

СЕКЦІЯ 5
НАУКОВЕ АНАЛІТИЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ
ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

УДК 543.27.08

КОМПЛЕКС АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ НА БАЗЕ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ
АБСОРБЦИОННЫХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ "СПЕКТР-4"

Гейко О.Н., Ахмедзянов И.Ш., Цвелых Ю.М., АО “Укрналит”, г. Киев, Украина

Комплекс включает в себя от одного до четырех газоанализаторов, дистанционно управляемых персональной ЭВМ. Газоанализатор "Спектр-4", с принципом действия на инфракрасном спектроабсорбционном методе, непрерывно измеряет содержание CO, NO, NO₂, SO₂, CH₄, CO₂ в выбросах промышленных объектов. Использование многоходовой кюветы достигается высокая чувствительность измерения. Избирательность обеспечивается интерференционными фильтрами, установленными в непрерывно вращающемся диске. Точность измерений и долговременная стабильность градуировочной характеристики обеспечивается применением таких решений, как стабилизация тока излучателя, синхронное детектирование сигнала, автоматическая корректировка информативного параметра по реперному сигналу, регистрирующему фоновое поглощение, термостатирование фильтров. Выполняется корректировка показаний по сигналам датчиков давления и температуры газа в кювете.

Показаны способы повышения достоверности измерений, метрологической надежности и долговечности в условиях многосуточной непрерывной работы, описываются конструктивные особенности составных частей комплекса обеспечивающие устойчивость к производственным вибрациям и возможность выполнять измерения в условиях химической агрессивности анализируемой среды с высоким уровнем пыли и влагосодержания.

Программное обеспечение, разработанное в системе Borland C⁺⁺, позволяет выполнять: разветвленную диагностику аппаратных средств; контроль параметров, влияющих на достоверность измерений; автоматическую установку нулевых показаний; вывод показаний на монитор в цифровом выражении и в графической форме одновременно для всех газоанализаторов; архивирование результатов измерений, всех сообщений об отказах и отклонениях контролируемых параметров от нормы с регистрацией времени события.

Ретроспективный просмотр, копирование и распечатку данных можно выполнять, не прерывая процесса измерения. Результаты измерений через модем передаются в базу данных экологической службы.

Предусмотрена возможность расширять функции комплекса. Сюда входит измерение давления, температуры, скорости газового потока, вычисление мощности газовых выбросов.

Ключевые слова: газоанализатор, многоходовая кювета.

УДК 543.27.03

СИСТЕМА ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ В КОТЛОАГРЕГАТАХ

*Баскова И.П., Визнюк А.А., Кравец Т.В., Шаталов М.Г., АО “Укрналит”,
г. Киев, Украина*

Стоимость топлива, потребляемого теплотокотлоагрегатами ТЭЦ, отдельными котельными или бойлерными важнейшая составляющая в себестоимости услуг, оказываемых теплоэнергетиками. Эффективность работы котла – важнейшая составляющая для уменьшения затрат на топливо.

АО “Укрналит” разработало высокотехнологичную систему для оптимизации процессов горения в четырех мусоросжигающих котлоагрегатах киевского завода “Энергия” с применением компьютерных технологий, с использованием новейших достижений в области электроники, аналитики и микропроцессорной техники, а также систему экологического контроля за выбросами вредных примесей каждого котлоагрегата.

Система для оптимизации процессов горения на каждом из 4-х котлов представляет собой четыре комплекса газоаналитических приборов ТК-1. Каждый комплекс состоит из газоанализатора 151ЭХ02, измеряющего концентрацию кислорода (O_2) в зоне горения и многоканального газоанализатора 325 ФА01, измеряющего концентрации оксида углерода (CO), диоксида углерода (CO_2) и метана CH_4 . Все приборы размещены в специально оборудованном термостатированном шкафу.

Основные технические характеристики комплекса ТК-1 приведены в таблице

№ п/п	Измеряемый компонент	Диапазон измерения	Погрешность	Метод измерения
1	CO	0...0,4 %	$\pm 5,0$ %	Инфракрасный метод (NDIR)
2	CO_2	0...15,0 %	$\pm 5,0$ %	Инфракрасный метод (NDIR)
3	CH_4	0...2,0 г/м ³	$\pm 5,0$ %	Инфракрасный метод (NDIR)
4	O_2	0...21,0 %	$\pm 5,0$ %	Электрохимический

Измерительная информация архивируются, а также отображается в цифровом виде и в виде таблиц и графиков на мониторе компьютера по каждому компоненту, что позволяет оперативно вмешиваться и корректировать технологический процесс.

Все приборы, входящие в систему технологического контроля ТК-1, прошли метрологическую аттестацию и сертифицированы Госстандартом Украины.

Внедрение системы позволило оптимизировать процесс горения, снизить потребление топлива, уменьшить выбросы токсичных газов, увеличить количество сжигаемого мусора на удельную единицу топлива.

Ключевые слова: оптимизация топочного режима, котлоагрегат, комплекс газоаналитических приборов.

УДК 622.411.51

ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЫНОСА ПЫЛИ НА ОСНОВЕ ОПТИЧЕСКОГО АБСОРБЦИОННОГО СЧЕТЧИКА ДВИЖУЩИХСЯ В ПОТОКЕ ЧАСТИЦ

*Голинько В.И., Колесник В.Е., Национальный горный университет, г. Днепропетровск,
Украина*

Решена актуальная задача создания специализированных средств контроля выбросов для периодического или стационарного применения с достаточной достоверностью и высокой оперативностью определения выноса (выбросов) пыли в атмосферу промышленных предприятий или в окружающую среду.

Предложено решение, основанное на определении скорости потока по величине скорости частиц пыли, увлекаемых потоком, которое предоставляет возможность контролировать, как содержание пыли, так и скорость потока, т.е. оперативно получить данные для определения интенсивности выбросов.

Идея метода базируется на использовании разработанного авторами абсорбционного счетчика (АС) частиц пыли, одновременно для определения концентрации пыли в потоке и для определения скорости по параметрам (площади и длительности) электрических импульсов на его выходе, что позволит вдвое снизить трудозатраты.

Выполненные авторами теоретические исследования ослабления света частицами позволили сформулировать основные требования к построению функциональной оптико-электронной схемы АС. Решающим фактором при построении функциональной схемы АС стала компенсация медленно меняющегося загрязнения оптического канала и одновременное выделение импульсов от пролетающих частиц, что и было реализовано в практической схеме.

Электронная часть АС представляет собой измерительный тракт в виде широкополосного усилителя, охваченного глубокой отрицательной связью по постоянному току через оптико-электронный канал, т.е. работает как система автоматической стабилизации интенсивности направленного светового пучка по возмущению, используемая для выделения кратковременных возмущений, вызываемых пролетающими частицами пыли.

Пролет достаточно крупных частиц пыли через оптический канал АС, вызывает уменьшение светового потока. При этом сигнал на фотоприемнике падает, а система стабилизации светового потока, за счет постоянной времени схемы не успевает компенсировать кратковременное возмущение. Таким образом, для коротких импульсов глубина обратной связи - не велика. В результате, выделяются импульсы напряжения, амплитуда которых зависит от геометрических параметров частиц (преимущественно от их сечения S_p). При воздействии медленно меняющихся возмущений, каким является постепенное загрязнение оптических элементов оседающей пылью, система автоматической стабилизации светового потока, благодаря уже глубокой обратной связи, повышает ток через источник света, компенсируя загрязнение.

Для проверки всего измерительного тракта возмущают рабочий световой

потокa каліброваними імпульсами тока от встроеного генератора.

Авторами теоретически доказано, что путем отсечения сигнала АС при помощи величины U , можно управлять функцией преобразования измерителя запыленности в области тонкодисперсной фазы аэрозоля, одновременно снижая паразитное влияние шума и регулируя вклад малых частиц в общий сигнал. Тем самым, удалось существенно повысить точность измерения объемной, а значит и массовой концентрации пыли (при учете плотности вещества пыли по априорным данным).

Таким образом, определение параметров потока сводится к накоплению величин, пропорциональных площади и амплитуды усеченной части импульсов. Предложенные решения и алгоритмы использованы авторами в разработке совмещенных средств контроля запыленных потоков, которые обеспечивают одновременный контроль содержания пыли и скорости потока в условиях промышленного объекта.

Испытания экспериментального образца прибора для контроля пылевых выбросов с условным названием ПКПВ проведены на пылевом стенде в условиях близких к натурным. В результате его испытаний, отдельно по каждому параметру, установлена корреляция показаний прибора с концентрацией, скоростью и выносом пыли. Причем функции преобразования прибора по каналам “концентрация”, “скорость” и “вынос пыли” близки к линейным.

Опробование экспериментального образца совмещенного прибора с аналого-цифровой обработкой сигналов подтвердило возможность контроля одним и тем же датчиком следующих параметров запыленного потока:

- концентрации пыли в диапазоне примерно от 25 до 400 мг/м³;
- скорости потока от 0,5 до 25 м/с с погрешностью около 16%;
- величины пылевого выброса через 1 м² сечения воздуховода от 40 до 600 мг/с.

Ключевые слова: пылевой выброс, контроль, счетчик.

УДК 543.271.3

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Міхеева І.Л., Курінний В.К., Мазира Л.Д., Юрова Є.С., АТ “Украналіт”, м. Київ, Україна

Серед великої кількості екологічних показників, які відзеркалюють стан навколишнього природного середовища, дуже інформативними є показники забруднення атмосферного повітря, а саме:

- обсяг викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел;
- обсяг викидів забруднюючих речовин із пересувних джерел;
- середньорічний (середньодобовий) вміст забруднюючих речовин в повітрі зон житлової забудови населених пунктів.

Державною гідрометеорологічною службою України саме за цими показниками здійснюється екологічний моніторинг атмосферного повітря.

В АТ “Украналіт” розроблено декілька варіантів автоматичних систем екологічного моніторингу атмосфери (АСЕМА), які призначені для здійснення безперервного довготривалого спостереження за станом атмосфери в населених пунктах.

