

СЕКЦІЯ 5

НАУКОВЕ АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

УДК 504.06:519.87 (075.8)

ЗАСТОСУВАННЯ ТРАЕКТОРНОЇ МОДЕЛІ ДО МОДЕЛЮВАННЯ РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЕНЬ ВІД СМІТТЕСПАЛЮВАЛЬНОГО ЗАВОДУ

Харагоргієв С.М., Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

Для розширення можливостей екологічного моніторингу, а також прогнозування розповсюдження забруднень застосовуються моделі розсіювання забруднень (дисперсійні моделі), що представляють собою обчислювальні імітації цього процесу.

Розглядається задача моделювання розсіювання викидів сміттєспалювального заводу "Енергія".

Застосована модель розсіювання представляє собою пакет програмного забезпечення, що реалізує для інтерпретацію та обробку метеорологічних та інших вихідних даних, розрахунок динаміки розсіювання й переносу забруднень, розрахунок параметризацій атмосферної фізики, візуалізацію результатів тощо. Був проведений пошук з метою вибору моделі з наступними ознаками: динамічної (зокрема, траекторної), локально-регіональної (крок дискретизації – 0.1-1 км), з розрахунком розсіювання для газових і пилових речовин, з параметризаціями: турбулентності, конвекції, осадження; з прив'язкою до географічних координат, з використанням метеорологічних даних доступних погодних моделей.

За результатами пошуку була обрана система моделювання "FLEXPART". Була розроблена під-система візуалізації результатів моделювання, відсутня в обраній системі.

З використанням цієї системи проводилося демонстраційне моделювання (розсіювання викиду 100 кг NO₂ протягом 24 годин з точки з координатами труби заводу "Енергія"), а також моделювання, з використанням даних відповідного аналітичного контролю в якості інформації про джерело викидів. В якості метеорологічних даних використовувались дані глобальної прогнозної погодної моделі GFS (США), що надаються в точках тривимірної сітки (на 27 вертикальних рівнях), поновляються кожні 3 години, та включають швидкість і напрямок вітру, температуру, тиск, тощо.

Результати представлені в кількох обраних областях, у різних масштабах. Отримані результати представляють інтерес для демонстрації можливостей моделювання, на їх основі можна вибрати оптимальний для даної задачі масштаб моделювання. Точність при цьому суттєво залежить від якості метеорологічних даних.

Ключові слова: траекторна модель, математичне моделювання, забруднення атмосфери, сміттєспалювальний завод.

УДК 519.713

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ДИМОВИХ ГАЗІВ СМІТТЄСПАЛЮВАЛЬНОГО ЗАВОДУ

Порєв В.А., Костира О.О., Харагоргієв С.М. Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

В найближчі роки Україна переходить на нову концепцію природоохоронного законодавства. Тому потрібні більш досконалі і точні системи збору, обробки і зберігання даних спостереження за джерелами антропогенного впливу на навколишнє середовище.

Система стаціонарного комплексу газоаналітичних приладів автоматичного контролю, що діє на заводі „Енергія”, реалізує вимірювання шкідливих речовин на виході труби заводу, але не враховує подальше розповсюдження забруднень. Тому актуальним є створення інформаційної системи моніторингу, одним з компонентів якої були б дані, отримані в результаті імітаційного моделювання розповсюдження шкідливих речовин в атмосфері в результаті діяльності джерела викидів.

На початковому етапі дослідження процесу забруднення навколишнього середовища викидами заводу доцільно використовувати попереднє вибіркоче моделювання. Воно дає змогу визначити максимальні приземні концентрації шкідливих речовин при найнесприятливіших умовах та визначити чи відбувається в цьому випадку порушення норм забруднень. Таке моделювання дає змогу здійснити попередній аналіз і підтвердити (спростувати) доцільність дослідження. Для попереднього вибіркового моделювання використовуються: методика розрахунку максимальних приземних концентрацій; дані аналітичного контролю; модель SCREEN3 або аналогічні моделі.

Наступним етапом є використання більш досконалих математичних моделей, які охоплюють якомога більше факторів впливу на поширення забруднень (параметри джерела викидів, метеорологічні та топографічні дані). Таке моделювання може використовуватися для прогнозування реальних ситуацій. Прогноз може складатися безперервно, випереджаючи за часом реальний процес. Для цього крім поточних даних необхідні і прогнозні дані на період моделювання. Як результат можемо отримати: точки високої середньої за добу концентрації; точки високої середньої за рік концентрації забруднюючих речовин. Виходячи з цих даних будуються карти забруднень, на підставі аналізу яких можна зробити висновки про вдосконалення системи моніторингу (визначення кількості точок контролю, необхідні засоби вимірювання, потрібну кількість вимірювань).

Надалі результати моделювання будуть уточнюватися за допомогою реальних вимірювань.

Ключові слова: система екологічного моніторингу, попереднє вибіркоче моделювання, моделювання з врахуванням метеорологічних умов, карти забруднень, організація моніторингу.

УДК 551.508

НЕФЕЛОМЕТР-ПРОЗРАЧНОМЕР И ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КОНТРОЛЕ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Кугейко М.М., Лысенко С.А., Кваченок С.В., Белорусский государственный университет, пр-т Независимости, 4, БГУ, каф. КРФиОЭ, 220050, г. Минск, Беларусь

Для удовлетворения практических потребностей диагностики загрязнений окружающей среды наиболее важным является определение фракционных концентраций атмосферного аэрозоля (ФКА), прозрачности. Оперативный контроль состояния атмосферы требует создания автоматизированных измерительных систем. Для внедрения в практику подобных систем необходимо дальнейшее развитие теоретической базы по надежной интерпретации регистрируемой измерительной информации относительно определяемых параметров исследуемой среды.

Исследование чувствительности связей между коэффициентом рассеяния под углом $\theta - D(\theta)$ и ФКА к вариациям его микрофизических характеристик, показывает, что для определения последних необходимо осуществлять измерения $D(\theta)$ в области малых углов, $18^\circ \div 22^\circ$, $160^\circ \div 170^\circ$. Полученные нами с применением стандартных формул математической статистики корреляционные соотношения между значениями $D(\theta)$ для углов из отмеченных диапазонов и проведенная оценка точности восстановления счетной и объемной концентрации с их использованием показывают, что наименьшая погрешность соответствует углам $\theta_k = 5^\circ, 20^\circ, 165^\circ$.

Для оценки эффективности предлагаемой методики определения ФКА проведен расчет данных характеристик в 1000 модельных атмосферных ситуациях, отличающихся значениями S_m и q и при наложении на значения $D(\theta_k)$ случайной ошибки в пределах 1 %. Среднеквадратичные ошибки измерений ФКА по описанной методике не превышают суммарные ошибки измерения $D(\theta_k)$, что удовлетворяет многим практическим потребностям.

Для повышения точности измерений $D(\theta_k)$ и прозрачности нами разработан нефелометр, исключая методические погрешности, обусловленные нестабильностью оптикоэлектронного тракта и окружающей среды, и не требующий проведения калибровочных измерений, как по установлению аппаратурных констант, так и опорных значений определяемых параметров. Проведенный анализ эффективности метода (аналитическая оценка погрешностей, численное моделирование) показывает, что при этом легко достигаются погрешности измерения $D(\theta_i) \sim 1\%$. Таким образом, предлагаемый нефелометр-прозрачномер в совокупности с полученными нами регрессионными уравнениями может быть с успехом использован для оперативного и автоматизированного контроля состояния атмосферы.

Ключові слова: нефелометр-прозрачномер, оперативный контроль.

УДК 551.508

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ ИЗ СПЕКТРАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СИГНАЛОВ ОБРАТНОГО РАССЕЯНИЯ

*Кугейко М.М., Лысенко С.А., Белорусский государственный университет,
пр-т Независимости, 4, БГУ, каф. КРФидОЭ, 220050, г. Минск, Беларусь*

Известно, что аэрозоли оказывают заметное влияние на состояние окружающей среды и процессы радиационного теплообмена. Актуальность решения задач оперативного контроля аэрозолей в атмосфере в последнее время к тому же обуславливается и значительным загрязнением окружающей среды.

Существует ряд приборов и методик измерений аэрозоля, как прямых, так и косвенных. Однако ни один из существующих прямых и базисных методов не удовлетворяет комплексу требований, предъявляемых к ним, прежде всего потому, что в процессе измерений нельзя избежать тех или иных нарушений аэрозольного облака. Локационные методы вообще не внедрены в практику из-за того, что ни один из них метрологически не аттестован.

В докладе исследована чувствительность коэффициентов связи между спектральными значениями коэффициентов ослабления $\beta(\lambda)$ и фракционными концентрациями атмосферного аэрозоля к его микроструктурным вариациям. Рассчитаны и проанализированы спектральные зависимости коэффициентов корреляции между указанными характеристиками.

Получены уравнения множественной регрессии для фракционных концентраций фоновое атмосферного аэрозоля и спектральных значений коэффициентов ослабления и обратного рассеяния на длинах волн $\lambda = 0,35; 0,532$ и $1,06$ мкм при широком разбросе микрофизических характеристик аэрозоля, позволяющие определять его фракционный состав с удовлетворительной для многих практических потребностей точностью без использования дополнительных измерений микроструктурных параметров и учета их пространственных вариаций. Для нахождения указанных корреляций с учетом взаимозависимых вариаций МП аэрозолей нами использовалась оптическая модель приземного слоя атмосферы Андреева-Ивлева с варьирующимися метеорологическими параметрами.

Предлагаемая методика определения фракционных концентраций аэрозоля может быть с успехом использована для оперативного, дистанционного и автоматизированного контроля состояния атмосферы в сельской местности и в районах, где мал вклад антропогенных аэрозолей вместо традиционных методик отбора проб с последующим анализом.

Слабая чувствительность способа к инструментальным и методическим погрешностям измерений оптико-локационных характеристик аэрозоля делает его использование в большинстве случаев гораздо более предпочтительным по сравнению с современными методиками решения некорректных обратных задач, обладающих большими коэффициентами усиления ошибок.

Ключові слова: атмосферний аерозоль, фракційні концентрації.

УДК 621.311.25

АВТОМАТИЧНИЙ ХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВОДНО-ХІМІЧНОГО РЕЖИМУ ПРОДУВКИ "СОЛЕВИХ" ВІДСІКІВ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ПАРОГЕНЕРАТОРІВ

¹⁾Добровольська І.Ю., ²⁾Смалько М.А., ¹⁾Запорізьська АЕС; м. Запоріжжя, Україна; ²⁾ТОВ "Енвітек", м. Київ, Україна

Парогенератори енергетичних блоків АЕС з реакторами типу ВВЕР є складними об'єктом контролю і управління, оскільки вони працюють у надзвичайно важких умовах зони взаємодії теплоносіїв першого та другого контурів енергоблоку. А ведення водний – хімічного режиму парогенераторів є важливим завданням, яке доводиться вирішувати персоналу для правильної та безпечної експлуатації ядерної установки, при цьому до останнього часу практично весь хімічний контроль виконувався лабораторним шляхом з ручним відбором проб.

З розробкою та введенням в дію нової редакції нормативних документів по веденню водного хімічного режиму другого контуру [1], частину параметрів, які контролювались лабораторним шляхом з ручним відбору проб було переведено до розряду параметрів обов'язкового та рекомендованого автоматичного контролю. Це дало організаційну можливість для АЕС розпочати роботи по розробці систем та придбанню обладнання для такого виду контролю.

На основі узагальнення багаторічного досвіду експлуатації АЕС та вимог нормативних документів розроблена методологія, структури баз даних і алгоритмів програмного забезпечення АКХ ВХР для АЕС з енергетичними блоками, які працюють на реакторах типу ВВЕР [2]. Як частина системи АКХ ВХР АЕС було розроблено систему АХК ВХР парогенераторів.

