

СЕКЦІЯ 5

АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

УДК 681.786:532.61

МЕТОДИКА ОБРОБЛЕННЯ ЗОБРАЖЕННЯ ОБЕРТОВОЇ КРАПЛІ ПРИ ВИМІРЮВАННІ МІЖФАЗНОГО НАТЯГУ РІДИН

*Біліщук В. Б., Кісіль І С., Боднар Р. Т., Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Для вимірювання низьких значень міжфазного натягу на границі розділу фаз двох рідин використовують метод обертової краплі. При довготривалих спостереженнях за зміною міжфазного натягу в часі крапля в трубці може переміщуватись в результаті дії різних факторів. Для запобігання переміщення краплі в трубці її закріплюють на металевій дротині, що знаходиться в трубці і розміщена на осі обертання. При цьому міжфазний натяг визначають за розмірами краплі. Так як дротина впливає на форму краплі, результат вимірювання особливо низьких значень міжфазного натягу отримують з значною похибкою.

Для запобігання переміщення краплі в трубці в процесі її обертання, краплю рекомендується фіксувати до стінки пробки всередині трубки. Для визначення міжфазного натягу отримують координати точок контуру обертової краплі з її зображення, здійснюють оброблення цього зображення, яке можна представити як матрицю P , елементи якої містять значення яскравості точок зображення.

Над зображенням здійснюється фільтрування оператором Гауса для зменшення шумів, в результаті отримують матрицю F . Виділення контурів об'єктів на зображенні здійснюють оператором Собела, результатом дії є матриця G , елементи якої містять значення модуля градієнта у відповідній точці зображення. Для отримання контурів об'єктів товщиною в одну точку здійснюють подавлення "немаксимумів" за допомогою нелінійного оператора. В результаті дії цього оператора над елементами матриці G отримують матрицю GM . Шляхом сканування матриці G по рядках здійснюють пошук точок зображення, в яких модуль градієнта є найбільшим — ці точки належать контурові краплі. Для розширення контуру краплі використовують нелінійний оператор, що розширює контур краплі шляхом оброблення матриці GM .

Таким чином отримують матрицю S , в якій міститься інформація про контур краплі. Індеси елементів матриці, що рівні 255, визначають координати точок контуру краплі на зображенні. Знайдені координати контуру використовують для визначення міжфазного натягу.

Запропонована методика дозволяє автоматизувати процес вимірювання міжфазного натягу і розробити алгоритм відповідного програмного забезпечення.

Ключові слова: міжфазний натяг, обертова крапля, оператор Гауса, оператор Собела, градієнт яскравості, контур обертової краплі.

УДК 543.271.3

СИСТЕМИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

*Безрук З.Д., Національний технічний університет України “Київський політехнічний
інститут” м. Київ, Україна*

Основою функціонування багатьох промислових і енергетичних технологій є матеріальний і тепловий баланси, що лежать в основі виробничих процесів, які перетворюють сировину в готову продукцію. В свою чергу алгоритм перетворення визначається технологічними характеристиками процесу: температурою, тиском, якістю сировини, тривалістю процесу, які при проведенні технологічного циклу регулюються оператором або автоматично. Отже між параметрами технологічного процесу і повнотою переробки (згорання) сировини в кінцевий продукт, існує складний взаємозв'язок, який визначається теоретичними закономірностями

Законодавець в 2000 р. вніс відповідні зміни до основних природоохоронних законів “Про охорону довкілля” і “Про охорону атмосферного повітря”, в яких чітко оговорено, що рівні викидів визначаються по результатам виміру “фактичних викидів”. Таким чином на заміну параметричної (розрахункової) моделі екологічного моніторингу приходять інструментальні система екологічного моніторингу (ГСЕМ).

Найбільш типова ГСЕМ складається з комплексу автоматичних стаціонарних газоаналізаторів для виміру концентрацій (C_i) димових газів (CO , SO_2 , NO_x , CH_4 , пил) з системою відбору і підготовки проби, сенсорів-вимірювачів температури, тиску і інших параметрів димового потоку-. Важливою складовою ГСЕМ, є наявність витратоміра димового потоку, Такі системи знайшли найбільше розповсюдження в Західній Європі, США і Японії (західна класифікація таких систем – CEMS).

Слід зауважити, що в більшості країн нормуються не концентрації димових газів, а масові викиди цих газів. Тому наявність в складі ГСЕМ витратомірів є обов'язковою, як і відповідного програмного забезпечення до комп'ютерів.

Застосування ГСЕМ тільки для екологічного моніторингу викидів димових газів призводить 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 сировини і енергоносіїв, поліпшуються економічні показники підприємств.

Ключові слова: екологічний моніторинг, технологічний моніторинг, газоаналізатор.

УДК 681.121

АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

*Белей С.М., Піндус Н.М., Остапів В.В., Витвицька Л.А., Івано-Франківський національний
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, Україна*

Комерційному облік об'єму газу передбачає обов'язковий контроль рівня вологості газу. Для забезпечення належного рівня контролю цього параметру до аналізаторів вологості газу ставляться наступні вимоги:

- швидкий відклик, дозволяє мінімізувати можливість перекачки великої кількості некондиційного газу;
- мала похибка і хороша відтворюваність вимірювань, гарантує відповідність вимогам до якості газу;
- вбудовані засоби діагностики пристрою забезпечують можливість перевірки справності пристрою без його демонтажу.

При аналізі методів вимірювання вологості газу а слід приймати до уваги і те, яким способом був осушений газ. Оскільки це може безпосередньо впливати на характеристики приладів, внаслідок потрапляння у вимірювальне середовище реагентів.

Методи осушки поділяються на три категорії:

1. фізичні, такі як виморожування
2. хімічні (за допомогою абсорбції та адсорбції)
3. фізико-хімічні

В зв'язку з тим, що вимірювання проводяться не в лабораторних умовах, нижче приведено ряд додаткових факторів, що ускладнюють вимірювання.

1. Наявність гідрофільних домішок. Такі домішки, як метанол чи диетиленгліколь більшість промислових газоаналізаторів не відрізняє від вологи.

2. Наявність гідрофобних домішок. Такі речовини здатні блокувати робочу поверхню газоаналізатора.

3. Наявність вуглекислого та сірчистого газів. Ці речовини можуть вступати в реакцію з конденсатом води та утворювати гідрати, які спричиняють корозію

4. Непостійний компонентний склад природного газу
5. Механічні домішки

Таким чином на вузлах вимірювання вологості газу слід забезпечити вимірювання рівня вищевказаних домішок, або забезпечити їх усунення.

Ключові слова: вологість газу, склад газу, якість газу.

УДК 621.375

ДОСЛІДЖЕННЯ МОДУЛЯЦІЙНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕЦИЗІЙНОЇ НАПРАВЛЯЮЧОЇ З П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИМ ДВИГУНОМ

Белова А. В. Національний технічний університет України "Київський політехнічний

Основними задачами сучасного точного приладобудування є задачі розробки та побудови високоточних пристроїв формування та керування рухом у мікропросторі. Наприклад, лінійна прецизійна направляюча мікроманіпулятора для клітинних технологій типу Sb-01. Вона представляє собою кулькову направляючу з приводом „гвинт-гайка”, до складу якої входить п’єзoeлектричний двигун та з’єднаний з ним датчик зворотного зв’язку [1].

Модуляційна характеристика (рис. 1) направляючої представляє собою відхилення величини реального переміщення рухливого столику направляючої від програмно заданого при його русі вздовж вісі X. Так, лінійній направляючій задавали певне переміщення, а реальне переміщення столика фіксували за допомогою мікронного індикатору та мікроскопу з точністю 0,1 мкм.

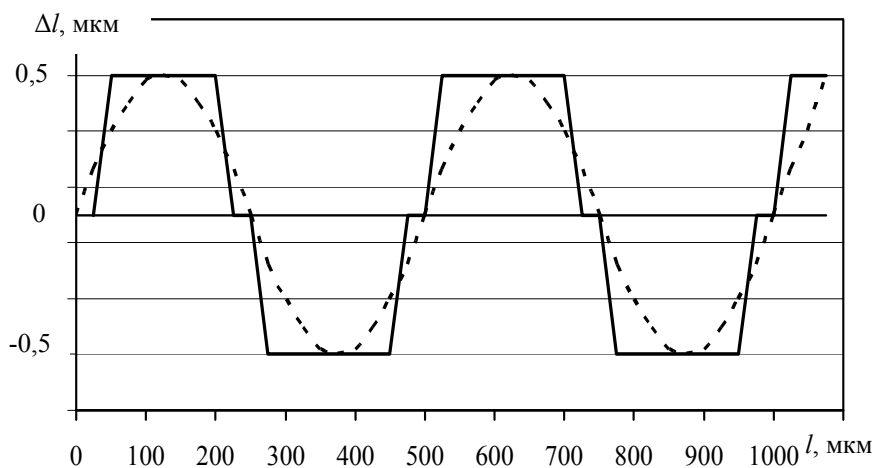


Рис. 1. Модуляційна характеристики прецизійної направляючої

Аналіз модуляційної характеристики показав, що вона має синусоїдальний характер з періодом 500 мкм, що дорівнює кроку різі „гвинта-гайки”. Таким чином в моделі реального переміщення направляючої в залежності від програмованого руху необхідно враховувати модуляційну характеристику:

$$l_{\text{реал}} = l_{\text{прог}} + A \cdot \sin\left(\frac{2\pi \cdot l_{\text{прог}}}{T} + \Delta\varphi\right),$$

де A – амплітуда модуляційної характеристики; $l_{\text{прог}}$ – програмоване переміщення; T – крок гвинта-гайки; $\Delta\varphi$ – початкова фаза модуляційної характеристики.

Ключові слова: прецизійна направляюча, п’єзoeлектричний двигун, системи позиціонування, модуляційна характеристика.

Література

Пьезомоторизованная линейная нанонаправляющая Sb-01, <http://piezomotor.com.ua/>.

УДК 621.375

НАВАНТАЖУВАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА

*Белова А. В., Петренко С. Ф. Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут” м. Київ, Україна*

Розвиток новітніх технологій неможливий без таких технологій як, лазерні, фотолітографії, медичні мікротехнології, тощо. До задач точного приладобудування при цьому відноситься створення систем високопрецизійного позиціонування. Особливі вимоги пред'являються до виконавчих елементів, а також приводів високоточних пристроїв та приладів, які використовуються в прецизійних системах позиціонування. В точному приладобудуванні широкого поширення набули п'єзoeлектричні двигуни. До основних характеристик п'єзoeлектричних двигунів відносяться навантажувальні характеристики – залежність швидкості обертання двигуна від зовнішнього моменту на валу при різних частотах збудження п'єзoeлемента. При роботі двигунів в системах позиціонування, на валу двигуна можуть виникати зовнішні навантаження тому для стабільної роботи необхідно визначити діапазон частот збудження п'єзoeлемента, в якому двигун найменше чутливий до зміни зовнішніх моментів. Навантажувальні характеристики (рис.1.) п'єзoeлектричного двигуна РМ-20R [1] отримали за допомогою навантажувального стенду КЗ-21 на базі електромагнітної муфти БПМ-68.

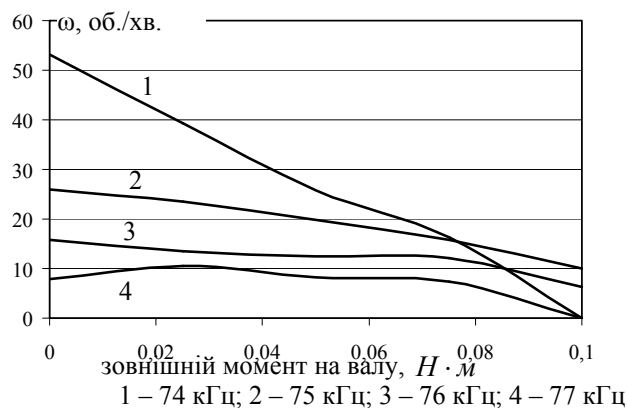


Рис. 1. Навантажувальні характеристики п'єзoeлектричного двигуна РМ-20R

Як видно з рис. 1 при роботі п'єзoeлектричного двигуна РМ-20R в діапазоні частот від 75 до 76 кГц швидкість обертання п'єзoeлектричного двигуна майже не залежить від зовнішнього моменту на його валу. Тому з точки зору оптимізації системи до зовнішніх навантажень найбільш оптимальними є характеристики 2 та 3 на рис. 1.