В доповіді розглядається АСЕМА, яка побудована за двурівневою системою. Перший рівень (пост екологічного моніторингу) складається з автоматичних газоаналізаторів (ГА), які послідовно підключені до передаючого модему. Другий рівень (диспетчерський пункт) складається з приймального модему, ПК і програмного забезпечення (ПЗ) користувача.

Модеми підключені до міської телефонної лінії зв'язку. ГА (667ФФ 05, 645ХЛ 10, 621ЄХ 15, 623ПИ 05, 652ХЛ 05) виробництва АТ“Украналіт” здійснюють виміри найбільш поширених газових забруднюючих речовин атмосферного повітря, а саме: диоксиду сірки (SO_2), оксиду азоту (NO, NO_2), оксиду вуглецю (CO), вуглеводнів ($\sum \text{C}_n\text{H}_m$), озону (O_3).

Мікропроцесорний пристрій кожного ГА має енергонезалежну пам'ять в якій зберігається контрольовано-вимірювана інформація про концентрації вимірюваних компонентів на протязі 128 діб.

ПЗ виконує наступні чотири основні режими роботи:

- передача в ПК поточних значень концентрацій в реальному часі;
- запит інформації, що зберігається в пам'яті ГА;
- виконання розрахунків при роботі з архівними даними;
- робота з архівними файлами.

ПЗ дозволяє вирахувати середні (добові, місячні, річні) значення концентрацій, коефіцієнти перевищень концентрацій над гранично-допустимими значеннями; відображати інформацію на моніторі ПК у вигляді таблиць та графіків; роздруковувати протоколи вимірювань; загрузати сформовані архівні файли в Microsoft Excel.

Ключові слова: екологічний моніторинг, забруднююча речовина.

УДК 543.271.3

АВТОМАТИЗОВАНІ ГАЗОАНАЛІТИЧНІ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ ДОВКІЛЛЯ

Дашковський О.А., Міхеєва І.Л., Приміський В.Ф., АТ “Украналіт”, м. Київ, Україна

Провідним розробником газоаналітичної техніки в Україні є відкрите акціонерне товариство “Український науково-дослідний інститут аналітичного приладобудування” (АТ “Украналіт”). За 35 років свого існування в інституті освоєні найсучасніші методи газового аналізу: оптичний абсорбційний, хемілюмінесцентний, флуоресцентний, полум'яно-іонізаційний, електро-хімічний та інші. На їх основі створена серія автоматичних газоаналізаторів (ГА), що дозволяють здійснювати кількісний контроль різних газових забруднюючих речовин навколишнього середовища.

Так, на заводі “Енергія” з утилізації твердих побутових відходів впроваджені дворівнева система екологічного моніторингу і оптимізації процесів горіння з використанням новітніх досягнень в області високих технологій сенсорики і комп’ютерної обробки інформації. Спалювання сміття відбувається в 4 котлах, які працюють цілодобово і споживають великі обсяги енергоносіїв (газу). Внаслідок цього в довкілля викидається значна кількість шкідливих газів: CO, SO₂, NO, NO₂, C_nH_m, пил.

Перший рівень системи являє собою чотири комплекти технологічних комплексів ТК-1 на кожному з 4-х котлоагрегатів. Кожен ТК-1 дозволяє вимірювати концентрацію кисню, (O₂) у зоні виходу продуктів горіння кожного котла, а також оксид вуглецю (CO), диоксид вуглецю (CO₂) і метан (CH₄). За цими показниками здійснюється оптимізація спалювання сміття.

Другий рівень системи являє собою чотири комплекти екологічних комплексів ЕК-1, які встановлено на вихідних газоходах, після пилових електрофільтрів. Основу комплексу складає багатокомпонентний газо-аналізатор “СПЕКТР-4” для виміру концентрації оксиду вуглецю, диоксиду сірки (SO₂), оксидів азоту (NO_x) у викидах заводу. За цими показниками здійснюється екологічний моніторинг викидних газів.

Інформація з кожного комплексу передається до комп’ютера, встановленого в диспетчерському центрі підприємства.

В АТ “Украналіт” розроблено і впроваджено в різних містах України автоматизовані системи екологічного моніторингу атмосферного повітря (АСЕМА), які призначені для здійснення безперервного довготривалого спостереження за станом атмосфери в населених пунктах, формування бази даних, розрахунку середніх (добових, місячних, річних) значень концентрацій основних забруднюючих речовин.

Ключові слова: екологічний моніторинг, довкілля, газоаналізатор.

УДК 534.068

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА ЖИДКОСТЕЙ СРЕДСТВАМИ ГАЗОВОГО АНАЛИЗА

*Майстренко В.Н., Овчаренко О.А., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Проблема обнаружения токсичных веществ в различных средах, в предметах домашнего обихода является очень актуальной. Запахи различных веществ говорят об их составе. Определение веществ по запахам является перспективным направлением.

Следует отметить важность измерения горючих и токсичных веществ, путем перевода жидкости из одного агрегатного состояния в другое. Так, используя свойства воды в части испарения и парообразования, степень которых определяется химической системой, можно проводить анализ некоторых компонентов, которые могут находиться в воде, по их концентрации в парогазовой фазе.

Измерения концентрации токсичных веществ в жидкости, обуславливается законами массопереноса, капиллярности и законом Генри.

Измерение в жидкости токсичных веществ характеризуется двумя случаями: естественной и принудительной десорбцией

Следует отметить, что обычная десорбция не всегда обеспечивает высокие точностные характеристики, в связи с этим, возможно использовать тестовый сигнал, так как это самый высокий способ обеспечения точности.

Для проведения анализа следует выбирать наиболее распространенные и недорогие сенсоры: термокаталитические, электрохимические и адсорбционно-полупроводниковые.

Термохимические и адсорбционно-полупроводниковые датчики отличаются высокой избирательностью к горючим компонентам, в частности, к спиртам и нефтепродуктам.

Особенностью электрохимических сенсоров является их высокая инструментальная точность при высокой избирательности, следовательно, их удобно применять для измерения концентрации токсичных веществ, таких как хлор и аммиак.

Поскольку измерение многокомпонентных жидкостей, в том числе и сточных вод, усложняется наличием нескольких токсичных компонентов одновременно, а невысокая селективность и неизбирательность к ряду компонентов может искажать реальные данные анализа многокомпонентных смесей, оптимальным решением этой задачи будет создание аналитической управляемой системы с использованием ЭВМ

В качестве перспективы стоят задачи первоочередного создания технических средств для измерения токсичных компонентов в различных средах путем перевода в газообразное состояние. Предполагается создание технических средств для анализа в жидких средах ΣCH , NH_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, CH_2O и других.

Ключевые слова: токсические вещества, агрегатное состояние.

УДК 621.3.078

МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Девятко Г.А., Лацис С.А., Подольский В.Я., АО “Украналит”, г. Киев, Украина

В докладе рассмотрены проблемы и выбор оптимальных решений, возникающие при создании портативных многокомпонентных газо-анализаторов индивидуального пользования для контроля воздушной среды промышленных предприятий, работа которых основана на электрохимическом методе измерения токсичных газов (H_2S , SO_2 , CO , NO_2 , O_3 , NH_3 , Cl_2).

Указанный метод измерения газов дает возможность создавать удобные и простые в эксплуатации, быстродействующие, с низким потреблением энергии, малогабаритные и с малой массой газоанализаторы контроля воздуха рабочей зоны.

В докладе обращено внимание на требования к многокомпонентным автоматическим портативным газоанализаторам, их структурное построение, разработку сенсорных модулей и электрохимических сенсоров, элементную базу, разработку системы пробоотбора и пробоподготовки контролируемых газов.

Отмечено, что сенсорные модули представляют собой конструктивно законченные элементы газоанализаторов, в которые входят первичные электрохимические преобразователи (сенсоры) и схемы обеспечения их работы, а также схемы усиления сигналов, получаемых непосредственно от сенсоров.

Выбор и разработка сенсоров представляет собой наиболее сложную задачу при создании многокомпонентных газоанализаторов. При этом особое внимание уделяется стабилизации электрохимических потенциалов на рабочих электродах сенсоров и их фоновых токов, селективности и снижению зависимости выходных параметров сенсоров от внешних воздействий.

Элементная база портативных многокомпонентных газоанализаторов выбирается из расчета малогабаритности приборов и требований минимального потребления энергии от автономных источников питания.

В докладе рассмотрены перспективные направления создания портативных многокомпонентных газоанализаторов.

Ключевые слова: газоанализатор, сенсор, структура, модуль, сигнал, селективность, пробоотбор.

УДК 543.27.08

КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИК-ГАЗОАНАЛИЗАТОРАХ

*Богданов В.В., Визнюк А.А., Безрук З.Д., Примиский В.Ф., Чемерис И.В.,
АО “Укрналит”, г. Киев, Украина*

В современных технологических процессах в нефтехимии, черной металлургии, энергетике невозможно обойтись без применения современных инфракрасных газоанализаторов автоматически контролирующими технологические процессы. Для поддержания требуемого режима технологической установки необходимо своевременное и точное измерение значений основных технологических параметров. В связи с этим любой газоанализатор нуждается в высокоскоростной и точной обработке измерительной информации. Это невозможно без определенной совокупности аппаратно-программных средств. Для реализации вышеуказанных заданий и алгоритмов разработано многофункциональное микропроцессорное устройство – контроллер, структура и функции которого определяются электрическими, информационными и метрологическими особенностями конкретного газоанализатора.

Контроллер выполняется на современной элементной базе, минимизирован по своей структуре, имеет широкие функциональные возможности за счет гибкой структуры программного обеспечения. Особое внимание при оптимизации структурной схемы контроллера было уделено вопросам минимизации регулирующих процедур в аналого-цифровых узлах микроконтроллера. Разработан-

ный нами контроллер выполняет следующие основные функции: управление процессами ввода; преобразование и обработка входных аналоговых сигналов; обслуживание взаимодействия с периферийными устройствами. Контроллер работает так: выходной аналоговый сигнал с платы аналоговой обработки сигнала поступает на активный полосовой фильтр, который фильтрует промышленные помехи. После полосового фильтра сигнал попадает на устройство защиты входа, осуществляющее защиту микропроцессорного устройства от повышенного напряжения. Далее сигнал попадает в аналого-цифровой преобразователь, где происходит преобразование в цифровой вид. После того как аналого-цифровой преобразователь заканчивает работу однокристалльная микро-ЭВМ обрабатывает сигнал и выводит результат измерений на плату светодиодной индикации, либо на печатающее устройство.