В процесі поетапного створення АКХ ВХР АЕС на шести енергоблоках Запорізької АЕС були створенні окремі локальні системи АХК ВХР продувки "солевих" відсіків парогенераторів. До складу такої системи входять датчики нижнього рівня швейцарської фірми "Swan" с пристроями підготовки проби американської фірми "Sentry" та робочі станції для збору, первинної переробки, представлення та передачі зібраної інформації до кінцевих користувачів. Все обладнання компактно розміщується на спеціально розроблених панелях-рамах, що забезпечує їх зручне розташування для роботи та обслуговування.

Таким чином створено та впроваджена систему, яка забезпечує підвищення надійності, економічності та безпечності експлуатації парогенераторів і ядерних установок, зниження корозійно - ерозійного зносу ТМО та експлуатаційних затрат на основі оперативного отримання, обробки та представлення інформації по ВХР оперативному і обслуговуючому персоналу з допомогою сучасного обладнання, алгоритмів та програмного забезпечення.

Література

1. Смалько М.А., Добровольская И.Ю. и др. Программный пакет "ДИЮ" для представления информации персоналу при автоматическом химическом контроле водно-химического

режима АЭС. Рабочее место химика.//Промышленная теплотехника том. 25 прил. к №4 2003. С.443-445.

2. ГНД 95.1.06.02.002–01. Водно-химический режим второго контура атомных электростанций с реакторами типа ВВЭР. Технические требования к качеству рабочей среды. Способы обеспечения. – Киев: Минтопэнерго Украины, 2001.- 28 с.

Ключові слова: парогенератори, хімічний контроль.

УДК 681.2:621.3.082.1

ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ ВІБРОЧАСТОТНИЙ МЕТОД КОНТРОЛЮ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РІДКИХ ТА ГАЗОПОДІБНИХ РЕЧОВИН

*Тараненко Ю.К., Дніпропетровський університет економіки і права,
м. Дніпропетровськ, Україна*

Серед засобів аналітичного контролю важливе місце займають вимірювачі щільності рідин, газів, масової концентрації вузької фракції систем рідина – тверде, положення границі розподілу рідин або рідини і газу, оскільки ці параметри визначають склад та властивості продукції у хімічній, нафтохімічній, харчовій та інших галузях промисловості. Точні виміри щільності рідин мають особливе значення для їх кількісного обліку, тому що масові витрати рідких продуктів визначають як результат перемноження щільності на їх об’ємні витрати.

Широкому промислому використанню вимірювачів щільності заважає їх недосконалість пов’язана з низькими метрологічними характеристиками, складністю монтажу та обслуговування, великими габаритними розмірами, низькою надійністю. Зростання вимог до засобів контролю та виміру складу рідких та газоподібних речовин спонукає дослідників вишукувати нові методи вимірювального перетворення, одним із яких є віброчастотний, оснований на перетворенні вимірювальної щільності у частоту коливань механічного резонатора заповненого рідиною або заглибленого у рідину.

Основною перевагою віброчастотного метода є перетворення щільності у частотно-модульований вихідний сигнал без проміжних перетворювачів, що дозволяє забезпечити високу точність контролю складу речовин.

Однак віброчастотний метод має суттєву систематичну температурну погрішність, погрішність від впливу тиску та швидкості течії через датчик та суттєву нелінійність функції перетворення щільності у частоту, та низьку чутливість. Це змушує розробників використовувати додаткові датчики температури та тиску з аналоговим вихідним сигналом, що потребує проміжного перетворення для введення корекції, та унаслідок запізнення сигналів корекції зводить внівець основну перевагу віброчастотного метода.

Для уникнення наведених недоліків віброчастотного методу контролю та визначення складу рідких та газоподібних речовин автором розроблено диференційний віброчастотний метод оснований на використанні двох механічних резонаторів які заповнені вимірювальною речовиною або заглиблені у вимірюва-

льну речовину. Диференційний віброчастотний метод дозволяє отримати частотно-модульований вихідний сигнал інваріантний до впливу температури, тиску рідини та лінеаризований відносно вимірювальної щільності. Розроблені також методи виміру масової концентрації вузької фракції у системах рідина тверде та методи виміру положення границі розподілу речовин, реалізація яких не потребує значних матеріальних витрат.

Ключові слова: диференційний віброчастотний метод, рідкі, газоподібні речовини.

УДК 517.94

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО- РОЗРАХУНКОВОГО ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ ВОДНЮ В СТАЛЯХ

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

Актуальна проблема стійкості зварних конструкцій, виконаних з низьколегованих сталей, проти явищ водневого окрихчення, що спричиняють виникнення тріщин і навіть руйнування важливих об'єктів, потребує дослідження процесів перерозподілу водню в зварних швах. Пряме експериментальне виконання таких досліджень на сьогоднішній день не видається можливим, так що необхідні дані отримують розрахунково-експериментальним шляхом на основі математичного моделювання кінетики насичення металів газами та наступної дегазації.

Зокрема, щоб охарактеризувати поведінку водню в зварних швах, часто використовують значення ефективного коефіцієнта дифузії, яке обчислюють за кривими дегазації стандартних зразків металу зварних швів, отримуваними хроматографічним методом і математично обробленими за допомогою розв'язків такої крайової задачі нестационарної дифузії: в об'ємі зразка виконується рівняння дифузії Фіка, початкова умова відповідає рівномірному розподілу водню, а граничні умови – однорідні типу Діріхле. Зазначені граничні умови відповідають ситуації, коли поверхнева концентрація водню на межах зразка дорівнює нулю, тобто водень „дуже швидко” (формально – миттєво) видаляється з поверхні.

Застосування описаної задачі як базової математичної моделі призводить, зокрема, до того, що для визначення ефективного коефіцієнта дифузії не можна використовувати значну початкову частину кривої дегазації (де остання, до речі, найбільш інтенсивна), оскільки ця модель просто не є адекватною щонайменше для малих значень часу. Крім того, водень із об'єму зразка може надходити в навколишнє середовище як в атомарному, так і (що виглядає природнішим) у молекулярному вигляді, причому в останньому випадку

витрачається додатковий час на утворення молекул водню на поверхні зразка (реакція молізації).

З огляду на викладене математичну модель дегазації зразка запропоновано удосконалити двома шляхами: по-перше, урахувати скінченність швидкості видалення водню з поверхні зразка, на якій може відбуватись реакція молізації водню, – тоді граничні умови стають у загальному випадку нелінійними третього роду; по-друге, урахувати скінченність швидкості розповсюдження водню (релаксацію напруги маси) в реальному зразку, – і тоді замість стандартного рівняння дифузії параболічного типу основним рівнянням моделі стає гіперболічне рівняння дифузії, яке краще відповідає (особливо на початку процесу дегазації) фізичній суті процесів перерозподілу водню в зразку.

Ключові слова: водень, математична модель, дифузія.

УДК 543.271.3

ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ В ВЕЛИКИХ МЕГАПОЛІСАХ

¹⁾З.Д.Безрук,²⁾В.А.Порєв,³⁾В.П. Приміський, ¹⁾Державне управління екології та охорони природних ресурсів в м. Києві, м. Київ, Україна; ^{2), 3)} Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Автомобільний транспорт є одним з основних забруднювачів атмосфери в місті Києві. На сьогодні в мегаполісі Києва зареєстровано більше 700 тисяч автомобілів. Загалом близько 80% забруднення атмосфери припадає на викиди автомобілів. За даними досліджень кожен з автомобілів класу “Жигулі”, “Таврія” без каталізаторів, викидає при спалюванні 1 кг палива 400...450 г оксиду вуглецю (CO), 18...20 г оксидів азоту (NO_x), 15...18 г вуглеводів C_nH_m. Фактично майже 50 % палива таких автомобілів перетворюється при згоранні в автомобілі в токсичні і вкрай шкідливі для організму людини викиди. Загальний об'єм викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря міста у 2003 р., становив 189,35 тис. т, в тому числі від стаціонарних джерел забруднення - 31,56 тис. т (16,7%) та від автотранспорту — 157,79 тис. т (83,3%). Динаміка викидів в атмосферне повітря наведена в таблиці 1.

Таблиця 1 - Динаміка викидів в атмосферне повітря

Викиди по місту	2001 р.	2002 р.	2003 р.
Загальна кількість викидів в атмосферне повітря, тис. тонн в т.ч.:	173,0	180,79	189,35
- від стаціонарних джерел забруднення, тис. Тонн	27,8	31,64	31,56
- від автотранспорту, тис. тонн	145,2	149,15	157,79

Обсяги загальних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у 2006р. у порівнянні з 2005 роком збільшились на 8,56 тис. т (4,3 %). З кожного з 700 тисяч автомобілів в докілья попадає (випаровується) в день 1г палива або мастила, то за рік в повітря, ґрунт, воду попаде приблизно 200 т. Ефективно оцінити екологічний стан автомобіля можливо тільки за умов об'єктивного контролю високочутливими приладами, а саме газоаналізаторами, газоаналітичними системами, екологічними комплексами, димомірами.

Загалом підсумовуючи, проблеми екології автотранспорту великого мегаполісу на прикладі Києва, потрібно відзначити, що це комплексна проблема і для її вирішення потрібні зусилля не тільки екологів, транспортників, ДАІ, приладобудівників, метеорологів, а й суспільства в цілому.

Ключові слова: автомобіль, газоаналізатор, викиди, димомір.

УДК 543.271.3

АНАЛІТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ М. КИЄВА

*Безрук З.Д., Державне управління екології та охорони природних ресурсів
в м. Києві, м. Київ, Україна*

На складах підприємств м. Києва зберігаються різні хімічні речовини (ацетон, перекис водню, сода каустична, 2-етилгексанова кислота, бензол хлористий, натрію гідроксид, левоміцетин, толуол, бензол, етиленгліколь, ортофосфорна кислота, азотна, сірчана, соляна кислоти, тощо). На підприємствах відсутні договори обов'язкового страхування цивільної відповідальності суб'єктів господарювання за шкоду, яка може бути заподіяна навколишньому природному середовищу, згідно постанови КМУ від 16.11.02р. № 1788 “Про затвердження Порядку і правил проведення обов'язкового страхування”.

Проблема утилізації відходів є однією з гострих проблем функціонування будь-якого великого міста, особливо, коли мова йде про Київ. Відходи виробництва та споживання при їх накопиченні в місті є джерелом суттєвої екологічної небезпеки та соціальної напруги, створюють негативний імідж місту. Тому питання утилізації відходів постійно знаходиться на контролі в Держуправлінні екології та природних ресурсів.

В м. Києві розташовані такі небезпечні підприємства як ВАТ “Радикал”, підприємство ДНВП “Захід”, підприємства теплоенергетики та інші. За період роботи ВАТ “Радикал”, внаслідок недосконалості технологічних процесів виробництва хлору та каустичної соди ртутним методом, пестицидів, хлорокису міді та інших хімічних речовин відбулося значне забруднення ґрунтів та підземних вод на території заводу. Зараз на території підприємства відбувається санація. На території підприємства ДНВП “Захід” розміщено 111 (біля 300 м³) металевих, герметично заварених контейнерів з відходами берилієвого виробництва.

Загальна вага берилію, дифундованого в метал і в будівельне сміття, становить близько 0,09 т. Контейнери підготовлені для довгострокового зберігання. Крім цього на території підприємств міста, згідно отриманих ліцензій на поводження з небезпечними відходами розміщено 268,255 т. шламів гальванічного виробництва. На підприємствах теплоенергетики утворились та зберігаються ванадійові шлами в кількості 50,077 т та вапняні шлами від освітлення води – 45021,6 т.

Ключові слова: забруднення довкілля, утилізація відходів, скиди.

