивное сопротивление, схема измерения.

УДК 62-55:681.515

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НА БАЗЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ

*Билан А.Н., ВИТИ Национального технического университета Украины «Киевского  
политехнического института», г. Киев, Украина*

Понятие нечетких множеств, нечеткой логики впервые в 1965 году, когда профессор Калифорнийского университета Л. Заде опубликовал статью "Нечеткие множества" в которой он впервые ввел понятие "нечеткое множество" и вместо двухзначных (бинарных) логических переменных "0" и "1" использовать неограниченное количество переменных в диапазоне  $[0,1]$ .

В настоящее время проводятся многочисленные исследования по применению нечеткой логики, особенно для автоматического управления, так как задачи управления возникают практически во всех технологических процессах, в том или ином оборудовании. Теория нечеткого управления – это единственная теория, которая оперирует со словесным содержанием слов человека. При этом используется не математическая модель управления, а качественная модель управления.

В настоящее время используют четыре способа проектирования нечетких систем: 1) на основе опыта и знаний эксперта; 2) путем создания модели действий оператора; 3) путем обучения; 4) на основе нечеткой модели оборудования. Первый способ предполагает создание экспертной системы. Второй способ обычно реализуется в случаях, когда используются не словесные правила, а алгоритм манипуляций. Третий способ особенно удобен при управлении роботами, а алгоритм управления формируется путем обучения. Четвертый способ эффективен при создании нечеткой модели оборудования на базе логической операции импликации.

На основе анализа разработанных систем нечеткого управления можно констатировать, что система автоматического нечеткого управления состоит из следующих подсистем:

1. Подсистемы датчиков для получения информации о состоянии объекта регулирования.
2. Управляющего компьютера, выполняющего функции сбора информации от датчиков, ее обработки и анализа.
3. Процессора искусственного интеллекта, который содержит необходимую базу знаний, сопоставляет ее с полученной информацией от управляющего компьютера, делает необходимые выводы и передает их в память хранения данных управляющего компьютера.
4. Подсистемы управляющих устройств, которая получает необходимые команды, вырабатываемые управляющим компьютером. На основании этих

команд устроювання управління виконують необхідні маніпуляції з об'єктом управління.

5. Устроювання індикації результатів виводів.

Ключеві слова: нечітке управління, нечітка логіка.

УДК 621.314

## ЧАСТОТНІ ЛІНІЙНІ КОЛА

*Майстренко В.М., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Електричний струм являє собою упорядкований рух електричних зарядів. Струм – це кількість зарядів, що проходить через переріз провідника за одиницю часу. Змінний струм є результатом упорядкованого коливання зарядів з певною частотою. В цьому випадку зв'язок між струмом та зарядом переходить в диференціальну форму. Тобто струм виражає швидкість зміни заряду в часі.

Відомо, що через поверхневий ефект струм розподіляється в перерізі провідника нерівномірно. Тому задача розрахунку проходження заряду через переріз провідника може бути вирішеною тільки при умові застосування закону розподілу струму по перерізу провідника. Отже визначення струму як швидкості зміни заряду в часі є неповним. Фактично заряд потрібно розглядати як залежний не тільки від часу, а і від частоти. Іншими словами заряд є функцією двох змінних: часу та частоти. Його повний диференціал визначається виразом:

$$dq = \frac{\partial q}{\partial t} dt + \frac{\partial q}{\partial \omega} d\omega.$$

Ця формула розвиває єдність та рівноправність часових та частотних уявлень, що встановлені парою перетворень Фур'є. В ній часткові похідні від заряду по часу та частоті є відповідними складовими струму, тобто

$$dq = i(t)dt + i(\omega)d\omega.$$

На сьогодні часові складові струму вивчені досить глибоко. Але частотній складовій, що зустрічається на практиці значно рідше, уваги практично не приділялося.

Пара перетворень Фур'є, котра зв'язує між собою дійсну функцію часу та комплексну функцію частоти, встановлює рівноправність часових та частотних уявлень. Але людина, що існує в часі, природно віддає перевагу найбільш зручному для себе часовому уявленню. Між тим фізично реальні процеси протікають незалежно від зручності сприйняття їх людиною, через що деякі з них виглядають значно простіше та більш наочно при частотному уявленні.

В зв'язку з сказаним будь-який електричний струм або напругу можна розглядати як функцію частоти не тільки з точки зору визначення його спектрального складу, але й для того, щоб вивчати закономірності поведінки в різних електричних колах. Струм і напругу, котрі є функцією частоти, можна

назвати частотними на відмінність від його часового відображення.

Комплексність частотного струму визначає обов'язкову наявність двох складових — дійсної та уявної, що визначає доцільність виділення двох характерних груп частотних струмів: з постійним модулем та постійним аргументом.

Введення поняття частотних струмів та напруг дозволяє також ввести поняття частотних параметрів кола: частотної ємності та частотної індуктивності.

Ключові слова: частотне коло, частотні ємність та індуктивність.

УДК 519.246

## ДЕТЕРМІНОВАНА МОДЕЛЬ ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ

*Майстренко В.М., Національний технічний університет України «Київський  
політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

На відміну від детермінованих процесів, протікання котрих визначається однозначно, випадковий процес виражає часові зміни фізичної системи, які заздалегідь неможливо передбачити. В багатьох практичних задачах зустрічаються з тим, що на вхід динамічної системи потрапляє не один, а два і більше випадкових процесів (сигналів), кожний з котрих зв'язаний з дією окремого фактора збудження. В цьому випадку виникає задача складання випадкових процесів, або іншими словами — задача визначення характеристик суми по характеристикам складових.

Як відомо, два випадкових процеси, котрі складаються, можуть бути незалежними (некорельованими), або залежати один від одного. Їх взаємну поведінку прийнято визначати за допомогою так званої взаємної кореляційної функції або кореляційної функції зв'язку. Такий підхід є досить складним через складність оцінки кожного з випадкових процесів. Тому вводиться обмеження на поведінку випадкових процесів шляхом введення поняття стаціонарності. Але і в цьому випадку оцінити сумарний випадковий процес досить важко, навіть якщо розглядають тільки два випадкових процеси.

Оцінку взаємодії випадкових процесів можна проводити, замінивши кожний з них відповідною моделлю, котра повинна бути детермінованою через те, що аналіз детермінованих процесів проводити значно легше, а методи такого аналізу розроблені досить фундаментально. Для переходу від випадкового процесу до детермінованого ми вважаємо доцільним використати диференціальну та інтегральну функції розподілу випадкового процесу, котрі вже є детермінованими і тому здійснюють такий перехід. Нами було запропоновано замінити щільність розподілу випадкового процесу (для скорочення її часто називають просто функцією розподілу) спектром Фур'є функції розподілу. Це дозволило різко спростити деякі операції по оцінці взаємодії випадкових процесів через певні властивості спектру функції розподілу і перейти від багатомірних функцій розподілу до одновірних шляхом

введення поняття залежної функції розподілу.

Наступний крок можна зробити шляхом заміни функції розподілу та її спектру еквівалентним електричним колом, що дасть можливість розглядати взаємодію випадкових процесів як взаємодію електричних кіл. Для цього, використовуючи спектр функції розподілу, що з достатньою точністю описується рівнянням четвертого порядку з постійними коефіцієнтами, за допомогою зворотного перетворення Фур'є отримати вираз, який є диференціальним рівнянням еквівалентного електричного кола, помноженим на дельта-функцію. На підставі диференціального рівняння методами синтезу електронних схем отримується і сама еквівалентна схема.

Ключові слова: функція розподілу, еквівалентна схема, електричне коло.

УДК 621.43.019

## МЕТОД КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БЕНЗИНУ

*Майстренко В.М., Голік А.С., Поплавська О.О., Національний технічний університет  
України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Дослідження якості бензину є актуальною задачею через те, що цей показник безпосередньо впливає на роботу і зношуваність деталей автомобіля.

Детонаційну властивість палива (тобто стійкість палива до самозаймання) прийнято характеризувати величиною октанового числа. В лабораторних умовах для визначення октанового числа застосовують спеціальні моторні установки, в яких здійснюється порівняння детонаційних характеристик досліджуваного палива (бензина) з характеристиками калібрувальних сумішей, які складаються з ізооктану та гептану. По визначенню октанове число бензина приймається чисельно рівним відсотковій (об'ємній) концентрації ізооктану в такій калібрувальній суміші, для якої детонація виникає при тому ж ступені стискання, що й для аналізованого бензину. Суттєвим недоліком такого методу є висока вартість лабораторних установок, тривалість аналізу кожного зразка нафтопродукта, витрати дорогих хімікатів, значні габарити пристрою та необхідність його експлуатації в спеціально обладнаному приміщенні.

Відомі також такі методи визначення октанового числа, як: спектроскопічний аналіз в ближньому ІЧ-діапазоні, холодноплазменне окислення бензину й вимірювання його теплових параметрів та хроматографічний. Але кожний з цих методів має свої суттєві недоліки, основним з яких є високі складність та вартість вимірювального приладу.

Отже, потрібно вести пошук більш оптимального методу визначення якості бензину. Дослідження показали, що краще всього орієнтуватися на комплексну діелектричну проникненість бензину, яка залежить від його октанового числа. Задачею експериментальних досліджень було виявлення залежності октанового числа бензину від його діелектричної проникненості на різних частотах та знаходження робочої частоти, на якій ця залежність буде найкраще відслідкована.

Подальший розвиток цього напрямку дає можливість розробки приладу, принцип дії якого буде базуватись на запропонованому методі. Суттєвою перевагою цього приладу буде його малогабаритність, а ціна влаштує кожного споживача.

Ключові слова: октанове число, діелектрична проникненість, вимірювання.

УДК 53.088.22

## **ВИНИКНЕННЯ АПЕРТУРНИХ СПОТВОРЕНЬ В СИСТЕМІ СКАНУВАННЯ ТА ОЦІНКА ЇХ ВПЛИВУ НА ВИХІДНИЙ СИГНАЛ**

*Майстренко В.М., Михальонюк О.Д., Національний технічний інститут України  
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Сканування здійснюється механічними способами, котрі ґрунтуються на переміщенні системи, що випромінює або пропускає промінь випромінювання і використовує кутове або лінійне переміщення, та немеханічними, коли промінь переміщується за рахунок електричного керування елементом нерухомого випромінюючого пристрою або керування властивостями середовища, де і розповсюджується промінь.

Елемент сканування характеризується перетином або апертурою. Конфігурація і розміри апертури визначають якість передачі інформації з об'єкта, де вона зберігається, в сигнал, або величину похибок при обробці інформації.

Апертурні спотворення виникають як в оптичних системах пристроїв аналізу, так і в електронних. При кінцевих розмірах елемента сканування, сигнал на виході пристрою сканування не несе інформації про істинне значення інформативного параметру вздовж лінії сканування, а передає інформацію тільки про це середнє значення.

Отже, крива зміни сигналу в часі буде спотворена. Це відбувається за рахунок кінцевих розмірів апертури елемента сканування, при цьому звужується смуга пропускання сигналу елементом сканування. В системі сканування при зчитуванні інформації з елемента збереження інформації апертурні спотворення будуть відсутні тільки тоді, коли елемент сканування має нескінченно тонку апертуру і при цьому кут його нахилу по відношенню до елемента збереження інформації, котрий теж має досить тонку апертуру, дорівнює нулю.

Дослідження показали, що при будь-якій формі апертури елемента сканування можна визначити частотну і імпульсну характеристики елемента сканування. Нахил елемента сканування на певний кут призведе до апертурних спотворень, що виразиться в збільшенні тривалості сигналу з нескінченно малої до кінцевої величини, яка буде пропорційна синусу кута цього взаємного нахилу.

Ключові слова: апертура, система сканування, елемент сканування, смуга пропускання.

УДК 538.56

## ЗВ'ЯЗОК МІЖ СПЕКТРОМ ЩІЛЬНОСТІ ЙМОВІРНОСТІ СТАЦІОНАРНОГО ВИПАДКОВОГО ПРОЦЕСУ ТА ЙОГО ЕНЕРГЕТИЧНИМ СПЕКТРОМ

*Майстренко В.М., Національний технічний університет України “Київський  
політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Інформація, що передається по каналу зв'язку або отримується в результаті вимірювання, міститься в сигналі. До прийому повідомлення сигнал розглядають як випадковий процес. Перешкоди, котрі притаманні будь-якому каналу зв'язку, також представляють собою випадковий процес.

Під випадковим процесом розуміють ансамбль випадкових функцій, котрі мають різну форму, а тому мають також різні спектральні характеристики. Якщо усереднити комплексну спектральну щільність по всім реалізаціям, то отримаємо нульовий спектр процесу через випадковість і незалежність фаз спектральних складових в різних реалізаціях. Тому вводиться поняття спектральної щільності середнього квадрату випадкової функції, котра не залежить від фазування гармонік, що підсумовуються. Якщо випадкова функція виражає електричну величину (струм або напругу), то середній квадрат цієї функції можна розглядати як середню потужність, котра розподілена по частотам в певній смузі. Цю спектральну щільність називають енергетичним спектром функції. Енергетичний спектр зв'язаний з кореляційною функцією випадкового процесу парою перетворень Фур'є. Енергетичний спектр широко використовується в теорії випадкових сигналів і дає можливість описати випадковий процес за допомогою детермінованого сигналу.

З іншого боку випадковий процес описується іншими характеристиками: законом розподілу ймовірності випадкового процесу та щільністю ймовірності випадкового процесу (функцією розподілу). Можна представляти випадковий процес також за допомогою прямого перетворення Фур'є функції розподілу, яка, як і енергетичний спектр, забезпечує опис випадкового процесу детермінованим сигналом.

Такий підхід дозволяє встановити зв'язок між енергетичним спектром і спектром функції розподілу випадкового процесу та сигналами, котрі зв'язані з цими спектрами парою перетворень Фур'є, тобто функцією розподілу та кореляційною функцією.

Дослідження показують, що енергетичний спектр стаціонарного випадкового процесу

$$F(x) = S_p(\omega) \cdot S_x(\omega),$$

де  $S_p(\omega)$  — спектр функції розподілу випадкового процесу,  $S_x(\omega)$  — спектр функції  $x^2$ , а кореляційна функція

$$K(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(x-\tau) \sqrt{p(x)p(x-\tau)} dx,$$



де  $p(x)$  – функція розподілу випадкового процесу.

Ключові слова: функція розподілу, кореляційна функція, спектр Фур'є.

УДК 621.307.13

## СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ

*Морозова І.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний  
інститут”, м. Київ, Україна*

Однієї з важливих екологічних проблем є проблема утилізації твердих відходів. Вони утворюються не тільки в промисловості, але й у побуті. Відходи являють загрозу для навколишнього середовища, багато які з них небезпечні для здоров'я людини, тому що містять барвники, розчинники, мийні засоби, ліки, ртуть тощо. Існують різні способи ліквідації твердих побутових відходів: спалювання, компостування, поховання, вивіз, рециклізація. Рециклізація або вторинна переробка є найбільш ефективним способом порятунку від накопичення відходів.