Также контроллер дает возможность организации технологического комплекса, способного производить контроль и управление всем технологическим процессом. В состав комплекса может входить большое количество контролирующих устройств в совокупности с устройствами отображения и устройствами позволяющими осуществлять регулирование параметров технологического процесса. Возможность контроля и автоматического регулирования параметров процесса – это то без чего в будущем невозможна ни одна технологическая система.

Ключевые слова: инфракрасный газоанализатор, контроллер.

УДК 543.27.08

РОЛЬ СЕНСОРОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ТЕХНИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ ТРЕБОВАНИЙ КИОТСКОГО СОГЛАШЕНИЯ

*Майстренко В.Н., Овчаренко О.А., Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт», г. Киев, Украина*

Все страны проводят активное отслеживание внутреннего уровня выбросов углеводородов и проводят регулярный контроль состояния атмосферы, в частности постоянно измеряют концентрацию различных токсичных компонентов в жилой зоне, контролируют выбросы токсично-опасных предприятий на рабочих площадках и выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Установлены нормы на допустимые концентрации широко распространенных загрязняющих веществ, которые используются во время проведения мониторинга.

Благодаря мониторингу атмосферного воздуха получают первичные данные о составе и размерах выбросов загрязнителей, обобщенные данные об уровне загрязнения на определенной территории за определенный промежуток времени, оценку опасности загрязнения для жизнедеятельности населения.

При сжигании топлива при оптимизации процесса горения весьма важно контролировать соотношение кислород/топливо и учитывать наличие в газах несгорающих составляющих, таких как CO, CO₂, NO, NO₂, CH.

На сегодняшний день, наибольшее потребление энергоресурсов зафиксировано в теплоэнергетической области, транспортными средствами, металлургии

ей. Естественно эти сферы больше других требуют оптимизации процессов горения с целью повышения КПД.

Следует отметить, что определять уровень выбросов оксида углерода (СО) по количеству потребляемых энергоресурсов не всегда корректно. Учитывая высокую стоимость энергоресурсов, экономически важно использовать их с максимальным коэффициентом полезного действия (КПД = 100%), то есть необходимо стремиться к полному сжиганию горючих компонентов топлива. Для контроля содержания горючих компонентов в выбросах топливо-сжигающих предприятий необходимо применение высокочувствительных сенсоров.

Применение полупроводниковых сенсоров, изготовленных по микросистемной технологии, позволит создать целый ряд универсальных системных комплексов для оценки выбросов предприятий и проверки их соответствия требованиям соглашения в Киото. А также позволит создать нормативные документы, необходимые для обеспечения требований Конвенции ООН по выбросам тепла в атмосферу на базе разработанных сенсоров.

Ключевые слова: атмосферные выбросы, оксид углерода, полупроводниковые сенсоры.

УДК 543.27.08

ПОРТАТИВНИЙ ПОЛУМ'ЯНО-ІОНІЗАЦІЙНИЙ ГАЗОАНАЛІЗАТОР

Гулей В.В., Сацюк П.А., АТ “Украналіт”, м. Київ, Україна

Серед численних методів аналізу органічних газів і парів одним із найбільш поширених є полум'яно-іонізаційний, сутність якого полягає у вимірюванні величини струму іонізації, який утворюється при введенні в полум'я водню органічних речовин. Цей метод вирізняється високою чутливістю, широким діапазоном вимірюваних концентрацій, незначним коливанням чутливості для різних органічних сполук.

Полум'яно-іонізаційні детектори широко використовуються при розробці взірцевих та робочих газоаналізаторів, компараторів, хроматографів, різноманітних вимірювальних перетворювачів.

В світі рядом фірм випускаються портативні полум'яно-іонізаційні газоаналізатори, в яких в якості газового палива використовується балон з воднем, накачаний під високим тиском.

В Українському НДІ аналітичного приладобудування (АТ “Украналіт”) розроблений та пройшов державні випробування портативний полум'яно-іонізаційний газоаналізатор 623ПІ 05, особливістю якого є застосування в якості джерела водню акумулятора водню на основі гідридів рідкоземельних металів. Це дало можливість перейти на низький рівень робочого тиску та зменшити габарити вмонтованого джерела водню.

Газоаналізатор містить також електричну акумуляторну батарею і може працювати як автономно, так і в стаціонарному режимі. Прилад може застосовуватись і для оперативних вимірювань і для довготривалого моніторингу.

Основне призначення газоаналізатора – вимірювання концентрації органічних речовин в атмосферному повітрі населених пунктів, а також в повітрі санітарно-захисних і робочих зон промислових підприємств. Прилад також може використовуватися для контролю викидів різних виробництв, для виявлення місць витіку газу та нафтопродуктів, для вимірювання концентрації органічних сполук при сертифікації робочих місць, для перевірки якості роботи газоочисних споруд та інше.

В доповіді розглядається функціональна схема та принцип роботи газоаналізатора, наводяться його технічні та експлуатаційні характеристики.

Ключові слова: портативний газоаналізатор, полум'яно-іонізаційний детектор, гідридний акумулятор водню, атмосферний моніторинг, аналіз органічних речовин.

УДК 621.3.078

ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ВОЗДУХА НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

*Васильева Н.Л., Тихомиров Е.Н., Левчук К.А., Бudyко О.А., Пядык Е.А.,
АО «Украналит», г. Киев, Украина*

В настоящее время загрязненность окружающей среды носит почти глобальный характер. Проблема загрязнения воздушной среды городов и населенных пунктов Украины оксидом углерода становится все более актуальной в связи с возрастающим потоком автомобилей.

В отработанных газах карбюраторного двигателя содержится:

0,1 - 10,0 об. дол.% СО, а дизельного - 0,1 - 0,3 об. дол.% СО.

Концентрация токсичных компонентов в выбросах автомобилей зависит от множества факторов:

- интенсивности движения,
- категории дорог,
- климатических условий,
- географического положения и т.д.

Действующими санитарными нормами для атмосферы населенных пунктов установлены среднесуточные (3 мг/м^3) и максимально-разовые (5 мг/м^3) предельно-допустимые концентрации СО, а также необходимость вычисления среднемесячных и среднегодовых концентраций.

Указанным требованиям отвечает разработанный в “АО Украналит” автоматический микропроцессорный газоанализатор 621ЭХ 07.

Газоанализатор выполняет непрерывные или заданные по программе измерения СО в воздухе, архивацию полученных результатов, имеет цифровое табло, аналоговый выход 4 – 20 мА, цифровой выход RS 232 для связи с ПК. Газоанализатор имеет разъем для подключения принтера с помощью которого можно распечатывать протокол результатов измерения. Газоанализатор позволяет проводить ручную или автоматическую проверку параметров узлов, установку нуля, калибровку в процессе эксплуатации.

Принцип действия газоанализатора – преобразование сигнала газочувствительного сенсора в электрический сигнал, отбор проб – с помощью микрокомпрессора.

Диапазон измерений оксида углерода от 0,5 до 50 мг/м³.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности в диапазонах измерений 0-3; 3-10; 10-20; 20-30, 30-50 мг/м³ составляют $\pm 0,75$; $\pm 1,5$; $\pm 2,0$; $\pm 3,0$; $\pm 5,0$ мг/м³ соответственно.

Газоанализатор может применяться:

- на постах контроля атмосферного воздуха;
- санитарно эпидемиологическими станциями (СЭС);
- службами охраны труда.

Ключевые слова: газоанализатор, контроль воздуха, оксид углерода.

УДК 543.27.08

МНОГОКАНАЛЬНЫЙ ИНФРАКРАСНЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР

Богданов В.В., Визнюк А.А., Кравец Т.В., Примиский В.Ф., Чемерис И.В.
АО “Укрналит”, г. Киев, Украина

Инфракрасные (ИК) газоанализаторы (ГА) в области контроля процесса горения, выбросов промышленных предприятий и выхлопных газов автотранспорта получили наиболее широкое применение по сравнению с другими приборами аналогичного назначения. Это обстоятельство побуждает к постоянному совершенствованию ИК ГА, поиску новых технических решений, использованию при разработках ИК ГА новейших материалов и технологий, последних достижений в элементной базе.

Большинство отечественных ИК ГА (121ФА, 123ФА, 102ФА) строятся по двухканальной измерительной схеме. Сущность такой схемы состоит в пропускании потока ИК излучения поочередно через объем (кювету) с анализируемой смесью и через кювету с чистым воздухом (не содержащим анализируемый компонент) и сравнении поглощения ИК излучения после прохождения каждой из кювет. Первую кювету называют рабочей, вторую – сравнительной. Данная структурная схема построения ИК ГА позволяет уменьшить погрешность измерения от влияния внешних дестабилизирующих факторов.

Чтобы выделить полезную информацию из сигнала в аналоговой форме, в газоанализаторах применяются сложные схемы синхронного детектирования и разделения рабочего и сравнительного сигналов, выделение разностного сигнала и т.д. Так же следует отметить необходимость конструктивной идентичности рабочей и сравнительной кювет, что усложняет и удорожает прибор.

В новом техническом решении ИК ГА для обработки измерительной информации, обеспечивающей минимизацию погрешности измерения, повышения сервисных возможностей ГА разработано многофункциональное микропроцессорное устройство, имеющее широкие функциональные возможности за счет гибкой структуры программного обеспечения.

Отличительными особенностями нового ИК ГА являются:

- простота и технологичность изготовления оптической части газового анализатора (кювета одноканальная);
- стабилизация ИК излучения по изменению тока излучателя;
- высокая стабильность обтюрации за счет применения шагового двигателя;
- улучшение характеристик стабильности сигнала за счет термостабилизации приемников и интерференционных фильтров.

По газовым составляющим вносится поправка при изменении давления или температуры измеряемых газовых смесей.

Ключевые слова: ИК газоанализатор, интерференционный фильтр.