УДК 543.271.3

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Баскова И.П., Примиский В.Ф., Федченко Е.А., Шаталов М.Г., «Всеукраинский научно-исследовательский институт аналитического приборостроения» (ЗАО “Укрналит”), г. Киев, Украина

Металлургические заводы Украины являются наиболее экспортно ориентированными производствами. Одним из необходимых компонентов проведения металлургических циклов является наличие высококачественного кокса. Коксохимическое производство является одним из наиболее влиятельных факторов загрязнения окружающей среды. ЗАО “Укрналит” впервые решена задача по контролю и оптимизации выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду. В сжатые сроки была разработана и введена в эксплуатацию система экологического мониторинга на ОАО “Ясиновском коксохимическом заводе”. (г. Макеевка).

Конструктивно система экологического мониторинга состоит из приборного шкафа в котором установлена высокоэффективная система пробоподготовки, очистки и регулировки газовой пробы по расходу и давлению, многоканального инфракрасного газоанализатора 325ФА20, контроллеров, терморегуляторов. Также в состав системы мониторинга входит компьютерный пост соединенный кабелем со шкафом, для передачи измерительной информации на экран монитора компьютера. Основным блоком системы мониторинга 325 ФА20, технические данные которого приведены в Таблице.

Измеряемый компонент	Диапазон измерений, мг/м ³	Инструментальная погрешность измерений газоанализатора 325ФА20, %
Окись углерода (CO)	0 - 5000	± 5
Окись азота (NO)	0 - 5000	± 5
Двуокись азота (NO ₂)	0 - 1500	± 5
Двуокись серы (SO ₂)	0 - 5000	± 5
Кислород	0-20%:	±5

В приборном шкафу системы установлен температурный датчик для слежения за температурой в диапазоне температур от 0 до 50 °С. Разработанное программное обеспечение для управления газоаналитическим комплексом и снятия показаний. Вся измерительная информация представлена в таблицах и графиках и хранится по мере накопления.

Внедрение системы экологического мониторинга обеспечивает надежную безаварийную работу, сокращает нагрузку на окружающую среду, повышает качество производимого кокса и последующей продукции.

Ключевые слова: коксохимическое производство, газоанализатор, мониторинг

УДК 621.785.539

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОНКОПЛІВКОВОГО ПЕРВИННОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ВОДНЮ В ПОВІТРІ

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

Останнім часом почастишали випадки катастроф в нафтовій, вугільній та газовій галузі, які забирають життя багатьох людей. Щорічно в Україні відбувається близько 4 тис. пожеж, пов'язаних з небезпечним забрудненням повітря. Однією з найбільш поширених причин пожеж, вибухів і отруєнь небезпечними газами є недостатньо точний і оперативний контроль за концентрацією газів в повітрі.

Достовірний спосіб попередження пожежі на ранній стадії - це контроль хімічного складу повітря, яке різко змінюється через термічне розкладання перегрітих горючих матеріалів або тих, що починають тліти. Для більшості випадків можна впевнено виділити дві основні характерні газові компоненти – водень та чадний газ.

Поріг виявлення системи раннього попередження пожежі в атмосферному повітрі за нормальних умов повинен знаходитися для більшості газів, зокрема водню, на рівні 0,01%. Це є основою для розробок цілого ряду попереджуючих пожежних газових аналізаторів на основі напівпровідникових тонкоплівкових газових сенсорів.

В даний час практично освоєна групова технологія виготовлення тонкоплівкових напівпровідникових сенсорів. Принцип дії таких сенсорів засновано на зміні фізико-хімічних параметрів тонкої плівки при впливі вимірюваного газу. Вихідною вимірюваною величиною для напівпровідникових сенсорів є зміна електричного опору матеріалу чутливого елемента при селективній адсорбції на ньому вимірюваного газу.

Експлуатаційні і метрологічні характеристики сенсору залежать від вибору матеріалів елементної бази. До основних елементів конструкції сенсора відно-

сять чутливий елемент, нагрівач, підкладку, електроди (контактні площадки) та терморезистори. Для чутливого елемента напівпровідникового перетворювача водню використовувалась плівка $WO_3 + Pt$, яка нечутлива до вуглеводнів. Робоча температура $513 \div 553$ К.

До основних переваг сенсору можна віднести можливість масового виготовлення з мінімальним розкидом параметрів при якісному та рівномірному напыленні шарів по товщині всієї поверхні підкладки, малі габарити та масу. Також тонкоплівкові напівпровідникові сенсори більш прості та дешеві у виготовленні.

Ключові слова: газоаналітичні прилади, тонкоплівкові перетворювачі.

УДК 621.375

МЕТОДОЛОГІЯ КОНТРОЛЮ НАНОПЕРЕМІЩЕНЬ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Петренко С.Ф., Бєлова А.В., Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

Одним з розділів наномеханотроніки є методи реєстрації нанопереміщень. Нанопереміщення це комплексний параметр, до складу якого входять як лінійні нанопереміщення, так і кутові в діапазоні кутових секунд. Це, перш за все, кут Pitch (θ_y) – кут розвороту направляючої при нанопереміщенні вздовж осі x навколо координати y , та кут Yaw (θ_z) – при переміщенні координати x навколо координати z .

Традиційно, при вимірюванні нанопереміщень приділяється увага безпосередньо лінійним нанопереміщенням вздовж осі переміщення. При цьому зовсім не береться до уваги вимірювання кутів Pitch (θ_y) та Yaw (θ_z) і в даний момент практично відсутні методи вимірювання цих кутів. Тому проблема створення чи розробки методик комплексного вимірювання як безпосередньо нанопереміщень вздовж осі переміщення, так і кутових нанопереміщень є актуальною.

В роботі розглядаються основні методи вимірювання кутів Pitch (θ_y) та Yaw (θ_z) на основі прогресивних оптичних автоколімаційних методик.

Ключові слова: нанопереміщення лінійні, нанопереміщення кутові, кутові секунди, автоколімаційна методика.

УДК 621.375

МЕТОДИКА ВИМІРЮВАННЯ КУТІВ Pitch (θ_y) ТА Yaw (θ_z) НАПРАВЛЯЮЧОЇ НА ОСНОВІ П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНОГО ДВИГУНА

Бєлова А.В., Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", м. Київ, Україна

Одним з головних параметрів, які визначають роботу оптичної системи в ді-

апазоні нанопереміщень є кути Pitch (θ_y) та Yaw (θ_z). Для вимірювання цих нанопереміщень була розроблена спеціальна методика на основі телевізійного оптичного автоколіматора. Плоске дзеркало встановлювалось на направляючу. Система юстувалася таким чином, щоб нормаль до дзеркальної поверхні співпадала з оптичною віссю автоколіматора. В експерименті використовувався автоколіматор класу АК-0,5У з пристикованою телевізійною камерою, що дозволяло одночасно проводити реєстрацію та вимірювання за двома кутами Pitch (θ_y) та Yaw (θ_z). Переміщення направляючої задавалось за допомогою комп'ютеризованого комплексу. Запропоновані комплекс та методика дозволили проводити вимірювання з точністю до 0,5 кутових секунд.

В процесі експерименту було зареєстровано монотонну складову зміни кутів Pitch (θ_y) та Yaw (θ_z), а також циклічну складову, яка обумовлена зміною механічних параметрів системи на одному оберті.

Величина монотонної складової кутів Pitch (θ_y) та Yaw (θ_z) склала менше 5 кутових секунд при переміщенні на 1 мм, що еквівалентно $5 \cdot 10^{-6}$ кутових секунд при переміщенні на 1 нм.

Ключові слова: нанопереміщення кутові, Pitch (θ_y), Yaw (θ_z), кутові секунди, телевізійний оптичний автоколіматор.

УДК 621.43.019

МЕТОД КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ БЕНЗИНУ, ОСНОВАНИЙ НА ВИМІРЮВАННІ ЙОГО ДІЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРОНИКНОСТІ

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

В умовах сучасного світу постійно зростають вимоги, які ставляться до визначення якості бензинів, основними з яких є детонаційна стійкість. У зв'язку з цим актуальною є задача розробки точного і швидкодіючого методу якості бензину, який би став основою розробки самого приладу контролю.

Найголовнішою властивістю палив є детонаційна стійкість, тобто їх стійкість до самозаймання. Таку властивість палива прийнято характеризувати величиною октанового числа (О.Ч.). В лабораторних умовах для визначення О.Ч. застосовують моторні установки, в яких здійснюється порівняння детонаційних характеристик досліджуємого палива з характеристиками калібрувальних сумішей. Суттєвим недоліком такого методу є висока вартість лабораторних установок, хімікатів, тривалість аналізу кожного зразка, значні габарити пристрою та необхідність його експлуатації в спеціально обладнаному приміщенні. Інші існуючі методи визначення октанового числа бензину також не можуть забезпечити необхідну оперативність та точність вимірювання.

Дослідження показали, що найбільш оптимальним методом для вирішення поставленої задачі визначення якості бензину є метод, оснований на вимірюванні діелектричної проникності бензину, яка залежить від його О.Ч. Розробле-

ний нами метод контролю якості бензину дозволить за допомогою простої, вже давно відомої схеми, реалізувати процес вимірювання, а також на основі отриманих даних про ємність експериментальної комірки з досліджуємым паливом, добротність резонансного кола, в якому міститься ця комірка та добротність резонансного кола без неї, отримати данні про якість палива, а зокрема, про його О.Ч. Особливістю метода також є те, що вимірювання вище згаданих характеристик буде здійснюватися на певних частотах, на яких залежності діелектричної проникності від О.Ч. будуть найкраще відслідковуватися. Ці частоти були експериментально визначені під час досліджень і кожній з них відповідає певне значення О.Ч. Але в результаті досліджень та обґрунтувань отриманих даних було виявлено, що найкраще буде перерахувати внесок, що дає ємність комірки, в добротність усього резонансного кола і в подальшій роботі використовувати саме цей параметр, як основний інформативний.

Подальші дослідження нададуть можливість розробити значно простіший та оперативніший прилад для контролю якості бензину, ніж відомі аналоги.

Ключові слова: октанове число, діелектрична проникність, вимірювання.

УДК 541.135

ВПЛИВ ПОЛЯРИЗАЦІЙНИХ ЄМНОСТІ ТА ОПОРУ НА ЧАС ВИМІРЮВАННЯ АМПЕРОМЕТРИЧНИХ ГАЗОВИХ СЕНСОРІВ

*Борискін О.В., Букет О.І., Лінючева О.В., Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Газоаналітичні сенсори (O_2 , Cl_2 , O_3 , NO_2 , CO , SO_2 , H_2 , NH_3 , HCl) сучасних засобів екологічного моніторингу повітряного середовища в робочому режимі генерують струм в діапазоні – (0.1-10) мкА і його величина пропорційна вимірюваній концентрації газу від 0.03 до $(2 \cdot n \cdot 1000)$ ppm. У процесі вимірювання реєструються перехідні характеристики (зміна сили струмового сигналу у часі) електрохімічної системи електрод-середовище, які несуть важливу інформацію про властивості сенсорів і досліджуваної системи в цілому. Дослідження перехідних характеристик амперометричних газових сенсорів виконували на вимірювальному стенді, роботою якого керує персональний комп'ютер. Стенд складається з джерела струму, об'єкта вимірювання – сенсора, масштабуючого підсилювача, аналого-цифрового перетворювача та інтерфейсу для підключення комп'ютера. Джерело струму задає постійний струм на об'єкті вимірювання у діапазоні (1-1000) мкА. Дискретність реєстрації відгуків напруги перехідної характеристики задається в межах (0.055 – 0.275) с, загальний час виміру - до 110 с.