Ключові слова: п'єзoeлектричний двигун, системи позиціонування, частотні характеристики, навантажувальні характеристики, зовнішній момент.

Література

Пьезоэлектрические двигатели, <http://piezomotor.com.ua/>.

УДК 621.3.078

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРИБОРА КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ НА ВЫХОДЕ КОМПРЕССОРА К-250

Бороздин П.В., Тарасюк В.П. Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

Главным путем для повышения производительности промышленных предприятий, а также для снижения травматизма является механизация и автоматизация основных и вспомогательных технологических процессов. В докладе рассматривается основной вопрос о необходимости контроля давления на выходе компрессора К-250, а также проблема – каким путем это возможно реализовать.

Рассматриваемая проблема включает задачу уменьшения погрешности измерения. Поэтому в области измерения давления сделано множество разработок по увеличению точности измерения, при этом по уменьшению затрат на изготовление датчиков.

В докладе рассмотрены проблемы обеспечения бесперебойной работы завода за счет автоматизации технологического процесса кислородно-компрессорного цеха..

Проведен обзор существующих приборов измерения давления. Выделены их достоинства и недостатки, дано краткое описание принципа действия. Описана структура отечественного тензomanометра типа МШТ и комплекта тензomanометра. Рассмотрен принцип его действия.

Проанализирована структурная схема прототипа. На вход первичного преобразователя - мембраны М воздействуют измеряемая величина разности давлений ΔP . В результате воздействия данных величин изменяется мембрана выгибается на расстояние S , воздействуя тем самым на тензорезистор ТР. Тензорезистор соответственно меняет свое сопротивление R , которое включено в схему измерительного моста ИМ. Так как происходит разбаланс ИМ, то в его диагонали возникает напряжение U_0 , пропорциональный величине ΔP . Приведены расчетные данные структурной схемы по блокам: мембрана, тензорезистор, мостовая схема. Описание возможных вариантов подключения тензодатчиков.

Выявлен влияющий внешний параметра, вносящий наибольшую погрешность в процесс измерения. Используя тензорезисторы номиналом по 120 Ом, а питание схемы напряжением 1,2 В, ток проходящий по каждому резистору будет составлять 5 мА. При нулевой нагрузке разность потенциалов в мостовой схеме $V_{изм}$ будет равна нулю, при максимальной нагрузке 800 кг – 3 мВ. В полумостовой схеме измерения при нулевой нагрузке разность потенциалов будет равна 600 мВ, при максимальной нагрузке – 603 мВ. Изменению веса на 1 кг соответствует изменение напряжения на 10 мкВ.

Ключевые слова: давление, компрессор К-250, погрешность, тензодатчик.

УДК 543.271

СТАЦИОНАРНЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР КИСЛОРОДА И ОКСИДА УГЛЕРОДА

*Василенко В.С., Гончар В.М., Кривошей В.И., Цокало В.Ф., ЗАО “Всеукраинский НИИ
аналитического приборостроения” (ЗАО “Украналит”), г. Киев, Украина*

Основной метод оптимизации процесса горения это контроль содержания кислорода (O_2) в уходящих газах различных теплоагрегатов, который позволяет сделать вывод об эффективности сжигания топлива.

Для этой цели, в ЗАО “Украналит” был разработан циркониевый газоанализатор кислорода типа 151ЭХ 02, позволяющий при помощи выходных аналоговых сигналов (0-5) мА или (4-20) мА, а так же интерфейса RS 232 корректировать работу автоматической системы управления процессом горения.

Однако, измерение только содержания кислорода недостаточно для оптимизации соотношения воздух/топливо. Для обеспечения наибольшей эффективности горения топлива необходимо также измерять содержание оксида углерода (СО), который является продуктом горения топлива и несет информацию об условиях горения.

Таким образом, только одновременное измерение содержания кислорода и оксида углерода позволяет достичь наивысшей эффективности сжигания топлива в реальных рабочих условиях работы котлоагрегата.

Измерение содержания оксида углерода в основном проводится при помощи дорогостоящих зарубежных оптических газоанализаторов.

Анализ существующих методов измерения оксида углерода позволяет сделать вывод, что для разработки стационарного газоанализатора кислорода на базе газоанализатора 151ЭХ 02 наиболее приемлемым является метод низкотемпературного термokatализа для канала измерения СО.

Разрабатываемый в ЗАО “Украналит” стационарный газоанализатор кислорода и оксида углерода состоит из двух блоков: блока электроники и блока датчиков кислорода и оксида углерода. Блок электроники конструктивно размещен в унифицированном ударопрочном корпусе из поликарбоната фирмы “Бопла”.

Для канала оксида углерода разработано устройство отбора и подготовки пробы на современных газовых элементах фирмы “Комоцци”.

Для обработки и управления информационным сигналом разработан программируемый контроллер.

Информация о содержании кислорода и оксида углерода выдается на цифровой дисплей непосредственно в единицах измерения.

Разрабатываемый газоанализатор не имеет отечественных аналогов и по своим техническим характеристикам не уступает зарубежным аналогам.

Ключевые слова: газоанализатор, кислород, оксид углерода, дымовые газы, контроллер.

УДК: 537.534

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НАПУСКОМ ГАЗА В ДУОПЛАЗМАТРОНЕ

¹⁾Василенко В. И., ²⁾Братусь Т.И. ³⁾Курдюмова Г.В., ¹⁾Институт металлофизики им. ²⁾Национальный технический университет Украины “КПИ”, ³⁾НАН Украины, г. Киев, Украина

Общей проблемой управления ионными источниками типа дуоплазматрон является необходимость автоматического регулирования напуска рабочего газа в разрядную камеру, которая находится под высоким напряжением ($\leq 10\text{кВ}$), определяющим энергию получаемых ионов. Размещение натекателя под потенциалом земли исключено, поскольку подвод газа в этом случае должен осуществляться через изолирующий трубопровод, в котором неизбежно возникает разряд и пробой, поэтому натекатель приходится помещать под высоким напряжением. В этом случае газ в разделительном изоляторе находится под высоким давлением, предотвращающем пробой по высокому напряжению.

В настоящей работе разработана система для регулирования давления газа в камере дуоплазматрона, состоящая из термомеханического натекателя и устройства управления им. В принципе действия натекателя использована разность температурных коэффициентов расширения (ТКР) трубчатого корпуса из алюминиевого сплава, поверх которого намотан нагреватель, и запорного стержня из инвара. Запорным элементом является сапфировый шарик диаметром 2мм, вдавливаемый в медное седло. Герметизация осуществляется сальфоном, приваренным роликовой сваркой к стержню и оправке. Изменяя ток в нагревателе, можно управлять процессом натекания газа.

В устройстве управления нагревом натекателя в качестве сигнала о величине давления газа в камере дуоплазматрона использовано напряжение между разрядными электродами – анодом и катодом, поскольку между давлением газа и напряжением разряда существует однозначная зависимость, т.е. дуоплазматрон в этом случае сам служит датчиком давления. Анод, катод и натекатель находятся под потенциалом 10 кВ относительно “земли”, поэтому они гальванически развязаны от входа и выхода устройства управления.

Устройство управления содержит согласующий преобразователь сигнала обратной связи, а также обратногоходовой высокочастотный DC/DC преобразователь в виде ШИМ-контроллера и усилителя мощности.

В установившемся состоянии система удерживает заданный уровень напряжения разряда в камере дуоплазматрона с погрешностью не более 0,3%. Разработанное устройство успешно использовано для управления током и напряжением разряда в дуоплазматроне, генерирующем ионы ксенона в диапазоне токов разряда 40...80мА и напряжений разряда 350...490В.

Ключевые слова: дуоплазматрон, управление, преобразователь.

УДК 532.696.1

КОНСТРУКТИВНІ ТА МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПРИЛАДУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ СТУПЕНЯ ЗМОЧУВАНOSTІ НАФТОГАЗОНОСНИХ ПОРІД

*Витвицька Л.А., Чуйко М.М., Івано-Франківський національний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

Міжфазна взаємодія тверде тіло - рідина – газ відіграє вирішальну роль в процесах змочування, розтікання і адсорбції тощо. Зокрема при нафтогазовидобутку взаємодія нафтогазових флюїдів з породами, в яких вони знаходяться, визначається саме поверхневими властивостями взаємодіючих фаз, тобто поверхневими натягами кожної фази в контакті з іншою фазою. Змочуваність поверхні твердого тіла рідиною, яка кількісно встановлюється за крайовим кутом змочування, згідно з рівнянням Юнга прямо пропорційно залежить від різниці поверхневих натягів на межах розділу фаз тверде тіло - газ і тверде тіло - рідина і обернено пропорційно від поверхневого натягу рідина – газ. В силу істотно більшого значення поверхневого натягу високоенергетичних поверхонь твердих нафтогазоносних порід в порівнянні з натягом нафти, саме вплив на величину поверхневого натягу породи дає змогу регулювати процеси динаміки та інтенсифікації нафтогазовидобутку.

На основі дослідження ступеня змочуваності нафтою зразків різних порідколекторів, які представляють собою пористі діелектричні середовища з різними розмірами зерен, було встановлено, що змочуваність в більшій мірі залежить від властивостей породи, ніж від властивостей нафти. При цьому поверхневий натяг зразків визначався за допомогою приладу, в основі якого лежить залежність між електричними і термодинамічними властивостями поверхні. Зміна поверхневого натягу зразка, тобто зміна поверхневої термодинамічної енергії, приводить до зміни ємності плоского конденсатора, в якому знаходиться досліджуваний зразок із дозованою краплею нафти.

Прилад містить два конденсатора, один з яких вимірювальний, в якому знаходиться досліджуваний зразок породи з нафтою, і другий - порівняльний, в якому розміщений постійний зразок породи з краплею тієї ж нафти, для якого визначено ступінь змочування за оптично виміряним значенням крайового кута змочування. Конденсатори ввімкнені в коливні кола двох генераторів, частоти яких пропорційні ємностям конденсаторів. Різниця частот буде пропорційною ступеню змочуваності досліджуваного зразка. Для забезпечення однакової форми, розмірів і шорсткості поверхні зразків порід, отриманих з різних кернів, використовується спеціальний пристрій - копер.

Ключові слова: крайовий кут змочування, поверхневий натяг, порода, нафта, конденсатор.

УДК 543.27.08

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МНОГОХОДОВЫХ ОПТИЧЕСКИХ КЮВЕТ ДЛЯ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

*Гейко О. Н., Максименко Ю.Н. ЗАО "Всеукраинский НИИ аналитического приборостроения
(ЗАО "Украналит"), г. Киев, Украина*

В ИК-спектрофотометрах применяемых для контроля газовых промышленных выбросов, имеющих сложный состав, повышение избирательности достигают сужением спектрального интервала регистрируемого излучения. Это приводит к уменьшению полезной мощности излучения, а, следовательно, и чувствительности измерений. Повышают чувствительность использованием кювет с многоходовыми оптическими системами.

В большинстве случаев промышленные приборы представляют собой однодиапазонный измеритель интенсивности излучения с установкой нулевых показаний при отсутствии поглощающих компонентов в кювете. Многокомпонентный анализ реализуется с помощью набора узкополосных интерференционных фильтров в сочетании с тепловым источником излучения и интегрально чувствующим приемником.

Как правило, анализируемые компоненты значительно отличаются как своей концентрацией, так и коэффициентами поглощения. Поэтому возникает задача выбора таких параметров многоходовой оптической системы, которые обеспечат анализ отличающихся по поглощению газов с заданной абсолютной погрешностью одним измерителем интенсивности излучения. К таким параметрам относятся базовая длина кюветы, количество ходов излучения, размеры зеркал-объективов. При выборе базовой длины и размеров зеркал необходимо учитывать, что с увеличением этих параметров наряду с возрастанием полезной мощности излучения увеличивается внутренний объем, что ухудшает быстродействие прибора. При увеличении количества ходов N увеличивается доля поглощенной энергии излучения, однако количество энергии на выходе кюветы уменьшается в ρ^N раз за счет потерь на многократных отражениях от зеркал с коэффициентом отражения ρ .

В докладе представлены:

- методика выбора оптимальной длины излучения в кювете для анализа с заданной приведенной погрешностью газов с разной степенью поглощения;
- методика оценки оптимального количества ходов с учетом влияния потерь энергии на многократных отражениях на соотношение сигнал/шум;
- методика выбора габаритов кюветы (базовая длина и размеры зеркал) во взаимосвязи с размерами излучателя и чувствительной площадки приемника излучения.