УДК 621.317.39:621.415

СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ПОГРЕШНОСТИ ИОНОМЕТРИЧЕСКИХ АНАЛИЗАТОРОВ ЖИДКОСТИ

Кондратьев Е.Г., Осадчий Ю.М., Васильева Н.Л., АО "Укрналит", г. Киев, Украина

В докладе рассмотрены способы уменьшения погрешности переносных анализаторов жидкости, а также упрощенный способ приготовления и аттестации калибровочных растворов.

Предлагаемые решения проверены при разработке экспериментального образца анализатора содержания хлоридов в водоемах, в состав которого вошли: первичный преобразователь на базе ионоселективных электродов, термопреобразователь температуры пробы в электрический сигнал на основе термометра сопротивления и мостовой схемы, измерительный усилитель, микропроцессор, источник питания.

Суть предлагаемых решений состоит в следующем:

1. С целью устранения температурной погрешности необходимо:

- градуировку и все последующие калибровки проводить при одной температуре пробы;
- измеряемые в процессе эксплуатации значения ЭДС первичного преобразователя приводить с помощью микропроцессора к температуре градуировки;
- получаемые приведенные значения использовать в расчетах рХ, массовой и молярной концентрации ионов в пробе.

2. Для повышения точности определения чувствительности первичного преобразователя к рХ необходимо при калибровке анализатора проверять значение нулевого сдвига расчетным путем с помощью микропроцессора и учитывать его в расчетах чувствительности и рХ.

3. Для повышения точности определения массовой концентрации ионов необходимо:

- в период градуировки прибора рассчитать с учетом активности свободных ионов зависимость $C_{\text{мас}} = f(\text{pX})$ в пределах диапазона измерения;
- описать ее уравнением полинома четвертой степени;

- коэффициенты полинома и алгоритм расчета массовой концентрации ввести в программу микропроцессора.

4. Для упрощения процедуры приготовления и аттестации калибровочных растворов необходимо:

- рассчитать с учетом активности свободных ионов зависимость $pX=f(C_{\text{мас}})$ для диапазона измерения анализатора;

- описав полученную зависимость уравнением полинома четвертой степени, коэффициенты полинома и алгоритм вычисления pX ввести в программу микропроцессора.

Ключевые слова: активность, точность, микропроцессор, температура, полином.

УДК 621.3.078

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРИЧЕСКИХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ

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

Термокондуктометрические (ТК) газоанализаторы (ГА) имеют широкое применение для анализа макроконцентраций компонентов бинарных и квази-бинарных газовых и парогазовых смесей.

Во многих случаях ТК ГА не имеют альтернативы, благодаря универсальности применения, так как могут быть успешно использованы для анализа инертных и химически активных газов и паров, а также, благодаря более высоким метрологическим и надежностным характеристикам, относительно ГА других методов анализа.

С целью определения способов оптимизации ТК ГА в АО “Укрналит” были проведены теоретические и экспериментальные исследования, в ходе которых получены следующие результаты:

- определена и экспериментально подтверждена рациональность работы первичного преобразователя (ПП) ТК ГА в режиме стабилизированного тока питания, при котором погрешность от изменения температуры в $2,5 \div 7$ раз меньше чем в режиме стабилизированного напряжения питания;

- выведено и подтверждено экспериментально уравнение, однозначно описывающее связь между входной, выходной и основными влияющими величинами ПП. Это уравнение обеспечивает возможность априорной оценки применимости ТК ГА для решения конкретной газоаналитической задачи и рациональное формирование требований к функциональным составляющим ТК ГА, что, в целом, существенно сокращает объем работ при разработке и изготовлении ГА;

- разработана измерительная схема ПП, обеспечивающая повышение чувствительности в два-четыре раза при сокращении количества его чувствительных элементов (ЧЭ) и снижение тока питания ПП;

- исследована возможность повышения чувствительности ТК ПП в 20 – 40 раз за счет применения в качестве ЧЭ терморезисторов с положительным температурным коэффициентом сопротивления;

- исследована возможность повышения избирательности ТК ГА за счет использования эффекта температурных волн и метода нестационарного нагрева.

В АО “Укрналит” разработан развернутый макет газоанализатора для контроля содержания диоксида углерода с диапазоном измерения от 0 до 0,35 % CO₂ и приведенной погрешностью $\pm 5\%$, а также газоанализатора для одновременного контроля температуры, относительной влажности и содержания кислорода в воздухе помещений животноводческих ферм.

Ключевые слова: газоанализатор, первичный преобразователь, чувствительный элемент.

УДК 621.3.078

О СИСТЕМЕ СОЗДАНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО МИКРОКЛИМАТА В ПОМЕЩЕНИЯХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ФЕРМ

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

К наиболее значимым факторам, обуславливающим продуктивность животноводства, относится микроклимат животноводческих ферм. Несоответствие параметров микроклимата значениям, благоприятным для здоровья животных и рациональным для эффективного ведения животноводства, помимо снижения его продуктивности, ухудшает условия труда животноводов, в 2 - 3 раза уменьшает срок службы технологического оборудования животноводческих ферм и их зданий. Поэтому, создание систем микроклимата, автоматически поддерживающих заданные значения его параметров, весьма актуально.

Очень важными для здоровья животных и людей параметрами микроклимата являются температура, влажность и газовый состав воздушной среды на животноводческих фермах. В результате жизнедеятельности животных происходит непрерывное выделение вредных газов: диоксида углерода, аммиака, сероводорода, а также влаги и тепла, за счет чего может происходить уменьшение объемной доли кислорода и повышение относительной влажности воздушной среды.

АО “Укрналит” ведет разработку системы поддержания оптимальных параметров микроклимата на животноводческих фермах, которая будет состоять из приборов измерения температуры, влажности, а также аналитических приборов определения газовых компонентов.

В таблице, приведенной ниже, представлены основные характеристики газоаналитических приборов разработки АО “Укрналит”.

Многолетний опыт в создании аналитических приборов позволяет выбрать оптимальные методы определения газовых компонентов с помощью электро-

химических сенсоров при определении концентрации NH_3 и H_2S и термокондуктометрических датчиков для определения содержания CO_2 и O_2 в воздушной среде животноводческих ферм.

Измеряемый компонент	Диапазон измерения	Основная абсолютная погрешность измерения
CO_2	0 ... 0,35 %;	$\pm 0,025$ %
NH_3	0 ... 30 мг/м ³	$\pm 0,6$ мг/м ³
H_2S	0 ... 20 мг/м ³	$\pm 0,4$ мг/м ³
O_2	0 ... 21 %;	$\pm 0,25$ %

Система контроля и регулирования микроклимата позволит резко повысить продуктивность животноводства в Украине.

Ключевые слова: газоанализаторы, воздушная среда, микроклимат, фермы, животноводство.

УДК 543.27.08

ПЕРЕСУВНА ЕКОЛОГІЧНА ЛАБОРАТОРІЯ

*Грабар В.Я., Мошковська Л.Т., Морговський Г.А., Ніколаєв І.М., Курінний В.К.,
Мазира Л.Д., Юрова Є.С., АТ “Украналіт”, м. Київ, Україна*

В зв'язку із поживленням економіки в багатьох містах України зросли викиди забруднюючих речовин зі стаціонарних джерел. Найбільша кількість викидів серед міст зафіксована на підприємствах Донецько-Придніпровського регіону. Одним з таких міст є Кривий Ріг.

З метою моніторингу забруднення атмосферного повітря та промислових викидів Криворізьким комбінатом “Криворіжсталь” була створена в АТ “Украналіт” пересувна екологічна лабораторія контролю атмосферного повітря (ЕЛКА).

ЕЛКА створена на базі автомобіля “Газ 2705 - Комбі”, салон якого дороблений згідно з вимогами щодо установки обладнання для відбору проб на аналіз та приладів, а саме: пристрою для відбору проб з ємностями “Проба-2001 Б”, блока електроживлення, пневматичної установки для відбору проб атмосферного повітря з ротаметрами, комплекту обладнання для аналізу пилу, компресорної установки та радіаційного дозиметра.

Враховуючи ландшафт комбінату “Криворіжсталь” (території металургійного та коксохімічного заводів, кар'єру видобутку комбінату переробки залізної руди) газоаналітичні прилади не можуть експлуатуватися в салоні автомобіля, тому з допомогою ЕЛКА здійснюється тільки забір проб з різних місць території. Проби в ємностях об'ємом 20 літрів кожна доставляються в стаціонарну лабораторію, яка оснащена автоматичними газоаналізаторами 645ХЛ 10 (NO, NO_2), 667ФФ 05 (SO_2), 621ЕХ 15 (CO) виробництва АТ “Украналіт”.

Газоаналізатори підключені безпосередньо до персонального комп'ютера, який обладнаний мультіплексором на 4 порти. Газоаналізатори забезпечують

автоматичний відбір проби з ємностей, які приєднані до них зі швидкістю від 0,5 л/хв (CO) до 1,0 л/хв (NO, NO₂, SO₂). Спеціалізоване програмне забезпечення розробки АТ “Украналіт” дозволяє відображати інформацію на моніторі ПК у вигляді таблиць та графіків.

Для вимірювання газових проб з високим вмістом забруднюючих речовин (промислових викидів) розроблено спеціальний пристрій підготовки проб УПП-100, який дозволяє відбирати газову пробу з пристрою “Проба-2001”, та розбавляти її до концентрацій, які не перевищують діапазон вимірювання газоаналізаторів.

В доповіді наведені технічні характеристики обладнання та приладів, що входять до складу пересувної лабораторії “ЕЛКА”, описані різні проектні рішення з урахуванням специфіки умов конкретного об’єкту.

Ключові слова: атмосферне повітря, викиди, забруднення, газоаналізатори, пересувна лабораторія, забруднюючі речовини.

УДК 532.612.3

ВИМІРЮВАННЯ І КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА ТА РЕЧОВИН ПО ЗМІНІ МІЖФАЗНОГО НАТЯГУ

Малько О.Г., Кисіль І.С., Цьомик В.П., Походенко І.І., Івано-Франківський національний університет нафти і газу, м. Івано Франківськ, Україна

Проблеми вимірювання та контролю параметрів середовища та речовин можуть бути вирішені на основі капілярних методів. У їх основі лежить вплив на міжфазний натяг фізичних і хімічних властивостей контактуючих фаз у процесі адсорбції (хемосорбції). Тобто чутливим елементом є поверхня розділу фаз рідинного меніска. В першу чергу це стосується визначення концентрації шкідливих включень у повітряному і водному середовищах, якісного та кількісного складу природного газу, контролю технологічних процесів де використовуються поверхнево-активні речовини, аналізу стану поверхні твердих тіл, якості покриттів та ін.