Важливою характеристикою електрохімічної системи є постійна часу $\tau = R_p C_p$, яка характеризує ступінь інерційності системи, тобто час, необхідний для досягнення перехідним процесом усталеного значення. Наприклад, процес можна вважати усталеним, якщо різниця між напругою у даний момент та її

граничним значенням не перевищує 5%. За такої умови час вимірювання буде дорівнювати 3τ . Для визначення концентрації газу с заданою похибкою для сенсора необхідно вірно розрахувати час вимірювання, тобто момент досягнення перехідним процесом усталеного рівня. Величина постійної часу залежить від двох складових: поляризаційного опору (R_p), який характеризує швидкість електрохімічних процесів та поляризаційної ємності (C_p), яка складається з ємності подвійного електричного шару та псевдоємності електрохімічних реакцій. Величини R_p і C_p електродів розраховували з перехідних характеристик сенсорів. Встановлено, що для сенсорів: O_3 – $R_p=(15000-20000)$ Ом, $C_p=(900-1200)$ мкФ, $\tau=(10-15)$ с; Cl_2 – $R_p=(3000-8000)$ Ом, $C_p=(3000-4500)$ мкФ, $\tau=(20-50)$ с; NH_3 – $R_p=(1900-2200)$ Ом, $C_p=(6000-7500)$ мкФ, $\tau=(40-50)$ с; CO – $R_p=(300-350)$ Ом, $C_p=(54000-60000)$ мкФ, $\tau=(45-60)$ с. Ці приклади показують, що постійна часу сенсорів різних типів корелює з величиною поляризаційної ємності, яка значною мірою впливає на час вимірювання і, в кінцевому рахунку, на похибку вимірювання.

Ключові слова: газовий сенсор, поляризаційна ємність, поляризаційний опір, перехідна характеристика, постійна часу, час вимірювання, похибка вимірювання.

УДК 621.307.13

КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ

Морозова І.В., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

За даними Київської міськдержадміністрації, в столиці щорічно створюється більш ніж 1,2 млн. m^3 сміття. Тільки 205 тис. (1/6) переробляється на сміттєспалювальному заводі “Енергія”. Біля 400 тис. – на приватних та комунальних сортувальних станціях. Весь об’єм, що залишився вивозиться на звалища, в тому числі й стихійні.

Найбільш перспективним методом вирішення цієї проблеми на сьогодні є рециклізація або вторинна переробка.

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

Однією із причин такого положення є недосконалість контролю за ходом технологічного процесу. У технологічному циклі передбачений контроль шляхом відбору проб кожні дві години, що не забезпечує достовірного контролю температурного режиму в камері.

Аналіз можливих технічних рішень системи контролю температурного режиму дозволив зробити висновок про доцільність застосування в даному випадку телевізійного монохромного або колірний пірометрів.

Монохромний пірометр – прилад для вимірювання температури поверхні нагрітих тіл та середовищ за енергетичною яскравістю їх випромінювання в діапазоні довжин хвиль достатньо вузькому (0,15 мк та менш), для того, щоб випромінювання можна було розглядати як монохроматичне, що описується рівнянням Планка-Енштейна.

Колірний пірометр – прилад для вимірювання колірної температури поверхні об'єкта (тіла або середовища) за відносним розподіленням спектральної щільності енергетичної яскравості його випромінювання у видимій (та інфрачервоній) області спектру, яке оцінюється шляхом порівняння з розподіленням в тому ж діапазоні спектру випромінювання абсолютно чорного тіла.

Показано, що в даному випадку за допомогою телевізійної пірометрії якісніше проводиться контроль температурного поля в такій кількості точок на поверхні пірометричної камери, які дають повне уявлення про хід технологічного процесу в камері в реальному часі.

Ключові слова: контроль, піроліз, пірометр, телевізійна пірометрія

УДК 53.088.22

РОЗРАХУНКОВЕ ПІДСУМОВУВАННЯ ВИПАДКОВИХ ПОХИБОК ЗА ДОПОМОГОЮ СПЕКТРА ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ

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

Задача підсумовування похибок розрахунковим шляхом за відомими оцінками її складових виникає в багатьох практичних випадках вимірювань. Наприклад, для визначення похибки вимірювального пристрою потрібно підсумовувати всі складові його похибки, котрі складаються з систематичних та випадкових. Ця задача виникає також при визначенні похибки як прямих, так і непрямих вимірювань. Тобто задача розрахункового підсумовування похибок є однією з основних задач як при створенні засобів вимірювання, так і при оцінці похибок результатів вимірювань.

При визначенні похибки як прямих, так і непрямих вимірювань до похибок засобів вимірювання повинні додаватися інші, наприклад методичні похибки, похибки, що з'являються при відліку показань, тощо. Всі ці складові похибки повинні розглядатися як випадкові величини. Найбільш повно вони описуються своїми законами розподілу. А при підсумовуванні випадкових величин закони розподілу різко змінюють свою форму.

Закон розподілу суми незалежних випадкових величин називається композицією та виражається інтегралом згортки (згорткою). Згортку декількох складових дуже важко визначити, а при наявності десятків складових така задача

стає практично нерозв’язаною. Тому практичний шлях вирішення задачі підсумовування полягає в тому, що замість законів розподілу підбираються для характеристики складових числові оцінки, частіше за все середньоквадратичне або ентропійне значення, на підставі яких можна визначити числове значення результуючої похибки. Але при такому спрощенні виникає досить значна похибка визначення результуючої похибки, яка зростає при збільшенні кількості складових похибки і різних законах розподілу.

Автором запропоновано перейти від законів (функцій) розподілу до їх спектрів. Тоді в спектральній області при підсумовуванні складових використовується просте множення спектрів функції розподілу (СФР) і задача розрахунку різко спрощується. Сумарний закон розподілу при цьому знаходиться як зворотне перетворення Фур’є від сумарного СФР.

Виходячи з того, що тільки енергетична норма є „нечутливою” до зміни форми сигналу, а випадковий сигнал, котрим в нашому випадку є випадкова похибка, постійно змінює свою форму, оцінювати сумарний сигнал варто за допомогою його другого енергетичного спектра (на відміну від першого — спектра кореляційної функції) — другої похідної СФР з зворотним знаком. В цьому випадку для спрощення задачі оцінки розкиду сумарної випадкової похибки доцільно використовувати функцію розподілу середньоквадратичного відхилення, котра є зворотним перетворенням Фур’є від другого енергетичного спектра.

Ключові слова: функція розподілу, енергетичний спектр, СФР, похибка

УДК 53.088.22

РОЗРАХУНКОВЕ ПІДСУМОВУВАННЯ ВИПАДКОВИХ ПОХИБОК ПРИ ЇХ КВАНТИЛЬНІЙ ОЦІНЦІ

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

Функція розподілу є незручною для швидкої оцінки розкиду випадкових величин відносно центру. Тому для оцінки ширини розподілу на практиці використовують різні прийоми. Найбільш зручними з них є квантильна оцінка випадкової похибки.

При квантильній оцінці випадкової похибки за основу береться функція розподілу, яка за допомогою вертикальних ліній (квантилів) розбивається на три частини. Якщо функція розподілу описує тільки випадкову похибку, то математичне сподівання такого процесу дорівнює нулю, центр розподілу співпадає з віссю ординат. Розподіл похибок приладів або результатів вимірювань, як правило, є симетричним. Тому відносно до розподілу ймовірностей похибок центр розподілу може бути визначеним як центр симетрії розподілу. Крім того вважається, що квантильна випадкова похибка є симетричною і квантилі завжди розташовують симетрично відносно вісі симетрії. Через це після розбиття функ-

ції розподілу на три частини, дві з них майже завжди будуть однаковими і їх можна об'єднати і вважати, що функція розподілу розбивається на дві частини.

Оцінка сумарної похибки за допомогою спектра функції розподілу (СФР), запропонована автором, може бути розповсюджена і на випадок квантильної оцінки випадкової похибки. Від частин функції розподілу можна перейти до їх СФР. Через те, що перетворення Фур'є є лінійною операцією, розбиття функції розподілу на частини призведе до створення відповідних частин СФР.

Для оцінки взаємодії незалежних випадкових процесів доцільно використовувати другий енергетичний спектр випадкового процесу (на відміну від першого — спектра кореляційної функції). Операція диференціювання теж є лінійною, тому друга похідна від суми спектрів є сумою других похідних від складових спектрів.

Функцію розподілу, розділену на частини вертикальними лініями (квантилями) можна уявити як суму її добутоків: на прямокутний імпульс (від відхилення переходимо до часу, зберігаючи масштаб), а також одиничні стрибки, що відбуваються відповідно в моменти часу, еквівалентні квантилям. Користуючись цим уявленням можна знайти другий енергетичний спектр при прийнятій довірчій ймовірності та невраховані залишки спектра, а також знайти другий енергетичний спектр та невраховані залишки спектра суми випадкових похибок.

Зворотне перетворення Фур'є від сумарного енергетичного спектра та сумарних неврахованих залишок спектра дозволить отримати функцію розподілу середньоквадратичного відхилення для оцінки розкиду сумарної випадкової похибки при заданій довірчій ймовірності.

Ключові слова: функція розподілу, квантиль, другий енергетичний спектр

УДК 621.307.13

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕЛЕВІЗІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВИКИДІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

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

Проблема контролю забрудненості міського повітря викидами енергетичних об'єктів є надзвичайно актуальною, потребує комплексного та виваженого підходу до свого вирішення, в тому числі і при виборі адекватної інструментальної бази.

Одними із можливих інструментів вирішення задач екологічного моніторингу є телевізійні інформаційно - вимірювальні системи, які серед усіх оптико-електронних приладів мають найбільший показник інформативності і успішно застосовуються для визначення площі та динаміки поширення нафтових забруднень на водній поверхні, контролю берегової ерозії, руху мілін, виявлення аномалій стану рослинного покриву тощо [1]. Але незважаючи на числені

спроби застосувати телевізійні засоби для моніторингу атмосфери, значущих результатів в цьому плані поки що не отримано. Справа в тому, що існуючі схеми екологічного моніторингу мегаполісу базуються переважно на математичних моделях розповсюдження забруднювачів, а результати розрахунку співставляються з результатами вимірів, отриманих в мережі розташованих за певною схемою контрольних точок.

Однак, ефективність такої схеми екологічного моніторингу мегаполісу не може вважатися задовільною через низьку достовірність розрахункових моделей, яка залежить від точності задання параметрів атмосфери, серед яких важливу роль відіграють дані про швидкість і напрям вітру в точці розташування джерела викидів. Але стан атмосфери та її стабільність у часі і просторі є складними, динамічними функціями висоти, тому моделювання процесу поширення забруднень, яке базується на даних метеостанцій для фіксованих значень висоти, пов'язане з похибками. Можлива і додаткова похибка внаслідок того, що кожне потужне джерело викидів фактично є об'ємним, а не точковим. Отже, при значній нестабільності атмосфери в ближній до джерела викидів зоні похибки моделювання зростають.

Виконані нами попередні дослідження дозволяють зробити висновок про перспективність застосування в даній задачі телевізійних приладів, які завдяки формуванню мегапиксельних виборок та при достатньому контрасті викидів дозволяють отримувати інформацію про динаміку атмосфери в ближній зоні в реальному часі, отже, можуть забезпечити зменшення похибки моделювання.

Ключові слова: екологічний моніторинг, мегаполіс, ближня зона, телевізійна система.

Література:

1. Порєв В. А. Телевізійні системи екологічного моніторингу // Перший Всеукраїнський з'їзд екологів, Вінниця, - 2006. С. 162.

УДК 543.27

**ПОЛІПШЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ТА МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ГАЗОАНАЛІЗАТОРА ВУГЛЕВОДНІВ**

¹⁾Мошковська Л.Т., ¹⁾Ніколаєв Я.І., ²⁾Ніколаєв І.М., ¹⁾Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна; ²⁾ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Укрналіт»), м. Київ, Україна

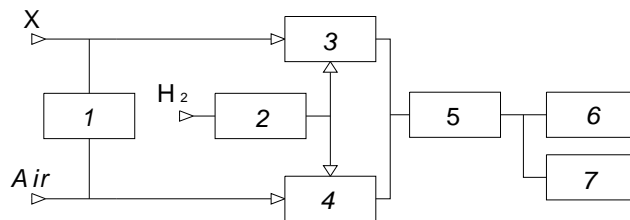
Основним методом, що застосовується в газоаналізаторах для аналізу вуглеводнів, є полум'яно-іонізаційний, оснований на іонізації молекул в процесі їх згоряння в полум'ї водню.