Існуючі та використовувані на сьогодні вітчизняні та закордонні переробні комплекси на базі традиційних методів піролізу – низькотемпературного, середньо - і високотемпературного, - під дією зовнішнього підведення тепла, а також при сполученні піролізу і високотемпературного спалювання з попередньою газифікацією сировини, мають ряд істотних недоліків.

Однією із причин такого положення є недосконалість контролю за ходом технологічного процесу. Аналіз можливих технічних рішень системи контролю температурного режиму дозволив зробити висновок про доцільність застосування в даному випадку телевізійного пірометра.

Спеціально для даної технології нами розроблений метод вимірювання температури, який базується на припущенні, що коефіцієнт випромінювальної здатності ПР під час дослідження має фіксоване значення. Для обчислення температури використовується наступна формула

$$T = \frac{C_2}{\lambda_e} [\ln B - \ln A]^{-1},$$

де  $A$  – поточне значення сигналу,  $C_2 = 1.44 \cdot 10^4$  мкм·К;  $\lambda$  – довжина хвилі випромінювання,  $B$  – параметр, що враховує значення коефіцієнту випромінювальної здатності, параметри оптичної схеми, чутливість перетворювача, і визначається шляхом вимірювання сигналу  $A_0$ , сформованого при відомій температурі поверхні  $T_0$

Важливим фактором, що дозволяє системам контролю температурного режиму на базі телевізійних приладів зайняти провідне місце в даній технології, є наявність у їхній структурі персонального комп'ютера і використання потужного арсеналу програмного забезпечення. Програмні засоби можуть забезпечити керування процесом формування телевізійного зображення, введення його в комп'ютер, обробку, визначення заданих характеристик,

формування банку даних, у тому числі й банку цифрових зображень.  
Ключові слова: контроль, піроліз, телевізійна пірометрія.

УДК 543.27.08

## ОСНОВИ ПОБУДОВИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ М. КИЄВА

<sup>1)</sup>Міхеєва І.Л., <sup>1)</sup>Орлов М.О., <sup>2)</sup>Трокоз В.А., <sup>1)</sup>АТ «Украналіт», м. Київ, Україна;

<sup>2)</sup>Управління охорони навколишнього природного середовища Київміськради, м. Київ, Україна

В Україні існує досить розгалужена система екологічного моніторингу стану навколишнього природного середовища. На рівні держави, регіонів та міст інформація про стан довкілля за певний період формується різними державними установами та підпорядкованими їм підприємствами. Так, за станом атмосферного повітря у населених пунктах веде спостереження Центральна геофізична обсерваторія Мінприроди, міські, районні санепідемстанції Міністерства охорони здоров'я, різні служби Міністерства надзвичайних ситуацій (МНС). За викидами в атмосферу від стаціонарних (промислові підприємства) та пересувних (автотранспорт) джерел спостерігають інспекційні служби Державного управління екології та природних ресурсів Мінприроди та МНС.

Розподіл функцій моніторингу по різних відомствах, які не зв'язані між собою, призводить до дублювання зусиль, знижує ефективність усієї системи моніторингу й утрудняє доступ до необхідної інформації як для громадян, так і для державних організацій. Тому в Україні було прийняте рішення про створення Державної системи моніторингу довкілля (ДСМД), яка повинна об'єднати можливості і зусилля численних служб для вирішення задач комплексного спостереження, оцінки і прогнозу стану довкілля в Україні.

Структурною основою побудови сучасної ДСМД є регіональна територіально розподілена комп'ютерна мережа. Тобто, ДСМД України повинна об'єднати регіональні системи моніторингу довкілля (РСМД), які, в свою чергу, повинні об'єднати системи моніторингу довкілля міст (СМДМ). Основу РСМД і СМДМ складають проблемно орієнтовані комплекси контролю забруднень (ПОКК). До складу ПОКК повинні входити автоматизовані інструментальні аналітичні комплекси для одержання первинної інформації про забруднення довкілля. Всі місцеві ПОКК одного регіону повинні бути об'єднані локальною мережею центру оперативного моніторингу (ЦОМ), куди надходить інформація про стан довкілля. Для прийняття оперативних рішень в разі виникнення проблемної екологічної ситуації в містах (регіонах) інформація про стан довкілля повинна надходити до місцевого (регіонального) інформаційно-аналітичного центру, який може бути створений при місцевих органах влади.

У доповіді проаналізовані стан і проблеми екологічного моніторингу навколишнього середовища України. Розглянуто структури побудови ДСМД і системи моніторингу навколишнього середовища міста Києва, як складової

частини загальної системи.

Ключові слова: екологічний моніторинг, навколишнє середовище.

УДК 543.27.08

## АРХИТЕКТУРА ИНФОРМАЦИОННЫХ СВЯЗЕЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ НА ТРИПОЛЬСКОЙ ТЭС

*Ахмедзянов И.Ш., Максименко Ю.Н., АО "Укрналит", г. Киев, Украина*

Задачи обработки информации в разработанной системе решаются на двух уровнях: верхнем и среднем. Верхний уровень включает в себя персональную ЭВМ с периферией, расположенную в помещении БЩУ-2; средний – устройство сбора и обработки информации (УСОИ), расположенное в помещении КИП и А.

Персональная ЭВМ предназначена для обработки полученной информации, ее длительного хранения и представления пользователю в удобном виде. Мгновенные значения и динамика изменения концентрации загрязняющих веществ в выбросах, другие параметры, которые контролируются, и их характеристики могут быть представлены на цветном мониторе, распечатаны на бумажном носителе в виде таблиц, графиков, переданы на другую ЭВМ по коммутируемым телефонным линиям, записаны на дискету или компакт-диск. ПЭВМ отображает систему на мнемосхеме, которая открывает доступ к любому элементу системы и информации о нем.

УСОИ предназначено для принятия информации от всех датчиков одного ÷ четырех источников выбросов вредных газов, предварительной обработки, сохранения в течение не менее 3 месяцев и дальнейшей передачи на ПЭВМ. УСОИ имеет встроенный ИБП, который обеспечивает его работоспособность при временном (до 7 часов) пропадании напряжения питания.

В состав УСОИ входит контроллер I-7188XA с submodule памяти x600 (4 Mb) и 2 контроллера I-7018P для приема аналоговых сигналов.

Контроллер I-7018P имеет 8 дифференциальных аналоговых входов и программируемый 16-разрядный АЦП. Контроллер предназначен для опроса аналоговых выходов газоанализатора MAPC-5 (5 каналов), газоанализатора 151ЭХ02, датчиков температуры и скорости газового потока и для передачи полученных данных по каналу RS485 в контроллер I-7188XA.

Контроллер I-7188XA имеет 4 коммутационных порта, два из которых выполнены в стандарте RS485, а два – в RS232; выполнен на основе x86-совместимого процессора AMD80188 (40 МГц), содержит ОЗУ 512 Kb, flash-память 512 Kb, часы реального времени. Контроллер I-7188XA выполняет следующие функции: сбор, усреднение и архивацию данных, получаемых по каналу RS485 от контроллера I-7018P; передачу данных по запросу ПЭВМ по кабелю (витая пара 5 категории) через интерфейс RS485.

На основе полученных данных вычисляется мощность выброса. Протокол обмена между УСОИ и ПЭВМ позволяет запрашивать выборку либо текущих

значений, либо множество значений (72 точки на каждый канал) за любые сутки из последних трех месяцев. Кроме того, пользователь с клавиатуры ПЭВМ может запросить любой интересующий параметр газового потока.

Ключевые слова: система, газ, теплоэлектростанция, информация.

УДК 543.27.08

## **СТРУКТУРА, ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ НА ТРИПОЛЬСКОЙ ТЭС**

*Гулей В.В., Максименко Ю.Н., Цвельх Ю.М., АО "Укрналит", г. Киев, Украина*

Требования к учету и контролю выбросов вредных газов котлоагрегатами теплоэлектростанции (ТЭС) делают сегодня этот процесс многопараметрическим. Типовая система состоит из нескольких подсистем, которые подсоединяются по интерфейсу RS485 к персональной ЭВМ. В основу каждой подсистемы положено устройство сбора и обработки информации (УСОИ), предназначенное для принятия информации от всех датчиков с двух источников выбросов, ее предварительной обработки, хранения в течение не менее 72 часов и дальнейшей передачи на ПЭВМ.

Разработанная система на Трипольской ТЭС (с учетом конструктивных особенностей ее котлоагрегатов, газоходов) состоит из следующих элементов: ПЭВМ с периферией, УСОИ, многокомпонентного газоанализатора MAPC-5, обогреваемой линии транспортирования газа (длиной от 5 до 20 м), газоанализатора кислорода 151ЭХ02, датчика скорости потока газа с датчиком температуры ТСП1088 и преобразователем ПИ-С011.

Система предназначена для непрерывного контроля, регистрации на требуемый носитель информации и долгосрочного хранения данных о выбросах в атмосферу вредных газов: NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> (в пересчете на NO<sub>2</sub>), CO, SO<sub>2</sub>, а также дополнительных параметров – скорости и температуры газового потока, концентрации кислорода и пыли – с привязкой к времени и точке измерения выбросов.

Система допускает расширение ее другими приборами, в частности, пылемерами ИКВЧ(с), устанавливаемыми на каждый газоход.

Основные технические характеристики системы представлены в таблице

| <b>Измеряемый компонент</b>                    | <b>Единица измерения</b> | <b>Диапазон измерений</b> | <b>Осн. привед. погрешность, %</b> |
|------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Оксид азота NO                                 | мг/м <sup>3</sup>        | 150 – 1500                | ±10                                |
| Диоксид азота NO <sub>2</sub>                  | мг/м <sup>3</sup>        | 30 – 300                  | ±10                                |
| NO <sub>x</sub> в пересчете на NO <sub>2</sub> | мг/м <sup>3</sup>        | 250 – 2500                | ±10                                |
| Оксид углерода CO                              | мг/м <sup>3</sup>        | 100 – 1000                | ±10                                |
| Диоксид серы SO <sub>2</sub>                   | мг/м <sup>3</sup>        | 500 – 5000                | ±10                                |
| Кислород O <sub>2</sub>                        | % об.                    | 0,25 – 10,0               | ±0,25 (абс.)                       |
| Скорость потока газа                           | м/с                      | 0 – 40                    | ±5                                 |
| Температура газа                               | °C                       | 0 – 200                   | ±3                                 |
| Пыль                                           | мг/м <sup>3</sup>        | 0 – 3000                  | ±2                                 |

Ключевые слова: система, газ, теплоэлектростанция, характеристики.

УДК 543.27.08

## ИЗМЕРЕНИЕ РАСХОДА ГАЗА В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ГАЗОВ НА ТРИПОЛЬСКОЙ ТЭС

*Гейко О.Н., Мазан Е.Г., Максименко Ю.Н., Холод В.П., АО "Укрналит", г. Киев,  
Украина*

Контроль выбросов вредных газов предусматривает не только измерение концентрации вредных газов в газоходах ТЭС, но и измерение, регистрацию их количества, т.е. мощности выбросов. Для этого необходимо знание расхода газа, а при известном сечении газохода - скорости потока газа.

При скорости потока газа более 4 м/с наблюдается изменение величины скорости по сечению газохода даже при ламинарном потоке. На практике приходится пользоваться рядом допущений и ограничений при расчете расхода с учетом реальных конструктивных особенностей газоходов и измерителей скорости.

На Трипольской ТЭС все газоходы выполнены в виде футированных снаружи стальных труб внутренним диаметром 4 м. Выбранные точки установки измерителей скорости удовлетворяют минимальным требованиям к ламинарности потока до и после их установки в соответствии с ГОСТ 17.2.4.06-90. В связи с этим расход газа  $Q$  через сечение газохода рассчитывается по формуле:  $Q = \sum_{i=1}^N V_i S_i$ , где  $V_i$  - средняя скорость в  $i$ -той кольцевой зоне сечения;  $S_i$  - площадь  $i$ -той кольцевой зоны сечения;  $N$  - количество зон (для газохода диаметром 4м  $N=16$ ).

Если величины площадей зон сечения  $S_i$  будут выбраны равновеликими, то расход можно вычислить по формуле  $Q = S \cdot V$ , где  $S$  - площадь сечения газохода, а  $V$  - средняя скорость по сечению газохода:  $V = 1/16 \sum V_i$ .

Величина скорости  $V_i$  измерялась по методике ГОСТ 17.2.4.06-90 с помощью аттестованной напорной трубки. Для приведения к нормальным условиям измерения (температура 20 °С, давление 101,3 кПа) непрерывно измеряется температура газового потока и вводится поправка в формулу для расчета скорости:  $V_i = \sqrt{2P_d / \rho}$ .

Здесь:

$P_d$  - динамическое давление газа, равное  $P_d = p \cdot k$ , где  $p$  - показания микроманометра ММН-2400 в Па;  $k$  - коэффициент напорной трубки, определенный при ее аттестации;

$\rho$  - плотность газа при рабочих условиях в кг/м<sup>3</sup>, вычисляемая как

$\rho = 2,892 \rho_N (P_a + P_{ст}) / (273 + t)$ , где  $P_a$  - атмосферное давление в кПа;  $P_{ст}$  - статическое давление газа в кПа;  $t$  - температура газа в °С;  $\rho_N$  - плотность газа при нормальных условиях измерения, равная  $\rho_N = 0,01 \sum m_i \Omega_i / 24,05$ , где  $m_i$  -

значение молекулярной массы  $i$ -того компонента газовой смеси;  $\Omega_i$  - объемная доля  $i$ -го компонента в %; 24,05 – молярный объем в м<sup>3</sup>/кмоль при нормальных условиях измерения.

Ключевые слова: система, газ, теплоэлектростанция, скорость, расход.

УДК 621.3.078

## МЕТОДИКА ИНЖЕНЕРНОГО РАСЧЕТА ДАТЧИКА ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРИЧЕСКОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

*Кондратьев Е. Г., Васильева Н. Л., Позен Н. Л., АО “Укрналит”, г. Киев, Украина*

В настоящее время отсутствует методика инженерного расчета (ИР) датчиков термокондуктометрических газоанализаторов (ДТКГ), которая с достаточной для практического применения достоверностью, обеспечивает априорное определение их основных характеристик.

Методически правильный подход к разработке ДТКГ, достоверная оценка их возможностей будут способствовать повышению технического уровня, расширению области их применения.

В докладе последовательно изложены следующие аспекты рассматриваемой проблемы:

1 Условия, обеспечивающие возможность выполнения ИР, к которым отнесены: наличие технического задания на разработку термокондуктометрического газоанализатора (ТКГ); определенная сумма знаний основ теплопередачи за счет теплопроводности газов, принципа действия и конструкции современных ДТКГ; наличие теоретической базы, описывающей процесс преобразования входной неэлектрической величины в выходной электрический сигнал; знание требований ГОСТ 13320-81 «Газоанализаторы промышленные автоматические» «Общие технические условия» и др.

2 В краткой форме изложены требования к ТЗ, общие сведения о принципе действия и конструкции ДТКГ, дан справочный материал.