Ключевые слова: многоходовая кювета, газоанализатор, промышленные выбросы.

УДК 543.27.08

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

*Грабар В.Я., Мошковська Л.Т., Мазира Л.Д., Юрова Є.С., ЗАТ “Всеукраїнський НДІ
аналітичного приладобудування” (ЗАТ “Украналіт”), м. Київ, Україна*

Невід'ємною складовою заходів щодо захисту довкілля є контроль стану атмосфери. Стан атмосферного повітря в м. Кам'янці-Подільському суттєво залежить від викидів АТ “Подільський цемент” (с. Гуменці Кам'янець-подільського району Хмельницької області). За проектом, розробленим ЗАО “Украналіт”, допоміжне капітальне приміщення підприємства було переобладнане в автоматизований пост спостереження за станом атмосферного повітря “АТМОСФЕРА-10ПЦ”. До складу розробленого автоматизованого поста входить комплект автоматичних газоаналізаторів, які здійснюють безперервний автоматичний аналіз масових концентрацій основних газових забруднювачів атмосферного повітря населених місць (645ХЛ 10, 667ФФ 05, 621ЕХ 20), вимірювач метеопараметрів повітря “АТМОСФЕРА-1М” (щогла висотою 7 м, на якій розміщені метеодатчики, знаходиться поряд з приміщенням), апаратура збору, обробки, зберігання і передачі даних, установка пневматична УП-4444АС для відбору проби на вміст пилу. Система обігріву і кондиціонування забезпечує автоматичну підтримку температури у межах $20 \pm 5^\circ\text{C}$.

Автоматизована система екологічного моніторингу атмосфери (АСЕМА) АТ “Подільський цемент” складається з двох територіально рознесених модулів, зв'язаних між собою лінією стільникового зв'язку (мережа “Київстар”).

Перший модуль є вимірювально-інформаційною системою з апаратурою передачі даних, яка розміщується в павільйоні “АТМОСФЕРА-10ПЦ” і складається з контролера на базі ПК із спеціальною програмою, де збираються та обробляються дані вимірювань від газоаналізаторів та вимірювача параметрів повітря, а також модема Siemens MC35i для передачі даних.

Другий модуль знаходиться в приміщенні заводууправління (за кілька кілометрів від поста) і являє собою робоче місце користувача АСЕМА, що складається з центрального ПК, GSM-модема Siemens MC35i та спеціальної програми, яка дозволяє здійснювати управління обміном інформацією між постом і ПК. Оператор в будь-який момент ініціює запит на файли з результатами вимірювань за заданий період (від однієї доби) від поста, після чого встановлюється модемний зв'язок і одержуються необхідні файли з пам'яті контролера, який знаходиться в посту. Програма користувача дає можливість формування в центральному ПК таблиць та графіків на основі одержаних від поста даних, розрахунок середньодобових, середньомісячних значень вимірюваних концентрацій та метеопараметрів.

Ключові слова: атмосферне повітря, моніторинг, газоаналізатори, автоматизована система, GSM-модем.

УДК 543.27.08

ОПЫТ СОЗДАНИЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ТОКСИЧНЫХ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И ТЭС

Дашковський А.А., Максименко Ю.Н., ЗАО “Всеукраїнський НІІІ аналітичного приладобудування” (ЗАО “Украналит”), г. Київ, Україна

В последние годы ЗАО “Украналит” разработало и ввело в эксплуатацию различные системы контроля концентраций токсичных газовых компонент в выбросах промышленных предприятий и ТЭС. Нормативными документами установлена необходимость инструментального контроля и документальный учет выбросов следующих веществ: NO, NO₂, CO, SO₂, твердые частицы.

В основу систем промышленных выбросов положен многокомпонентный стационарный газоанализатор, работающий на принципе измерения поглощения инфракрасного излучения на аналитической длине волны поглощения измеряемых газов, выделяемой с помощью узкополосных интерференционных фильтров. Применение микропроцессорной техники обработки сигналов позволяет с высокой точностью отделить сигналы одного газа от других и измерять одновременно и непрерывно концентрации основных токсичных газов в выбросах промышленных предприятий и ТЭС, а именно: NO, NO₂, CO, SO₂, NO_x.

Для измерения валовых выбросов токсичных веществ в атмосферу в состав систем включается датчик скорости потока газа и датчик температуры газа в точке измерения концентраций газов. Это позволяет измерять расход выбрасываемого газа и, как следствие, мощность и величину валовых выбросов. Системы комплектуются также газоанализаторами кислорода, устанавливаемыми в те же точки отбора пробы. Газоанализаторы предназначены, во-первых, для приведения всех измерений к определенной концентрации кислорода, например 6% об., а, во-вторых, для оценки разбавления воздухом газовых выбросов котлоагрегатов (при наличии второго газоанализатора кислорода, установленного вблизи котла).

Для окончательной обработки сигналов, возможности многолетнего хранения и последующего обращения к любой информации о выбросах, применяется персональная ЭВМ, устанавливаемая, как правило, на блочном щите управления котлом или иным источником выбросов.

Все приборы, электронные блоки датчиков, программируемые АЦП-контроллеры и другое вспомогательное оборудование устанавливаются в герметичные термостатированные шкафы, расположенные в непосредственной близости от точек отбора пробы (не более 20 м). На некоторых предприятиях возможно использование имеющихся помещений, расположенных вблизи точек отбора проб из газоходов.

Ключевые слова: системы контроля, выбросы, предприятия.

УДК 543.27.08

СПОСІБ БЕЗПЕРЕРВНОГО ХЕМІЛЮМІНЕСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ ОКСИДУ АЗОТУ ТА ОЗОНУ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ

Дашковський О.А., Курінний В.К., Міхеева І.Л., ЗАТ “Всеукраїнський НДІ аналітичного приладобудування” (ЗАТ “Украналіт”), м. Київ, Україна

Для проведення аналізу атмосферного повітря зазначеним способом створюють хемілюмінесцентну реакцію поміж газом, що аналізується, та газом-реактантом. Для цього в реакційну камеру через один вхід подають атмосферне повітря, що аналізується, а через другий вхід подають газ-реактант. В результаті змішування зазначених двох потоків в реакційній камері протікає газофазна хімічна реакція, яка супроводжується хемілюмінесцентним випромінюванням в ближньому інфрачервоному (ІЧ) діапазоні. Інтенсивність випромінювання пропорційна концентрації аналізованого компоненту газу та реєструється за допомогою фотоелектронного помножувача (ФЕП). Для аналізу оксиду азоту (NO) в якості газу-реактанту використовують озон (O_3), для аналізу озону в якості газу-реактанту використовують оксид азоту [1].

При налагодженні та калібровці газоаналізатора (ГА) спочатку при прокачуванні через реакційну камеру чистого “нульового газу”, тобто газу очищеного від NO та O_3 , визначають і запам’ятовують величину нульового фонових сигналу а потім, при прокачуванні через реакційну камеру повітряної газової суміші (ПГС), визначають величину каліброваного сигналу чутливості, яку запам’ятовують для коригування вимірів при подальшій роботі.

Для забезпечення постійної величини чутливості ГА періодично на короткий проміжок часу автоматично виключають генератори озону чи оксиду азоту, тобто припиняють хемілюмінесцентну реакцію, визначають величину нульового фонових сигналу без подачі “нульового газу”. Далі, при виключених генераторах газу-реактанту на короткий проміжок часу (4 с.) включають ІЧ світлодіод, який розміщений перед фотокатодом ФЕП і запам’ятовують величину реперного сигналу. Цю величину порівнюють з величиною каліброваного сигналу чутливості, яку визначено при калібровці за допомогою ПГС і визначають поправочний коефіцієнт для корегування результатів аналізу. При цьому враховуються коливання чутливості ФЕП, які відбуваються при зміні температури навколишнього середовища та напруги живлення ФЕП, а також зміна з часом характеристик оптичного світлофільтра, запиленість вікна реакційної камери, флуктуації темного струму.

Ключові слова: хемілюмінесценція, газ-реактант, газоаналізатор

Література

1. Патент 28326 Україна, МПК G01N 21/76. Спосіб безперервного хемілюмінесцентного аналізу оксиду азоту та озону / Дашковський О.А., Курінний В.К., Кривоніс Ю.І., Міхеева І.Л. - № u200706346; Заявл. 07.06.2007; Опубл. 10.12.2007, Бюл. № 20. – 4с.

УДК 621.3.078

КОМП’ЮТЕРИЗОВАНИЙ АВТОТРАСОВИЙ ГАЗОАНАЛІЗАТОР

*Дев’ятко Г.О., Кучменко В.А., Лацис С.А., Орлов М.О., Партишев В.О., Подольський В.Я.,
ЗАТ “Всеукраїнський НДІ аналітичного приладобудування” (ЗАТ “Украналіт”), м. Київ,
Україна*

Основними забруднювачами повітря у викидах автотранспорту є оксид вуглецю та діоксиди азоту і сірки. Рівні забруднення повітря цими речовинами складають до 80% від загального забруднення повітря населених пунктів.

Для забезпечення моніторингу стану повітря на автомагістралях населених пунктів ЗАТ “Украналіт” було розроблено і впроваджено автоматичний стаціонарний багатокомпонентний автотрасовий газоаналізатор 603 EX01M, який у безперервному режимі вимірює концентрації оксиду вуглецю (CO) та діоксидів азоту і сірки (NO₂, SO₂).

Газоаналізатор має поліпшені технічні та експлуатаційні характеристики відносно трасових датчиків, які нині експлуатуються на автомагістралях України, за рахунок зменшення впливів температури навколишнього повітря і невимірюваних компонентів на кожний первинний електрохімічний перетворювач (ПЕП), повністю автономного живлення і передавання даних про концентрацію забруднювачів по бездротовому модемному зв’язку.

Конструктивно газоаналізатор виконаний у вигляді трьох окремих газових модулів, що встановлено в єдиному корпусі, який забезпечує ступінь захисту газоаналізатора від зовнішніх впливів IP65.

До складу кожного газового модуля входить відповідний ПЕП і плата обробки інформації. Атмосферне повітря, що аналізується, одночасно надходить у кожний ПЕП газоаналізатора в безперервному дифузійному режимі.

Діапазони вимірювань газоаналізатора складають:

CO - 1,8 -110 мг/м³; NO₂ - 0,6 -15 мг/м³, SO₂ - 0,8 -20 мг/м³.

У газоаналізатор вбудований контролер, який усереднює поточні значення концентрації вимірюваних газів за 20 хвилин, накопичує їх впродовж 7 діб і формує текстові файли отриманих даних, які за допомогою GSM-модему газоаналізатора передаються в режимі GPRS до екологічних інформаційно-аналітичних центрів та інших зацікавлених організацій.

Контролер газоаналізатора забезпечує компенсування впливів температури навколишнього повітря і невимірюваних компонентів на кожний ПЕП за визначеними формулами і коефіцієнтами, які заносяться до пам’яті контролера при настроюванні ГА за допомогою повірочних газових сумішей.

Газоаналізатор живиться від акумулятора, який постійно заряджається сонячною батареєю, та працює в діапазоні робочих температур від мінус 30 °C до плюс 40 °C.

Ключові слова: газоаналізатор, автомагістраль, моніторинг, вимірювання.

УДК 551.508

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АЭРОЗОЛЬНЫХ ПОЛЕЙ ПО ДАННЫМ ТРЕХВОЛНОВОГО ЛАЗЕРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

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

Основные проблемы, возникающие при интерпретации данных многочастотного лазерного зондирования атмосферных аэрозолей, – это определение константы калибровки лидара и адекватное задание профиля лидарного отношения, определяющего долю рассеянной назад энергии по сравнению с падающей на элементарный объем среды. Для горизонтальных и наклонных зондируемых трасс использование существующих методов решения уравнения лазерного зондирования в большинстве случаев невозможно из-за отсутствия априорной информации об оптических параметрах в конце трассы, а использование абсолютной калибровки лидара сопряжено с неустойчивостью и расходимостью получаемого решения. Нами разработана методика устойчивого восстановления профилей коэффициентов обратного рассеяния атмосферным аэрозолем $\beta_a(\lambda, r)$ на горизонтальных и наклонных трассах из результатов лазерного зондирования на длинах волн $\lambda = 355; 532; 1064$ нм и нефелометрических измерений коэффициентов аэрозольного светорассеяния $\beta_{a,\theta}$ под углом $\theta = 33^\circ$, использующая установленную на основе модели атмосферного аэрозоля Андреева-Ивлева (с варьирующимися значениями метеорологической дальности видимости и относительной влажности воздуха) и подтвержденную экспериментальными данными сети дистанционного контроля параметров атмосферного аэрозоля AERONET регрессионную зависимость между $\beta_a(\lambda_i)$ на указанных длинах волн.