В основу більшості методів визначення динамічних характеристик міжфазного натягу покладено вимір фізичних, або обумовлених ними геометричних параметрів рідинних менісків. Спектр таких методів досить широкий і багато з них дозволяють реалізувати автоматичний процес вимірювання в режимі у реальному масштабі часу.

Перевагою капілярних методів є:

- можливість оперативного контролю у реальному масштабі часу;
- можливість розміщенням первинних перетворювачів безпосередньо у зоні контролю;
- універсальність конструкції первинних перетворювачів щодо компонентів, що підлягають дослідженню (під конкретні компоненти підбираються тільки програмне забезпечення обробки результатів вимірювання та індикаторна рідина);

- оновлення чутливого елемента – поверхні розділу фаз при кожному вимірі;
- можливість створення єдиної автоматизованої системи контролю довкілля з розподіленими у просторі точками вимірювання.

Для реалізації запропонованої методології необхідно вирішити три основні проблеми:

- обґрунтувати та визначити відображення властивостей, що підлягають контролю (як правило - це концентрація і якісний склад включень у рідинному, газовому середовищах та на твердих поверхнях), у динамічні характеристики міжфазного натягу;

- так як прямі методи виміру міжфазного натягу практично реалізувати неможливо, необхідно визначитись у оптимальній методології виміру міжфазного натягу.

Ключові слова: вимірювання, контроль, міжфазний натяг, рідинний меніск, концентрація.

УДК 532.5:629.5

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА СТВОРЕННЯ НОВИХ ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Довгий С.О., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Швидкий ріст енергоспоживання, подорожчання палива й енергії, загострення економічних і екологічних проблем паливно-енергетичного комплексу вимагають більш обґрунтованого й ефективного використання природних ресурсів. Вітрові енергетичні ресурси величезні. Теоретично ресурси приземного вітру таких країн, як Україна та Росія в 100 разів перевершують сумарну електричну потужність і в 10 разів – теплову потужність усього палива, що спалюється. Однак реалізація величезних запасів вітрової енергії є непростю технічною проблемою.

У доповіді аналізується розвиток сучасних вітроенергетичних систем в західних країнах, розглядаються перспективи створення таких систем в Україні. Важливе значення при вирішенні проблем, пов'язаних з цим, мають можливості створення нових типів вітроенергетичних агрегатів на основі сучасних наукових досягнень в технічній та теоретичній аеродинаміці, електродинаміці, приладобудуванні.

Розглядається новий клас вітроагрегатів роторного типу з системою автозапуску та автоматичного регулюванням швидкості ходу.

Аналізуються проблеми математичного моделювання роботи таких установок, пропонуються нові моделі на основі методу дискретних особливостей.

Ключові слова: екологічні системи, вітроенергетика, вітроенергетичні агрегати роторного типу, математичне моделювання, метод дискретних вихорів.

УДК 629.5

ПРИЛАДИ ФЛЮГЕРНОГО ТИПУ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВЕРХНЕВИХ ХВИЛЬ

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

Розглядаються аналітичні прилади для вимірювання параметрів поверхневих морських хвиль, які можна застосувати для роботи в системах використання хвильової енергії. Такі системи в останні часи проектуються та будуються в багатьох країнах, де існує розвинуте суднобудування.

Для забезпечення роботи хвильового рушія необхідно знати параметри хвилі перед судном, яке рухається. Тому первинними вимірювальними робочими органами в багатьох конструкціях є тонкі пластини, які відхиляються під впливом потоку, що забезпечують флюгерний принцип дії. Існуючі конструкції флюгерного типу, які аналізуються, дають інформацію лише про кути повороту пластин і не дозволяють отримати параметри хвилі в реальному часі. В доповіді розглядається можливість створення нових типів приладів із використанням обчислювального блоку.

Конструкція, що пропонується як основа для таких приладів, складається з двох взаємоперпендикулярних тонких крил - горизонтального і вертикального, закріплених шарнірно на осях обертання. Крила під дією потоку здійснюють кутові переміщення, які фіксуються датчиком кута повороту. На горизонтальному крилі на кожній із сторін розміщені п'єзометричні датчики тиску, які дають інформацію про розподіл тиску по поверхні крила. Це дозволяє визначити перепад тиску на крилі і, відповідно, коефіцієнт підйомної сили. Дані про кути повороту пластин, про динамічну дію потоку на горизонтальне крило у вигляді коефіцієнту підйомної сили, про середнє занурення приладу відносно незбуреної поверхні та про швидкість руху дозволяють вирішити замкнену математичну задачу по визначенню параметрів хвилі. Результатом роботи обчислювального блоку приладу є амплітуда хвилі, її довжина та швидкість. Ці дані будуть вхідними для блоку автоматичного керування оптимальної роботи крилового рушія.

Ключові слова: прилади для вимірювання параметрів хвиль, флюгер, криловий рушій, обчислювальний блок.

УДК 532.5:629.5

РЕГЕНЕРАЦІЯ ХВИЛЬОВОЇ ЕНЕРГІЇ ПРИ ГЛІСУВАННІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗАНИХ ПЛАСТИН ІЗ ЗАДАНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

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

Проблема економії паливних ресурсів, створення екологічно чистих двигунів, використання альтернативних джерел енергії в техніці завжди є актуаль-

ною. Зокрема, у водному транспорті вирішення цієї проблеми можливо за рахунок регенерації та використання енергії поверхневих хвиль.

В роботі [1] розглянуто теоретичні основи принципу регенерації хвильової енергії, вперше сформульованому академіком Г.Є. Павленком, на прикладі системи двох незв'язаних між собою глісуючих пластин. Цей принцип полягає в тому, що задня пластина може частково використати енергію, яку вкладає передня пластина у хвильовий рух. Була запропонована двовимірною математичною моделлю руху системи пластин у рамках теорії хвиль малої амплітуди з використанням методу інтегральних рівнянь.

В даній роботі вирішена математична задача руху системи двох зв'язаних глісуючих пластин з сумарним зосередженням навантаженням. Практична цінність вирішення такої задачі в тому, що для створення швидкісних глісерів необхідно забезпечити таку конструкцію його робочої поверхні, при якій опір води був би мінімальний а регенерація хвильової енергії максимальна. Цього можна досягнути, якщо правильно вибрати кути взаємного розміщення площин дна, або реданів. Ефективність дії таких пластин (плит) як засобу керування посадкою глісуючого судна та зниження його опору залежить також від відносного навантаження та відносного положення центру тяжіння по довжині системи.

Розглядається двовимірною математичною моделлю у вигляді системи сингулярних інтегральних рівнянь відносно розподілів тиску, яка нелінійна по відношенню до змочених довжин ділянок профілів. Для розв'язання системи інтегральних рівнянь використовується чисельний метод дискретних особливостей. Нелінійна задача по визначенню змочених довжин вирішується за допомогою процедури послідовної мінімізації – найменшими квадратами та багатовимірним пошуком по Нелдеру та Міду. Запропонований чисельний алгоритм може бути основою для обчислювального блоку автоматичного керування системою використання хвильової енергії.

Ключові слова: екологічні системи, використання енергії хвиль, математичне моделювання, система глісуючих профілів, сингулярні інтегральні рівняння

Література

1. Макасеєв М.В., Лисак А.В. Використання та регенерація хвильової енергії системою глісуючих профілів//Приладобудування 2003: стан і перспективи. Тези доповідей. - Київ, НТУУ “КПІ”. - 2003. - С.106-107

УДК 621.307.13

СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ

¹⁾Порєв В.А., ²⁾Морозова І.В., ¹⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна ²⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

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, що характеризуються:

- крайньою неоднорідністю по об’єму термохімічних реакцій, що протікають, і, як наслідок, ведуть до утворення великої кількості канцерогенних шлаків, що не переробляються;
- виділенням у процесі піролізу шкідливих викидів – хлору, фтору, з’єднань сірки, що важко видаляються і підлягають подальшій утилізації.

Ці недоліки характерні для комплексів розробки середини 80-х початку 90-х років минулого століття, тому що технології утилізації побутових відходів розвивалися в період, коли ще норми викиду газової складової не були такими жорсткими. Однак зараз вартість газоочистки на сміттєспалювальних заводах різко зросла. Багато сміттєспалювальних підприємств є збитковими. Через це розробляються такі нові способи переробки побутових відходів, що дозволили б утилізувати і вдруге використовувати цінні компоненти, що містяться в них, і при цьому приносити прибуток.

Наприкінці 90-х років минулого століття – початку 2000-х років з’явилися установки високотемпературного піролізу під тиском з окислюванням чистим киснем, у яких вирішені проблеми екології і практично повної утилізації.

Як і їхні попередники, ці установки вимагають на проведення піролізу одного кг органіки спалити до двох кг деревних відходів, що не рентабельно з погляду чисто комерційного підприємства. Крім того, реалізовані на цьому устаткуванні екологічні заходи дуже витратні і не завжди дають повторюваність результатів.

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 пірометра (ТП).

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. Зокрема, в даному випадку за допомогою ТП 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, телевізійна пірометрія.

УДК 532.13

ОЧИСТКА СТИЧНИХ ВОД ВІД НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ

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

Однією з важливих проблем у нафтовій і нафтохімічній промисловості є очищення виробничих стічних вод, що містять нафтопродукти. Ця проблема також актуальна на автотранспортних підприємствах після процесу миття автомобілів.

Для очищення води використовують такі біологічний, мембранний, механічний та фізико-хімічні методи. Найбільш ефективним методом для очищення води від нафти та нафтопродуктів є фізико-хімічний метод – флотація, з додаванням реагентів або без них.