3 Детально рассмотрено и обосновано математическое обеспечение ИР и даны конкретные рекомендации по расчету:

- зависимости приращения входного информативного параметра анализируемой газовой смеси от приращения объемной доли контролируемого компонента;
- рациональных значений тока, температуры и сопротивления чувствительных элементов ДТКГ;
- зависимости выходного сигнала ДТКГ от объемной доли измеряемого (контролируемого) газа;
- значений основной и дополнительной погрешностей.

4 Предложена целесообразная последовательность выполнения ИР и приведены примеры её использования при расчете ДТКГ конкретного назначения.

Предлагаемая методика ИР ДТКГ может быть полезна разработчикам (проектировщикам) ТКГ, а также студентам факультетов приборостроения.

Ключевые слова: методика, инженерный расчет, датчик термокондуктометрический.

УДК 621.3.078

## **МЕТОДИКА ЗБЕРЕЖЕННЯ ОВОЧІВ І ФРУКТІВ У РЕГУЛЬОВАНОМУ ГАЗОВОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

*Позен М.Л., Васильєва Н.Л., Кондратьєв Є.Г., АТ “Украналіт”, м. Київ, Україна*

Вивчення умов зберігання овочів і фруктів в багатьох господарствах України та Росії свідчить про те, що за зимовий період на складах псується до 30% картоплі, до 25% моркви, до 60% яблук, що приносить значні збитки виробникам сільськогосподарської продукції. В той же час, із літературних джерел відомо, що зберігання овочів та фруктів в невеликих контейнерах або мішках (об'єм від 15 до 50 л) із поліетиленової плівки різко підвищує якість зберігання сільськогосподарської продукції.

З метою розроблення методики зберігання овочів та фруктів в осінньо-зимовий період із зниженням втрат сільськогосподарської продукції за рахунок регульованого газового складу повітря в приміщеннях, де зберігається така продукція, були проведені науково-дослідні роботи по вивченню залежності між складом повітря в контейнерах, в яких зберігають овочі та фрукти, та якістю продукції, яка зберігається.

Було розроблено методику зберігання овочів та фруктів в невеликих, герметичних пластмасових контейнерах. В кришки контейнерів вмонтовано трубки для подачі повітря, температура та вологість, якого контролюються за допомогою датчиків температури та вологості. Датчики вмонтовані в кришки контейнерів. Повітря до контейнерів подається від кондиціонерів, що дає змогу регулювати температуру повітря в контейнерах. Оскільки із літературних джерел також відомо, що підвищення кількості вуглекислого газу в контейнерах, де зберігається сільськогосподарська продукція, пригнічує життєдіяльність грибків та мікробів, а овочі та фрукти в атмосфері з підвищеною кількістю вуглекислого газу уповільнюють процеси життєдіяльності, що також сприяє їх зберіганню, то була створена система регулювання вмісту вуглекислого газу в повітрі контейнерів. До трубок, по яких повітря надходить до контейнерів, вбудовані вводи від балонів з вуглекислим газом. Крім того, в кришки контейнерів вмонтовані датчики кисню, вуглекислого газу, аміаку, що дає змогу контролювати вміст цих газів в контейнерах.

Результати вимірів параметрів газового складу повітря в контейнерах дозволило створити оптимальні умови збереження овочів та фруктів в регульованому газовому середовищі. На основі проведених дослідів розроблені рекомендації по створенню складів, в яких овочі та фрукти будуть зберігатись

досить тривалий час без значних втрат.

Ключові слова: овочі, фрукти, вуглекислий газ, кисень, аміак.

УДК 621.3.078

## ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ХРАНИЛИЩ ОВОЩЕЙ И ФРУКТОВ С РЕГУЛИРУЕМОЙ СРЕДОЙ

*Кондратьев Е.Г., Васильева Н.Л., Позен Н.Л., АО “Укрналит”, г. Киев, Украина*

Эффективность хранения овощей и фруктов (ОФ) в искусственной газовой среде с пониженным содержанием кислорода и повышенным содержанием диоксида углерода известна давно. Однако до сих пор в специальной литературе отсутствует информация о принципах построения таких хранилищ.

В связи с этим в АО “Укрналит” в объеме выполнявшейся научно-исследовательской работы были проведены исследования общей концепции создания хранилищ ОФ с регулируемой газовой средой.

Исследовались следующие аспекты проблемы.

1. “Механизм дыхания” ОФ.
2. Оптимальное для сохранения ОФ соотношение объемных долей компонентов газовой среды хранилища ( $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ), дифференцировано для различных видов ОФ.
3. Целесообразный объем хранилища и доля газовой среды в нем.
4. Рациональные значения параметров состояния газовой среды хранилища (температуры, давления, влажности), дифференцировано для различных культур.
5. Критерии оптимальности состава и параметров состояния газовой среды хранилища, а также критерии ее неблагоприятного состояния, например, появления в ней продуктов порчи сохраняемых культур.
6. Целесообразная структура и функциональный состав системы контроля и поддержания рациональной газовой среды хранилища и параметров ее состояния.

На основе результатов выполненных исследований была разработана структура хранилища и принципиальная схема автоматической системы, обеспечивающей поддержание рациональных условий хранения ОФ.

В функциональный состав системы наряду с измерителями температуры, давления, влажности введены газоанализаторы кислорода, диоксида углерода, аммиака и сероводорода, как основные средства получения информации о текущем состоянии и составе газовой среды хранилища и последующей выдачи управляющих сигналов через компьютер на исполнительные устройства, обеспечивающие поддержание контролируемых параметров в заданных пределах (нагреватель, холодильник, вентилятор, сосуд с  $CO_2$  и др.).

В докладе представлена функциональная схема системы, изложены выводы по результатам исследования всех рассмотренных аспектов проблемы.



Ключевые слова: хранилище, система, газоанализатор, кислород.

УДК 534.068

## ОСОБЛИВОСТІ АНАЛІЗУ РІДИН ШЛЯХОМ ПЕРЕВЕДЕННЯ В ІНШИЙ АГРЕГАТНИЙ СТАН

*Овчаренко О.О., АТ «Украналіт», м. Київ, Україна*

Велика кількість фізико-хімічних процесів, що постійно протікають в оточуючому середовищі та особливості об'єктів оточуючого середовища (багатокомпонентність, багатофазність та змінний склад) ускладнюють аналіз складу речовин, за допомогою інструментальних засобів. Хімічний аналіз не завжди виправданий через складність та значну вартість. В більшості промислових процесів слід контролювати склад якогось компонента в псевдобінарній суміші, до того ж в реальному режимі часу. Отже однією із задач аналітичного приладобудування стає створення приладів, на основі нових методів аналізу, використання непрямих методів.

Одним із альтернативних методів аналізу багатокомпонентних середовищ, зокрема рідин, стає використання методу переведення речовини, що аналізується в інший агрегатний стан. Розробка приладів з використанням такого методу дозволить не лише спростити аналіз, але й значно здешевити його та розширити кількість вимірюваних компонентів.

Чотири фази речовини: газ, рідина, плазма та тверда речовина визначають широку номенклатуру технічних засобів аналізу.

Переведення рідини в парогазовий стан, стало визначальним моментом при дослідженні особливостей визначення токсичних компонентів (хлору, азоту, нафтопродуктів) у воді. Барботація, що застосовується при проведенні серії експериментів по вимірюванню токсичних компонентів в рідких середовищах застосовується для виділення із квазігомогенного рідкого середовища газових складових, шляхом інтенсифікації процесу масообміну. Барботація проводиться з метою отримання пароподібної фази, в котрій будуть знаходитися вимірювані компоненти.

Слід відмітити важливість впливу температурного режиму оточуючого і вимірюваного середовища на процес переводу компонентів, концентрація яких вимірюється із одного агрегатного стану (рідкого) в інший (пароподібний), тобто на процес пароутворення, а отже і на результати вимірювання.

Зрозуміло, що ні один метод не вирішить всі проблеми пов'язані з присутністю залишків (слідів) елементів, але зазвичай вибирають найбільш гнучкий метод. Так використовуючи в системі аналізу рідких середовищ ряд змінних сенсорів газового аналізу, типу термохімічних, напівпровідникових, електрохімічних, можна розширити спектр вирішуваних задач та покращувати селективність та чутливість.

Ключові слова: агрегатний стан, токсичні компоненти, паро-газова фаза, барботація.

УДК 536.243

## ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ В АНАЛІТИЧНІЙ ТЕХНІЦІ

*Гулей В.В., Медяновський Ю.М., АТ "Украналіт", м. Київ, Україна*

В приладах аналітичної техніки часто виникає потреба температурної стабілізації, або регулювання температури по визначеному закону різноманітних об'єктів: первинних перетворювачів, датчиків, каталітичних конвертерів, адсорбційних колонок та ін. При розробці конструкцій термостатів виникає необхідність в таких теплоізоляційних матеріалах, які б дали можливість зменшити габарити конструкції, мінімізувати споживання енергії, оптимізувати процес реалізації температурного режиму. Тому при розробці малогабаритних конструкцій термостатів для приладів аналітичної техніки постає задача пошуку нових сучасних теплоізоляційних матеріалів.

В роботі порівнювались конструкції термостатів каталітичного конвертера з температурою термостабілізації 300 °С. В якості теплоізолюючого матеріалу в першому термостаті використано прошивний базальтовий матеріал МБВП-5. В іншій конструкції застосовувалась комбінована ізоляція з того ж базальтового матеріалу в зоні високої температури та шару фольгованої ізоляції на базі полімерних пін по внутрішньому периметру корпусу термостата.

Досліджувались наступні матеріали: пінофол ламінований ППЛ; пінофол НПЄ (основа - запінений поліетилен методом газового запінення – "незшиті" піни); пінофол ППЄ (основа – запінений поліетилен методом хімічного запінення – "зшиті" піни); фолар(В) (фольга + склосітка + фольга); комбінація фолар + пінофол. В результаті був вибраний пінофол товщиною 5 мм з одностороннім фольгуванням ППЄ(А)-5, товщина фольги з алюмінію 14 мкм. Характеристики: коефіцієнт теплового відбивання 90 %; коефіцієнт оптичного відбивання 97 %; коефіцієнт теплопровідності основи при 20 °С не менше 0,035 Вт/м<sup>2</sup>·°С; теплостійкість (120 – 130) °С.

Застосування в конструкції пінофолу ППЄ(А) дозволило звузити загальний розмір ізоляційного шару з 60 до 40 мм, зменшити об'єм термостату в 1,5 рази, а також дало значний вииграш в потужності.

Результати проведених досліджень показали, що використання теплоізоляційних матеріалів, вироблених на основі полімерних пін, таких як пінопласт, пінополіуретан, пінополістирол, пінополіетилен, пінофол, які в основному використовуються для утеплення приміщень та технологічних агрегатів, можна успішно використовувати в конструкціях аналітичної техніки.

Ці матеріали при використанні в межах дозволених температур є екологічно чистими. Випускаються вітчизняними виробниками.

Унікальна здатність поєднувати тепло-, гідро-, звуко- та паро-ізоляційні властивості дає підстави передбачати більш широке застосування таких матеріалів в техніці.

Ключові слова: термостабілізація, теплоізоляція, полімерні піни, пінофол.

УДК 543.271.3

## **ЛИНЕАРИЗАЦИЯ В СОВРЕМЕННЫХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРАХ**

*Визнюк А.А., Примиский В.Ф., Чемерис И.В., АО «Укрналит», г. Киев, Украина*

В современных технологических процессах в нефтехимии, черной металлургии, энергетике невозможно обойтись без применения современных газоанализаторов автоматически контролирующих процессы переработки сырья с целью оптимизации процессов горения и экологического контроля отходящих дымовых газов. Высокая скорость и точность обработки в газоанализаторах практически невозможна без определенной совокупности аппаратно-программных средств.

Газоанализаторы, как правило, имеют нелинейные шкалы, т.е. их выходной сигнал являлся нелинейной функцией измеряемой концентрации. Это вызывало проблемы отображения информации, затрудняло переход к унифицированному выходному сигналу и ограничивало применение приборов в системах автоматического контроля и регулирования. Эта проблема успешно решается в современных газоанализаторах с помощью использования микропроцессорных устройств.

При предварительной и окончательной градуировке газоанализатор широко используется табличный метод, который подразумевает предварительное приготовление значительного количества поверочных газовых смесей (ПГС) для получения исходного массива табличных данных, что усложняет и удорожает прибор. Однако следует учесть, что для конкретного типа газоанализатора такой массив данных выполняется один раз при его разработке и используется потом многократно для данного типа газоанализатора.

Также возможно использование генераторов-разбавителей, когда исходная концентрация ПГС, фиксировано разбавляется сухим азотом для получения заданных ПГС меньших концентраций, чем исходная. То есть, при использовании генераторов-разбавителей необходима только одна исходная ПГС, что существенно снижает производственные расходы.

Помимо линеаризации сигнала, табличный метод дает возможность компенсации взаимного влияния различных газовых компонентов, поскольку имеется возможность в массиве данных запомнить значения неинформативных сигналов для каждого из измерительных каналов и затем учесть величины этих значений с соответствующим знаком (плюс или минус) при обработке измерений, что существенно уменьшает погрешность измерений. Реализация табличного метода для линеаризации выходного сигнала, возможна благодаря высокому быстродействию микропроцессорной системы входящей в состав газоанализатора.

Ключевые слова: газоанализатор, линеаризация, табличный метод, микропроцессорная система.

УДК 621.3.078

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР СЕРОВОДОРОДА**

## ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

*Девятко Г.А., Кучменко В.А., Лацис С.А., Сычёв Г.М., АО "Укрналит", г. Киев, Украина*

Для эпизодического или непрерывного контроля сероводорода в течение рабочей смены непосредственно в месте нахождения работающего применяются газоанализаторы индивидуального пользования.

Электрохимический газоанализатор сероводорода состоит из первичного электрохимического преобразователя (ПЭП), блока обработки информации (БОИ), включающего в себя узел звуковой и световой сигнализации, блока питания (БП) и узла цифровой индикации концентрации сероводорода.

В основу работы ПЭП положен принцип преобразования массовой концентрации сероводорода в электрический ток на основе электрохимического эффекта по методу электролиза постоянным током при сохранении определенного потенциала на поверхности чувствительного (рабочего) электрода. При этом в системе происходит реакция окисления, а ток, возникающий в результате электрохимического эффекта при воздействии сероводорода на чувствительный слой рабочего электрода, прямо пропорционален концентрации этого газа.

С помощью специального потенциостата, входящего в БОИ, на рабочем электроде ПЭП поддерживается на заданном уровне определенный потенциал относительно сравнительного электрода, который не зависит от изменений, происходящих на вспомогательном электроде. Схема БОИ обеспечивает обработку сигнала, поступающего от ПЭП, и формирование тревожной звуковой и световой сигнализации при превышении концентраций сероводорода 3 и 10 мг/м<sup>3</sup>.

Отбор анализируемого воздуха для подачи в ПЭП осуществляется диффузионным способом или принудительно с помощью насоса (ручного или электрического).