При достаточно разнообразных условиях в атмосфере максимальное отклонение $\beta_a(\lambda_2)$ от полученной зависимости составляет $\sim 18\%$, при этом среднеквадратичное отклонение значительно меньше – 4.3% . Спектральные значения $\beta_{a,\theta}$ с высокой точностью определяют относительный спектральный ход коэффициента аэрозольного ослабления, что дает возможность обратить систему уравнений лазерного зондирования относительно профилей $\beta_a(\lambda, r)$ путем использования соответствующего итерационного алгоритма.

Для исследования устойчивости алгоритма к пространственным вариациям относительного спектрального хода $\varepsilon_a(\lambda)$, отклонению $\beta_a(\lambda, r)$ от используемого уравнения регрессии, ошибкам калибровки и измерения сигналов нами проведен ряд численных экспериментов по трехволновому зондированию атмосферы. Показывается, что данная методика не требует априорного задания лидарного отношения, нечувствительная к его пространственным вариациям и не приводит к расходимости решения, как при произвольном положении опорной точки, так и при использовании абсолютной калибровки лидара.

Ключевые слова: аэрозоль, лазерное зондирование, обратное рассеяние.

УДК 551.508

НЕФЕЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПОРНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОПТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В МНОГОЧАСТОТНОМ ЛАЗЕРНОМ ЗОНДИРОВАНИИ СЛАБОЗАМУТНЕННОЙ АТМОСФЕРЫ

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

Исследование распределения оптических и микрофизических параметров аэрозоля по вертикальным и наклонным трассам имеет важное значение для решения проблем радиационного баланса атмосферы, физики и химии аэрозоля, а также процессов переноса загрязняющих веществ в атмосфере. Наиболее эффективно лазерное зондирование (ЛЗ), так как позволяет проводить длительные непрерывные измерения с хорошим пространственным и временным разрешением. Для устойчивой интерпретации данных многочастотного ЛЗ атмосферы требуется априорное задание аэрозольной индикатрисы обратного рассеяния g_π и константы калибровки лидара I_k , которая, как правило, также выбирается исходя из имеющейся информации об оптических параметрах зондируемой атмосферы. Исходя из устойчивости решения уравнения ЛЗ необходимо иметь априорную информацию (значения коэффициентов аэрозольного ослабления ϵ) на конце трассы зондирования. Однако при ЛЗ слабозамутненных сред положение опорной точки, как показано в [1], не имеет принципиального значения. В [2] описывается алгоритм определения I_k с использованием дополнительного измерения ϵ нефелометром на земной поверхности, устраняющий расходимость решения уравнения ЛЗ и наиболее удобный при горизонтальном и наклонном зондировании атмосферы, когда информация об оптических параметрах в конце трассы отсутствует.

В данной работе исследуются множественные регрессии между спектральными значениями ϵ , g_π и коэффициентами рассеяния света β_θ под углами $\theta = 1^\circ \div 180^\circ$, на основе которых осуществляется выбор оптимальных углов рассеяния для получения указанных оптических параметров на длинах волн $\lambda = 0.35; 0.532$ и 1.06 мкм, наиболее часто используемых при ЛЗ атмосферы. Показывается возможность использования спектральных значений β_θ под углами 33 и 170° для определения опорных значений $\epsilon(\lambda)$ и $g_\pi(\lambda)$. Оцениваются погрешности определения $\epsilon(\lambda)$ и $g_\pi(\lambda)$ для различных атмосферных ситуаций. Приводятся примеры восстановления профилей ϵ слабозамутненной атмосферы из результатов совместных многоволновых локационных и нефелометрических измерений.

Ключевые слова: лазерное зондирование, нефелометр, оптические параметры.

Литература

1. М.М. Кугейко, С.А. Лысенко. // Опт. атм. и океана, 19, № 5 (2006) 435—440.
2. V.A. Kovalev. // Appl. Opt., 42, N 3 (2003) 585—591.

УДК 621.307.13

ПОВЕДІНКА ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ КОМІРОК В ПЕРЕХІДНОМУ РЕЖИМІ

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

Електрохімічні комірки, які широко використовуються в приладах та системах газового аналізу, працюють в стаціонарному режимі. В той же час перехідний режим роботи може бути цікавим не тільки з точки зору швидкості встановлення показань пристрою, але і з точки зору його структури.

Задача складення еквівалентної схеми електрохімічної комірки по її перехідним характеристикам є задачею синтезу. Для вирішення цієї задачі використані перетворення Лапласа та теореми розкладення Хевісайда. На підставі аналізу зображення перехідної характеристики електрохімічної комірки побудована її еквівалентна схема.

Еквівалентна схема двохелектродної електрохімічної комірки в присутності газу, що аналізується, представляє собою внутрішній опір комірки, зашунтований паралельно з'єднаними RC колами, кількість котрих в загальному випадку прагне до нескінченності. Але з достатньою для практики точністю можна вважати, що таких кіл три або чотири.

При подачі на вхід двохелектродної електрохімічної комірки газу, що аналізується, послідовно з внутрішнім опором з'являється електрорушійна сила, величина котрої пропорційна концентрації газу.

Електрохімічна комірка в газоаналізаторах звичайно працює при замкненому зовнішньому колі, тому представляє інтерес вплив параметрів зовнішнього кола на характеристики системи в стаціонарному та перехідному режимах. Для оцінки роботи комірки зручно ввести поняття її коефіцієнта передачі в стаціонарному режимі. Ця функція визначає оптимальну величину вхідного опору вимірювача струму електрохімічної комірки.

З точки зору збільшення коефіцієнту передачі комірки вигідно збільшувати вхідний опір вимірника струму, але при цьому підвищується інерційність системи. Це наочно відображено на спектрі еквівалентної схеми.

Недоліком двохелектродної електрохімічної комірки є нелінійна залежність струму комірки, що несе інформацію про концентрацію газу, який аналізується, від концентрації цього газу. Від цього недоліку дозволяє позбавитися введення третього (порівняльного) електроду, яке зумовлена прагненням виключити вплив падіння напруги на внутрішньому опорі комірки, котрий залежить від концентрації газу, що аналізується.

Розглянута еквівалентна схема трьохелектродної електрохімічної комірки в стаціонарному режимі. В еквівалентній схемі трьохелектродної електрохімічної комірки існують еквівалентні опори кожного електроду, але тільки опір робочого електроду не залежить від концентрації газу, що аналізується.

Ключові слова: концентрація газу, стаціонарний та перехідний режими

УДК 621.307.13

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ КОМІРОК

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

В аналітичному контролі газів все більш важливе значення отримують хімічні сенсори, з'явлення котрих стало можливим завдяки успіхам в області мікроелектроніки, широкому використанню мікропроцесорів та комп'ютерів, створенню нових матеріалів. Більшу частину хімічних сенсорів, що випускаються промисловістю, складають електрохімічні, які отримали назву електрохімічних комірок.

Газоаналізатори, побудовані на основі електрохімічних комірок, мають високу чутливість, широкий діапазон вимірювання концентрації, просту конструкцію, а амперометричні — ще й лінійну шкалу. Але в той же час вони мають суттєві недоліки, такі як низька селективність та температурна нестабільність, тому боротьба з цими недоліками є дуже важливою та перспективною з метою створення ще більш досконалих електрохімічних газоаналізаторів.

Для ефективної боротьби з цими недоліками, враховуючи бурхливий розвиток мікроелектроніки, створення нових вузлів та методів обробки сигналів, важливо знати характеристики електрохімічних комірок. В цих умовах застосування еквівалентних схем електрохімічних комірок дасть можливість оцінювати всю структуру комірки — електроніка як єдину, що відкриває нові можливості для розвитку напрямку.

Еквівалентні схеми можуть розглядатися в стаціонарному та перехідному режимах. При цьому в залежності від кількості електродів еквівалентна схема буде змінюватися. У стаціонарному режимі при замкненому зовнішньому колі до електродів комірки прикладають зовнішню напругу, яка впливає на внутрішні процеси в комірці і може бути названою напругою зміщення.

Отримані графіки залежності електричного струму через комірку від напруги зміщення та концентрації газу, що аналізується, які можна назвати характеристиками комірки. Проведений аналіз характеристик електрохімічної комірки. На підставі аналізу побудована еквівалентна схема двохелектродної комірки.

Розглянута поведінка електрохімічної комірки в перехідному режимі та зроблені висновки про наявність паразитних ємностей електрохімічної комірки.

Потрібно відмітити, що струм власної ємності комірки складається з струмом, що несе інформацію про концентрацію газу, що аналізується. Через це виникає похибка вимірювання концентрації тим більше, чим більше величина ємнісного струму у порівнянні з інформаційним струмом. Це дозволяє вважати ємнісний струм паразитним. Величини паразитних ємностей електрохімічної комірки залежить від концентрації газу, що аналізується.

Ключові слова: електрохімічна комірка, еквівалентна схема, зміщення

УДК 543.27.08

ГІДРОДИНАМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК МОРСЬКИХ ЗОНДІВ, АПАРАТНИХ БЛОКІВ, ЩО ЗАНУРЮЮТЬСЯ, ДРИФТЕРІВ

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

Прилади для вимірювання параметрів морської води розміщуються у багатьох випадках [1] у зондах та блоках, що занурюються, з різними способами базування, закріплення та транспортування, а також в автономних дрифтерах, або буях, які вільно дрейфують. Форма та розміри цих пристроїв проектується в залежності від призначення апаратури та приладів, що в них розміщуються, а також з урахуванням умов експлуатації, умов та режимів вимірювань. Гідродинамічні властивості пристроїв при цьому мають велике значення.

Важливими характеристиками, які потрібно враховувати при проектуванні, є стійкість пристроїв в умовах хвилювання, транспортування, та наявності течії, а також оптимальність гідродинамічного та хвильового опору. Наявність у конструкціях технологічних отворів, виступів та вимірювальних елементів приладів ускладнює цю задачу.

Сучасні обчислювальні засоби для гідродинамічних розрахунків мають, як правило, загальне призначення і відносяться до технологічного класу з назвою CFD (Computational Fluid Dynamics). Методі розрахунків цього класу засновані на сіткових методах розв’язання задач для рівнянь Нав’є-Стокса та Ейлера. Відповідь на питання про стійкість в умовах хвилювання та оптимальність опору в таких системах можна отримати тільки посередньо в результаті проведення великого обсягу обчислювального експерименту.

В доповіді пропонується створення спеціалізованого обчислювального засобу для гідродинамічних розрахунків систем, працюючих в умовах хвилювання, заснований на методі сингулярних інтегральних рівнянь та чисельних методах дискретних особливостей. Такий підхід дозволить провести швидкий аналіз гідродинамічних характеристик пристроїв і отримати прямі відповіді на необхідні запитання. Він заснований на використанні результатів чисельного та аналітичного аналізу задач взаємодії твердих тіл з хвильовою поверхнею, виконаного за спрощеними моделями, зокрема, лінеаризованими, з подальшими уточненнями розрахунків.

Ключові слова: вимірювання параметрів морської води, морські зонди, блоки, що занурюються, дрифтери, буї, гідродинамічний розрахунок, обчислювальні засоби.

Література:

1. Системы контроля окружающей среды. Средства и информационные технологии. – Севастополь: Морской гидрофизический институт НАН Украины. Сб. научн. трудов. – 2006. – 228 с.

УДК 543.27.08

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ NO_x ИНФРАКРАСНЫМ АБСОРБЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Максименко Ю.Н., ЗАО “Всеукраинский НИИ аналитического приборостроения” (ЗАО “Украналит”), г. Киев, Украина

Среди токсичных газов, выбрасываемых в атмосферу промышленными предприятиями и ТЭС, на первом месте стоит контроль и измерение в выбросах суммарной концентрации оксидов азота (NO_x), приведенной к NO_2 . При этом требуется раздельное измерение концентраций NO и NO_2 , а затем пересчет в NO_x .