Чутливість і стабільність характеристик полум'яно-іонізаційного детектора (ПД) залежить від чистоти водню та газу-носія і швидкості газових потоків газу-носія, водню та повітря.

З метою підвищення чутливості, стабільності та зменшення похибки вимі-

рювання пропонується застосувати компенсаційний метод вимірювання на двох ППДх –порівняльному і вимірювальному.

В останній час газоаналізатори з ППД використовують в якості компаратора при дослідженні і атестації генераторів повірочних газових сумішей та атестації повірочних газових сумішей в балонах під тиском, що вимагає підвищення точності вимірювань. Запропонований компенсаційний метод дає можливість зменшити вимоги до чистоти водню і повітря для горіння, зменшити похибку майже вдвічі.



Розроблені оригінальна газова схема та компактна конструкція блоку ППД з капілярними дозаторами, які забезпечують оптимальні швидкості газових потоків. На рисунку подана функціональна схема блоку ППДів, яка містить: стабілізатор витрат одночасно повітря та аналізованої газової суміші (1), стабілізатор витрат водню (2), полум'яно-іонізаційний детектор вимірювальний (3), полум'яно-іонізаційний детектор компенсуючий (4), електрометричний підсилювач (5), цифровий вольтметр (6), реєстратор – самописний потенціометр (7). Перевага такої схеми в тому, що на результати виміру не впливають забруднення водню і повітря, що підтримує горіння, нестабільність тиску в їхніх джерелах та інші конструктивні недоліки (зокрема, електричні опори проводів і контактів).

Ключові слова: газоаналізатор, полум'яно-іонізаційний детектор, метрологічні характеристики, компаратор.

УДК 543.422:621.384.3

РОЗРОБКА ШВИДКОДІЮЧОГО ВИМІРЮВАЧА КОНЦЕНТРАЦІЇ МЕТАНУ ДЛЯ СИСТЕМИ ГАЗОВОГО ЗАХИСТУ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ЗАСОБАМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

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

Для побудови швидкодіючої інформаційно-вимірювальної системи об'ємної концентрації метану в умовах вугільних шахт розроблена імітаційна математична модель оптичних і аналітичних каналів оптико-абсорбційного інфрачервоного газоаналізатора з методами компенсації вугільного пилу.

Метод, що покладений в основу побудови швидкодіючої вимірювальної сис-

теми об'ємної концентрації метану, заснований на здатності атмосферних газів вибірково поглинати інфрачервоне випромінювання в спектральній області, і відноситься до бездисперсійних методів абсорбційної спектроскопії.

В якості джерел інфрачервоного випромінювання вибрані світловипромінюючі діоди: LED34 з робочою довжиною хвилі 3,35 мкм, яка відповідає максимуму інтенсивності спектру поглинання метану і LED27 для реалізації алгоритму компенсації впливу інших газів атмосфери шахти і вугільного пилу та у відкритому оптичному каналі – 2,7 мкм, при цій довжині хвилі випромінювання контрольного LED інтенсивність спектральних ліній поглинання метану практично рівна нулю. Частина потоку енергії від випромінювання LED поступає в робочий оптичний канал з вимірюваною об'ємною концентрацією метану, інша частина потоку в контрольний оптичний канал, де знаходиться газова суміш, яка в даному діапазоні довжин хвиль не поглинає інфрачервоне випромінювання. Потоки, які минули кювети газоаналізатора, поступають на фотоприймачі – фотодіоди PD36.

При цьому проблема впливу пилу в робочому вимірювальному каналі на результати виміру розв'язується методами компенсації шляхом введення апаратурної надмірності. Для компенсації впливу вугільного пилу на результат виміру концентрації метану у вимірювальній системі введені два просторових і в них по два частотні канали.

Принциповим є конструкторське рішення, що реалізовує методи побудови інформаційно-вимірювальної системи, які забезпечують вимірювання середнього значення концентрації метану, по довжині вимірювальної траси.

На основі одержаних результатів імітаційного моделювання планується розробити багатоканальний мікропроцесорний оптико-абсорбційний інфрачервоний газоаналізатор для контролю об'ємної концентрації метану, що відповідає вимогам європейських стандартів для умов вугільних шахт Донбасу.

Ключові слова: швидкодія, об'ємна концентрація, метан, вугільний пил, оптико-абсорбційний метод, алгоритм компенсації, імітаційне моделювання.

УДК 621.3.078

АВТОМАТИЧЕСКИЙ МНОГОКОМПОНЕНТНЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР КОНТРОЛЯ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

*Девятко Г.А., Куркчи Е.Г., Кучменко В.А., Лацис С.А., Подольский В.Я., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»),
м. Київ, Україна*

За последние годы существенно возросло количество автотранспорта на большинстве автомагистралей населенных пунктов Украины.

Отработавшие газы автомобильного транспорта содержат токсичные вещества, которые отрицательно влияют на состояние окружающей среды и здоровье человека. Соотношения этих веществ зависят от типа двигателя, сорта топлива

и качества регулировки двигателя. Основными загрязнителями являются оксид углерода, диоксиды азота, углерода и серы. Уровни загрязнения воздуха этими веществами значительные и составляют до 80% от общего уровней загрязнения воздуха населенных пунктов.

Для обеспечения мониторинга состояния воздуха на улицах городов и управления транспортными потоками с целью снижения уровней загрязнения воздуха токсичными выбросами автотранспорта ЗАО "Укрналит" разработал автоматический стационарный многокомпонентный трассовый газоанализатор 603 ЭХ01М, который непрерывно измеряет концентрации оксида углерода (СО), диоксида азота (NO₂) и диоксида серы (SO₂).

Конструктивно газоанализатор выполнен в виде трех отдельных газовых модулей, которые установлены в едином корпусе, обеспечивающем степень защиты датчика IP65.

В состав каждого газового модуля входит соответствующий первичный электрохимический преобразователь (ПЭП) и плата обработки информации (ПОИ). Контролируемый воздух одновременно поступает в каждый ПЭП газоанализатора в непрерывном диффузионном режиме.

Диапазоны измерений газоанализатора составляют:

СО - 1,5 - 90 ppm; SO₂ и NO₂ - 0,3 - 7 ppm.

В газоанализаторе предусмотрен контроллер, который усредняет текущие значения концентрации контролируемых газов за 20 мин и формирует текстовые файлы из полученных данных.

С помощью GSM/GPRS - модема газоанализатора данные передаются организациям – пользователям системы экологического мониторинга г. Киева.

Газоанализатор питается от аккумулятора, подзаряжаемого солнечной батареей и работает в диапазоне рабочих температур от минус 30 °С до плюс 40 °С.

Ключевые слова: газоанализатор, воздух, автомагистраль, мониторинг, загрязнение, концентрация, выброс, контроллер.

УДК 543.27.08

ЛІНІЇ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПРОБИ З ЕЛЕКТРИЧНИМ ОБІГРІВОМ

Максименко Ю.М., Гейко О.М., Мазан Є.Г., Цвєлих Ю.М., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Укрналит»), м. Київ, Україна

При проведенні вимірювань різноманітними газоаналітичними пристроями газова проба дуже часто транспортується від точки відбору проби до газоаналізатора на значні відстані (від 1 м до 100 м). В цих випадках до ліній транспортування газу пред'являються спеціальні вимоги, пов'язані з транспортуванням конкретних газів і їх фізико-хімічними властивостями.

Наявність у газовій пробі агресивних газів накладає обмеження на матеріал штуцерів та внутрішню поверхню трубки, причому в цьому випадку штуцери

виготовляють із нержавіючої сталі або хімічно-пасивного металу, наприклад, титана, а матеріал трубки – фторопласт.

Наявність в газовій пробі агресивних газів і одночасно парів води приводить до утворення і конденсації слабких кислот: утворюється HNO_3 при наявності NO_2 ; H_2SO_4 - при наявності SO_3 ; HCl - при наявності Cl_2 та ін. Це призводить, з одного боку, до руйнації лінії транспортування газу, а з іншого – до зміни дійсної концентрації деяких газів. Для уникнення цього - лінія транспортування газу обігривається до температури, що перевищує точку роси парів води в пробі, що аналізується. Обігрів здійснюється переважно за рахунок електричної енергії, яка підведена до обігривача лінії транспортування газу. Температура обігриву ліній транспортування газу для деяких газів може бути значно вище температури точки роси парів води в газовій пробі. Наприклад, при наявності в газовій пробі SO_3 та парів води температура лінії транспортування газу повинна бути не менше 130°C і визначається температурою конденсації парів сірчаної кислоти, що утворилася (біля 130°C).

Вимоги до стабільності підтримування температури лінії, яка обігривається не жорсткі – достатньо підтримувати необхідну температуру з точністю $\pm 5^\circ\text{C}$. Це спрощує електричну схему і робить її надійною та дешевою.

Деякі обмеження накладаються на мінімальну і максимальну довжину лінії, яка обігривається. Мінімальна довжина менш 2 м складна в виготовленні в зв'язку з відсутністю стандартних нагривачів на 220В такої малої довжини. Максимальна довжина більш ніж 20 м технологічно складна у виготовленні. При великих довжинах лінію, яка обігривається рекомендовано нарощувати до 100 м шляхом послідовного з'єднання менших складових частин (по 20 м).

В доповіді наведені результати промислової експлуатації газоаналізаторів з використанням транспортування газової пробі від точки відбору до газоаналізатора на значні відстані.

Ключові слова: лінія, яка обігривається, газоаналізатор, системи.

УДК 543.27; 533.2

БЕЗБАЛОННИЙ ГЕНЕРАТОР ПОВІРОЧНИХ ГАЗОВИХ СУМІШЕЙ

Грабар В.Я., Морговський Г.О., Мошковська Л.Т., Николаєв І.М., Погрібна О.О. ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»), м. Київ, Україна; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

Основними засобами метрологічного забезпечення газоаналізаторів, призначених для екологічного моніторингу атмосферного повітря, контролю повітря робочої зони, є генератори газових сумішей ГР03М. Приготування повірочних газових сумішей (ПГС) здійснюється на генераторах за рахунок розбавлення початкової газової суміші, як стандартного зразку складу, “нульовим” (очищеним) повітрям. Коефіцієнт розбавлення генератора типу ГР03М знаходиться в

діапазоні від 10 до 3600.

Початкові газові суміші випускаються в металевих балонах під тиском ємністю від 5 до 12 дм³, що створює певні незручності при експлуатації генератора.

В ЗАТ “Украналіт” розроблено безбалонний генератор ПГС, який призначений для приготування бінарних газових сумішей повірочного компоненту (оксиду азоту, діоксиду азоту, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, метану) з “нульовим” (очищеним) повітрям в діапазонах масових концентрацій, що метрологічно забезпечують газоаналізатори контролю атмосферного повітря і повітря робочої зони.

До складу безбалонного генератора входить блок для зберігання і дозування початкових газових сумішей, генератор-розбавлювач 655ГР та генератор чистого повітря 955 ГЧ 05.

Блок для зберігання і дозування початкових газових сумішей складається із комплекта (5 шт.) металопластикових камер, в яких знаходяться початкові газові суміші (NO, NO₂, SO₂, CO, CH₄), змонтованих в єдиному корпусі.

Вдосконалення конструкції раніше розробленого генератора-розбавлювача ГР03М, використання нових елементів та матеріалів дало можливість значно розширити та покращити його технічні характеристики.