Для улучшения эксплуатационных характеристик газоанализатора необходимо проработать вопросы компенсации фоновых токов и перекрёстной чувствительности электрохимического ПЭП, а также снабдить прибор устройствами запоминания результатов измерений, расчёта среднесменных значений концентрации сероводорода и возможности подключения его к ПЭВМ.

В докладе представлены результаты разработки нового поколения портативных электрохимических газоанализаторов сероводорода индивидуального пользования, применяемых для охраны труда работающих.

Ключевые слова: газоанализатор, сероводород, концентрация, измерение, сигнализация, преобразователь, обработка.

УДК 535.853.3

## ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕРАТОРА ВОДОРОДА

## **В ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКОМ ПРИБОРОСТРОЕНИИ**

*Косонович Ф.Ю., Примиский В.Ф., Шаталов М.Г., Цуканова Л.А., АО "Украналит",  
г. Киев, Украина*

Несмотря на высокую энергоемкость электролизного процесса, основным методом получения водорода для использования в аналитических приборах является метод электролитического разложения воды.

В НИИ аналитического приборостроения разработан источник чистого водорода для применения в газоанализаторах и хроматографах в качестве газа – носителя, для питания пламенной горелки и для других целей, где необходим водород в сравнительно небольших количествах, но высокой степени чистоты.

Технические характеристики генератора водорода приведены в таблице

|                                           |           |                                            |       |
|-------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------|-------|
| Давление водорода, кг/см <sup>2</sup>     | 6,0       | Стабильность расхода, см <sup>3</sup> /мин | ± 0,5 |
| Расход, см <sup>3</sup> /мин              | 0 ... 100 | Масса, кг                                  | 8,4   |
| Чистота водорода не хуже, %               | 99,999    | Потребляемая мощность, ВА                  | 110   |
| Стабильность давления, кг/см <sup>2</sup> | ± 0,05    | Время работы без долива воды, ч.           | 240   |

Всей работой генератора управляет микропроцессорное устройство.

Режимы работы устанавливаются с клавиатуры на передней панели.

Во время работы на жидко-кристаллическом (ЖКИ) дисплее отображаются: режим работы; величина давления водорода; величина расхода.

С клавиатуры можно задать величины расхода, давления или температуру регенерации, а на ЖКИ-дисплее наблюдать, как генератор отрабатывает задание.

Кроме того, на ЖКИ-дисплей можно вызвать и прочитать информацию о режимах и состояниях контролируемых узлов и важных рабочих точек генератора, наличие воды, ресурсе фильтра-осушителя.

Применение данного генератора может повысить точность измерений газоаналитических приборов, т.к. используемый в нем электронный способ стабилизации давления и расхода водорода имеет более высокие показатели по стабильности, нежели применяемые в хроматографах и газоанализаторах механические стабилизаторы газов.

Эксплуатация генератора совершенно безопасна, т.к. в нем производится непрерывный контроль утечек водорода и при утечках выше допустимых, выработка водорода прекращается, а генератор отключается, не допуская создания взрывоопасной водородной смеси.

Технические решения, заложенные в данной разработке, защищены тремя патентами Украины.

Ключевые слова: генератор водорода, хроматограф, газоанализатор.

УДК 543.271.3

**ПАРАМЕТРИЧНІ І ГАЗОАНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ**

## ПРОМИСЛОВОГО МОНІТОРИНГУ

<sup>1)</sup>Баскова І. П., <sup>1)</sup>Приміський В. П., <sup>2)</sup>Безрук З. Д., <sup>1)</sup>АТ “Украналіт”, м. Київ, Україна;  
<sup>2)</sup>Державне управління екології та природних ресурсів, м. Київ, Україна

Димові гази, що виникають в ході протікання технологічних процесів мають відповідні закономірності їх утворення. Визначивши ці закономірності для кожного конкретного виробничого процесу, отримуємо можливість розрахувати викиди димових газів по поточним технологічним параметрам роботи промислового підприємства. Саме такі розрахункові параметричні екологічні системи моніторингу (ПЕСМ) функціонують на більшості підприємств України.

Основою роботи ПЕСМ є математичні моделі джерел викидів, які розраховують концентрації димових газів в залежності від параметрів технологічних процесів, що контролюється відповідними сенсорами технологічного процесу (тиск, витрати, температура). Для роботи ПЕСМ складається тепловий і матеріальний баланси, що лежать в основі функціонування виробничого циклу.

Законодавець в 2000 р. вніс відповідні зміни до основних природоохоронних законів “Про охорону навколишнього природного середовища” і “Про охорону атмосферного повітря”, в яких чітко оговорено, що рівні викидів визначаються по результатам виміру “фактичних викидів”. Таким чином, на заміну ПЕСМ приходить газоаналітична система екологічного моніторингу (ГСЕМ).

Застосування ГСЕМ тільки для екологічного моніторингу викидів димових газів приводить до додаткових фінансових витрат підприємств і погіршенню їх економічного стану. Тому актуальним є питання розробки і створення таких ГСЕМ, які мають розширені функціональні можливості, наприклад за рахунок створення дворівневої ієрархії функціонування. До рівня екологічного моніторингу додається рівень технологічного моніторингу димових газів, що виникають в ході технологічних процесів і відповідного керування цими процесами за результатами технологічного моніторингу. При цьому оптимізується технологічний процес, знижується споживання енергоносіїв, поліпшуються економічні показники підприємств.

За замовленням Держуправління екології в м. Києві АТ “Украналіт” розробив і впровадив в промислову експлуатацію для енергетичних об’єктів багатоканальні комплекси екологічного і технологічного моніторингу, оптимізації процесів горіння з застосуванням новітніх газоаналізаторів та систем комп’ютерної обробки інформації.

Ключові слова: газоаналітична система екологічного моніторингу, параметрична екологічна система моніторингу.

УДК 543.54

ФОНОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБОК

*Медяновский Ю.Н., АО “Укрналит”, г. Киев, Украина*

Метрологические характеристики газоанализаторов микроконцентраций углеводородов в значительной мере определяются чистотой внутренних узлов и соединительных линий. Даже в очень чистой системе на стенках проводящих трубок есть определенное количество углеводородов.

Пластмассовая трубка в отличие от металлической, всегда может «излучать» органические вещества. Отградуированный при определенной температуре газоанализатор это «излучение» вещества воспринимает как полезный сигнал. С ростом температуры этот сигнал резко возрастает.

При конструировании газоанализатора, предназначенного для измерения содержания углеводородов в диапазоне микроконцентраций (единицы ppm), выбор пластмассовых трубок должен быть осознанным.

Приведены результаты проверки фоновых характеристик трубок из фторопласта, полихлорвинила, полиэтилена, силиконовой резины и полиамида.

Отрезки трубки с внутренним диаметром  $4 \div 5$  мм и длиной 18 см помещались в водяной термостат, в котором поддерживалась температура с погрешностью  $\pm 1$  °С.

Температура изменялась в диапазоне от 17 °С до  $50 \div 60$  °С. Изменение концентрации прокачиваемого чистого воздуха измерялось газоанализатором 623 ИН 02. Измеренные значения концентрации в диапазоне температур позволяют судить об углеводородном фоне, излучаемом трубками. Результаты измерений сведены в таблицу.

В результате испытаний реабилитирована трубка из полихлорвинила, излучение углеводородного фона из которой при изменении температуры от 17 до 67 °С практически не изменилось (порядка 1 ppm). Фторопластовая трубка, даже тщательно промытая, может быть применена только после предварительного прогрева. Трубки из силиконовой резины и полиамида могут применяться без термической подготовки.

Влияние сорбционно-десорбционных процессов, происходящих внутри трубок, на метрологические характеристики газоанализаторов низких концентраций углеводородов также требует отдельных определений.

Ключевые слова: углеводороды, фторопласт, полихлорвинил, полиэтилен, силиконовая резина, полиамид.

УДК 543.271

#### **ПОРТАТИВНЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР НА ВРЕДНЫЕ ПРИМЕСИ**

*Еременко С.И., Сацюк П.А., АО «Укрналит», г. Киев, Украина*

Для санитарного контроля воздушной среды в большинстве случаев используют метод просасывания анализируемого воздуха через индикаторные трубки ИТ при помощи специальных воздухозаборных устройств ВЗУ.

ВЗУ должны обеспечивать отбор пробы с небольшой погрешностью, быть герметичными, простыми в эксплуатации, портативными. Время просасывания

воздуха через ИТ с помощью ВЗУ должно быть четко определено.

В настоящее время с ИТ используются ВЗУ самых разнообразных конструкций с различными техническими характеристиками.

В Украинском НИИ аналитического приборостроения (АО «Украналит») разработан и серийно выпускается на Киевском заводе аналитических приборов (КЗАП) корабельный газоанализатор переносной на вредные примеси КГП-ВП, который совместно с индикаторными трубками типа ИТМ позволяет определять концентрации вредных примесей в воздухе обитаемых помещений.

В ВЗУ КГП-ВП предусмотрена работа в 2-х режимах: циклическом и непрерывном.

Принцип действия в циклическом режиме заключается в периодическом создании при помощи микрокомпрессора заданного разрежения в жесткой мерной емкости заданного объема с последующим подключением к ней при помощи клапана ИТ. Через ИТ происходит просос анализируемого воздуха, и разрежение в мерной емкости уменьшается. При достижении в ней нового заданного значения разрежения клапан отключает ИТ и подключает микрокомпрессор. Процесс повторяется автоматически по заданному оператором числу прокачек.

В циклическом режиме просасывание воздуха возможно по одному или одновременно по двум автономным каналам объемов, кратных  $0,28 \times 10^{-3} \text{ м}^3$ .

В непрерывном режиме просос воздуха через ИТ осуществляется с расходом 2 л/мин при непосредственном подключении ее к тому же микрокомпрессору. Отключение прибора производится оператором вручную через заданное время после включения непрерывного режима.

Погрешность дозирования объемов при работе в циклическом режиме составляет  $\pm 4\%$ .

Питание ВЗУ КГП-ВП осуществляется от аккумуляторного блока напряжением 24 В или от сети переменного тока напряжением 220 В.

Для контроля процесса просасывания и исправности узлов в ВЗУ КГП-ВП предусмотрена световая сигнализация.

Ключевые слова: индикаторные трубки, воздухозаборные устройства, микрокомпрессор.

УДК 535.853.3

### ОПТИЧЕСКИЙ СИГНАЛИЗАТОР ЗАДЫМЛЕННОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ С КОМПЕНСАЦИЕЙ НЕИНФОРМАТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА

*Дашковский А.А., Дремлюга В.Я. Еременко С.И., Скицунов С.В., АО Украналит, г. Киев,  
Украина*

В АО «Украналит» разработан сигнализатор задымленности и температуры, который по техническим характеристикам не уступает лучшим зарубежным аналогам, но при более низкой стоимости.



Выбранный принцип действия сигнализатора (СД) – оптический ближнего инфракрасного (ИК) диапазона, комбинированного типа (поглощение и рассеивание ИК-излучения).

Работа СД основана на противофазном управлении опорным и рабочим излучателями с последующим усилением переменной составляющей выходного напряжения общего фотодиода и ее синхронного детектирования.

Сформированное таким образом постоянное напряжение описывается выражением:

$$U_{\text{ВЫХ}} = U_0 A C \left( n_1 + \frac{n_2}{1 + n_2 C} \right)$$

где  $U_0$  – опорное напряжение синхронного детектора;  $A$  – коэффициент преобразования всего тракта;  $n_1$  – коэффициент отражения частичками дыма;  $n_2$  – коэффициент поглощения частичками дыма;  $C$  – концентрация частичек дыма.

Для регистрации порогового значения температуры во входную цепь нуля-органа включен терморезистор с малым значением постоянной времени. Выходное напряжение этого нуля-органа суммируется с напряжением  $U_{\text{ВЫХ}}$  и подается на выходной токовый преобразователь.

В электрическую схему СД введен узел компенсации изменения выходного напряжения, вызванного возможным загрязнением оптических поверхностей сигнализатора. Он срабатывает каждый раз при включении СД и производит сравнение сигналов.

Основные технические характеристики СД:

1. Диапазон задымленности – 0 - 30%
2. Порог срабатывания по задымленности – 10%
3. Абсолютная погрешность срабатывания –  $\pm 3\%$
4. Порог срабатывания по температуре – 100°C
5. Время срабатывания – не более 10 с
6. Температуры окружающей среды – минус 35°C – 70°C, кратковременно – до 200°C.

Ключевые слова: сигнализатор задымленности, поглощение рассеивание, противофазное управление, синхронное детектирование.

УДК 543.27.08

#### **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА ДОСТОВІРНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ПРИЛАДАМИ ГАЗОВОГО АНАЛІЗУ У СКЛАДІ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПОСТА МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**

*Ахмедзянов І.Ш., Грабар В.Я., Курінний В.К., Мазира Л.Д., Мошковська Л.Т.,  
АТ “Украналіт”, м. Київ, Україна*

Безперебійна робота автоматизованого поста моніторингу атмосфери, особливо складних автоматичних газоаналізаторів у безперервному режимі

завжди була в центрі уваги розробників. В посту “Атмосфера-10” застосовано принципово нову систему вимірювання метеопараметрів, за своїми показниками аналогічну російській М49, але без механічних рухомих елементів, економічнішу в десятки разів, що дозволило забезпечити її безперебійну роботу в умовах тимчасових відмикань енергопостачання. Застосування терморегуляторів для системи відбору проби та стабілізації температури повітря в приміщенні (також охолодження при високій навколишній температурі) значно знижує додаткову похибку вимірювання концентрацій газів-забруднювачів NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, а також будь-яких інших, проби повітря з якими відбираються в умовах поста.

Автоматичні газоаналізатори нового покоління, а також вимірювач метеопараметрів, оснащені інтерфейсними пристроями передачі даних до ПК, роль якого в посту виконує багатопортовий контролер типу I-7527. Контролер реалізує протоколи передачі параметрів до ПК споживача інформації телефонним каналом за допомогою модема. Енергонезалежна флеш-пам'ять дозволяє зберігати інформацію в контролері тривалий час. Економічний контролер також оснащено пристроєм безперебійного живлення. Передбачено застосування аналогічного пристрою для живлення усіх газоаналізаторів, не менше ніж на 30 хвилин відсутності енергопостачання.

Програма для контролера розроблена з урахуванням максимально доступного досвіду моніторингу атмосфери в реальних умовах. Споживач інформації в результаті має отримати максимум зручностей і мінімум затрат часу і коштів.

В разі необхідності (відсутність телефонного зв'язку, неможливість роботи центру, тощо) інформація з автоматичних газоаналізаторів та за попередній період може бути відібрана оператором під час відвідання поста. Якщо відбирати інформацію безперервно телефонним каналом, то вартість такої передачі буде досить високою в умовах міста, отже видається доцільним використовувати передавання пакетів інформації періодично за запитом з центру.

Ключові слова: газоаналізатор, пост моніторингу атмосфери, контролер, метеопараметри.