Как известно, инфракрасный абсорбционный метод газового анализа позволяет одновременно измерять концентрацию многих газов, например, NO , NO_2 , CO , SO_2 , CO_2 , CH_4 , H_2O . Применение современной микропроцессорной техники обработки информационных сигналов позволяет с высокой точностью отделить сигналы одного газа от других. Поэтому наиболее подходящим методом измерения NO_x является инфракрасный абсорбционный метод.

Пользуясь обозначениями, приведенными в работе [1] рассчитано значение концентрации NO_x , определяемое в реальных выбросах:

$$C_{\text{NO}_x} = \frac{1}{K_{22}} \ln \frac{\gamma_2 U_{20}}{U_2} + \frac{1.53}{K_{11}} \ln \frac{\gamma_1 U_{10}}{U_1} \left(\frac{1.53 K_{16}}{K_{11} K_{66}} + \frac{K_{26}}{K_{22} K_{66}} \right) \ln \frac{\gamma_6 U_{60}}{U_6}$$

Приведен расчет абсолютной (ΔC_{NO_x}) и относительной ($\Delta C_{\text{NO}_x} / C_{\text{NO}_x}$) погрешности измерения концентрации NO_x для реальной многокомпонентной газовой среды с учетом взаимного влияния спектральной характеристики всех измеряемых (и неизмеряемых, но влияющих) газовых компонент на измерение концентрации NO_x .

Показано, что допустимое изменение напряжений с фотоприемника ΔU на аналитической длине волны NO и NO_2 , эквивалентное влиянию внешних факторов на фотоприемник, увеличивается с увеличением концентрации как для NO , NO_2 , так и NO_x (при сохранении требуемой погрешности измерения концентрации газов).

При малых концентрациях (меньше 20% верхнего предела диапазона измерений) диапазон допустимых отклонений напряжений с фотоприемника резко уменьшается, что приводит к увеличению реальной погрешности измерения при этих концентрациях. Точность измерения NO_x сохраняется при любом соотношении NO - NO_2 .

Ключевые слова: оксиды азота, выбросы, погрешность измерений.

Литература

1. Максименко Ю.Н. Исследование погрешности многокомпонентных инфракрасных газоанализаторов // Вісник НТУУ “КПІ”, серія: Приладобудування. – Київ.- 2006.- вип.31.- С.69-74,

УДК 543.27.08

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

*Максименко Ю.Н., ЗАО “Всеукраинский НИИ аналитического приборостроения”
(ЗАО “Украналит”), г. Киев, Украина*

Основой разрабатываемых сегодня систем контроля промышленных выбросов, устанавливаемых, как правило, на выходе линейного участка газохода перед дымовой трубой, являются многокомпонентные газоанализаторы, измеряющие одновременно несколько газовых компонент. Эти газоанализаторы бывают одноканальные, например 305ФА01, или многоканальные, например 325ФА20.

На базе газоанализатора МАРС-5, работающего на принципе измерения величины поглощения инфракрасного излучения, прошедшего через кювету с анализируемыми газами NO, NO₂, CO, SO₂, являющегося одноканальным прибором, разработан модифицированный газоанализатор МАРС-5М, содержащий дополнительный измерительный канал.

Дополнительный датчик устанавливается после оптической кюветы так, что анализируемый газ после устройства пробоподготовки (очистки от пыли, двухкаскадной осушки, формирования требуемого расхода и давления) поступает сначала в оптическую кювету, а затем на дополнительный датчик и далее на сброс газа из прибора. Такая газовая схема включения дополнительного датчика обеспечивает ему “комфортные” условия работы, что практически неограничивает выбор типа дополнительных датчиков. В результате - срок службы и эксплуатационные характеристики датчиков в приборе соответствуют их лучшим лабораторным значениям.

В качестве дополнительного датчика в газоанализаторе МАРС-5М установлена электрохимическая ячейка на кислород. Сигнал с датчика после аналогового преобразования подается на микропроцессорное устройство газоанализатора МАРС-5М, которое выводит значение концентрации кислорода на двухстрочный индикатор на передней панели прибора.

Таким образом, модифицированный газоанализатор МАРС-5М позволяет измерять концентрацию NO, NO₂, CO, SO₂ и O₂ в одной и той же физической точке. Наличие информации о значении концентрации кислорода в дымовых газах предприятий и ТЭС позволяет, во-первых, пересчитать показания газоанализатора по всем измеряемым газовым компонентам к стандартному значению концентрации кислорода – 6 % об., а во-вторых, при наличии второго анализатора кислорода, установленного возле источника выбросов (котлоагрегата), оценить разбавление дымовых газов атмосферным воздухом.

Ключевые слова: газоанализатор, многоканальный, кислород, выбросы.

УДК 543.27. 08

К ВОПРОСУ УПРОЩЕННОГО ВЫБОРА РАЗДЕЛИТЕЛЬНЫХ КОНДЕНСАТОРОВ

*Максименко Ю.Н., Тимин А.К., Цвельх Ю.М., ЗАО “Всеукраинский НИИ аналитического
приборостроения” (ЗАО “Укрналит”), г. Киев, Украина*

При разработке электрических схем, работающих с импульсными сигналами, для отделения (отсечки) постоянной составляющей часто используются разделительные конденсаторы. При этом импульс напряжения на нагрузке после разделительного конденсатора имеет спадающую по экспоненте вершину.

Для устройств, измеряющих амплитуду импульса напряжения, изменения её значений, вызванные влиянием колебаний температуры на компоненты схемы или нестабильностью длительности самого импульса, могут существенно отразиться на решаемой устройством задаче, так как на практике для измерения значения амплитуды импульса необходимо некоторое время для реализации процедуры измерения.

Определение погрешности аппроксимации начального участка экспоненты касательной к её началу позволяет существенно упростить поиск оптимального сочетания значений ёмкости конденсатора, сопротивления резистора нагрузки и ширины импульсного сигнала для принятой (задаваемой) погрешности аппроксимации.

В докладе предложена удобная форма варианта упрощений, сделан вывод формулы относительной погрешности аппроксимации. В формуле отражена связь длительности импульса, значения сопротивления резистора нагрузки и ёмкости разделительного конденсатора:

$$\delta = \frac{t_u}{\tau} - \left[1 - 1 * \exp\left(\frac{-t_u}{\tau}\right) \right]$$

где: t_u - длительность импульса.

δ - относительная погрешность аппроксимации;

τ - постоянная времени экспоненты, равная произведению значения сопротивления нагрузки и ёмкости разделительного конденсатора.

Сделаны расчёты членов приведенной формулы для ряда значений $\frac{t_u}{\tau}$ в диапазоне (0,000001 ÷ 1).

Приведен пример использования полученных данных для выбора оптимального сочетания ширины импульса, приемлемых значений сопротивления резистора нагрузки и ёмкости разделительного конденсатора с учётом температурных колебаний значений этих элементов применительно к электронному тракту пылемера.

Ключевые слова: импульсный сигнал, оптимизация, погрешность.

УДК 621.307.13

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОХИБОК МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО ПІРОМЕТРА

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

За сучасним даними 75% всіх операцій контролю у високих технологіях провадиться за допомогою телевізійних інформаційних вимірювальних систем. І якщо мова йде про температурні технології – це телевізійна пірометрія.

Телевізійна пірометрія завдяки особливостям формування сигналу дозволяє вирішувати сучасні наукові та технологічні задачі на якісно новому рівні, зокрема, телевізійні пірометри при контролі температурних полів забезпечують вибірку сотень тисяч точок в реальному масштабі часу з високим просторовим розрізненням. Ця властивість телевізійних пірометрів створює умови для підвищення ефективності контролю, а отже, підвищення якості продукції в багатьох провідних технологіях, таких як електронно-променева технологія зонної плавки в вакуумній камері.

Але до цього часу залишаються поза увагою дослідників проблеми мультиспектральної пірометрії. В літературі відсутні систематичні дані про технічні засоби, достовірні результати їх використання в науковій чи технологічній практиці.

В роботі розроблені і проаналізовані математичні моделі моноспектрального та мультиспектрального телевізійних пірометрів.

Основними складовими методичної похибки, яка в пірометрії випромінення домінує над інструментальною, є вплив випромінення сторонніх джерел, змін коефіцієнта пропускання та неповнота інформації про коефіцієнт випромінювальної здатності. Перші два джерела мають загальний характер для будь-яких схемотехнічних реалізацій та для всіх пірометричних задач, і для зменшення їх впливу можна використовувати відомі методи. А зменшення впливу третьої складової, власне, і є суттю мультиспектральної пірометрії. В телевізійній пірометрії, крім названих, необхідно враховувати також похибку вимірювання температури, яка обумовлена похибкою визначення ефективною (моноспектральні методи) та еквівалентною (мультиспектральні методи) довжини хвилі.

В роботі отримано формулу для визначення похибки вимірювання температури, обумовленої нерівномірністю чутливості СЕП.

Практично важливим є вираз, який дає критерій вибору камери, яка забезпечує вимірювання температури із заданою точністю. В роботі отримані формули для визначення похибки вимірювання температури, обумовленої похибкою вимірювання амплітуди для методу біспектральної пірометрії.

Ключові слова: пірометр, мультиспектральний пірометр, телевізійний пірометр

УДК 621.307.13

ЕКВІВАЛЕНТНА ДОВЖИНА ХВИЛІ БІСПЕКТРАЛЬНОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО ПІРОМЕТРА

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

Відомо, що технічний рівень суспільства визначається не тільки наявністю досконалих технологій отримання нових речовин, матеріалів, виробів, але й відповідних методів і засобів контролю цих технологій. Незважаючи на те, що біля 75% всіх операцій контролю у високих технологіях провадиться за допомогою телевізійних інформаційних вимірювальних систем.

До цього часу практично залишаються поза увагою дослідників проблеми мультиспектральної пірометрії. Зокрема, відсутні роботи, які б висвітлювали таке важливе питання пірометрії як роль еквівалентної довжини хвилі (ЕкДХ) мультиспектрального телевізійного пірометра в формуванні похибки вимірювання температури. Без дослідження цього питання розвиток мультиспектральної телевізійної пірометрії неможливий. Нами запропонована математична модель біспектрального телелевізійного пірометра (БТП)

$$A(\lambda, T) = \varepsilon \frac{C_1}{\lambda^5} \frac{\pi}{4} \tau_c(\lambda) \tau_o(\lambda) \left(\frac{D}{f} \right)^2 \exp \left(- \frac{C_2}{\lambda T} \right) K.$$

На основі цієї моделі отримано формулу, яку можна використати для експериментального визначення ЕкДХ біспектрального пірометра

$$\lambda_{ек} = \frac{C_2}{T} \frac{1}{\ln A}.$$

Отримано формулу, яка визначає абсолютну похибку вимірювання температури ΔS , обумовлену похибкою визначення ефективної довжини хвилі $\Delta \lambda_{ек}$

$$\Delta S = \frac{T^2}{C_2} \ln \left(\frac{\varepsilon(\lambda_1)}{\varepsilon(\lambda_2)} \right) \Delta \lambda_{ек}.$$

Для оцінки числових значень в роботі розглянуто ЕкДХ в діапазоні 0,65...1,05 мкм, який відповідає діапазону характеристик сучасних ТП на ПЗЗ, а при розрахунках використаємо діапазон температур від $T = 1685$ К до $T = 1745$ К, який відповідає технологічним параметрам зонної плавки, при контролі якої було застосовано БТП.

Отримано графіки залежності похибки вимірювання температури від визначення ЕкДХ при різних значеннях $\Delta \varepsilon$, з яких видно, що абсолютна похибка визначення температури може мати значення понад 10К, що не відповідає вимогам контролю параметрів зонної плавки.

Зроблено висновок, що значення довжин хвиль біспектрального пірометра λ_1 і λ_2 необхідно вибрати з врахуванням формули для визначення абсолютної похибки вимірювання температури ΔS . Така процедура дозволить не тільки провести оцінку похибки вимірювання температури, але й вжити заходів щодо зменшення $\Delta \lambda_{ек}$, що, в свою чергу, забезпечить необхідну точність вимірювання температури.

Ключові слова: пірометр, біспектральний пірометр, еквівалентна довжина хвилі

УДК 621.307.13

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОЛОЖЕННЯ ЛІНІЇ РОЗДІЛУ ФАЗ

Маркіна О.М., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

В технології зонної плавки висота рідкої фази (зони плавки) відноситься до критичних параметрів, які підлягають постійному контролю. Тільки за таких умов може бути забезпечений заданий ступінь очистки.