Виготовлено дослідний зразок безбалонного генератора, проведені його лабораторні дослідження.

У доповіді викладені особливості конструкторських, науково-технічних рішень та результати експериментальних досліджень розробленого безбалонного генератора.

Ключові слова: генератор, повірочна газова суміш, метрологічне забезпечення, газоаналізатор.

УДК 543.271

ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ГОРІННЯ ПАЛИВА В КОТЛАХ МАЛОЇ І СЕРЕДНЬОЇ ПОТУЖНОСТІ АНАЛІЗАТОРАМИ O₂ і CO

Василенко В.С., Кривошея В.І., Цокало В.Ф., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»), м. Київ, Україна

На різних теплоенергетичних установках одержуване тепло являє собою енергію згоряння вуглеводного палива, вартість якого постійно збільшується. Для підвищення ефективності згоряння палива необхідно контролювати вміст кисню (O₂) й оксиду вуглецю (CO) в димових газах, що викидаються в атмосферу.

Оптимальна витрата повітря визначається в такий спосіб: вибирають максимальну витрату (тиск) повітря на пальнику, що забезпечує повне згоряння газу і контролюють газоаналізаторами склад продуктів згоряння;

відбирають пробу продуктів згоряння для аналізу на вміст CO, H₂, CH₄, або тільки CO у налагоджувальному перерізі (у газоході за котлом);

визначають *критичну витрату повітря* (α), нижче якої спостерігається хімічна неповнота згоряння палива, за зміною витрати (тиску) повітря від максимального до мінімального (4-5 повітряних режимів) при заданому тиску газу перед пальниками.

Виконують повний аналіз складу продуктів згоряння в досліді з критичною витратою повітря і визначають критичний α :

$$\alpha = \frac{N_2}{N_2 - 3,76(O_2 - 0,5CO - 0,5H_2 - 2CH_4)} , \%$$

Визначають оптимальну витрату повітря, для чого критичне значення корегують для забезпечення необхідної температури перегріву пари, оптимального положення факелу в топці і на чутливість системи автоматичного регулювання процесом горіння.

Сучасна модель стаціонарного приладу повинна включати поряд з каналом виміру кисню і канал виміру хімічного недопалу або CO. Розглянуто варіанти створення датчиків CO на інфрачервоних методах, електрохімічних чи термокаталітичних.

Проведено аналіз характеристик приладів аналогів фірм:

– "Роземаунт" (США) модель ОСХ4400;

– "Артвік" (США) серії VDG4;

– ФГУП СПО "Аналітприлад" (Росія) модель ОПТИМА-3.

Ключові слова: аналіз складу газу, критична витрата повітря, датчики кисню і CO, продукти згоряння.

УДК 543.27.08

СУЧАСНІ МЕТОДИ І ЗАСОБИ ВИМІРЮВАННЯ МІКРОКОНЦЕНТРАЦІЙ ОЗОНУ В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ

Дашковський О.А., Курінний В.К., Міхеєва І.Л., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»), м. Київ, Україна

Озон (O₃) утворюється у верхніх шарах атмосфери за рахунок фотохімічних процесів, що протікають за участю кисню атмосфери, оксидів азоту, вуглеводнів і оксиду вуглецю. Озонова куля охороняє Землю від короткохвильової ультрафіолетової (УФ) радіації Сонця, що є згубною для людини, рослинного і тваринного світу.

За санітарними нормами, що діють на території країн СНД, гранично-допустимі концентрації (ГДК) для населених пунктів складають: максимальна разова ГДК_{м.р.} озону – 160 мкг/м³, середньодобова ПДК_{сд} – 30 мкг/м³. ГДК_{р.з.} озону в повітрі робочої зони – 100 мкг/м³.

Утворення озону залежить від рівня сонячної активності. Найбільші концен-

трації озону в атмосфері спостерігаються у весняно-літній час. Добовий пік приходиться на середину дня. У цьому зв'язку в країнах Європейського Союзу норми середніх значень ГДК озону для населених пунктів відрізняються від прийнятих у нас і складають 110 мкг/м^3 за 8 годин денного часу.

Аналіз, проведений українськими ученими, результатів тривалого спостереження за вмістом озону в повітрі Карадагського природного заповіднику і Київського ботанічного саду НАН України підтверджує тенденцію до зростання вмісту озону в атмосфері.

Для екологічного моніторингу концентрацій озону в атмосферному повітрі використовуються переважно автоматичні газоаналізатори (ГА) озону, засновані на методі хемілюмінесценції (ХЛ) і УФ абсорбційної фотометрії.

Багато закордонних фірм освоїли випуск сучасних автоматичних ГА озону, заснованих на методі УФ абсорбційної фотометрії. Гранична чутливість таких ГА знаходиться на рівні $1 - 5 \text{ мкг/м}^3$.

У ЗАТ “Украналіт” розроблена нова модель (652 ХЛ 10) ХЛ ГА озону, що за своїми технічними і експлуатаційними характеристиками практично не уступає закордонним УФ ГА. Принцип дії газоаналізатора заснований на залежності інтенсивності ХЛ випромінювання від концентрації в аналізованій суміші озону (O_3). У ГА використовується хімічна реакція між озоном і оксидом азоту (NO): $NO + O_3 = NO_2^* + O_2$. У результаті цієї реакції утворюються збуджені молекули (NO_2^*). Перехід молекул NO_2^* в основний стан супроводжується випромінюванням фотонів ($h\nu$) у спектральному діапазоні $650 - 1200 \text{ нм}$: $NO_2^* \rightarrow NO_2 + h\nu$. Кількість фотонів пропорційна кількості молекул O_3 , що знаходяться в обсязі взаємодії.

Ключові слова: озон, газоаналізатор, хемілюмінесценція, УФ абсорбційна фотометрія, гранично-допустимі концентрації.

УДК 543.27.08

СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТОКСИЧНИХ ВИКИДІВ

Максименко Ю.М., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»), м. Київ, Україна

Контроль токсичних викидів промислових підприємств та теплоелектростанцій здійснюється багатокомпонентними газоаналізаторами або декількома окремими приладами. Для одержання повної інформації та приведення отриманої інформації до відповідних умов вимірювання, одночасно з газоаналізаторами встановлюються в газозоді датчики температури, тиску, витрат газового середовища. Отримана інформація від усіх датчиків обробляється - створюється база даних для передачі та відображення інформації, тобто система контролю токсичних викидів.

В роботі сформульоване визначення системи контролю токсичних викидів:

об'єднані в єдине ціле датчики, пристрій обробки сигналів від датчиків, комп'ютер з периферією, допоміжні пристрої, які призначені для збору, обробки, зберігання, відображення і передачі інформації про токсичні викиди одного або декількох стаціонарних джерел викидів. Структура системи контролю може бути двохрівнева (нижній і верхній рівні) і трьохрівнева (нижній, середній і верхній рівні).

Нижній рівень містить датчики, в тому числі газоаналізатори, та деякі допоміжні пристрої, розміщені в точці відбору проби або поблизу неї (до 20 м). Верхній рівень містить комп'ютер з периферією, пристрій відображення і передачі інформації, допоміжні пристрої, розміщені на значній відстані від точки відбору проби (більш 100 м). Середній рівень системи контролю – це пристрої попередньої обробки інформації від датчиків та її тимчасового зберігання (до 30 діб), які розміщені переважно поблизу точки відбору проби.

В якості датчиків використовують, в основному, автоматичні багатокомпонентні газоаналізатори типу MAPC-5, 305ФА01, які одночасно безперервно вимірюють концентрації NO, NO₂, NO_x (приведене до NO₂), CO, SO₂ і передають їх значення на самозаписувач або на комп'ютер. В комплект датчиків входить газоаналізатор на кисень типу 151ЭХ02, датчик температури на основі платинового опору ТСП-1088 з перетворювачем ПІ-СО11, датчик швидкості потоку газу ДСПГ на основі диференційного перетворювача "тиск – напруга".

Проведений в роботі аналіз двох- та трьохрівневих систем контролю токсичних викидів показав життєздатність різних систем, адаптованих до відповідних умов роботи. Крім цього, проведена класифікація систем контролю по призначенню, характеристикам зберігання і відображення інформації, відомчої приналежності, джерелу і масо-габаритним вимогам.

Ключові слова: екологія, системи контролю, викиди.

УДК 543.27.08

ГАЗОАНАЛІТИЧНИЙ КОМПЛЕКС КОНТРОЛЮ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ “ГАЗ-АТМОСФЕРА”

*Грабар В.Я., Мазира Л.Д., Міхеєва І.Л., Мошковська Л.Т., Орлов М.О., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Укрналіт»),
м. Київ, Україна*

Спостереження за станом атмосферного повітря в Україні здійснюють на базі Центральної геофізичної обсерваторії (ЦГО) на 162 стаціонарних постах спостережень за забрудненням (СПЗ), які розташовані в 53 населених пунктах України. В місті Києві на цей час працює 16 СПЗ, які розташовані в різних районах міста. СПЗ обладнані приладами для відбору проб повітря, аналіз яких здійснюється в лабораторії згідно РД 52.03.186-89. На жаль, в існуючих системах спостережень за станом довкілля України збір і обробка інформації в осно-

вному не автоматизовані, засновані на лабораторно-хімічних методах аналізу проб і використовуються не для прийняття оперативних управлінських рішень, а для одержання статистичних даних. Так, аналіз атмосферного повітря здійснюється в робочі дні чотири рази на добу: о 1, 7, 13 і 19 годинах.

Для модернізації та переоснащення існуючих СПЗ в рамках “Київської міської програми охорони навколишнього природного середовища” ЗАТ “Украналіт” розробив газоаналітичний комплекс “ГАЗ-АТМОСФЕРА”, який забезпечує вимірювання в автоматичному режимі концентрації оксидів азоту (NO, NO₂), діоксиду сірки (SO₂), оксиду вуглецю (CO), збір, обробку, накопичення вимірювальної інформації та передачу даних з використанням бездротової технології GPRS. Накопичена інформація може передаватись пакетами за запитом з центрального ПК чи сервера незалежно від його місцезнаходження (в зоні покриття провайдера мобільного зв'язку). Розроблено програмне забезпечення контролера комплексу та ПК сервісного серверу для їх роботи в складі GPRS – мережі. В процесі випробувань комплексу була створена локальна GPRS - мережа на базі провайдера “Київстар”, яка об'єднала центральний ПК інформаційно-аналітичного центру КМДА, два автоматизовані пости спостережень за станом атмосферного повітря “АТМОСФЕРА-10” та чотири комплекси “ГАЗ - АТМОСФЕРА”, які встановлені в старих ПСЗ.

Оснoву комплексу “ГАЗ-АТМОСФЕРА” складають автоматичні газоаналізатори розробки ЗАТ “Украналіт”: 645 ХЛ10 (NO, NO₂), 667 ФФ05 (SO₂) та 621 ЕХ07 (CO), які розміщені в спеціально розробленій шафі. В шафі розміщені також контролер збору та обробки інформації, GSM/GPRS модем, розподільна та захисна електроарматура, автоматичні системи охолодження та безперебійного електроживлення, пристрої вводу та відводу проби.

Комплекс може використовуватись в складі Державної системи моніторингу атмосферного повітря в Україні та автономно різними підприємствами та установами.

Ключові слова: атмосферне повітря, моніторинг, GSM/GPRS модем, газоаналізатори, концентрація.

УДК 543.27; 533.2

ГЕНЕРАТОР ЧИСТОГО ВОЗДУХА

Медяновский Ю.Н., Морговский Г.А., Мошковая Л.Т., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»), м. Київ, Україна

В настоящее время поверочные “нулевые” газовые смеси для метрологического обеспечения газоанализаторов атмосферных концентраций в баллонах под давлением в Украине не производятся.