УДК 543.27.08

## **АВТОМАТИЧНИЙ СТАЦІОНАРНИЙ ПОСТ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ЗАБРУДНЕННЯМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**

*Грабар В.Я., Курінний В.К., Мазира Л.Д., Міхеєва І.Л., Можаровський В.Г.,  
Мошковська Л.Т., Ніколаєв І.М., АТ “Украналіт”, м. Київ, Україна*

Моніторинг атмосферного повітря проводиться з метою збору, збереження та аналізу інформації про рівень забруднення повітря, оцінки та прогнозування його змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі охорони атмосферного повітря.

На сьогодні спостереження за забрудненням повітря в Україні проводять в стаціонарних постах, обладнаних приладами для відбору проб повітря, хімічний аналіз яких проводять в лабораторіях згідно РД 52.04.186-89. Лише для вимірювання вмісту оксиду вуглецю використовується автоматичний прилад із самописцем (виробництво Росії). В Києві система спостережень має 16 постів у різних районах міста.

В рамках Державної програми “СЕМ Україна” (Система екологічного моніторингу України) в АТ “Украналіт” в 1994 р. була розроблена стаціонарна автоматична станція САС “Воздух-1” і було поставлено замовникам в різні райони України декілька таких станцій, укомплектованих автоматичними газоаналізаторами, розробленими в 1992-93 роках.

В останні роки в АТ “Украналіт” розроблена нова конструкція павільйону та створений автоматичний стаціонарний пост спостереження за станом атмосферного повітря “Атмосфера-10”. Пост оснащений сучасними власної розробки автоматичними газоаналізаторами на загальнопоширені забруднюючі речовини (оксиди азоту, діоксид сірки, оксид вуглецю).

Пост “Атмосфера-10” здійснює автоматичний прийом вимірювальної інформації від газоаналізаторів і вимірювачів метеопараметрів (температури, вологості, тиску та швидкості і напрямку вітру), передачу даних по стандартних телефонних лініях зв'язку через модеми до центрального персонального комп'ютера(ПК) споживача по запиту з ПК.

Пост забезпечує автоматичне безперервне спостереження за станом приземної атмосфери, накопичення одержаної інформації в енергонезалежній пам'яті і збереження її на протязі кількох місяців.

Пост має резервні канали, що дозволяють розширити перелік забруднюючих речовин, які можуть вимірюватись в автоматичному режимі (наприклад, сума вуглеводів, озон та інші).

Пост забезпечує також ручний відбір проб повітря для визначення за стандартними методикам масових концентрацій пилю, бенз(а)пирену, свинцю, формальдегіду.

В доповіді наведені технічні характеристики обладнання та приладів, проектні рішення щодо конструкції та забезпечення умов експлуатації.

Ключові слова: атмосферне повітря, пост, забруднення, моніторинг, автоматичні газоаналізатори, забруднюючі речовини.

УДК 381.3

## **ВІРТУАЛЬНІ МЕТОДИ ПРОЕКТУВАННЯ БІОСЕНСОРНИХ ПРИЛАДІВ**

*Галелюка І.Б., Палагін О.В., Романов В.О., Інститут Кібернетики НАН України, м. Київ, Україна*

В теперішній час існує багато ефектів в медицині, біології, біохімії, на основі яких легко можуть бути створені портативні прилади (з використанням

сучасної мікроелектронної елементної бази, систем-на-кристалі, мініатюрних засобів відображення інформації тощо), які орієнтовані на широке використання: глюкометри, гемоглобінометри, прилади для експрес-аналізу продуктів харчування, рідин, параметрів оточуючого середовища тощо.

Натурне проектування таких приладів вимагає великих затрат часу, матеріальних і людських ресурсів. Розвиток інформаційних технологій дозволив використання методів віртуального проектування, які на даний час розроблені в загальному виді. Але для вирішення конкретних задач, наприклад, проектування біосенсорних приладів необхідно розвивати певні методи віртуального проектування.

Нами розроблена концепція віртуальної лабораторії автоматизованого проектування, яка організована в Інституті Кібернетики НАН України, для проектування портативних комп'ютерних пристроїв і систем для біосенсорних досліджень. За основу прийнята розроблена нами онтологія предметної області.

Віртуальну лабораторію доцільно використовувати на етапі технічного завдання або пілот-проекту, оскільки достатньо швидко можна оцінити можливість реалізації проекту, певні характеристики і, як результат, очікуваний ефект від практичної реалізації. На етапі проектування віртуальна лабораторія дозволяє зменшити як терміни, так і вартість розробки.

Процес проектування пристроїв складається з наступних етапів:

- 1) Формування вимог до параметрів пристрою;
- 2) Вибір моделі досліджуваного об'єкта з бібліотеки або створення нової моделі (якщо вона відсутня) і перевірка її достовірності за допомогою наборів еталонних даних, аналітичних формул тощо;
- 3) Схемотехнічне проектування пристрою;
- 4) Оцінка функціонування спроектованого пристрою і коректності його роботи;
- 5) Попередній розрахунок параметрів спроектованого пристрою;
- 6) Проектування друкованої плати і дизайн корпусу;
- 7) Проведення (віртуальних) експериментальних досліджень, тестів;
- 8) Виготовлення тестової плати для натурної перевірки спроектованого пристрою;
- 9) Створення конструкторської документації на спроектований пристрій.

В доповіді на прикладі розробки приладу "Флоратест" показано переваги віртуального методу проектування.

Ключові слова: віртуальне проектування, віртуальна лабораторія, біосенсорні прилади.

УДК 543.43.001

#### **НЕФЕЛОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗАТОР ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ З ПОКРАЩЕНИМИ ТЕХНІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

*Миндюк Я.Л., Національний технічний університет України “Київський політехнічний*

Розвиток сучасних технологій багатьох галузей промисловості вимагає експресного аналізу гранулометричного складу порошкових матеріалів. Одним із найефективніших сучасних засобів, що використовуються при проведенні такого аналізу, є нефелометричний аналізатор гранулометричного складу порошкових матеріалів (НАГСПМ).

Основним недоліком відомих НАГСПМ є необхідність витратити багато часу на визначення гранулометричного складу частинок, що обумовлено недосконалістю системи обробки інформації (СОІ) про інтенсивність розсіяного випромінювання на частинках, що аналізуються, а відповідно не забезпечується експресність аналізу.

В НАГСПМ, що розглядається, освітлювальна система направляє на кювету з частинками середовища широкий монохроматичний колімований потік випромінювання, який розсіюється на частинках середовища, що аналізується. Розсіяння на частинках випромінювання реєструється за допомогою оптичної системи і спеціального фотоелектричного перетворювача, світлочутлива площадка якого знаходиться в фокальній площині оптичної системи. Світлочутлива площадка, яка містить багато (наприклад, 16) зон, котрі виконано за умовами [1], сприймає розсіяння в широкому діапазоні кутів випромінювання і видає інформацію зі всіх зон в СОІ в реальному масштабі часу. В СОІ здійснюється обробка сигналів зі всіх зон, при цьому використовується інформація про структурочутливу функцію інтенсивності світлорозсіювання, визначається модальний розмір і відносну півширину функції розподілу частинок за розмірами, використовуючи формули [1].

При подальших покращаннях технічних характеристик НАГСПМ особливу увагу слід приділяти удосконаленню фотоелектричного перетворювача.

Ключові слова: нефелометричний аналізатор, інтенсивність світлорозсіювання, гранулометричний склад, фотоелектричний перетворювач, структурочутлива функція.

#### **Література**

1. Миндюк Я.Л. Нефелометричний аналізатор гранулометричного складу порошкових матеріалів. // Збірка наукових праць III науково-технічної конференції ПРИЛАДОБУДУВАННЯ 2004: стан і перспективи, 20-21 квітня 2004р., Київ, ПБФ НТУУ “КПІ”. - 2004. - с. 135-136.

УДК 621.785.539

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ТОНКОПЛІВКОВОГО ПЕРВИННОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВОДНЮ В ПОВІТРІ**

*Панькевич Н.В., Ткаченко Г.А., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

В останні роки все більш широке застосування знаходять тонкоплівкові

вимірювальні перетворювачі, принцип дії яких заснований на зміні фізико-хімічних параметрів тонкої плівки при впливі вимірюваного газу. До основних переваг тонкоплівкових сенсорів відносять можливість масового виготовлення з мінімальним розкидом параметрів при якісному напиленні шарів, вибір оптимальних режимів напилення, рівномірність шару, що напилюється по товщині всієї поверхні підкладки і мінімальне число операцій.

В даний час практично освоєна групова технологія виготовлення тонкоплівкових напівпровідникових і твердоелектролітних сенсорів. Вихідною вимірюваною величиною для напівпровідникових сенсорів найчастіше є зміна електричного опору матеріалу чутливого елемента при селективній адсорбції на ньому вимірюваного газу. У твердоелектролітних сенсорах в залежності від методу вимірювання вихідною величиною є електрорушійна сила, що виникає на електродах, або сила струму при взаємодії з вимірюваним газом матеріалу чутливого елемента, що має провідність по іонах цього газу.

Були розглянуті методи вимірювання товщини тонких плівок, їх переваги та недоліки та зроблено аналіз, на підставі якого були вибрані методи дослідження конкретних матеріалів.

Для чутливого елемента напівпровідникового перетворювача водню використовувалась плівка  $\text{WO}_3 + \text{Pt}$ , яка нечутлива до вуглеводнів. Робоча температура  $513 \div 553 \text{ K}$ , час перехідного процесу  $5 \div 10 \text{ хв}$ . Товщину плівки вимірювали за допомогою інтерферометричного методу.

Ключові слова: газоаналітичні прилади, тонкоплівкові перетворювачі, тонкі плівки.

УДК 543.27

## ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ АНАЛІЗУ ВМІСТУ ПАРІВ ВИСОКООКТАНОВИХ РЕЧОВИН В ПОВІТРІ

*Трасковський В.В., Сахневич С.С., Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Для аналізу концентрацій парів високооктанових речовин в повітрі, зокрема бензинових парів, застосовується термохімічний метод. Чутливий елемент – каталітично активна платинова нитка, з плином часу зазнає зниження активності, що призводить до зниження чутливості вимірювань. Зниження активності чутливого елемента залежить від робочої температури цього чутливого елемента та від часу його роботи.

В роботі запропонована методика кількісного визначення зниження активності чутливого елемента. Вибирається п'ять ідентичних чутливих елементів та при різних температурах піддаються впливу газових середовищ з різними концентраціями визначуваного компонента на різний час. Після такого впливу ці чутливі елементи розміщуються в середовищі з відомою концентрацією визначуваного компонента при одній і тій же температурі і на однаковий час. При цьому вони вмикаються у відповідну вимірювальну схему.

За одержаними результатами вимірювань визначаються апроксимовані залежності від робочої температури чутливого елементу та часу його роботи.

За одержаними залежностями пропонується конструктивно ввести у вимірювальну схему термохімічного аналізатору блок електронної корекції.

Запропонована схема дозволить позбавитися впливу процесу зниження активності чутливого елементу на результати вимірювань термохімічним аналізатором.

Ключові слова: термохімічний аналізатор, високооктанові речовини, електронна корекція.

УДК 628.543

## СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ СТОКІВ

*Трасковський В.В., Теплюк М.В., Національний технічний університет  
України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Очищення всезростаючих об'ємів промислових стоків є обов'язковою складовою сучасного промислового виробництва.

В даній роботі запропонована конструкція системи очищення промислових стоків від хімічних сполук.

Система складається з аеротенку-змішувача, вторинного горизонтального відстійника, а також допоміжного обладнання.

Конструктивно в аеротенку-змішувачі встановлена перфорована труба, через яку подається вода з активним мулом. Така конструкція забезпечує визначену концентрацію активного мулу (2 г/л), що дозволяє подавати стічну воду для очищення без попереднього розбавлення. Це суттєво (до 30%) підвищує якість очищення.

Застосування вторинного горизонтального відстійника дає змогу використовувати активний мул, який осів на дно, повторно, що підвищує економічну ефективність системи.

Запропонована система дозволяє очистити промислові стоки від висококонцентрованих і токсичних речовин.

Ключові слова: очищення, промислові стоки, аеротенк-змішувач, вторинний горизонтальний відстійник, перфорована труба, активний мул.

УДК 628.1

## ФЛОТАЦІЙНА СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ ВОДИ

*Трасковський В.В., Чернушкіна Т.О., Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Очищення води від забруднювачів є однією з найбільш актуальних проблем сьогодення.

В даній роботі запропоновано конструктивне вдосконалення флотаційної

системи з метою підвищення ефективності очищення води від нафтопродуктів.

Система працює по методу механічного диспергування повітря турбіною насосного типу.

Конструктивно запропоновано видалити трубу для подачі повітря, а в центральному валі зроблено отвір, який виконує цю функцію. Додатково встановлено напівпроникну мембрану, яка забезпечує утворення пухирців повітря визначеного розміру, в межах від 10 до 30 мкм, що в свою чергу дає можливість утворювати крайовий кут більше 90 градусів.

Саме такий кут забезпечує найбільш ймовірне злипання повітряних пухирців з твердою частинкою, що в свою чергу підвищує ефективність очищення.

Запропоновані конструктивні вдосконалення дозволяють підвищити ефективність очищення на 15% в порівнянні з існуючими аналогами, а також покращити економічні показники.

Ключові слова: вода, флотація, емульсія, гідрофобність, повітряний пухрець.

УДК 621.785.539

#### ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО ТОНКОПЛІВКОВОГО ПЕРВИННОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ДЛЯ КОНТРОЛЮ ГАЗІВ В ШАХТАХ

*Панькевич Н.В., Крюков Є.В., Національний технічний університет України  
"Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна*

Останнім часом велика увага приділяється розробці електрохімічних мікроелектронних сенсорів. Ці сенсори характеризуються високою стабільністю і гарною відтворюваністю. З'явилася можливість використання цих сенсорів для визначення складу і наявності газів при високих температурах. Сенсори, що засновані на тонкоплівковій технології, мають наступні основні переваги: простоту конструкції, низьку споживану потужність, малі габарити і масу, високу відтворюваність властивостей і точність виготовлення елементів, можливість застосування мікроелектронної технології виготовлення.

Інтенсивно ведуться дослідження підвищення функціональної насиченості сенсорів, тобто можливості формування на одному кристалі декількох сенсорів, що вимірюють одночасно кілька різних параметрів.

Інтеграція чутливих елементів й інтегральних схем на одному кристалі дозволить створювати безліч незвичайних систем вимірювання та контролю. Крім того, передбачається створити сімейство мікропроцесорів з інтегральними сенсорами для виміру різних параметрів, що періодично змінюються, а також можливість реалізації повної інтегральної системи на одному кристалі.

Були розглянуті методи вимірювання товщини тонких плівок, їх переваги та недоліки та зроблено аналіз, на підставі якого були вибрані методи дослідження конкретних матеріалів. Для чутливого елемента твердоелектролітного



перетворювача використовувалась плівка: 90%  $ZrO_2$  + 10 %  $Y_2O_3$ . Така плівка має властивість при різній температурі реагувати на декілька газів, завдяки цьому можемо вимірювати кисень та двоокис вуглецю однаковими чутливими елементами. Товщину плівки вимірювали за допомогою інтерферометричного методу.