Будь-який підхід до поняття висоти зони розплаву (ЗР) базується на визначенні різниці координат верхньої і нижньої меж ЗР.

Оскільки лінія межі ЗР може довільно перетинати піксел, то максимальна абсолютна похибка визначення координати ΔY дорівнює розміру пікселя $\Delta_{\text{pix}} Y$ вздовж цієї координати. Отже максимальна абсолютна похибка вимірювання висоти зображення ЗР

$$\Delta h = 2\Delta Y = 2\Delta_{\text{pix}} Y.$$

Розроблено процедуру вимірювання висоти зображення ЗР, яка проводиться за формулою

$$h_{\text{д}} = (Y_{i,k-1} - Y_{i,j+1}) + \frac{\Delta_{\text{pix}} Y}{N} (l_k + l_j),$$

де l_k, l_j — кількість ділянок розміром $\frac{\Delta_{\text{pix}} Y}{N}$, зайнятих зображенням ЗР в межах пікселя $(i; k)$ та пікселя $(i; j)$, відповідно.

Застосування цієї процедури дозволяє значно зменшити похибку визначення координати. Безумовною перевагою розглянутого вище підходу є те, що ефект може бути досягнений в межах існуючої структури приладу за рахунок вдосконалення методики визначення положення лінії розділу фаз.

Зрозуміло, що це приводить до підвищення точності вимірювання висоти ЗР (а при необхідності і інших геометричних параметрів).

Ключові слова: методика, контроль, точність вимірювання, висота, зона розплаву

УДК 543.27.08

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ІНФОРМАЦІЙНО- ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

*Мазира Л.Д., Міхеєва І.Л., Можаровський О.В., ЗАТ “Всеукраїнський
НДІ аналітичного приладобудування” (ЗАТ “Украналіт”), м. Київ, Україна*

В 2007 році у м. Києві була введена в дослідну експлуатацію інформаційно-вимірювальна система (ІВС) екологічного моніторингу атмосферного повітря, яка

складається з двох автоматичних стаціонарних постів “АТМОСФЕРА-10”, чотирьох газоаналітичних комплексів “ГАЗ-АТМОСФЕРА”, встановлених в існуючих старих неавтоматизованих постах та серверу інформаційно-аналітичного центру (ІАЦ) при Київській міській Державній адміністрації (КМДА). Всі об’єкти ІВС об’єднані в локальну GPRS-мережу на базі провайдера Київстар. ІВС забезпечує безперервне вимірювання значень метеопараметрів та концентрацій газових забрудників (CO , NO , NO_2 , SO_2) атмосфери, передачу вимірюваної інформації до ІАЦ, формування бази даних на сервері.

Сервісне та технічне обслуговування ІВС здійснює ЗАТ “Украналіт”, яке є основним розробником обладнання ІВС. При експлуатації виявилось, що у випадку перебоїв у роботі мережі провайдера, після відновлення сигналу мережі необхідно перезапускати GSM-модем. ІВС оснащена модемами Simens MC35i, які мають окремий блок живлення і з’єднані на кожному об’єкті з контролером (ПК) через COM-порт. Для перезавантаження потрібно вимкнути та увімкнути живлення модему або подати на нього відповідні команди. У випадку збоїв мережі “Київстар” доводилось терміново відвідувати усі пости і “вручну” перезавантажувати модеми. Крім того, у вихідні дні перезавантаження модемів взагалі не відбувалося і сервер ІАЦ не одержував вчасно інформацію.

Для уникнення подібних ситуацій було розроблено спеціальне програмне забезпечення (ПЗ), яке періодично перевіряє наявність контролера (ПК) в GPRS-мережі і, в разі його відсутності, ініціює перезавантаження модему відповідними командами. Роз’єм живлення модема містить контакти для команд зупинки та початку роботи. Для узгодження формату команд та гальванічної розв’язки розроблена схема спеціального перехідного пристрою, що підключається до LPT роз’єму контролера (на який подаються команди для перезавантаження). Кабель “Блок живлення – модем” тепер замість модему підключається до цього пристрою, і вже від нього напруга живлення транзитом подається на модем разом з доданими ПЗ сигналами, які визначають стан модему.

Крім того, ПЗ передбачає автоматичне перезавантаження контролера (ПК) в заданий час, а також (або) в разі відсутності контролера в GPRS-мережі. Якщо застосувати модеми, які одержують живлення від USB, то вони перезавантажуються разом з ПК, отже відпадає потреба в перехідному пристрої, а також в блокові живлення модему з кабелями.

Ключові слова: модем, GPRS-мережа, інформаційно-вимірювальна система

УДК 543.422

ДЕЯКІ КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ПВП І ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АБСОРБЦІЙНОГО АНАЛІЗАТОРУ

*Миндюк Я.Л., Циганкова О.М., Національний технічний університет України „Київський
політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

У сучасному аналітичному приладобудуванні для визначення концентрації токсичних речовин в газових сумішах найбільшого розповсюдження знайшли

абсорбційні газоаналізатори.

Враховуючи переваги абсорбційних аналізаторів, що пов'язані з універсальністю, високою точністю вимірювань та широким діапазоном вимірювальних величин актуальним є питання підвищення чутливості вимірювання концентрації речовин, що аналізуються.

Чутливість вимірювання абсорбційних газоаналізаторів $\frac{dI}{dC}$:

$$\frac{dI}{dC} = I_0 \cdot (-\chi \cdot l) \cdot \exp(-\chi \cdot l \cdot C),$$

де I_0 - інтенсивність монохроматичного випромінювання, що падає на поглинаючий шар речовини; χ - питомий показник поглинання газу, що аналізується; C - концентрація аналізованої речовини; L - довжина поглинаючого шару газу, що аналізується.

Підвищення чутливості вимірювання концентрації речовин, що аналізуються, в абсорбційному аналізаторі відбувається за рахунок зміни конструкції кювети, яка виконана у вигляді дзеркального еліпсоїда обертання, при цьому змінюючи кут падіння $\alpha = \frac{\pi}{18}, \frac{\pi}{17}, \dots, \frac{\pi}{3}$ пучка променів випромінювання на кювету можна реалізувати багаторазове проходження випромінювання в кюветі, а, отже, прогнозуємо підвищення чутливості вимірювання майже в 20 разів.

Застосування двоканальної вимірювальної схеми, яка побудована на базі спеціальної фільтрової системи і використанні запропонованої конструкції кювети дозволяє зменшити нестабільності вимірювального каналу, а отже і підвищити точність вимірювання.

Ключові слова: абсорбційний аналізатор, метрологічні характеристики, дзеркальний еліпсоїд обертання, концентрація шкідливих речовин, нестабільність вимірювального каналу.

УДК 539.16.07, 539.122.164.074.3

"ГОНИОМЕТР" - ГАММА-СКАНЕР КРУГОВОГО ОБЗОРА С КОДИРУЮЩЕЙ МАСКОЙ

Плахотник В.Ю., Кочергин А.В., Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт "Искра", г. Луганск, Украина

Круг задач, в которых необходима локализация источников гамма-излучения, в настоящее время чрезвычайно широк. К ним, в частности, относятся задачи экологического мониторинга ядерно-технических объектов, экологический мониторинг зон ядерных инцидентов, оценка аварий и планирование вывода ядерных установок из эксплуатации. В общем случае требования к методу измерений и прибору для локализации источников определяются такими факторами как требуемое поле зрения, размеры и структура локализуемых

источников, их активность (как в абсолютных значениях, так и относительно активности фона) и допустимое время для выполнения наблюдения.

Для определения направления на источники и получения углового распределения потока гамма-излучения в диапазоне углов от 0 до 360° в полевых условиях НИПКИ “Искра” разработан и изготовлен “ГОНИОМЕТР” – гамма-сканер кругового обзора.

“ГОНИОМЕТР” предназначен для:

- определения направления на источник гамма-излучения в диапазоне азимутальных углов от 0 до 360°;
- регистрации и обработки спектров гамма-излучения в диапазоне энергий от 0.1 до 3.0 МэВ с целью идентификации радионуклидов;
- определение радиометрических характеристик (плотности потока гамма-квантов, активности) обнаруженных и идентифицированных источников гамма-излучения;
- измерения мощности эквивалентной дозы (МЭД) гамма-излучения и сигнализации превышения установленных порогов МЭД;
- построения и визуализации карт углового распределения плотности потока и углового распределения мощности дозы гамма-излучения, совмещенных с картой местности.

В конструкции гамма - сканера использована система с кодирующей маской, реализующая мультиплексную логику измерения. Гамма-сканер содержит: - цилиндрический детектор гамма-излучения, вращающуюся кольцевую кодирующую маску с приводом вращения, средства стабилизации спектрометрического тракта и процессор обработки данных для получения круговой диаграммы плотности потока гамма-квантов, обнаружения, угловой локализации и идентификации источников гамма-излучения.

Ключові слова: гамма-сканер, кодированная апертура, кодирующая маска, спектрометрика, идентификация источников гамма-излучения.

УДК 621.317.39

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ПЕРВИННИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА

*Погребенник В.Д., Романюк А.В., Національний університет “Львівська політехніка”,
м. Львів, Україна*

Авторами у попередніх працях запропоновано методологію побудови інформаційно-вимірювальних систем екологічного моніторингу водного середовища, в основу якої покладено одночасне вимірювання його інтегральних, селективних, гідрофізичних параметрів та географічних координат. Інтегральні параметри – загальна концентрація домішок у воді C_{Σ} , питома електропровідність σ , температура T , водневий показник pH , нелінійний акустичний параметр γ .

Селективні параметри – концентрації C_i у приводному шарі атмосфери, водному середовищі та донних відкладах. Гідрофізичні параметри – компоненти v_x , v_y , v_z швидкості течії, швидкість звуку c , вихровий компонент швидкості течії $\text{rot} v$ та рівень води H .

Метою роботи є аналіз принципів побудови первинних вимірювальних перетворювачів систем екологічного моніторингу водного середовища.

Розглянуто первинні вимірювальні перетворювачі інтегральних параметрів водного середовища. Для вимірювання загальної концентрації домішок у воді C_Σ запропоновано використати ультразвукові перетворювачі. Особливістю вимірювання параметра C_Σ є використання багаторазово відбитих сигналів, що дає змогу визначити загальну концентрацію домішок у воді в реальному часі, незалежно від температури та тиску води, а також аналіз неорганічних та органічних рідин.

Основою первинного вимірювального перетворювача температури є термометр опору. Для вимірювання температури використано мостову схему. Для визначення низьких провідностей води рекомендовано ємнісний перетворювач, який має найменшу нижню границю діапазону вимірювання.

Сенсори на основі іоноселективних електродів призначено для вимірювання водневого показника pH , та селективних параметрів C_i . Визначення нелінійного акустичного параметра γ здійснено шляхом вимірювання тиску, густини, швидкості поширення звуку в середовищі, ізотермічного коефіцієнта тиску.

Розроблено новий підхід одночасного визначення гідрофізичних параметрів водного середовища: вихрового компонента швидкості течії, компонентів швидкості звуку та течії, в основу якого покладено ультразвуковий метод.

Ключові слова: екологічний моніторинг, первинні вимірювальні перетворювачі, інтегральні, селективні, гідрофізичні параметри.

УДК 621.307.13

ТЕЛЕВІЗІЙНА ПІРОМЕТРІЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА НАДЧИСТОГО КРЕМНІЮ МЕТОДОМ ЕЛЕКТРОННО – ПРОМЕНЕВОЇ ЗОННОЇ ПЛАВКИ

*Порєв В.А., Суліма О.В. Національний технічний університет України “Київський
політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Незважаючи на значне зростання обсягів світового виробництва кремнію (понад 10000 тон щорічно), проблема вдосконалення як самої технології безтигельної зонної плавки, так і методології контролю залишається актуальною.

На сьогодні не викликає заперечень теза, що телевізійний пірометр не має альтернативи як засіб контролю температурних полів в електронно-променевих технологіях обробки матеріалів, дозволяючи на якісно новому рівні вирішити практично весь спектр задач контролю параметрів електронно-променевої зонної плавки (контроль висоти і форми зони розплаву, контроль розподілу температури по поверхні, контроль форми ділянки кристалізації) [1].