На основі проведеного огляду методів очистки нафтовмістних стічних вод, зокрема флотаційного, була запропонована флотаційна машина з коалесцентним фільтром, в якій вода, під надлишковим тиском, що подається насосом, потрапляє у першу камеру, де відбувається турбулізація і підсмоктування повітря з атмосфери. Далі відбувається утворення мілкодисперсних пухирців за рахунок роздроблення пухирців повітря, що засмоктуються з атмосфери. На мікро пухирцях утвореного повітря адсорбуються частинки забруднень, у тому числі і нафтопродукти, що створює пінний шар, який самостійно переливається через пінний поріг, потрапляє в жолоб, а тонкоемульгованні нафтопродукти уловлюються коалесцентним фільтром. Очищена вода виводиться в резервуар чистої води.

Коалесцентний фільтр значно спрощує флотаційну машину, адже завдяки наявності фільтру з води видаляються нафта і нафтопродукти без використання додаткових фільтрів для доочистки. При цьому, значно збільшується швидкість фільтрації та підвищується продуктивність. Обробка води проходить в закритих ємностях – це забезпечує санітарну якість води. Таким чином забезпечується більш швидкісна і повна фільтрація по видаленню нафтопродуктів та забезпечується санітарна якість води.

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

УДК 562 (570)

АНАЛІЗ РОБОТИ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ЕЛЕКТРОАКТИВАТОРІВ

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

Побутові електролізери забезпечують необхідну якість питної води, яка відповідає встановленим нормативам, мають відносно невелику вартість приладу та його обслуговування, прості у використанні.

В основі роботи електроактиваторів лежать два види процесів, що доповнюють один одного: електродні, які протікають при електролізі водних розчи-

нів, і процеси переносу електрики іонами в об’ємі електроліту (електролітична міграція іонів).

Час обробки в електролізері визначається датчиком температури. Параметр температура знаходиться в лінійній залежності від значення водневого показника, величина якого приймається за критерій якості обробленої води.

В роботі була проаналізована залежність між температурою та величиною pH . Встановлено, що в результаті нерівномірного прогріву шарів води в об’ємі електролізеру характер залежності змінюється. Це має особливе значення для сильно концентрованих розчинів коли спостерігається збільшення в’язкості в результаті зменшення рухомості іонів. Кінцевим результатом відхилення від лінійності є погіршення точності вимірювання, а, відповідно, погіршення якості електроактивованої води.

Запропоновано використання датчика електропровідності з вмонтованою системою термокомпенсації в якості системи керування процесом електроактивації. Покази датчику, солеміст ($мг/л$), мають пряму залежність з критеріями якості питної води.

Таким чином, компенсується вплив дестабілізуючих факторів і суттєво підвищується точність аналізу якості електроактивованої води.

Ключові слова: електролізер, електроактивація, водневий показник, електропровідність.

УДК 562 (570)

СПОСІБ КОМПЕНСАЦІЇ ВПЛИВУ ІОНІВ ВОДНЮ ПРИ КОНДУКТOMETРИЧНОМУ МЕТОДІ АНАЛІЗУ

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

Кондуктометричний метод аналізу широко застосовується в різних галузях виробництва, дозволяє з високою точністю і чутливістю проводити аналіз рідин як в концентрованих, так і в розбавлених розчинах. Причому прилади, що використовуються порівняно прості за конструкцією. Але для ряду виробничих процесів використання кондуктометричного методу є неможливим через накладені на нього обмеження. Зокрема, при аналізі кислих або лужних середовищ, рідин, що містять елементи корозії, тощо, виникає похибка, що зумовлена впливом величини pH середовища.

В роботі показана необхідність внесення поправки на провідність іонів водню та гідроксогруп.

Використовуючи основні положення теорії Дебая – Хюккеля – Онзагера був проведений розрахунок і виведена залежність зміни рухомостей іонів водню від величини pH . Виявлено, що при значенні pH від 0 до 2 значення активностей будуть від’ємними. Це може бути пояснено утворенням комплексних аніонів,

що містять водень. Ці аніони переносять водень не до катоду, а до аноду, що спотворює результати обчислень.

За допомогою функції перетворення кондуктометричного датчику була введена залежність зміни електропровідності від величини pH . Реалізацію цих залежностей запропоновано проводити за допомогою представленої функціональної схеми вимірювального комплексу. Вона може використовуватись для широкої номенклатури вимірювальних пристроїв і дозволяє зняти ряд обмежень які накладені на кондуктометричні пристрої через залежність показів від величини pH .

Ключові слова: кондуктометрія, активність, електропровідність.

УДК 532.13

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДАЛЕННЯ ЗАЛІЗА З ПРИРОДНИХ ВОД

Трасковський В.В., Лисенко Т.Ю., Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна.

В природних умовах вода ніде не існує в хімічно чистому вигляді (H_2O), в ній завжди присутні ті чи інші речовини, з якими вона взаємодіє в процесі свого кругообігу. Перевищення допустимого вмісту іонів заліза в воді завжди є негативним, а в деяких випадках робить її непридатною для використання. Існує ряд виробництв для яких є небезпечним навіть мізерний вміст заліза. Щодо питної води, то по ГОСТу 2874-82 іонів заліза не повинно бути більше 0,3 мг/л.

В природних водах іони заліза існують в вигляді: гідрокарбонатів, сульфатів, хлоридів, фосфатів і в гуминовому комплексі.

Основні методи видалення заліза з води зводяться до його окислення Fe^{2+} в Fe^{3+} і осаду в вигляді гідроокису. Знезалізнення проводиться фільтруванням у сполученні з одним із методів попередньої обробки: спрощеною аерацією, хлоруванням, коагулюванням і відстоюванням, лугуванням.

З метою удосконалення технології видалення заліза з води запропонована напірна знезалізняюча установка з двосекційним фільтром, в якій вода, під впливом напору, що подається насосом, потрапляє в змішувач, де відбувається її насичення киснем. Далі вода подається в верхню секцію фільтру – попередній фільтр, де проходить її часткове знезалізнення. Знезалізнена вода збирається дренажем і подається в нижню секцію фільтру, де відбувається остаточне очищення води від залишків окису заліза.

Напірний двосекційний фільтр значно спрощує установку знезалізнення води, адже завдяки наявності двох секцій з води повністю видаляється залізо без використання додаткових фільтрів для доочистки. При цьому, значно збільшується швидкість фільтрації та підвищується продуктивність. Обробка води проходить в закритих ємностях – це забезпечує санітарну якість води, що

дозволяє її не хлорувати. Знезалізнена вода подається безпосередньо в бак водонапірної башти.

Таким чином забезпечується більш швидкісна і повна фільтрація по видаленню іонів заліза та забезпечується санітарна якість води.

Ключові слова: залізо, знезалізнення, напірна знезалізнююча установка, двосекційний фільтр, подуктивність, швидкість фільтрації.

УДК 543.426

ОСОБЛИВОСТІ РЕНТГЕНОСПЕКТРАЛЬНОГО ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛІЗУ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ЗРАЗКІВ

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

Основні переваги рентгенофлуоресцентного методу аналізу (РСФА) речовин і матеріалів – універсальність (можна визначати вміст елементів від $9F$ до $92U$ у діапазоні концентрацій 10-3...100%), експресність (10...15 хвилин для аналізу будь-якого багатокомпонентного зразка) і високий ступінь комп'ютеризації. Ці переваги досягнуто завдяки відмінним аналітичним характеристикам сучасної рентгеноспектральної апаратури й розробленому методичному та програмному забезпеченню.

У доповіді розглянуто особливості сучасного етапу розвитку апаратури для РСФА, зокрема, рентгенівських спектрометрів, що працюють за принципом повного зовнішнього відбиття рентгенівського випромінювання, а також апаратури, розробленої в Україні.

Щодо серійно виготовлюваних різними фірмами приладів для РСФА досліджено питання стабільності вимірюваних аналітичних сигналів, надійні значення границь виявлення елементів у різних діапазонах рентгенівського спектра, особливості збудження, виділення та реєстрації рентгенівського характеристичного випромінювання в багатокомпонентних зразках.

Окреслено основні напрями, за якими удосконалюють методичне забезпечення. Детально розглянуто поточний стан методу фундаментальних параметрів, його спрощених варіантів, а також емпіричні та напівемпіричні методи РСФА, створені в рамках феноменологічного підходу. Описано переваги й недоліки цих методів, межі застосування, можливості різних варіантів „безеталонного” методу.

У РСФА важливе значення має оптимальна відлагоджена процедура пробопідготовки, особливо для порошкових матеріалів. Проаналізовано сучасні заходи усунення, компенсації або врахування ефектів мікроабсорбційної неоднорідності, застосовувані для РСФА багатокомпонентних порошкових матеріалів.

Подано особливості та переваги сучасних способів підготовки проб на основі так званої „хімічної” обробки, тобто концентрування шляхом екстракції, осадження, сорбції на фільтрах або твердих носіях.

Викладено принципи одержання метрологічних характеристик методик РИФА та наявний досвід акредитації аналітичної лабораторії на основі європейського стандарту EN 17025.

Ключові слова: рентгеноспектральний флуоресцентний аналіз.

УДК 543.27.08

МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ КОМІРОК З УРАХУВАННЯМ РЕАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ

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

Проблеми розробки нових зразків обладнання для вдосконалення та реалізації електрохімічних методів аналізу газових середовищ вимагають уточнення розрахункових оцінок параметрів чутливих елементів, тобто електрохімічних комірок, відповідних приладів.

Зручною методикою дослідження електрохімічних комірок, так само, як і різних інших електричних систем зі складними внутрішніми процесами, є їх моделювання еквівалентними схемами, які загалом можуть містити такі стандартні елементи: активні (резистори), реактивні (індуктивність, ємність), джерела електрорушійної сили (ЕРС) та струму. Однак наведені в науково-технічній літературі еквівалентні схеми електрохімічних комірок не відбивають суттєвих особливостей реальних процесів, що відбуваються в цих пристроях за різних режимів функціонування електрохімічних аналізаторів. У поданій роботі запропоновано нові еквівалентні схеми для двоелектродної електрохімічної комірки в стаціонарному й перехідному режимах.