В ЗАО “Украналит” разработан генератор, позволяющий получать чистый “нулевой” воздух для градуировки, настройки, проведения испытаний и пери-

одической поверки газоанализаторов атмосферного воздуха.

Среди способов очистки воздуха для получения чистого “нулевого” газа можно назвать следующие:

- получение “синтетического воздуха” при смешивании азота особой чистоты и кислорода особой чистоты в баллонах под давлением (технологии очистки и проверки исходных сжатых газов здесь не рассматриваются);
- химическое удаление нежелательных примесей;
- физическая адсорбция;
- мембранное разделение газов.

Химическое удаление примесей может происходить как при нормальных условиях, так и при повышенных температурах в присутствии катализатора. На основе химического каталитического метода разработаны и изготовлены два экспериментальных образца генератора.

Каталитический генератор “нулевого” чистого воздуха 955 ГЧ 05 позволяет обеспечить потребителя как средством поверки нулевых показаний газоанализаторов так и источником газа-разбавителя для динамических генераторов поверочных газовых смесей (ПГС).

Используемый в приборе компрессор фирмы TOMAS, США позволяет при выходном давлении не менее 40 кПа обеспечить расход чистого воздуха не менее 4 дм³/мин.

В качестве стабилизатора давления использован задатчик давления П23Д.3 из элементов УСЭППА.

Хорошие теплоизоляционные свойства каталитического конвертера позволили существенно снизить электрическое потребление прибора. В качестве источника нагрева катализатора использован вновь разработанный нагревательный элемент. Применяемые регулятор и датчик температуры – покупные (фирмы ЭНДА, Турция).

Генератор выполнен в металлическом корпусе (ширина 160 мм, глубина 500 мм и высота 400 мм). Масса генератора составила 8 кг, что на много меньше массы генераторов прежних моделей.

Ключевые слова: “нулевой газ”, чистый воздух, генератор чистого воздуха, метрологическое обеспечение.

УДК 543.27.08

ФЛУОРЕСЦЕНТНИЙ МЕТОД АНАЛІЗУ СІРЧИСТИХ СПОЛУК (SO₂, H₂S) В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ

Міхеєва І.Л., Курінний В.К., Волинець С.О., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»), м. Київ, Україна

Діоксид сірки (SO₂) - пріоритетний забруднювач атмосферного повітря.

Основними джерелами викидів діоксиду сірки є підприємства вугільної промисловості, теплоелектростанції, котельні установки, підприємства промис-

ловості будівельних матеріалів, автотранспорт, що працює на дизельному паливі. У викидах підприємств чорної і кольорової металургії, нафтопереробної, хімічної промисловості поряд з діоксидом сірки присутній сірководень (H_2S).

Перераховані гази є високотоксичними. За існуючими у країнах СНД санітарним нормам середньодобові гранично-допустимі концентрації ($ГДК_{cc}$) цих газів в атмосферному повітрі знаходяться на рівні ультрамікроконцентрацій. Так, $ГДК_{cc}$ для SO_2 складає $0,05 \text{ мг/м}^3$, для H_2S - $0,008 \text{ мг/м}^3$.

Для автоматичного безперервного вимірювання SO_2 в атмосферному повітрі найбільш перспективним є метод ультрафіолетової (УФ) молекулярної флуоресценції. Він заснований на збудженні молекул SO_2 УФ випромінюванням з наступною реєстрацією інтенсивності флуоресцентного випромінювання, що виникає при переході молекул зі збудженого стану в основний. Вимірювання концентрації сірководню здійснюється після перетворення H_2S в SO_2 .

Для збудження флуоресценції SO_2 в атмосферному повітрі використовується спектральна область 200 - 235 нм. У цій спектральній області значно менше впливає на інтенсивність флуоресценції SO_2 кисень, азот, аргон, CO_2 і інші компоненти атмосферного повітря. Однак варто помітити, що в цій спектральній області мають смуги поглинання багато газових забрудників атмосферного повітря, наприклад, такі як оксид азоту (NO), деякі ароматичні вуглеводні.

З метою оптимального вибору спектральних областей збудження і реєстрації флуоресценції SO_2 нами були проведені експериментальні дослідження спектрів збудження і флуоресценції H_2S , NO і ряду ароматичних вуглеводнів, а саме, бензолу (C_6H_6), толуолу ($C_6H_5CH_3$) і ксилолів [$(CH_3)_2 C_6H_4$] у спектральній області 180-340 нм. Результати цих досліджень представлені в доповіді.

На базі методу УФ молекулярної флуоресценції в ЗАТ “Украналіт” розроблена нова модель (667ФФ05) автоматичного газоаналізатора.

У доповіді викладені особливості флуоресцентного аналізу сірчистих сполук у повітрі. Приведено рекомендації з його застосування. Проаналізовані його переваги і недоліки, а також показані перспективи розвитку цього методу з використанням сучасної елементної бази.

Ключові слова: діоксид сірки, сірководень, флуоресценція, газоаналізатор.

УДК 535.853.3

СИГНАЛИЗАТОР ПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗАМКНУТЫХ ОБЪЕКТОВ (СД)

Дремлюга В.Я., Еременко С.И., Скицунов С.В., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»), м. Київ, Україна

Оптический сигнализатор задымленности и температуры СД успешно прошел все виды испытаний и сертифицирован. Выполненный в виде малогабаритного датчика он установлен в салоне, туалетах и багажно-грузовых отсеках нового самолета АН-148.

В докладе рассматриваются только некоторые особенности СД, установленных в багажно-грузовых отсеках самолета.

Выходные электрические сигналы СД характеризующие задымленность и температуру могут быть совмещены в одном токовом канале или разделены. Совмещение токов в одном канале усложняет электрическую схему СД и уменьшает его помехозащищенность. Поэтому при использовании СД в герметичных багажно-грузовых отсеках дымовой и температурный сигналы (токи) должны подаваться в блок контроля и управления (БКУ) по отдельным каналам. Это объясняется тем, что при пожаре и возникновении задымленности, превышающей пороговое значение, БКУ выдаст сигнал тушения пожара. Поскольку багажно-грузовой отсек герметичен, то при возникновении задымленности он длительное время наполнен дымом и СД будет выдавать ложный токовый сигнал по дымовому каналу и при отсутствии пожара. В данном случае контролировать состояние отсека можно только по температурному каналу, а дымовой сигнал отключить.

При этом следует отметить, что к СД предъявляются очень высокие технические требования в широком температурном диапазоне (от минус 40°C до +100°C) при больших механических и электромагнитных воздействиях.

Принцип действия сигнализатора – оптический комбинированного типа (поглощение и рассеивание).

Порог срабатывания по дыму перестраивается в широком диапазоне – от 4 %/м до 30 %/м

Погрешность срабатывания – $\pm 1,5$ %/м.

Порог срабатывания по температуре – 100°C и выше.

Рассматриваемый сигнализатор СД защищен тремя патентами Украины.

Ключевые слова: сигнализатор задымления, сигнализатор температуры.

УДК 621.3.078

АЛЬТЕРНАТИВА МОСТОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СХЕМЫ С ПОВЫШЕННОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬЮ

Кондратьев Е.Г., Васильева Н.Л., Позен Н.Л., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»), м. Київ, Україна

Мостовая измерительная схема (МИС) является основой многих первичных измерительных преобразователей (ПИП), предназначенных для измерения неэлектрических величин электрическими методами. Ее достоинства хорошо известны. Однако, ей присущи и определенные недостатки. Одним из них является недостаточная во многих случаях чувствительность и не рациональные способы ее повышения. Так, например, повышение чувствительности ПИП на основе МИС термокондуктометрического датчика возможно за счет таких не лучших приемов, как:

1) увеличение количества термочувствительных элементов, что существенно усложняет конструкцию датчика, увеличивает его габариты, массу, потребляемую мощность, снижает надежность;

2) увеличение тока термочувствительных элементов, которое вызывает повышение их температуры, потребляемой мощности, резкое снижение надежности;

3) применение термочувствительных элементов из материалов с большим температурным коэффициентом сопротивления - практически неприменимо из-за отсутствия технологии изготовления на их основе элементов с малым разбросом исходного сопротивления.

Учитывая вышесказанное, в ЗАО "Укрналит" разработан термокондуктометрический датчик (ПИП), имеющий в два раза большую чувствительность относительно известных конструкций.

Новизна этой конструкции подтверждена декларационным патентом Украины на полезную модель (№14963). Ее суть состоит в замене традиционной МИС делителем напряжения, состоящим из сравнительного и измерительного плеч (соответствующих термочувствительных элементов), который, с последующей микроэлектронной схемой, выполняет функции МИС, обеспечивая при этом указанное повышение чувствительности.

В состав микроэлектронной схемы входят: повторители напряжений; дифференциальный усилитель; измерительный усилитель.

Запатентованная схема может быть использована во многих ПИП, предназначенных для измерения других неэлектрических величин, например, температуры, влажности, массы и т. п., обеспечивая повышенную в два раза чувствительность к измеряемой величине.

Ключевые слова: мостовая, измерительная схема, измерительный преобразователь, термочувствительный элемент, делитель напряжения.

УДК 543.27.08

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОРТАТИВНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА НА СУММУ УГЛЕВОДОРОДОВ 623ПИ05

Сацюк П.А., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Укрналит»), м. Київ, Україна

Портативный газоанализатор 623ПИ05 предназначен для автоматического непрерывного измерения концентрации суммы углеводородов в атмосферном воздухе.

Достоинством его являются высокая чувствительность, широкий диапазон измеряемых концентраций, длительный срок автономной работы (до 8 – 10 часов) без подзарядки электрического и водородного аккумуляторов, малые массогабаритные параметры, простота в эксплуатации.

Пользователями газоанализатора 623ПИ05 являются:

1. Соответствующие службы санитарно эпидемических станций, которые используют его для аттестации новых и периодического контроля существующих рабочих мест, где возможно присутствие углеводородов. К ним относятся бензоналивочные рабочие места (автозаправочные станции, нефтебазы и т.д.), рабочие места, связанные с покраской.

2. Различные комиссии при райисполкомах (ЭКО-комиссии), занимающиеся аттестацией и контролем рабочих мест.

3. Лаборатории промышленной санитарии предприятий.

4. Нефтебазы – для проверки качества зачистки емкостей перед проведением сварочных работ.

5. Пункты обслуживания железнодорожных цистерн для контроля качества промывки цистерн после слива нефтепродуктов.

6. Передвижные лаборатории контроля атмосферы.

В связи с тем, что вопросы энергосбережения и рационального использования газа являются приоритетными в области экономической безопасности Украины, интересен опыт использования газоанализатора 623ПИ05 для обнаружения утечек газа в магистральных газопроводах. Для этого он был установлен на микроавтобус, который также был оборудован воздухозаборным устройством (зонд с пылевым фильтром на высоте 20 см от поверхности земли и мощным компрессором). Снаряженный таким образом автомобиль двигался по трассе пролегания газопровода со скоростью до 20 км/час. При подаче сигнала с газоанализатора 623ПИ05 непосредственное место утечки обнаруживалось менее чувствительным прибором.

Описанный способ многократно ускорил поиск утечек газа по сравнению с существующим, когда это выполнялось низкочувствительным прибором.

В докладе приводятся технические и эксплуатационные характеристики газоанализатора 623ПИ05, подробно рассмотрены области его применения.

Ключевые слова: портативный газоанализатор, углеводороды.