Суттєвим обмеженням сфери застосування моноспектральної телевізійної пірометрії є принципова залежність результатів вимірювання від точності апіорних знань про коефіцієнт випромінювальної здатності та його поведінку в діапазоні вимірювань. Теоретично мультиспектральний телевізійний пірометр за тих же умов міг би забезпечити більш високу точність вимірювання [2]. І саме ця властивість потенційно створює умови для підвищення вірогідності контролю температурних режимів, а отже, для підвищення якості продукції в електронно-променевих технологіях отримання нових матеріалів, а також в інших споріднених технологіях.

Але основні проблеми мультиспектральної телевізійної пірометрії до цього часу не вирішені. Відсутні дослідження математичних моделей пірометричного сигналу, відсутні дослідження впливу еквівалентної довжини хвилі на похибку вимірювання температури. Окремі публікації з цієї тематики не підтверджені обґрунтуванням та дослідженнями технічних характеристик, зокрема, еквівалентної шуму різниці температур та просторової роздільної здатності. Це означає, що фактично сьогодні не працює потенційно найбільш ефективна методологія контролю, можливості якої повністю б відповідали потребам електронно-променевих технологій отримання нових матеріалів.

В даній роботі, головна мета якої полягає в тому, щоб привернути увагу широкого кола фахівців, які займаються проблемами інформаційно-вимірювальної техніки, до телевізійної пірометрії, зроблено також спробу узагальнити та систематизувати методологічні засади мультиспектральної телевізійної пірометрії.

Основні результати отримані при виконанні проекту ДЗ/395-2007.

Ключові слова: телевізійна пірометрія, зонна плавка.

Література

1. Порєв В.А., Якименко Ю.І. Вдосконалення методів і засобів вимірювання параметрів електронно-променевої безтигельної зонної плавки // Методи та прилади контролю якості.— 2004.—№ 11.—С.71-77.
2. Порєв В.А., Згуровський Г.М., Маркін М.О. Мультиспектральні телевізійні прилади контролю високотемпературних технологій// Восточно-европейский журнал передових технологий. – 2006. - №4/2 (22). – С.150 – 154.

УДК 621.307.13

ФОРМУВАННЯ ПОЛЯ ЯСКРАВОСТІ ФАЗОВОГО ПЕРЕХОДУ В ТЕХНОЛОГІЇ ЕЛЕКТРОННО – ПРОМЕНЕВОЇ ЗОННОЇ ПЛАВКИ КРЕМНІЮ

*Порєв В.А., Порєв Г.В., Рудик Т.О., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Принциповою особливістю зонної плавки кремнію з точки зору формування поля яскравості є наявність двох рознесених у часі діапазонів зміни яскравості.

Перший — визначає поле яскравості в твердій фазі в межах дії електронного пучка і при збільшенні температури характеризується зміною яскравості власного випромінювання від 0 до значення $L_{T_{\max}}$ за формулою

$$L(\lambda)_{T_{\max}} = \frac{C_1}{\lambda^5} \varepsilon_T(\lambda) \exp\left(-\frac{C_2}{\lambda T_{\Phi}}\right),$$

де λ – довжина хвилі випромінювання, $\varepsilon_T(\lambda)$ – випромінювальна здатність кремнію в твердій фазі, T_{Φ} – температура поверхні зони, C_1, C_2 – константи закону Планка.

(1)

Прийнявши $\lambda=0.68$ мкм, а $\varepsilon_T(\lambda)=0.64$ [1], отримаємо $L(\lambda)_{T_{\max}}=1.22 \cdot 10^7$ Вт/мкм·м².

При температурі поверхні T_{Φ} відбувається перехід з твердої в рідку фазу, і яскравість миттєво зменшується до значення, яке визначається за формулою

$$L(\lambda)_{P_{\min}} = \frac{C_1}{\lambda^5} \varepsilon_P(\lambda) \exp\left(-\frac{C_2}{\lambda T'_{\Phi}}\right).$$

Прийнявши $\varepsilon_P(\lambda)=0.46$ [1], та з врахуванням того, що $T_{\Phi} \approx T'_{\Phi}$, отримаємо $L_{P_{\min}}=0.88 \cdot 10^7$ Вт/мкм·м².

При подальшому нагріві температура рідкої фази підвищується, а її яскравість в кожний момент часу визначається за формулою

$$L(\lambda)_P = \frac{C_1}{\lambda^5} \varepsilon_P(\lambda) \exp\left(-\frac{C_2}{\lambda T_P}\right).$$

де $\varepsilon_T(\lambda)$ – випромінювальна здатність кремнію в рідкій фазі, T_P – поточне значення температури рідкої фази.

Отже, другий діапазон визначає поле яскравості на поверхні рідкої фази і характеризується зміною яскравості від $L_{P_{\min}}$ до $L_{P_{\max}}$. Максимальне значення яскравості поверхні $L_{P_{\max}}$ в рідкій фазі обмежене потужністю електронного пучка.

Результати отримані при виконанні проекту ДЗ/395-2007.

Ключові слова: поле яскравості, фазовий перехід, електронно-променева зонна плавка.

Література

1. Allen F.G. Emissivity at 0.65 Micron of Silicon and Germanium at High Temperatures // Journal of Applied Optics.—1957.—№ 12.— P. 1510-1511.

УДК 543.271.3

МЕТОД КОНТРОЛЮ ВИПАРОВУВАНЬ ПАЛИВА- SEALED HOUSING FOR EVAPORATIVE DETERMINATION (SHED)

Приміський В. П., Баскоа І.П., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Однією з актуальних проблем екології автомобілів є випаровування пального та мастил, якими заправлений автомобіль. Ці випаровування виникають навіть тоді, коли автомобіль стоїть з вимкненим двигуном. Випаровування виникають за рахунок залишків пального в паливних трубах, картерних газів, негерметичності з'єднань в паливних системах.

Як показав аналіз повітря в великих мегаполісах, склад вуглеводнів у повітря ближчий до складу палива, ніж відпрацьованих газів, що свідчить про значну роль випаровувань і викидів в забрудненні атмосфери вуглеводнями.

Середньорічний викид одного автомобіля з бензиновим двигуном 600-700 кг CO, 30-40 кг NO_x і більше 200 кг вуглеводнів. При цьому в загальній кількості вуглеводнів доля картерних газів становить 25%, доля випаровувань з бака і карбюратора становить 20%, а 50% приходить на гази, що викидаються з вихлопної труби автомобіля. В бензині також є поліциклічні ароматичні вуглеводні, найбільш небезпечним є бенз-а-пірен (БП) - (C₂₀H₁₂), який має дуже значні канцерогенні та мутагенні властивості.

Метод контролю випаровувань відомий як Sealed Housing for Evaporative Determination (SHED). SHED-тест визначає кількість випаровувань в газоізолюваній камері. Ця камера складається з матеріалів, які не виділяють і не поглинають вуглеводнів, наприклад, з високоякісної сталі. SHED-камери використовуються для виміру випару при працюючому двигуні. Камери укомплектовані роликівим настилом, блоком керування із системою переміщення, системою компенсації тиску. Автомобіль встановлюється в камері і на протязі фіксованого відрізка часу, як правило доба, безперервно вимірюється концентрація випаровувань вуглеводнів. При цьому є два типи випробувань. Перший - коли автомобіль тестується на рівні випаровувань в холодному стані і другий - автомобіль встановлюється в камеру після штатного випробувального циклу їзди, тобто в нагрітому стані.

Проба атмосферного повітря з камери подється на газоаналізатор встановлений за межами камери. Концентрація вуглеводнів вимірюється за допомогою приладу побудованого на полум'яно-іонізаційному методі газового аналізу (FID-метод). За допомогою FID-методу, можна створити прилад для виміру концентрацій випаровувань на рівні 0,00001 %. Відповідними нормативами Євро -3, 4, 5, 6 встановлені рівні випаровувань вуглеводнів в грамах на тест випробувань.

УДК 621.039

АВТОМАТИЧНА ДИСТАНЦІЙНА СИСТЕМА ВІДБОРУ ПРОБ І ВИМІРЮВАННЯ РІВНІВ РІДИНИ ТА ТВЕРДОГО ОСАДУ В ЄМКОСТЯХ ЗБЕРІГАННЯ РІДКИХ РАДІОАКТИВНИХ ВІДХОДІВ

Смалько М. А, ТОВ "Енвітек", м. Київ, Україна

Серед радіоактивних відходів, які утворюються при експлуатації АЕС значне місце займають рідкі радіоактивні відходи. Вони формуються з водитеплоносія першого контуру реактора, з води з басейнів витримки паливних елементів, з розчинів, які використовуються при дезактивації обладнання та трубопроводів, з води спеціальних пралень, санітарних пропускників та лабораторій [1]. Тому ці води часто містять широкий спектр забруднень, серед яких борні сполуки, спеціальні миючі засоби і т.д. Частина таких відходів переробляється, а частина відправляється на тимчасове або довготривале зберігання в

спеціально пристосовані для цього ємкості. В процесі зберігання відбуваються певні фізико-хімічні процеси, які ведуть до утворення хімічних сполук та випадання осаду з утворенням твердих відкладень. При зберігання [1, 2] необхідно виконувати періодичний відбір проб з різних глибин ємкостей, де зберігаються відходи, для виконання контролю їх фізико-хімічних параметрів з метою безпеки, та постійне визначення рівня рідких відходів та твердого осаду в ємкостях.

Для виконання цієї задачі була розроблена автоматична дистанційна система відбору проб з ємкостей зберігання рідких радіоактивних відходів з системою вимірювання їх рівня та рівня твердого осаду. Система складається зі спеціального відбірного зонду, підйомного механізму, який забезпечує опускання та підйом цього зонду, гідравлічної та пневматичної системи, яка забезпечує відбір та транспортування проб, а також промивку систем після їх використання. До системи входить блок керування та спеціальна відбірна шафа, в якій персонал наповнює спеціальні ємкості, в яких відібрані за допомогою системи проби транспортується до лабораторії. Спеціальна відбірна шафа виконана в конструкції та з матеріалів, які забезпечують безпечний відбір проб та зниження дозових навантажень на персонал. Блок керування на основі мікропроцесору виконує керування роботою всієї системи. А саме, підніманням та опусканням відбірного зонду з визначенням глибини відбору кожної проби з урахуванням рівня рідких відходів та рівня твердого осаду, а також кількості проб, які необхідно відібрати з ємкості. Всі виконуючі елементи системи мають пневматичний привід. В процесі відбору останньої проби, коли відбірний зонд торкається обмежувачем поверхні твердого осаду, виконується визначення його рівня. При відборі проб блок керування забезпечує автоматичну продувку системи пробою, яка відбирається, перед кожним відбором проби для отримання представницької проби та промивку системи водою по завершенню відбору всіх проб перед зберіганням для запобігання утворення в її елементах залишків проб та кристалів зі сполук, що містять бор. За допомогою блока керування персонал може при необхідності задавати автоматичну перекачку рідких відходів, з ємкості в ємкість, використовуючи в якості насоса відбірний зонд. Система також виконує автоматично відкачку конденсату з приймків у приміщеннях, де розміщені ємкості, спеціально для цього встановленими в них насосами по сигналу датчиків, які контролюють накопичення конденсату у цих приймках.

Таким чином створено та впроваджено систему, яка забезпечує підвищення рівня контролю за процесом збереження рідких радіоактивних відходів, забезпечує підвищення надійності, економічності та безпечності контрольованого зберігання таких відходів при зниженні дозових навантажень на обслуговуючий персонал.

Ключеві слова: проба, відбір проб, контроль рівня.

Література

1. Гончарук В.В., Страхов Э.Б., Волошинова А.М. Водно-химическая технология ядерных энергетических установок и экология: Справ. – К: Наукова думка, 1993. - 488 с.
2. Технология водоочистки на атомных энергетических установках /Кульський Л.А., Страхов Э.Б., Волошинова А.М. – Киев: Наукова думка, 1986. – 272 с.

УДК 517.94

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯВИЩА „ПРОБОЮ” В БАГАТОШАРОВИХ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СТРУКТУРАХ

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

Однією з найважливіших задач проектування нових приладів і обладнання, побудованих на основі напівпровідників, є визначення таких параметрів напівпровідникових компонентів, які б забезпечили стабільність режимів їх роботи в усьому діапазоні реальних умов експлуатації. Йдеться, зокрема, про необхідність запобігання на рівні конструктивних рішень такому критично шкідливому явищу, як електричний „пробій” напівпровідника.