На основі аналізу прохідних і вихідних характеристик електрохімічної комірки складено еквівалентну схему комірки в стаціонарному режимі. Схема містить послідовно з'єднані ідеальне джерело ЕРС (з внутрішнім опором, що дорівнює нулю) і резистор, величина опору якого дорівнює внутрішньому опору комірки. Вплив температури навколишнього середовища на результати вимірювання враховано відповідною залежністю ЕРС та внутрішнього опору від температури.

На основі аналізу перехідних характеристик зсуву та концентрації електрохімічної комірки й використання інтегральних перетворень Лапласа, Фур'є та формули Рімана-Мелліна розв'язано задачу синтезу еквівалентних схем двоелектродної електрохімічної комірки в перехідному режимі. Загалом еквівалентна схема комірки в цьому випадку містить певний набір паралельно з'єднаних **RC** кіл, причому графічне зображення лінійчатої спектральної функції такої схеми має стільки лінійок, скільки зазначених кіл увійшло до схеми. Суцільний

спектр відповідає нескінченній кількості RC кіл в еквівалентній схемі. Практично з достатньою точністю можна обмежитись чотирма RC колами в еквівалентній схемі.

Розроблені еквівалентні схеми враховують, зокрема, такі явища, як інерційність процесу виходу комірки на робочий режим і нелінійність залежності її внутрішнього опору від вмісту аналізованого газу.

Ключові слова: електрохімічна комірка, еквівалентна схема.

УДК 532.5:629.5

УДК 543.27.08

ОСОБЛИВОСТІ ЕКВІВАЛЕНТНИХ СХЕМ ТРЬОХЕЛЕКТРОДНИХ ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ КОМІРОК

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

Потреби розробки сучасних засобів екологічного моніторингу навколишнього середовища, зокрема, вимірювання небезпечних для здоров'я людини концентрацій газів стимулюють розвиток і вдосконалення приладів для виконання відповідних досліджень щодо електрохімічних методів аналізу. На перший план виходять питання точності вимірювань навіть за рахунок певного ускладнення конструкції приладів.

У поданій роботі відзначено, що найпростіша з конструктивної точки зору двохелектродна електрохімічна комірка, яка є чутливим елементом (сенсором) електрохімічних газоаналізаторів, має істотний недолік, а саме – нелінійну залежність струму, за величиною якого й визначають концентрацію газу, від власне концентрації аналізованого газу, що ускладнює задачу точного вимірювання концентрації.

Описаний недолік можна усунути, якщо замість двохелектродної комірки застосувати трьохелектродну. Уводячи в конструкцію чутливого елементу третій – порівняльний – електрод, можна практично виключити вплив падіння напруги на внутрішньому опорі комірки, яке залежить від концентрації вимірюваного газу.

Джерело опорної напруги через прямий вхід операційного підсилювача задає зміщення електрохімічної комірки (напруга між робочим та допоміжним електродами). Порівняльний електрод через інверсний вхід також підключають до операційного підсилювача. Тепер, регулюючи напругу зміщення, можна підтримувати різницю потенціалів між порівняльним і робочим електродами рівною величині опорної напруги.

У колі порівняльного електрода тече незначний струм, визначений вхідним опором операційного підсилювача, тому різниця потенціалів між порівняльним і робочим електродами залежить лише від падіння напруги всередині електрохімічної комірки, а точніше, в зоні робочого електрода.

Отже, в еквівалентній схемі трьохелектродної електрохімічної комірки існує опір, який є частиною внутрішнього опору комірки й водночас належить також колу порівняльного електрода.

Аналіз еквівалентної схеми трьохелектродної комірки доводить, що, залежно від концентрації аналізованого газу, потенціали допоміжного та порівняльного електродів змінюються однаково відносно потенціалу робочого електрода, а різниця потенціалів між допоміжним та порівняльним електродами не залежить від концентрації газу.

Ключові слова: електрохімічна комірка, еквівалентна схема.

УДК 517.94

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ З ЕВОЛЮЦІЄЮ СТИБКА ПОТОКУ ДЛЯ СКЛАДЕНИХ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

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

У сучасному приладобудуванні широко використовують різноманітні напівпровідникові пристрої, зокрема, як чутливі елементи в газоаналізаторах і газосигналізаторах, у рентгенофлуоресцентних спектральних аналізаторах тощо. Рациональним шляхом розробки нових напівпровідникових пристроїв є комп'ютерне моделювання на базі спеціально створюваних математичних моделей фізико-хімічних процесів, що відбуваються в цих пристроях.

Наразі моделі фізики напівпровідників привели до необхідності вивчати нові, неklasичні нелінійні диференціальні й інтегродиференціальні рівняння з частинними похідними, які називають рівняннями типу Соболева та рівняннями псевдопараболічного типу, і крайові задачі для них. Згадані рівняння використовують для описання фізичних явищ у кристалічних і рідких напівпровідниках, у напівпровідникових сегнетоелектриках, у системах типу „провідник-напівпровідник” тощо. В останньому випадку формулюють неklasичні нелінійні динамічні граничні умови, зокрема, псевдопараболічного типу.

Додаткові труднощі виникають, коли доводиться моделювати процеси у складених багат шарових напівпровідникових структурах, наприклад, таких, як розроблений фірмою Motorola для пристроїв пам'яті композитний матеріал SONOS (Semiconductor Oxide Nitride Oxide Semiconductor, тобто „напівпровідник-діелектрик-нітрид-діелектрик-напівпровідник”), адже в різних шарах відбуваються процеси, описувані рівняннями різних типів, так що на поверхнях розділу шарів треба задавати фізично виправдані умови спряження цих рівнянь.

У поданій роботі розглянуто ситуацію, коли один зі складових шарів, виконаний із напівпровідникового матеріалу, є досить тонким порівняно з сусідніми, а математичну модель для нього реалізовано у вигляді крайової

задачі для нелінійного псевдопараболічного рівняння типу Бенджаміна–Бона–Махоні. Ураховуючи малу товщину цього шару, можна усереднити таке рівняння за просторовими змінними та вивести з нього нелінійну еволюційну умову спряження, яка замінить це рівняння в загальній математичній моделі. Отже, з фізичного погляду описаний шар інтерпретовано як тонку плівку (двобічну поверхню) з певними особливими властивостями. З математичного погляду вихідну математичну модель спрощено за рахунок зменшення кількості рівнянь на одиницю. Виведена умова спряження містить диференціювання стрибка нормальної похідної шуканої функції, тобто потоку, за часовою змінною.

Ключові слова: напівпровідник, математична модель, крайова задача.

УДК 543.271.08+535.379

**ПЕРВИННИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ
ГАЗОАНАЛІЗАТОРА ОКСИДІВ АЗОТУ З ПОКРАЩЕНИМИ
МЕТРОЛОГІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ**

*Миндюк Я. Л., Вольниченко Ю. В., Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

В навколишньому середовищі і в викидах транспортних засобів міститься велика кількість оксидів азоту NO_x , що обумовлює здійснювати контроль їх з високою точністю вимірювання.

Вимірювання концентрації оксиду азоту в первинному вимірювальному перетворювачі (ПВП) базується на використанні хемілюмінесцентного методу аналізу. При цьому аналізуєма газова суміш (АГС), що містить NO_x , за допомогою електродуги нагрівається до температури дисоціації компонентів, що містять кисень. Потім (АГС) охолоджують зі швидкістю ($10^6 - 10^8$ град/с) і формують тонкий ламінарний струмінь, який подається в реакційну камеру, де проходить хемілюмінесценція. Після вимірювання інтенсивності хемілюмінесцентного випромінювання і обробки отриманої інформації отримують концентрацію NO_x в АГС.

Особливістю конструкції ПВП є те, що реакційна камера виконана із матеріала, який має високий коефіцієнт відбиття хемілюмінесцентного випромінювання в великому тілесному куті, після чого весь потік хемілюмінесцентного випромінювання через світлофільтр направляється на фотоприймач.

Підвищення точності і чутливості вимірювання забезпечується за рахунок суттєвого підвищення квантового виходу хемілюмінесцентного випромінювання і фотоелектричної реєстрації всього потоку хемілюмінесценції.

Ключові слова: первинний вимірювальний перетворювач, хемілюмінесцентне випромінювання, реакційна камера, фотоелектрична реєстрація.

УДК 543.43.001

НЕФЕЛОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗАТОР ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

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

Експресний аналіз гранулометричного складу порошкових матеріалів є актуальним в різноманітних технологічних процесах, де застосовуються порошкові матеріали.

В основі роботи нефелометричного аналізатора гранулометричного складу порошкових матеріалів (НАГСПМ) покладено метод, що базується на вимірюванні кутових залежностей інтенсивності світлорозсіювання $I_p(\theta)$ в широкому діапазоні варіацій гранулометричного складу частинок порошкового матеріалу. Для вирішення цієї задачі використовується інформація про структурочутливу функцію інтенсивності світлорозсіювання $\theta^2 I_p(\theta)$, що дозволяє визначити модальний розмір r_m і відносну півширину δ_m функції розподілу $f(r)$ частинок за розмірами

$$\lg r_m = A \lg \theta_m + B \quad (1)$$

$$\lg \delta_m = C(r_m \lg \frac{I_p(\theta_m)}{I_p(2\theta_m)} + D(r_m), \quad (2)$$

де θ_m - значення кута розсіювання випромінювання, що відповідає максимуму структурочутливої функції $\theta_m^2 I_p(\theta_m)$; A, B - константи, $C(r_m), D(r_m)$ - коефіцієнти; $I_p(\theta_m), I_p(2\theta_m)$ - інтенсивності розсіяного випромінювання при кутах розсіювання θ_m і $2\theta_m$.

Структурочутлива функція $\theta^2 I_p(\theta)$ реалізована в НАГСПМ відповідною конструкцією фотоелектричного перетворювача, світлочутлива площадка якого виконана у вигляді зон, кожна із цих зон задовольняє умовам

$$\theta_{j+1} = k\theta_j; S_{j+1} = k^2 S_j; k > 1, \quad (3)$$

де θ_j - кути розсіювання випромінювання, які визначають геометричні центри j -ї зони; S_j - сумарна площа j -ї зони; k - константа, яка визначається кількістю зон і діапазоном кутів розсіювання. Сигнали, що знімаються зі всіх зон фотоелектричного перетворювача обробляються вторинним вимірювальним перетворювачем НАГСПМ в реальному масштабі часу згідно з (1) і (2), і визначаються параметри гранулометричного складу порошкових матеріалів r_m і δ_m .