УДК 621.3.078

ЧОТИРЬОХКАНАЛЬНИЙ СТАЦІОНАРНИЙ АВТОМАТИЧНИЙ АНАЛІЗАТОР ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ 122ЕХ 02

Шерф Е.С., Васильєва Н.Л., Бурмиструк В.Л., Зеленчук С.В., ЗАТ «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»), м. Київ, Україна

В атмосфері Землі після азоту і кисню, вуглекислий газ (СО₂) є найбільш розповсюдженим газом. Вуглекислий газ не є токсичним і пожежовибухонебезпечним газом, але присутність його в навколишнім середовищі значно впливає на фізичний (біологічний) стан людей, на тваринний і рослинний світ. Підвищена концентрація СО₂ погіршує стан здоров'я людей, знижує продуктивність

праці, і навіть викликає розлад здоров'я (головний біль, ядуха, прискорення дихання і т.п.) У тваринництві знижує продуктивність. Згідно норм МОЗ, гранично допустима концентрація (ГДК) CO_2 у навколишнім середовищі складає 0,5% (5000 ppm). В Україні діє норма ГДК 8000 ppm. Однак є умови, при яких підвищена концентрація CO_2 створює позитивний ефект. Це перш за все стосується рослинного світу і технології консервування продуктів. При вирощуванні рослин у парниках підвищена концентрація CO_2 прискорює їх розвиток, дозволяє скоротити терміни їх дозрівання. При вирощуванні грибів у штучних умовах збільшується врожайність їх і якість. При збереженні продукції (склади) підвищена концентрація CO_2 зменшує втрати продукції. Крім цього, підвищена концентрація CO_2 необхідна в багатьох процесах харчової промисловості.

В даний час в Україні використовується декілька типів аналізаторів CO_2 .

В основному, це імпорتنі аналізатори: “AirTech” польської фірми “Gazex”, “Эгос CO_2 ” російської фірми “Техноком”, “Раск III CO_2 ” німецької фірми “Drager”. З українських відомі аналізатори CO_2 фірми “Тера”. Усі ці аналізатори (крім фірми “Drager”) засновані на оптичному методі виміру, складні у виготовленні, дорогі, якість їх виміру дуже залежить від складу середовища (пил, волога). Аналізатор Раск III використовує електрохімічний метод виміру, однак є досить дорогим. ЗАТ “Украналіт” розробив аналізатор, (модель 122EX 02), що може одночасно вимірювати, контролювати та разом з виконуючими механізмами підтримувати будь – яку концентрацію CO_2 у всьому діапазоні виміру по всім каналам.

Аналізатор має наступні характеристики:

діапазон показань - 0-4 %; - діапазон вимірювань - 0,07-3 %;

метод виміру – електрохімічний; - добір проби – дифузійний;

вихідний стандартний токовий сигнал – (4-20) мА;

керування виконавчими механізмами (“вкл”, “викл”) – релейні сигнали;

установка і підтримка концентрації CO_2 у діапазоні вимірювань;

два цифрових табло – “Поточна конц. CO_2 %”, “Задана конц. CO_2 %”.

Ключові слова: вуглекислий газ, автоматичний аналізатор.

УДК 543.27.08

ПРОГНОЗУВАННЯ ДРЕЙФУ НАФТОВИХ ПЛІВОК НА ПОВЕРХНІ МОРЯ ЗА ДАНИМИ ВИМІРЮВАНЬ ПАРАМЕТРІВ ХВИЛЬ

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

Рух нафтових плівок по поверхні рідини в даній роботі моделюється рухом тонких та гнучких непроникнених структур, параметри гнучкості та пружності яких вважаються наближеними до відповідних параметрів плівок, головним з яких є поверхневий натяг. Припускається, що коливання плівок на хвильовій

поверхні мають гармонічний характер, а швидкість поступального руху уздовж поверхні (швидкість дрейфу) постійна та невідома.

Якщо задати деяку поступальну швидкість руху плівки по поверхні, то можна поставити і вирішити задачу про визначення всіх характеристик течії – швидкості і тиску в будь-якій точці, форму, яку приймає плівка, форму вільної поверхні спереду і позаду плівки, параметри дифракції поверхневої хвилі – коефіцієнти відбитку та проходження, граничні форми хвилі на нескінченності. Така задача відома як пряма.

Пропонується ідея визначення швидкості дрейфу із розв’язку оберненої задачі, вихідними даними для розв’язання якої є дані вимірювання параметрів хвиль на деякому віддаленні від плівки. На основі методик розв’язання прямої та оберненої задач може бути створений апаратно-моделюючий комплекс, здатний працювати разом з вимірювальними приладами в реальному часі, або за періодичним режимом, який буде видавати оперативний прогноз про швидкість та напрямок дрейфу.

Загальний результат буде залежати від якості математичної моделі фізичних процесів. Гідродинамічна частина математичної моделі, яка пропонується, базується на припущеннях теорії поверхневих хвиль малої амплітуди ідеальної нестисливої рідини, пружна частина – на лінійній теорії гнучких оболонок. Сумісна задача приводиться до сингулярних інтегральних та інтегродиференціальних рівнянь відносно функції розподілу тиску по поверхні плівки. Дифракційні коефіцієнти відбитку та проходження виражаються через розподіл тиску. Чисельна модель будується на методі дискретних особливостей, а саме – методі дискретних вихорів.

Ключові слова: забруднення моря, нафтові плівки, прогноз дрейфу, математичне моделювання, теорія поверхневих хвиль, апаратно-моделюючий комплекс.

УДК 621.375

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЛЕВІЗІЙНИХ ПІРОМЕТРІВ

Янушкевич О.В., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ Україна

На сьогодні пірометрія як одна із складових теплового контролю сформувалась в самостійну галузь вимірювальної техніки, що забезпечує потреби наукових досліджень та високотемпературних технологій.

Пірометри застосовуються в чорній та кольоровій металургії, в прокатному виробництві, виробництві дроту, формуванні заготовок методом розливки, при вакуумному напіленні і електричному зварюванні, при дослідженні процесів локального нагріву та високотемпературного руйнування тощо.

Телевізійна пірометрія має загальну з традиційною пірометрією випромінювання теоретичну базу і в той же час завдяки особливостям формування сигналу дозволяє вирішувати сучасні наукові та технологічні задачі на якісно новому рівні.

Але повністю їх переваги не можуть бути реалізовані до того, доки не буде забезпечена висока точність визначення їх характеристик. Тому метою даної роботи було підвищення точності визначення характеристик телевізійних пірометрів.

В роботі експериментальним шляхом визначені: нижня межа діапазону робочих температур телевізійного пірометра, еквівалентна довжина хвилі; похибка вимірювання температури, обумовлена неточністю визначення еквівалентна довжина хвилі.

Поставлені задачі достовірного визначення характеристик телевізійних пірометрів виконані в лабораторії кафедри наукових, аналітичних та екологічних приладів та систем Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”.

Збільшення точності визначення , еквівалентної довжини хвилі привело до суттєвого зменшення однієї із складових систематичної похибки вимірювання температури.

Отримані результати дозволять провадити обґрунтовану оцінку перспектив застосування телевізійних пірометрів для контролю технологічних процесів в широкому діапазоні температур.

Ключові слова: телевізійна пірометрія, нижня межа діапазону робочих температур, еквівалентна довжина хвилі.

УДК 543.4+504.06

ЭКСТРАКЦИОННЫЙ ФОТОМЕТР КОНТРОЛЯ ИОНОВ ХРОМА В СТОЧНЫХ ВОДАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Хламов М.Г., Литвинова Д.А, Донецкий национальный технический университет
г. Донецк, Украина*

Промышленные стоки занимают первое место по объему и ущербу, который они наносят. По данным управления статистики на 2006 год объем сточных вод Донецкой области превышает 1,6 млрд.м³ на год, из которых 40% загрязнены. На протекание естественных процессов в воде большое влияние оказывает содержание в ней тяжелых металлов. Радченко Н.Н., Мнускиной В.В. были проведены исследования, целью которых являлась количественная оценка загрязнения реки Кальмиус тяжелыми металлами. Результаты данного исследования показали, что одним из тяжелых металлов, требующих оперативного контроля, является Cr⁺⁶, поступающий в водоемы со сточными водами гальванических цехов машиностроительных, авиационных, автомобильных заводов, предприятий химической, кожевенной промышленности и пр.

Широкое распространение получил экстракционно-фотометрический метод анализа содержания тяжелых металлов в воде, заключающийся в экстракции изоамиловым спиртом окрашенного катионного соединения Cr^{+6} с дифенилкарбазидом. Для реализации этого метода создается световой поток (поток излучения), который проходит через кювету с заранее подготовленной окрашенной жидкостью и преобразуется в электрический сигнал. Также предусмотрена возможность обработки полученного сигнала и выдачи результатов контроля объекта для их дальнейшего анализа. Вся система обеспечивается питанием.

В соответствии с поставленными требованиями предложены следующие структурные элементы экстракционного фотометра контроля ионов хрома (Cr^{+6}) в сточных водах промышленных предприятий: устройство возбуждения оптического сигнала; система непрерывного отбора проб; проточная кювета с жидкостью; устройство обработки и выдачи результатов контроля объекта; блок питания.

Разработанный экстракционный фотометр контроля ионов хрома (Cr^{+6}) в сточных водах промышленных предприятий обеспечивает высокую эффективность и избирательность измерения при определенном загрязнении сточных вод ионами тяжелых металлов.

Ключевые слова: сточные воды, тяжелые металлы, экстракционная фотометрия, дифенилкарбазид.

УДК 691.001.4:006.354

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ҐРУНТІВ

Яковенко І.О., Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Україна багата на родючі ґрунти, тому повинна підтримувати статус світового лідера виробництва високоякісних, екологічно чистих продуктів харчування. Для вирішення цієї актуальної задачі необхідно володіти повною інформацією про стан ґрунтів, їх родючість та інтенсивність забруднення хімічними елементами, залишками пестицидів, радіонуклідами тощо. Це можна забезпечити лише створенням високотехнологічних та інноваційних методів та приладів, які підвищать достовірність отримуваної інформації про стан ґрунтів.

У роботі проаналізовані основні природні засоби виробництва продовольства. Зазначено, що головними фізичними властивостями ґрунтів, що визначають їх родючість, є вологість і температура. Вологість та температура ґрунту впливає на розчинність, переміщення та ефективність органічних і мінеральних добрив, на ступінь забруднення ґрунту пестицидами і іншими продуктами техногенного походження.

Розглянуті найпоширеніші методи одержання даних про вологість ґрунту: термостатно-ваговий (ТВ) метод, наземні та аерокосмічні методи. Підвищення інформативності дослідження в кожному з розглянутих методів супроводжу-

ється вирішенням конкретних, специфічних задач. Так, наприклад, ТВ метод надає можливість одержати дані про вологість ґрунту для всієї глибини в певній точці, у той час як аерокосмічні методи дозволяють оцінити відносно поверхневе зволоження всього поля. Проте всі методи за суттєвий недолік мають довготривалий процес одержання результатів моніторингу. Тому актуальною є задача розробки і впровадження нових швидкодіючих експрес-приладів для вимірювання вологості та температури ґрунту.

Запропонована удосконалена класифікація засобів для вимірювання вологості та температури ґрунтів, яка дозволяє виділити перспективні шляхи розробки та побудови адекватної апаратури, що може бути застосована для переважної більшості типів ґрунтів.

Представлений перелік першочергових умов, яким повинні відповідати нові прилади та системи для вимірювання вологості та температури ґрунтів. Додержання цих умов при проектуванні дозволить створити сучасну апаратуру вимірювання характеристик ґрунтів. Правильний контроль за якими може забезпечити економію насінного матеріалу, добрив, збільшення врожайності, економію води при зрошенні, уникнення вторинного засолення ґрунтів, одержання сталих врожаїв.

Існуючі системи наземних спостережень за вологістю ґрунту потребують модернізації. Тому подальшою перспективною задачею є необхідність розробки загальної концепції вирішення проблеми вологометрії з врахуванням сучасних досягнень від впровадження експрес-методів і засобів вимірювання вологості та температури ґрунту.

Ключеві слова: метод, ґрунт, вологість, температура, моніторинг.