Ключові слова: газоаналітичні прилади, тонкоплівкові перетворювачі, тонкі плівки.

УДК 628.1

## СИСТЕМИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

*Трасковський В.В., Тараборкін Л.А., Міщенко Н.Г., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

За відсутності централізованого водопостачання, як-от: у сільській місцевості, у відокремлених будинках котеджного типу в рекреативній зоні, – важливого значення набуває проблема забезпечення одноквартирних будинків питною водою. Склад і вартість систем індивідуального водопостачання для таких будинків можуть варіюватись у широкому діапазоні залежно від потрібної продуктивності, характеристик очищуваної води, місця її видобування тощо.

Запропоновано модульну систему індивідуального водозабезпечення, складену з блоку подавання води зі свердловини належної глибини до будинку, блоку очищувальних фільтрів і підсистеми відведенні води для побутових потреб.

Проведений аналіз опублікованих даних щодо питань якості питної води приводить до висновку, що на сьогоднішній день не існує єдиного універсального фільтра, який би однаково добре очищав питну воду від усіх можливих домішок і забруднювачів фізичного, хімічного та біологічного походження так, щоб її кондиції після процесу фільтрування задовольняли європейським вимогам якості. Тому в проекті запропонованої системи передбачено можливість варіювання набору фільтрів блоку очищувальних фільтрів залежно від наявності тих або інших забруднювачів у воді.

Значно полегшити, унаочнити та пришвидшити процес проектування конкретної системи індивідуального водозабезпечення покликана спеціально розроблена інформаційно-пошукова система (ІПС), реалізована засобами системи управління базами даних *Microsoft Access*. Зазначена ІПС має в основі базу даних реляційного типу, ядром якої є дві зведені таблиці, що містять якнайширші відомості про характеристики води та фільтрів відповідно. База даних є відкритою для доповнення в разі появи додаткової інформації про існуючі фільтри або про нові розробки. Крім описаної бази даних, ІПС містить також розрахунковий блок, призначений для автоматизації обчислень у процесі вибору адекватної системи індивідуального водозабезпечення. Загалом ІПС завдяки наявності дружнього інтерфейсу придатна до використання як

професійним розробником систем водопостачання, так і замовником (споживачем).

Запропоновані система індивідуального водопостачання та засоби автоматизації її проектування дозволяють забезпечити належну якість води, подаваної зі свердловини до будинків котеджного типу.

Ключові слова: фільтр, вода, система водозабезпечення.

УДК 532.13

## **АВТОНОМНА СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД**

*Трасковський В.В., Копаниця Н.М., Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Дана робота присвячена проблемі очищення стічних вод на автономних станціях.

На основі проведеного огляду методів очистки нафтовмістних стічних вод була запропонована автономна система для очистки стічних вод, яка складається з відстійника, сепаратора нафтопродуктів, флотаційної машини та коалесцентного фільтра. Очищення стічної води відбувається наступним чином: в відстійнику відбувається очищення стічної води від грубих домішок; в сепараторі і флотаційній машині – від нафти та нафтопродуктів. Тонкоемульгованні нафтопродукти уловлюються коалесцентним фільтром. Очищена вода виводиться в резервуар чистої води.

Завдяки удосконаленню відстійника було досягнуто ряд переваг, а саме: зменшення кількості відстійників з двох-трьох до одного, в порівнянні з аналогічними системами, зменшення маси та габаритів системи. Завдяки наявності коалесцентного фільтра з води видаляються нафта і нафтопродукти без використання додаткових фільтрів для доочистки, що значно спрощує систему. При цьому, значно збільшується швидкість фільтрації та підвищується продуктивність.

Обробка води проходить в закритому приміщенні – це забезпечує необхідну якість очищення води.

Ключові слова: нафтопродукти, сепаратор, флотаційна машина, тонкоемульговані речовини, коалесцентний фільтр.

УДК 628.1

## **БЛОК ОЧИСТКИ ПИТНОЇ ВОДИ ВІД БІОЛОГІЧНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ**

*Трасковський В.В., Артем'єва Г.О., Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Однією з важливих проблем екології є комплексне та раціональне використання водних ресурсів, в тому числі, і забезпечення населення питною водою, що відповідає санітарним вимогам щодо якості.

Заключним етапом підготовки води для питного водопостачання є її очистка від біологічних забруднювачів.

На основі проведеного аналізу існуючих методів був запропонований очищувальний блок, робота якого базується на електрообробці води іонами срібла з подальшою доочисткою через фільтр з плаваючою загрузкою. Такий вибір обґрунтований високою післядією срібла на майже всі форми бактерій, спор та вірусів, зберіганням обробленою таким чином водою органолептичних властивостей протягом декількох тижнів, та безпечністю срібла в дозах, що застосовуються для знезараження.

Основними конструктивними елементами фільтру є двошарова плаваюча загрузка з різними діаметрами гранул та дренажні керамічні ковпачки, які обсіпані загрузкою. В якості фільтруючої загрузки обрані вспінені подрібнені гранули пінополістиролу.

Таким чином, запропонована конструкція блоку забезпечує необхідну якість очищення питної води при зменшенні часу на регенерацію загрузки та енерговитрат на подання води до фільтру. При цьому збільшений об'єм затриманих частинок при незмінних габаритах фільтру.

Ключові слова: вода питна, біологічні забруднювачі, іони срібла, фільтр, плаваюча загрузка, пінополістирол.

УДК 534.4

## **ВДОСКОНАЛЕННЯ СХЕМИ ФОТОПРИЙМАЛЬНОГО КАНАЛУ ГАЗОАНАЛІЗАТОРУ МЕТАНУ**

*Трасковський В.В, Варочкіна Н.В., Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Робота присвячена підвищенню точності вимірювання концентрації метану у вибухонебезпечних зонах.

В конструкціях первинних вимірювальних перетворювачів абсорбційних газоаналізаторів в основному застосовувались оптичні схеми фотоприймального каналу з використанням фільтру та лінзи, або фільтру та фокону. Така компоновка вимагає точного фокусування світлового потоку на фотоприймальну ділянку фотоприймача, а також призводить до збільшення габаритів фотоприймального каналу, за рахунок великих розмірів фокону.

Запропонована схема фотоприймального каналу, в яку замість світлофільтра введена дволінзова система, що спрощує процес установки фотоприймача на будь-яку відстань відносно оптичної системи і дає змогу зменшити габарити газоаналізатору, а також зменшує приведену похибку по вихідному сигналу.

Розрахована похибка складає  $\pm 3,9\%$ , в порівнянні з похибкою базової схеми, яка складає  $\pm 4,2\%$ . Таким чином значно покращуються метрологічні характеристики газоаналізатора.

Ключові слова: фотоприймальний канал, абсорбційний метод, газоаналізатор, оптична система.

УДК 543.27

## СПОСІБ КОМПЕНСАЦІЇ ВПЛИВУ ТЕМПЕРАТУРИ В ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРИЧНОМУ АНАЛІЗАТОРІ ВОДНЮ

*Трасковський В.В., Семенова Х.М., Національний технічний університет України  
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Забезпечення точності вимірювання концентрації водню досягається шляхом компенсації впливу температури.

В роботі запропонована система стабілізації температури, яка складається з блоку теристорів, блоку керування температурою, термопари, спіралі нагріву та корпусу з чутливими елементами.

Конструктивно корпус з чутливими елементами занурений в мастило, додатково захищений термоізоляційним екраном. Температура в зоні вимірювання підтримується постійною завдяки спіралі, яка нагріває мастило, а в якості зворотнього зв'язку використовується сигнал термо-електрорушійної сили термопари.

Зведена похибка, розрахована по запропонованій схемі за формулою:  $\delta_z = \frac{\Delta U_{вих}}{U_k - U_n} \cdot 100\%$ , де  $\Delta U_{вих}$  - абсолютна похибка вихідного сигналу,  $U_n$ ,  $U_k$  - напруги, які відповідають початковому ( $C_n=0$ ) та кінцевому ( $C_k=100\%$ ) значенням діапазону вимірювань, дала значення  $\delta_z = \pm 2,5\%$ , в порівнянні з  $\delta_z = \pm 3\%$  базової схеми.

Ключові слова: газоаналізатор, водень, температура, термостабілізація, термоізоляція, термопара.

УДК 551.508

## О МЕТОДИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Кугейко М.М., Лысенко С.А., Белорусский государственный университет, г. Минск,  
Беларусь*

В настоящее время существуют разработки лазерно-локационных систем для оперативного экологического мониторинга загрязнений окружающей среды. Однако данные системы не внедрены в практику ввиду нерешенной проблемы достоверной интерпретации результатов измерений относительно как оптических, так и микрофизических характеристик атмосферы, водных сред.

В докладе рассматриваются установленные авторами (аналитически и численным моделированием) закономерности влияния на результат восстановления определяемых параметров таких факторов, как степень неоднородности среды (характеризуемой поведением индикатрисы рассеяния в

направлении назад  $g_{\pi}(r)$ ), задание опорных значений коэффициентов аэрозольного и молекулярного ослабления оптического излучения  $\varepsilon(r)$ .

Даны рекомендации по использованию различных методов лазерной локации в реальных измерениях, построению систем, реализующих эти методы.

Исследовано влияние ошибки в задании опорных значений на точностные характеристики лазерно–локационного метода определения  $\varepsilon(r)$ . Объяснены различия в результатах восстановления профиля  $\varepsilon(r)$  при задании опорной калибровочной точки в начале и в конце трассы. Проведен анализ помехоустойчивости методов последовательных слоев и модифицированного метода асимптотического сигнала, отмечена их идентичность. Показано, что в условиях распределения  $g_{\pi}(r)$  по равномерному закону, необходимо использовать модифицированный метод асимптотического сигнала.

Получены аналитические выражения для погрешностей восстановления профилей как общих, так и аэрозольных коэффициентов ослабления в зависимости от степени неоднородности среды, от местоположения и точности задания опорного значения. Поясняется различная чувствительность методов к завышенным и заниженным отклонениям используемых опорных значений от истинных. Для всех рассмотренных известных методов установлены общие закономерности в восстановлении профилей  $\varepsilon(r)$  при неточном задании  $g_{\pi}(r)$ . Отмечено, что в реальных экспериментах по определению аэрозольной составляющей, когда неизвестна функциональная связь между  $g_{\pi,a}$  и  $\varepsilon_a(r)$ , предпочтительнее использование методик, основанных на знании относительного хода  $g_{\pi,a}(r)$  в различных слоях исследуемой трассы, а также посылка длинноволнового зондирующего излучения.

В докладе даются также рекомендации по построению систем, реализующих установленные методические закономерности.

Ключевые слова: лазерная локация, загрязнение окружающей среды, интерпретация результатов измерений.

УДК 543

## РАДИОЧАСТОТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ И СОСТАВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

*Зори А.А., Марковский Ю.Е., Лыков А.Г. ДонНТУ, г. Донецк, Украина*

Большинство проводимых в настоящее время гидрохимических, геологических и экологических измерений, выполняемых в науке, промышленности и экологии, связаны предварительным выполнением трудоемкого химического анализа природных вод. Поэтому вполне понятно стремление исследователей найти более быстрые и точные методы анализа этих объектов.

Существующие на данный момент методики и приборы для определения общей минерализации воды и состава водных растворов электролитов не

обладают необходимой оперативностью и информативностью Поэтому в настоящее время крайне необходима экспресс-методика, использующая портативную аппаратуру, и отвечающая таким требованиям, как оперативность определения необходимых параметров, достаточная для практических целей точность определения и высокая воспроизводимость результатов.

На наш взгляд, методики определения минерализации раствора по его электропроводности уже исчерпали свои возможности, и ожидать появления новых идей, позволяющих увеличить их информативность, не следует.

В настоящее время практически не существует исследований, рассматривающих поведение водных растворов электролитов на радиочастотах (порядка сотен и тысяч килогерц). Скорее всего, это связано с большой сложностью интерпретации полученных результатов. Однако для практических целей не столь уж важен физический смысл получаемых величин. Важно только, чтобы измеряемый отклик возможно было приписать конкретному химическому веществу (катиону, аниону или даже соли) и чтобы результаты были воспроизводимы.

На основании анализа литературных данных выбран перспективный физический метод определения концентрации и химического состава водных растворов электролитов.

Разработан измеритель радиочастотных характеристик растворов электролитов, позволяющий идентифицировать конкретные химические вещества, содержащиеся в растворе.

Как показали эксперименты, измеряемая прибором величина в случае растворов электролитов имеет смысл некоторой эффективной величины, включающей как диэлектрическую проницаемость, так и ряд сопутствующих величин (диэлектрические потери, емкостные эффекты и т.д.). В случае же слабопроводящих жидкостей (дистиллированная вода, этиловый спирт, глицерин) полученные значения совпадают с табличными значениями диэлектрической проницаемости для этих жидкостей.

Введен параметр, названный «кажущейся диэлектрической проницаемостью», который может быть положен в основу методики расчета состава и концентрации водных растворов электролитов.

Ключевые слова: общая минерализация, компонентный состав водных растворов электролитов, диэлектрическая проницаемость.

УДК 536.52

## ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ ОБ’ЄКТИВНИХ ПРОМЕТРІВ

*Солоха В.М., Національний технічний університет України “Київський політехнічний  
інститут”, м. Київ, Україна*

На сьогоднішній час для вирішення широкого кола задач у різних областях народного господарства ( медицина, теплотехніка, металургія, військова справа,

пожежна охорона тощо) значно зросла потреба у приладах, що дистанційно вимірюють температуру тіл. Причому, у більшості задач вимагається не вимірювання температури в одній точці, а точне кількісне вимірювання розподілу температури. Треба зазначити, що необхідність безконтактного вимірювання температури викликана рядом факторів, серед яких: неефективність використання контактних методів при вимірюванні температури рухомих об'єктів; ускладнення вимірювання температури невеликих об'єктів із-за перерозподілу енергії між зондом та об'єктом вимірювання; труднощі при вимірюванні високих і надвисоких температур; необхідність вимірювання температур поверхонь, недоступних для прямого контакту (деталі електроустаткування під напругою, тонкі плівки або поверхні із покриттям, яке можна пошкодити, деталі промислового устаткування, агресивні речовини і середовища та ін.).

Розширення переліку наукових та технологічних задач, які не можуть бути вирішені без достовірного контролю теплового режиму, вимагає якомога більш точного визначення характеристик об'єктивних пірометрів.

У даній роботі представлені матеріали, присвячені дослідженням характеристик високотемпературних об'єктивних пірометрів, принцип дії яких полягає в вимірюванні сигналу, сформованого у відповідності зі світлосигнальною характеристикою. Визначені проблеми вимірювання температури, розроблено математичну модель формування пірометричного сигналу та проведено метрологічний аналіз об'єктивних високотемпературних пірометрів.