З фізичного погляду зазначений феномен полягає в лавиноподібному зростанні концентрації вільних зарядів, що зрештою призводить до виходу напівпровідникових приладів і обладнання з ладу. Досягнення сучасної теорії фізики напівпровідників надають можливість використати як потужний засіб проектування напівпровідникових приладів метод математичного моделювання з наступним обчислювальним експериментом. Відповідні математичні моделі формують як крайові (початково-межові або початкові) задачі для рівнянь математичної фізики, причому останнім часом часто – неklasичних типів. Математичним відповідником електричного пробою напівпровідника є властивість руйнування (blow-up) розв’язку крайової задачі за скінчений час, яке полягає в тому, що, починаючи з деякого моменту часу T_0 , знайдений у певному функціональному класі розв’язок прямує до нескінченності (у загальному випадку – перестає належати цьому функціональному класові).

У повідомленні [1] описано неklasичні задачі спряження з еволюційними умовами на внутрішніх і зовнішніх межових поверхнях, які виникають у разі моделювання переносу носіїв електричних зарядів у багатошарових напівпровідникових структурах, використовуваних, наприклад, для створення напівпровідникових пліткових вимірювальних перетворювачів.

Для певних квазістаціонарних процесів у композитах зазначені еволюційні умови замикають стандартні рівняння еліптичного типу (Лапласа), причому отримані крайові задачі за наявності локальних розв’язків можуть бути глобально за часом нерозв’язними (що відповідає випадку „пробую”), або глобально за часом розв’язними [2] („пробую немає”) залежно від характеру функцій, що задають джерела (стоки) носіїв заряду.

Ключеві слова: напівпровідник, пробій, математична модель.

Література

1. Тараборкін Л.А. Математичні моделі з еволюцією стрибка потоку для складених напівпровідникових елементів // Зб.наук.праць “III науково-технічна конференція “Приладобудування 2004: стан і перспективи”. – К.: НТУУ “КПІ”, 2004 р. – 256 с.
2. Тараборкін Л.А. Глобальна (за часом) розв’язність еволюційної задачі трансмісії для двох еліптичних рівнянь // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2004. – №3. – С. 151–157.

УДК 543.426

ОСОБЛИВОСТІ АКРЕДИТАЦІЇ АНАЛІТИЧНИХ ЛАБОРАТОРІЙ ЗА СТАНДАРТОМ ДСТУ ISO/IEC 17025-2001

¹⁾ Тараборкін Л.А., ²⁾ Карманов В.І., ¹⁾ Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна, ²⁾ Інститут електрозварювання ім.С.О.Патона НАНУ, м.Київ, Україна

Однією з важливих передумов рівноправної участі України у світових економічних процесах і міжнародній науково-технічній співпраці є забезпечення міжнародного визнання результатів вимірювань, виконаних українськими випробувальними та вимірювальними лабораторіями. Необхідні вимоги щодо такого визнання містяться в спеціально розробленому міжнародному стандарті Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) і Міжнародної електротехнічної комісії (IEC), прийнятому в Україні як стандарт ДСТУ ISO/IEC 17025 „Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій”.

Матеріалом презентованої доповіді стали результати експертного оцінювання, виконаного в 2007 р. одним зі співавторів у рамках аудиторської перевірки аналітичних лабораторій Випробувального Центру „УкрДНТЦ “Енергосталь”” і ВАТ „Міттал Стіл Кривий Ріг”. Зазначені лабораторії спеціалізуються на застосуванні спектральних і хімічних методів для визначення хімічного складу зразків сировинних матеріалів і готової продукції.

Найбільші труднощі для лабораторій виникають у процесі реалізації вимог розділів „Оцінка невизначеності вимірювань” і „Простежуваність вимірювань”, що пов’язано з новизною їх змісту, відсутністю в лабораторіях підготовлених для розгляду цих питань спеціалістів і загалом надто обережним ставленням вітчизняних метрологів до впровадження в практику вимірювань відповідних понять. Варто зазначити, що саме ці розділи виявляються проблемними також для певної частини закордонних лабораторій.

Особливу увагу лабораторії мають приділяти забезпеченню якості вимірювань, в тому числі й на основі концепції невизначеності [1], керуючись затвердженою відповідним чином Настанови з якості (НЯ). Кожен співробітник лабораторії зобов’язаний („під підпис”) дотримуватись вимог НЯ нарівні з вимогами посадових інструкцій, методик і процедур виконання вимірювань, і кожна лабораторія повинна мати офіційно призначеного відповідального за забезпечення якості вимірювань.

Найкращим позитивним свідоцтвом про ефективність роботи аналітичної лабораторії є її належно задокументована регулярна участь у порівняльних міжлабораторних вимірюваннях, які проводить лабораторія-координатор, уповноважена Держспоживстандартом України.

Ключеві слова: акредитація, стандарт, аналітична лабораторія

Література

1. Карманов В., Тараборкін Л., Зеленіна А. Забезпечення якості аналітичних вимірювань на основі концепції невизначеності // Метрологія та прилади. – 2007. – №2. – С. 11–15.

УДК 532.13

РОЗРАХУНКОВІ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ КОМБІНОВАНИХ СПОРУД БІОХІМІЧНОЇ ОЧИСТКИ ВОДИ

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

Сучасні вимоги до ефективних технологічних процесів виготовлення сільськогосподарської та промислової продукції, сформульовані у міжнародних і національних документах, передбачають комплексну переробку стічних вод на основі повторного використання очищеної води й продуктів водоочищення. Серед відомих методів очищення промислових і побутових стічних вод останніми роками особливу увагу інженерів і дослідників привертає біохімічний метод, який сміливо можна віднести до класу екологічних технологій. Цей метод найчастіше застосовується в аеробному варіанті і базується на тому, що певні мікроорганізми (мікроби) використовують у своєму метаболізмі розчинені в стічних водах органічні сполуки та неокислені мінеральні сполуки (наприклад, сірководень, аміак, нітріти) як поживні речовини й джерела енергії. Зрештою мікроби розкладають зазначені забруднювачі до вуглекислого газу й води, а також створюють у процесі мінералізації солі кислот (азотної, азотистої тощо).

Ефективність очищення стічних вод аеробним методом підвищується у разі використання комбінованих очисних споруд, побудованих на принципі суміщення низки технологічних процесів. Для автоматизованого проектування таких споруд необхідно розробляти відповідні складені математичні моделі, які враховують багатостадійність процесу очищення, так що результатні дані однієї складової „підмоделі” є вхідними даними для наступної.

У поданій роботі сформульовано математичні моделі, що описують процес очищення в спеціально розробленій комбінованій очисній споруді, до складу якої входять аеротенк-змішувач і вторинний горизонтальний відстійник. Ці моделі містять, зокрема, модель Герберта біохімічних перетворень і систему рівнянь матеріального балансу органічних забруднювачів біомаси активного мулу й розчиненого кисню для описання процесів очищення стічних вод в аеротенку, а також функціональні залежності для визначення гідравлічного навантаження горизонтального відстійника та коефіцієнта рециркуляції активного мулу в ньому.

Розрахунки, виконані за описаними моделями, показали, що у разі використання запропонованої комбінованої споруди процес біохімічного очищення стічних вод пришвидшується орієнтовно в півтора рази.

Отримані результати можуть бути використані для проектування нових, удосконалених комбінованих очисних споруд, які забезпечують підвищену ефективність очищення стічних вод біохімічним аеробним методом.

Ключеві слова: стічні води, очищення, біохімічний метод

УДК 541.183

АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАЛЕЖНОСТІ НАПРУГИ ПРОТІКАННЯ ВІД КОНЦЕНТРАЦІЇ ЕЛЕКТРОЛІТУ, ОДЕРЖАНОЇ ЗА ДОПОМОГОЮ РОЗРОБЛЕНОГО ПРИСТРОЮ

*Храпач І.М., Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,
м. Івано-Франківськ, Україна*

При нафтогазовидобуванні відбувається рух нафтового флюїду через пористе середовище гірської породи до свердловини. На границях розділу фаз виникає подвійний електричний шар, внаслідок зсуву якого завдяки відносному руху фаз, виникає напруга протікання. Напруга протікання спричиняє виникнення електроосмотичного протипотоку, який зменшує результуючу швидкість протікання і зменшує дебіт свердловини. Для послаблення електрокінетичного гальмування застосовують водні розчини електролітів. Ефективність інтенсифікації нафтогазовидобування залежить від правильного підбору концентрації і складу розчину електроліту, зокрема надмірне застосування реагентів може спричинити зменшення дебіту.

Попередні дослідження на установці УВПП-1 встановили залежності напруги протікання від концентрації та виду іонів електроліту, який рухається під впливом перепаду тиску через подрібнений зразок гірської породи або через його модель у вигляді очищеного кварцового піску.

Однак, пористість керну з гірської породи є значно меншою за пористість подрібненої гірської породи, що потребує більшого тиску для прокачування рідини та вживання додаткових заходів для запобігання протіканню рідини між поверхнями керну і кернотримача, де гідравлічний опір є значно меншим, що може призвести до спотворення результатів.

Розроблений пристрій дозволяє вимірювати напругу протікання на торцях керну діаметром 25 мм і висотою 10 мм, який розміщується у циліндричному кернотримачі. З одного боку підводиться рідина під тиском до 200 кПа. Електроди розміщені біля торців керну.

Оскільки структура керну для одного зразка гірської породи змінюється в широких межах, впливаючи на пористість, то і швидкість протікання при сталому перепаді тиску також змінюється. При зростанні пористості властивості керну наближаються до властивостей подрібненої породи. При цьому залежність відносної зміни швидкості протікання та напруги протікання від концентрації та виду іонів електроліту залишається сталою і пов'язана тільки з фізико-хімічними властивостями породи.

Отже, отримані результати дають змогу уніфікувати процес вимірювання напруги протікання для різних моделей пласта.

Ключові слова: інтенсифікація нафтовидобування, напруга протікання, розчин, концентрація, швидкість протікання, гірська порода, керн.

УДК 539.16.07

МЕТОДИКА ЛОКАЛИЗАЦІЇ ІСТОЧНИКОВ ГАММА ІЗЛУЧЕННЯ НА МЕСТНОСТІ С ІСПОЛЬЗОВАННЯМ ПРИБОРОВ С КОДИРОВАННИМИ АПЕРТУРАМИ

Ярошук Е.Г., Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт "Искра", г. Луганск, Украина

Предложена методика дистанционного обнаружения и локализации радиоактивных источников ионизирующего излучения на базе разработанной в НИПКИ "ИСКРА" линейки приборов с кодирующими апертурами - гамма телескопа с кодированной апертурой и линейным позиционно-чувствительным детектором и гамма - сканера кругового обзора с кодирующей маской. Системы с кодирующими апертурами позволяют определить направление на источник в пределах углового разрешения прибора, и оценить спектральную плотность потока ионизирующего излучения с выбранного направления.

Очевидно, что для того, чтобы локализовать источник радиоактивного излучения, то есть определить координаты на местности, по возможности оконтурить и оценить его активность, необходимо провести, как минимум, два замера с различных позиций с определением координат местоположения прибора. По полученным угловому распределению спектральной плотности потока ионизирующего излучения и координатам прибора можно определить с некоторой точностью вероятное местоположение объекта ионизирующего излучения, а также тип излучающего изотопа и оценить его активность. Основными погрешностями, влияющими на искомый результат, являются погрешность определения координат прибора и углового направления на источник.

Для уменьшения погрешностей измерений предлагается провести дополнительные избыточные измерения и провести корректировку результатов. В данной работе было рассмотрено два способа корректировки: - первый способ основан на уравнивательных вычислениях, то есть на нахождении таких приращений к исходным данным (к координатам опытов и углам направлений на источник), в результате которых все решения по парам пересечения направлений на источник сводятся в одну точку, тем самым получаем скорректированное решение координат положения радиоактивного источника.

Второй способ - статистический - заключается в том, что получаемые данные в каждом из опытов обрабатываются как косвенные неравно рассеянные ряды измерений. Для данных каждого опыта определяется степень доверия (так называемый вес), с которым эти данные будут учтены для расчета окончательного результата координат объекта и его активности.

Оба метода прошли экспериментальную проверку и показали хорошую сходимость расчетных и экспериментальных данных.

Ключевые слова: радионуклид, гамма излучение, кодированная апертура, дистанционная локализация.