Представлені результати аналізу нового класу об'єктивних пірометрів (телевізійних пірометрів), які дозволяють вимірювати температуру у найбільшій кількості точок із високим просторовим розподілом протягом найменшого часу.

Ключові слова: температура, пірометр об'єктивний.

УДК 543.426

## **ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ В РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОМУ АНАЛІЗІ**

<sup>1</sup>Тараборкін Л.А., <sup>2</sup>Карманов В.І., <sup>3</sup>Зеленіна А.І., <sup>1</sup>Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна; <sup>2</sup>Інститут електрозварювання ім.Є.О.Патона НАНУ, м.Київ, Україна; <sup>3</sup>Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАНУ, м.Київ, Україна

В останнє десятиріччя досить інтенсивно упроваджують концепцію невизначеності як альтернативного (щодо класичної теорії похибок) підходу для оцінювання параметрів (характеристик) точності вимірювань і подання результатів вимірювань. Розроблений в 1993 р. під егідою Міжнародного комітету мір і вагів, Міжнародної електротехнічної комісії, Міжнародної організації зі стандартизації (ISO), Міжнародної організації із законодавчої метрології, Міжнародного союзу чистої та прикладної фізики, Міжнародного союзу чистої та прикладної хімії «Посібник для вираження невизначеності

вимірювання» дозволяє конкретизувати для практично важливих випадків викладений у ньому універсальний метод дослідження невизначеності.

Розглянемо в цьому контексті особливості аналітичних вимірювань для визначення хімічного складу речовини методом рентгенофлуоресцентного аналізу (РСФА) та процес оцінювання відповідних невизначеностей.

Можливі два таких підходи: перший передбачає розгляд усіх можливих джерел невизначеності (похибки) і підсумовування складових відповідно до рівняння вимірювань; у другому аналітичну лабораторію, яка виконує аналіз за конкретною методикою, розглядають як один з елементів множини лабораторій.

В останньому випадку для розрахунку невизначеності використовують результати міжлабораторного експерименту й застосовують статистичні підходи, що не потребує знання формалізованих функцій і детального аналізу впливу різних факторів для РСФА.

Аналіз відповідності числових параметрів невизначеності та характеристик похибки приводить до необхідності розрізняти невизначеність результатів вимірювань і невизначеність вимірюваної величини для РСФА.

Як і в загальному випадку, для РСФА необхідно розраховувати невизначеність вимірювань за типом *A*, коли вона обумовлена джерелами, які мають випадковий характер, і за типом *B*, коли невизначеність пов'язана з джерелами, які мають систематичний характер.

Оскільки невизначеність розраховують як дисперсію досить великої кількості (більше 10) вимірювань, то використання розглядуваної концепції для РСФА має практичний смисл у разі проведення акредитаційних випробувань або атестації методик, натомість у разі виконання поточних оперативних аналітичних вимірювань (наприклад, у заводських лабораторіях), коли з міркувань доцільності або вимушено реально допустиму кількість вимірювань обмежено, прийнятий стандартний спосіб подання результатів вимірювань варто залишити без змін.

Ключові слова: рентгенофлуоресцентний аналіз, невизначеність.

УДК 543.426

#### ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ АНАЛІЗАТОРА «БАРС-3» З ГОЛОВКОЮ НА «ЛЕГКІ» ЕЛЕМЕНТИ

<sup>1</sup>Карманов В.І., <sup>2</sup>Тараборкін Л.А., <sup>3</sup>Зеленіна А.І., <sup>1</sup>Інститут електрозварювання ім.Є.О.Патона НАНУ, м.Київ, Україна; <sup>2</sup>Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна; <sup>3</sup>Інститут біоорганічної хімії та нафтохімії НАНУ, м.Київ, Україна

Рентгеноспектральний флуоресцентний аналіз (РСФА) так званих «легких» елементів: *Mg*, *Al*, *Si*, *S*, *P*, – за допомогою портативних аналізаторів істотно розширює практичні можливості методу. Зазначені аналізатори використовують для визначення хімічного складу речовин і матеріалів у



заводських лабораторіях, цехах, у польових умовах, для сертифікації готової продукції тощо.

Конструкція портативного аналізатора «БАРС-3» дозволяє виконувати вимірювання характеристичної інтенсивності елементів у повітряному середовищі, тобто без вакуумування спектрометричної камери. Такий спосіб проведення РСФА уможливлено значною мірою завдяки використанню для реєстрації характеристичної інтенсивності сучасних детекторів з надтонким (15...30 мкм) берилієвим вікном.

Достатній рівень контрастності сигналу досягнуто також завдяки оптимально підібраними конструктивними рішеннями рентгенооптичної схеми спектроскопічної головки та використанням переваг диференціального детектора з амплітудним аналізатором.

Стабільність вимірюваного сигналу забезпечено завдяки використанню як аналітичного параметра відносної інтенсивності.

Виконані авторами вимірювання показали, що портативний аналізатор «БАРС-3» з головкою на «легкі» елементи успішно можна використовувати для контролю хімічного складу руд, мінералів, феросплавів, сталей, сплавів, плавлених і керамічних флюсів, шихт зварювальних електродів тощо.

Отримані метрологічні характеристики вимірювань повністю відповідають вимогам до точності елементного аналізу зазначених матеріалів.

Ключові слова: рентгеноспектральний флуоресцентний аналіз, портативний аналізатор, легкі елементи.

УДК 532.5:629.5

#### **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ АНАЛІТИЧНИХ ТА КЕРУЮЧИХ ПРИЛАДІВ У СИСТЕМІ ВИКОРИСТАННЯ ТА РЕГЕНЕРАЦІЇ ЕНЕРГІЇ ХВИЛЬ**

*Макасеєв М.В., Лисак А.В., Національний технічний університет України “Київський  
політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Вирішення екологічних проблем вимагає економії паливних ресурсів, створення екологічно чистих двигунів, нових економічних типів рушіїв, а також використання альтернативних джерел енергії. У водному транспорті часткове вирішення цих проблем можливо за рахунок використання енергії поверхневих хвиль, зокрема, при практичній реалізації принципу Г. Є. Павленка регенерації хвильової енергії при русі системи глісуючих поверхонь [1].

В роботі [2] розглянуто теоретичні основи принципу Г. Є. Павленка на прикладі системи двох незв'язаних глісуючих пластин, в [3] – розглянута задача для системи жорстко зв'язаних пластин. Математичними моделями руху системи пластин в обох випадках є системи сингулярних інтегральних рівнянь з невідомими функціями розподілу тиску по змоченим поверхням, а також із невідомими розмірами змочених ділянок – у двовимірній постановці задачі це

невідомі змочені довжини. Останнє означає, що в інтегральних рівняннях невідомі межі інтегрування. Це дає параметричну нелінійність для всієї задачі. Нелінійні задачі розв’язуються за допомогою алгоритму послідовної мінімізації з використанням методу пошуку за Нелдером і Мідом.

Для отримання необхідного ефекту використання енергії хвиль при глісуванні системи пластин необхідно забезпечити режим, при якому хвильовий опір води мінімальний, або на одній з пластин є додаткова тяга за рахунок хвилі. Такий результат можна отримати, якщо правильно вибрати кути взаємного розміщення площин дна, або реданів. Для технічної реалізації цього необхідне створення відповідних аналітичних та керуючих приладів, які забезпечать визначення параметрів хвилі, необхідний розрахунок та керування положенням площин дна глісерів. Дана робота присвячена математичному моделюванню роботи аналітичних та керуючих приладів в умовах регенерації енергії хвиль, пошуку оптимальних режимів та створенню необхідних алгоритмів розрахунку. Пропонуються та аналізуються принципи роботи та структурні схеми таких приладів.

Ключові слова: екологічні системи, енергія хвиль, математичне моделювання, система глісуючих поверхонь.

#### **Література**

- 1.Павленко Г.Е. Избранные труды. – Киев: Наукова думка, – 1978. – 494 с.
- 2.Макасеєв М.В., Лисак А.В. Використання та регенерація хвильової енергії системою глісуючих профілів // Приладобудування 2003: стан і перспективи. Тези доповідей. - Київ, НТУУ “КПІ”. – 2003. С. 106-107
- 3.Макасеєв М.В., Лисак А.В. Регенерація хвильової енергії при глісуванні системи зв’язаних пластин із заданим навантаженням // Приладобудування 2004: стан і перспективи. Збірка наукових праць. – Київ, НТУУ “КПІ”. – 2004. С. 125–126.

УДК 57.087.1:599.4

### **МОРФОМЕТРИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ДИФУЗІЙНОГО БАР’ЄРА ШКІРИ ЛІТАЛЬНИХ ПЕРЕТИНОК КАЖАНІВ**

*<sup>1)</sup>Ковальова І.М., <sup>2)</sup>Тараборкін Л.А., <sup>1)</sup>Інститут зоології ім. І.І.Шмальгаузена НАНУ, м. Київ, Україна; <sup>2)</sup>Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Функцію зовнішнього дихання наземних тварин, які використовують переважно легеневе дихання, розглядають в рамках концепції газообміну, реалізованого на основі дифузії газів через особливий шар біологічної тканини, що становить перешкоду для обміну газами між альвеолярним повітрям і кров’ю альвеолярних капілярів. Зазначений шар належить до складу легеневих структур – альвеол, має назву аеро-гематичний або дифузійний бар’єр і складається з альвеолярного епітелію й капілярного ендотелію, відокремлених інтерстиціальним скелетом базальних мембран та елементами сполучної тканини.

Поняття про аеро-гематичний бар’єр зазвичай не застосовне у випадку інших органів зовнішнього дихання, зокрема, шкіри, оскільки шкіра наземних

тварин не є структурою, повністю порівнянною з легенями. Це пов'язано не лише зі значно меншою дифузійною поверхнею шкіри, а й з її будовою та відносно великою товщиною, адже у своєму складі шкіра наземних хребетних має до семи різної товщини шарів, утворених клітинами різних типів. Оскільки для дифузії газів критичне значення має величина дифузійного бар'єра, то будь-які морфологічні зміни, що приводять до її зменшення, сприяють газообміну через шкіру.

Будова шкіри літальних перетинок кажанів має суттєві відмінності від будови шкіри наземних хребетних і водночас багато спільного з будовою альвеолярної стінки. Це дає підстави дослідити літальні перетинки з погляду поняття про аеро-гематичний бар'єр. Останній у шкірі перетинок подано поверхневим шаром епідермісу, складеного з 2-3 рядів епітеліальних клітин, і однорядним шаром ендотеліальних клітин капілярів.

Морфометрію клітинних елементів шкіри, окремих її шарів, елементів мікроциркуляторного русла тощо виконували на спеціально підготовлених гістопрепаратах, використовуючи світловий мікроскоп *Amplival* (Німеччина) з об'єктивом 40X, споряджений окуляр-мікрометром, попередньо відкаліброваним об'єкт-мікрометром. Для кожного виду досліджуваних кажанів було зроблено щонайменше 10 зрізів тканини, на кожному з яких проведено щонайменше по 10 вимірювань, що уможливило отримання статистично надійних висновків щодо дифузійного бар'єра перетинки.

Знайдена середня величина аеро-гематичного бар'єра шкіри літальних перетинок становить 10,4 мкм, що з надійною ймовірністю 90% не відрізняється від відомої за літературними даними величини дифузійного бар'єра легень цих тварин (12 мкм) і свідчить про можливість дифузії газів із повітря безпосередньо в кров мікроциркуляторного русла шкіри перетинок.

Ключові слова: морфометрія, мікроскоп, дифузійний бар'єр.

УДК 517.94

## МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДИФУЗІЙНО-КІНЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ З ДИНАМІЧНИМИ УМОВАМИ НА ВНУТРІШНІХ ПОВЕРХНЯХ ПОДІЛУ

*Тараборкін Л.А., Національний технічний університет України “Київський  
політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Сучасне розуміння процесу проектування приладів і пристроїв для вимірювання, детектування й контролю фізичних величин передбачає як один із найважливіших етапів створення адекватних математичних і комп'ютерних моделей відповідних фізико-хімічних процесів, які часто відбуваються в суттєво неоднорідних середовищах. До останніх належать, зокрема, середовища, у яких наявні внутрішні роздільні межі, як-от: поверхні зернин сорбенту в системі “розчин – сорбент” у хроматографічному аналізі, оксидні плівки в каталізаторних системах, тонкі прошарки в складених багатошарових

напівпровідникових структурах типу “напівпровідник – провідник – напівпровідник – провідник” тощо.

У разі, коли хімічні реакції в системі відсутні або ними можна знехтувати порівняно з дифузією, математичні моделі для досліджуваних процесів в описаних середовищах можна сформулювати як крайові задачі для рівняння в частинних похідних параболічного (інколи – еліптичного) типу з нестандартними еволюційними умовами спряження на внутрішній поверхні поділу. Ці умови спряження, на відміну від класичних, містять диференціювання шуканої функції або її стрибка потоку за часовою змінною навіть у випадку рівняння другого порядку. Граничні умови також можуть містити диференціювання шуканої функції або її потоку за часовою змінною.

Ситуація значно ускладнюється в умовах, коли доводиться в середовищі з внутрішніми поверхнями поділу розглядати взаємодію процесів дифузії та кінетичних процесів багатокомпонентних систем, ураховуючи різні характерні часи дифузії різних компонент, механізм хімічних реакцій, який зазвичай містить багато стадій, а також те, що хімічні реакції можуть локалізуватись саме на роздільних поверхнях. Запропоновані математичні моделі сформульовано у вигляді нелінійних крайових задач для систем рівнянь параболічного та еліптичного типів з нелінійними умовами спряження, які містять диференціювання шуканої функції або її стрибка потоку за часовою змінною, причому нелінійність задачі задано джерелами (стоками), що можуть входити і до рівнянь, і до умов спряження та визначені схемою реакцій. Серед явищ, описуваних такими моделями, особливу увагу привертають дисипативні структури – стійкі неоднорідні стаціонарні розподіли речовини в просторі. Тому системи рівнянь у поставлених крайових задачах відповідають випадку діагональної дифузійної матриці, – тоді існування біфуркаційних значень параметра, відповідного народженню дисипативних структур, повністю визначено структурними властивостями схеми реакцій.

Доведена глобальна за часом розв’язність розглянутих задач дозволяє в подальшому дослідити умови виникнення таких структур.

Ключові слова: математична модель, крайова задача, дифузія, реакція.

УДК 532.5:629.5

#### **ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНА СИСТЕМА “НАУКОВІ, АНАЛІТИЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ”**

*Макасеєв М.В., Глущенко О.М., Клименко О.М., Лисик О.Л., Насиров Д.Є., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Призначення інформаційно-обчислювальної системи “Наукові, аналітичні та екологічні прилади і системи” (НАЕПС) – акумулювання будь-якої інформації з області наукових, аналітичних та екологічних приладів і систем, її обробка, зберігання та подання у необхідному вигляді користувачу – фахівцю, інженеру, досліднику, проектувальнику, або будь-якому іншому замовнику.

Система повинна містити в собі не тільки власно інформацію з певної області, але й мати спеціальне програмне забезпечення для виконання розрахунків – як стандартних, типових, так і суто специфічних, характерних для нових розділів. Це повинно зробити її привабливою для широкого кола користувачів.

Функціональне наповнення системи – можливості різних видів пошуку, видача інформації за запитаннями, попередня, часткова, або повна обробка інформації, формування вихідних форм за технічними стандартами, або за технічними вимогами, виконання інженерних, наукових та інших видів розрахунків.

Система має містити також таку важливу функціональну частину, як дистанційне навчання та тестування з навчальної дисципліни “НАЕПС”. Доступ до системи – з локальної мережі, а також з Інтернет. Технічна реалізація такої системи базується на ідеології розподілених баз даних за технологією клієнт-сервер і підтримкою СУБД, наприклад, MS SQL.

Вибір програмних засобів для створення програмного забезпечення буде залежати від аналізу кожної функціональної частини. В доповіді даються загальні структурна та функціональна схеми інформаційно-обчислювальної системи, пропозиції щодо її технічної та програмної реалізації.

Наводяться приклади проектів створення окремих компонентів – інформаційного і обчислювального. В якості інформаційної компоненти обрано підсистема “Аналітичні прилади. Аналізатори газів і рідин”, обчислювального – підсистема “Аналітичні прилади і системи для вимірювання параметрів руху рідини”. В останньому описуються два обчислювальних модуля – математичної моделі функціонування хвилеміра флюгерного типу та математичної моделі роботи приладів і засобів використання хвильової енергії під час руху судна системою несуча поверхня – криловий рушій.

Ключові слова: інформаційно-обчислювальна система, наукові, аналітичні та екологічні прилади і системи, аналізатори газів і рідин, параметри руху рідини.

УДК 658.56:681.325.5

## **ПРОЕКТУВАННЯ СПЕКТРОМЕТРИЧНОГО ІНФРАЧЕРВОНОГО МЕТАНОМЕТРУ МЕТОДАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

*Вовна О.В., Хламов М. Г., Донецький національний технічний університет, м. Донецьк,  
Україна*

Запропонована феноменологічна математична модель спектру поглинання інфрачервоного випромінювання метаном. Модель використовується в алгоритмі визначення концентрації метану в атмосфері підземних виробіток вугільних шахт. Введення додаткового оптичного каналу та використаний алгоритм забезпечують усунення впливу вугільного пилу у відкритому оптичному каналі, на результат вимірювання концентрації метану.

У пакеті прикладних програм MathCAD 2000 Pro проведене моделювання роботи блоків газоаналізатора: формування оптичних сигналів, імітація

функціонування електронних вузлів, моделювання основних алгоритмів обробки даних і оцінка метрологічних характеристик.

При імітаційному моделюванні газоаналізатора враховані фактори, що впливають на проходження інфрачервоного випромінювання: відхилення параметрів джерел випромінювання від номінальних, обумовлене нестабільністю джерел живлення, струмів випромінювачів і потоків випромінювання; у робочому каналі окрім газового середовища, яке обумовлене поглинання потоку, присутні такі збурюючі фактори, як вугільний пил і плівка сажі. При моделюванні розроблений алгоритм компенсації перерахованих чинників, який потрібний для реалізації двох просторових і чотирьох частотних каналів.

При розробці імітаційної моделі була промодельована робота алгоритмів мікропроцесорної системи: алгоритм градування і алгоритм масштабування даних. В результаті градування встановлені параметри алгоритму масштабування, які є поліномом від трьох незалежних змінних: концентрації метану, тиску і температури досліджуваної газової суміші.

В процесі моделювання оцінені метрологічні характеристики проектного засобу вимірювання. Врахована дія температури навколишнього середовища на вимірювальну систему.

В цілях поліпшення метрологічних характеристик реалізований комплекс заходів щодо зменшення похибок.

Використовування методів математичного моделювання, сучасних оптичних засобів і засобів сучасної мікроелектроніки дозволяє розробити аналітичні прилади високої швидкодії і точності.

Ключові слова: концентрація, спектр, метан, імітаційне моделювання, інфрачервоний газоаналізатор, алгоритм компенсації, термостатування.

УДК 543.422

### **ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПВП НА МЕТРОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ІЧ-ГАЗОАНАЛІЗАТОРІВ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ**

*Повхан Т.І., Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна*

Розглядаються результати досліджень впливу конструктивних особливостей первинного вимірювального перетворювача (ПВП) ІЧ-газоаналізатора  $\text{CO}_2$  на його метрологічні характеристики.

На підставі результатів дослідження конструктивних особливостей № газоаналізаторів  $\text{CO}_2$ , які є присутні на ринку України і використовуються при регулюванні процесу спалювання пального в двигунах внутрішнього згорання, встановлено, що прилади багатьох виробників мають негерметичну конструкцію оптичних блоків, тому відрізки оптичного шляху променів між джерелом випромінювання і вхідним вікном вимірювальної кювети, та між

вихідним вікном кювети і чутливим елементом приймача випромінювання мають зв'язок з атмосферою.

Зміна концентрації  $\text{CO}_2$  в атмосфері (від 0,03 % об'ємної долі в чистій атмосфері до декількох процентів в атмосфері сильно загазованих приміщень) призводить до зміни умов проходження випромінювання на цих відрізках оптичного шляху, а як наслідок до суттєвого зниження часової стабільності роботи приладів та виникнення додаткової похибки вимірювань, яка суттєво перевищує задекларовану виробниками величину.

Оцінка довжини оптичного шляху променів поза межами вимірювальної кювети показала, що вона у різних конструкціях оптичних блоків складає від 5 до 15 см. Проведена оцінка впливу виду вимірювальної схеми на величину додаткової похибки вимірювань.

Показано, що при використанні однопроменевої двоканальної (багатоканальної) схеми додаткова похибка при вимірюванні вмісту  $\text{CO}_2$ , обумовлена негерметичністю оптичного блока, значно більша ніж при використанні двопроеменевої одноканальної схеми. Виявлено, що в переважній більшості нових моделей газоаналізаторів використовується однопроменева двоканальна (багатоканальна) вимірювальна схема.

Показано, що ефективним засобом протидії виникненню додаткової похибки вимірювання концентрації  $\text{CO}_2$  і забезпеченню високої часової стабільності газоаналізаторів є надійна герметизація ПВП і видалення з внутрішнього об'єму вуглекислого газу і води.

Ключові слова: газоаналізатор, вуглекислий газ, оптичний блок, вимірювальна кювета, часова стабільність, похибка.

УДК 621.384.8

## **ДВОКАМЕРНЕ ДЖЕРЕЛО ІОНІВ ДЛЯ МАС-СПЕКТРОМЕТРИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗБУДЖЕНИХ МЕТАСТАБІЛЬНИХ СТАНІВ АТОМІВ ЛУЖНИХ МЕТАЛІВ**

*Славик В.М., Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна*

Двокамерне джерело іонів – це джерело з просторовим розподілом області збудження атомів у метастабільні автоіонізаційні стани (перша камера) і області їх автоіонізації (друга камера). Пучок нейтральних атомів одержується шляхом ефузії пари із гарячої вузької (~0,1 мм) щілини печі і проходить в першу камеру, де перетинається пучком електронів регульованої енергії. Утворені збуджені атоми попадають в другу камеру, де авто іонізуються або взаємодіють з іншими частинками. Заряджені частинки, утворені в першій камері, витягуються із пучка атомів поперечним електричним полем напруженістю  $\sim 10^4 \text{ В/см}$  і невеликим гальмівним полем (20-60 В), прикладеним між камерами.

Двокамерне джерело іонів для установки з електричним монопольним аналізатором мас монтується на плоскій основі перед вхідною в мас-аналізатор

щілиною. Розміри першої і другої камер  $3 \times 10 \times 10$  і  $5 \times 8 \times 8$  мм відповідно. Віддаль між камерами складає  $< 10$  мм.

Застосування для реєстрації іонів вторинного електронного помножувача (ВЕП) веде до накладання обмежень на розташування джерела іонів, мас-аналізатора і ВЕП. Піч і перша камера розташовуються під кутом  $90^\circ$  до осі аналізатора, а ВЕП зміщується з осі. Дана схема призводить до суттєвого (на 2-3 порядки) збільшення відношення сигнал/шум.

Описане двокамерне джерело іонів може використовуватись також разом із електростатичним селектором для аналізу енергетичного спектру електронів, що утворюються в результаті автоіонізації метастабільних атомів разом з іонами.

З допомогою описаного двокамерного джерела іонів нами досліджувались процеси іонізації Пенінга і асоціативної іонізації, які відбуваються при взаємодії довгоживучих збуджених атомів лужних металів з незбудженими атомами і молекулами мас-спектрометричним методом.

В поєднанні з циліндричним  $127^\circ$  селектором одержані також енергетичні спектри електронів, що утворюються в результаті як автоіонізації атомів калію в метастабільних станах, так і при їх взаємодії з атомами ксенона.

Ключові слова: джерело іонів, мас-аналізатор, автоіонізація, метастабільні атоми, лужні метали.

УДК.681.586

## КВАРЦОВИЙ ДИЛАТОМЕТР ДЛЯ ВИВЧЕННЯ СТРУКТУРНОЇ РЕЛАКСАЦІЇ СКЛОПОДІБНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Цигика В.В., Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна*

Властивості склоподібних матеріалів в значній мірі визначаються попередньою термообробкою. Одним із методів фіксації структурних змін в стеклах на мікрокристалічному рівні є вимірювання термічного розширення в інтервалі температур розм'якшення. Важливою вимогою до дилатометра в цьому випадку є мінімальний вимірний тиск на зразок. В даному повідомленні пропонується до розгляду конструкція дилатометра, придатного для таких вимірювань.

В даній конструкції застосовано метод виносного ємнісного датчика з початковим проміжком між пластинами  $4 \cdot 10^4$  м і ємністю  $\sim 10$  пФ. Збільшення проміжку між пластинами плоского конденсатора на 1 мкм супроводжується зміною ємності на 0,02 пФ, що при чутливості вимірювача  $10^{-3}$  пФ дає можливість фіксувати видовження  $5 \cdot 10^{-8}$  м.

Дилатометрична комірка включає наступні основні вузли: тримач, кварцову ампулу, кварцовий шток, циліндричний електронагрівник, вимірний конденсатор, мікрометр. Зразок затискають між дном кварцової ампули і штоком пружиною мікрометра.



Такий варіант розміщення зразка виключає вплив розширення кварцу на результат вимірювання величини лінійного термічного розширення зразка. Нижня обкладка конденсатора непорушне закріплена на штоку, верхня розміщена на пластині, яка вільно пересувається по вертикалі. Початкову ємність конденсатора встановлюють фіксацією рухомої пластини в момент дотику обклавок, розділених шаром діелектрика (сльода). Мікрометр з ціною поділки 1 мкм призначений для затискання зразка, фіксації моменту дотику обклавок конденсатора та градуювання кривих видовження зразка.

Перевагами такої конструкції є простота, надійність, не критичність до форми і розмірів зразків, а недоліками - варіація величини початкової ємності та необхідність градуювання кривих видовження в процесі кожного вимірювання.

Зміну температури зразків здійснюють в режимі лінійного нагріву з різними швидкостями за допомогою прецизійного регулятора з ПІД законом регулювання.

В якості джерела опорної напруги регулятора температури застосовують генератор лінійно змінної напруги із змінним часом розгортки, що дозволяє задавати потрібні швидкості нагріву. В процесі вимірювань одночасно записують залежності зміни температури від часу  $T(t)$  та відносного видовження від температури  $\Delta l = f(T)$ .

Вимірне зусилля на зразок, яке визначається силою пружності стискаючої пружини і конструктивними особливостями комірки складо не більше 0,3 Н. Відносна похибка визначення величини коефіцієнта лінійного термічного розширення  $\alpha = \Delta l / l_0 \cdot \Delta T$  твердих зразків не перевищувала 3%. В області температур інтервалу розм'якшення похибка у визначенні КЛТР сягала 7 – 10 %, що обумовлено скороченням температурного інтервалу  $\Delta T$  до середини якого відносилось значення  $\alpha$  та впливом вимірного тиску на зразок. Слід зауважити, що порівняно велика похибка у визначенні КЛТР не є суттєвим недоліком даного дилатометра, основна функція якого – визначення характеристичних температур інтервалу склування: температури розм'якшення, температури початку деформації зразка, структурної температури, тощо.

Ключові слова: дилатометр, термічне розширення, склоподібні матеріали.

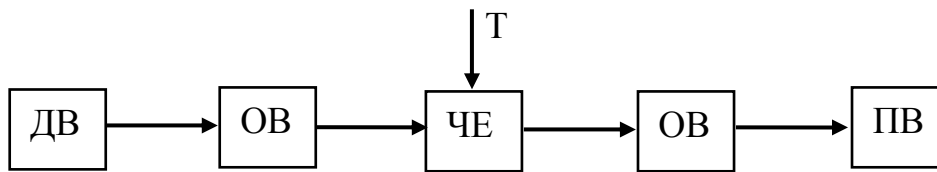
УДК 681.586

## ПЕРЕДАВАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ДАТЧИКА (ВОД) ТЕМПЕРАТУРИ

*Турияниця І.І., Бутурлакін О.П., Кутчак С.В., Козусенок О.В., Ужгородський  
національний університет, м. Ужгород, Україна*

Однією з важливих характеристик сенсора є його передавальна характеристика, яка визначається структурною схемою, конструкцією та ін.

Нами розрахована і досліджена передавальна характеристика ВОД температури, оптична схема якого приведена на рис. 1.



ДВ – джерело випромінювання (АЛ 107А); ОВ – оптичне волокно; ЧЕ – чутливий елемент з напівпровідникового халькогенідного скла (Ge–Sb–Se); ПВ – приймач випромінювання (ФД-265А)

Рисунок 1 – Оптична схема ВОД температури

Принцип роботи ВОД базується на зміні пропускання ЧЕ від температури на фіксованій довжині хвилі ( $\lambda=0,96$  мкм). Використання в якості ЧЕ халькогенідного скла дає можливість оптимального вибору складу сенсора з порівняно великої області склоутворення в системі Ge–Sb–Se.

Потужність світлового потоку, який попадає на ПВ, знаходилась з врахуванням імпульсного режиму живлення ( $f=10^3$  Гц), діаграми направленості і площі випромінюваної поверхні світлодіода, поперечного перерізу оптичних волокон, а також втрат на Френелівське відбивання на границях розділу елементів ВОД, зміни пропускання ЧЕ від температури.

Передавальна характеристика ВОД розраховувалась враховуючи спектральні чутливості фотодіода та спектральні густини випромінювання світлодіода згідно методики [1]. Досліджено вплив на неї температури джерела і приймача світла в діапазоні 213–358 К.

Представлені результати свідчать про необхідність термостабілізації джерела і приймача при проектуванні апаратури з використанням ВОД.

Ключові слова: сенсор, передавальна характеристика, халькогенідне скло.

#### **Література**

1. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники. – М.: Сов. Радио, 1978. – 400с.