НАГСПМ дозволяє здійснювати з високою точністю експресний аналіз гранулометричного складу порошкових матеріалів в діапазоні розмірів частинок від 0,5 мкм до 560 мкм.

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

УДК 543.681.2

ПЕРВИННИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ ВИЗНИЧЕННЯ ДВООКИСУ ВУГЛЕЦЮ

*Миндюк Я.Л., Берьозкін О.В., Національний університет України “Київський
політехнічний інститут”, м. Київ, Україна.*

Широке застосування різноманітних транспортних засобів призводить до викидів великої кількості шкідливих речовин, в тому числі двоокису вуглецю. Тому контроль концентрації двоокису вуглецю є актуальною задачею, а крім того цей контроль необхідно здійснювати при регулюванні роботи двигунів.

Вимірювання концентрації двоокису вуглецю в первинному вимірювальному перетворювачі (ПВП) базується на абсорбційному методу аналізу в інфрачервоній частині спектру.

Важлива вимога до конструкції ПВП – несоосність оптичної осі каналу випромінювання з віссю кювети, що дозволяє підвищити чутливість випромінювання та зменшити габарити за рахунок збільшення оптичного ходу випромінювання в вимірювальній камері. В вимірювальній камері встановлено фільтр для формування необхідної області спектра, в якій забезпечуються найкращі умови вимірювання.

Запропонований ПВП дозволяє суттєво підвищити чутливість вимірювання концентрації двоокису вуглецю, при цьому зменшити габарити і масу газоаналізатора двоокису вуглецю і може бути застосованим в різноманітних абсорбційних газоаналізаторах

Ключові слова: первинний вимірювальний перетворювач, вимірювальна камера, оптичний фільтр, викиди транспортних засобів.

УДК 519.246

ДОСЛІДЖЕННЯ СПЕКТРІВ ОДНОМІРНИХ ФУНКЦІЙ РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ

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

Будь-який сигнал, що несе інформацію, так само, як і вплив перешкод на корисний сигнал, можна вважати випадковим. Спотворення сигналу та вплив перешкоди зменшують ймовірність правильного прийому переданого повідомлення.

Сучасна теорія для опису випадкових процесів (корисних сигналів, шумів, перешкод, випадкових похибок тощо) пропонує інтегральні функції розподілу ймовірностей випадкових процесів та щільності розподілу ймовірностей випадкових процесів (функції розподілу). Останні є більш зручними, тому частіше використовуються.

В простішому випадку функції розподілу є одномірними, але складні нестационарні випадкові процеси описуються багатомірними функціями розподілу. Проте замість багатомірних функцій розподілу можна використувати одномірні залежні функції розподілу. В зв'язку з цим викликає інтерес дослідження саме одномірних функцій розподілу, котрі описують поведінку будь-яких випадкових сигналів.

При вирішенні теоретичних і практичних задач, пов'язаних з випадковими сигналами, що описуються функціями розподілу, оцінюється проходження цих сигналів через різні кола. В цьому випадку дуже інформативним є використання спектральних методів. Тому запропоновано застосувати спектри функцій розподілу, котрі є дуже інформативними при вирішенні задач проходження випадкових сигналів через кола.

Спектри функцій розподілу мають свої особливості, дослідження котрих являє собою окрему наукову задачу.

При аналітичних розрахунках певний інтерес являють собою вирази для модуля і аргументу цього спектра, які отримані в роботі. Показано, що комплексний спектр функції розподілу випадкового процесу, а також його модуль та аргумент, зручніше використовувати у відносному вигляді. Приведені сімейства відносних спектрів амплітуд і фаз.

Отримані сімейства спектрів амплітуд і фаз. Хід спектра амплітуд в значній мірі залежить від значень ексцесу та коефіцієнта симетрії. Приведений графік залежності частот нульових точок від ексцесу для негативних і позитивних частот. Зроблений висновок, що функція розподілу може мати ексцес в границях від 0 до ∞ , а не від 1 до ∞ як це стверджується в літературі.

Визначені екстремуми відносного спектру амплітуд. Отриманий графік залежності екстремального значення спектра амплітуд від ексцесу.

Ключові слова: функція розподілу, спектри амплітуд і фаз, ексцес.

УДК 519.246

ЗАЛЕЖНІ ФУНКЦІЇ РОЗПОДІЛУ ВИПАДКОВИХ ПРОЦЕСІВ

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

Аналітичним виразом законів розподілу є функції розподілу, котрі звичайно є функціями цілочисельного або безперервного аргументу. Функції розподілу можуть мати інтегральну і диференціальну форми. Найбільш часто використовується диференціальна форма – щільність ймовірності випадкового процесу (функція розподілу). Вважається, що для конкретного процесу функція розподілу є постійною і має постійні параметри у вигляді моментів розподілу. При цьому момент першого порядку або математичне сподівання (середнє значення) випадкової величини характеризує тільки розташування кривої розподілу, а не її геометричні особливості. Разом з тим у деяких теоретичних і

практичних задачах, пов'язаних з аналізом випадкових процесів, форма кривої розподілу може залежати саме від розташування кривої розподілу на вісі випадкової величини. Такі функції розподілу можна назвати залежними. Залежні функції розподілу мають свої особливості.

Випадкові процеси в загальному випадку діють разом з детермінованими, які якраз в основному і визначають середнє значення випадкової величини. Наприклад, регулярний сигнал, проходячи через канал, складається з шумами і перешкодами і не спотворює форми їх законів розподілу. Але цей зв'язок може бути і більш складним, якщо процес пов'язаний з впливом на крутість амплітудної характеристики підсилювача з боку випадкового або детермінованого сигналу, особливо якщо амплітудна характеристика має ознаки нелінійності.

Будь-яка функція розподілу може мати параметричну форму, тобто коли аргументами є середнє значення і середньоквадратичне значення. Деякі функції розподілу використовуються тільки в параметричній формі. Параметрична форма функції розподілу є зручною для математичного опису її залежності.

Залежна функція розподілу змінює свою форму в залежності від розташування на вісі значень випадкових величин, або в залежності від середнього значення. В загальному випадку змінюються всі параметри кривої розподілу, тобто всі центральні моменти, серед яких виділяються другий, третій і четвертий як такі, що найбільше впливають на форму кривої розподілу. Але найбільш важливою характеристикою закону розподілу, що визначає вплив на процес, є середньоквадратичне відхилення випадкової величини.

Для складної залежності використовується спектральне уявлення функції розподілу з наступним переходом до самої функції розподілу.

Залежна функція розподілу в загальному вигляді тотожна n -мірній функції розподілу при n , що прагне до нескінченності. Це дозволяє перейти від n -мірної функції розподілу до одомірної з спрощенням відповідної математичної моделі.

Ключові слова: функція розподілу, залежність, параметрична форма.

УДК 531.748

ДВОКООРДИНАТНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ КУТА

Груданов А.Н., Медяний Л.П., Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

У багатьох галузях техніки необхідні вимірювання кута. Точні вимірювання, де поріг чутливості сягає однієї кутової секунди, є не простою задачею. Коли ж ставиться вимога мінімального механічного впливу на об'єкт вимірювання, задача ускладнюється ще більше.

Такі вимірювання можна здійснити за допомогою оптико-електронного двокоординатного перетворювача кута, який складається з оптичного датчика й

електронної схеми обчислення. Малогабаритний датчик побудовано із застосуванням автоколімаційної оптичної схеми з напівпрозорим дзеркалом, чотириквандрантного кремнієвого фотоприймача, арсенід галієвого випромінювача, діафрагми з квадратним отвором. Об'єктивом перетворювача зображення квадратної діафрагми проектується на безконечність. На об'єкті, кут якого вимірюється, розташовано дзеркало. Автоколімаційне зображення сприймається чотириквандрантним фотоприймачем і підсилювачем $I \rightarrow U$, перетворюється у чотири сигнали - напруги U_A, U_B, U_C, U_D . Ці сигнали надходять в обчислювач, який виробляє напруги U_X і U_Y , відповідні кутам α_X і α_Y , згідно алгоритму

$$U_X = (U_A + U_B) - (U_C + U_D), U_Y = (U_A + U_D) - (U_B + U_C).$$

Обчислювач виконано у двох варіантах: аналоговий – на операційних підсилювачах по схемі повного суматора, цифровий - на мікроконверторі AduC824.

Технічні характеристики

Діапазон перетворення	$\pm 1800'' (\pm 30')$;
Чутливість	1 мВ/кут. с;
Поріг чутливості	$\leq 0,5''$;
Взаємовплив каналів	$\leq 0,05\%$;
Нелінійність	$\leq 0,05\%$;
Автоколімаційне дзеркало (діаметр)	≥ 5 мм,
Відстань до об'єкта	≤ 20 мм;
Габарити датчика	$\varnothing 32 \times 50$.

Ключові слова: вимірювання кута, автоколімаційна оптична схема, чотириквандрантний фотоприймач, променевий діод.

УДК 62-55:681.515

АВТОМАТИЧНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ІЗ ЦИФРОВИМИ НЕЧІТКИМИ РЕГУЛЯТОРАМИ

Білан А.М., Військовий інститут телеінформацій Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Надто актуальною задачею є розробка автоматів та систем автоматичного керування параметрами промислових пристроїв на базі сучасних досягнень науки та техніки. Рішення цієї задачі дозволяє істотно підвищити не тільки якість продукції, продуктивність праці, якість та точність керування, але й дає можливість виконувати операції із швидкістю, недоступною для людини та, що особливо важливо у наш час, покращити екологічний стан навколишнього середовища. Автоматичні системи керування із цифровими нечіткими регуляторами процесу одержання, розподілу та використання теплової енергії дозволять значно економити паливо.

Детально проаналізована структурна схема системи автоматичного керування трубчастої печі із двома потоками сировини для підігріву нафтової сировини перед її переробкою. У такій печі сировина перекачується через два паралельних змійовики, кожний із яких підігрівається газовими горілками в загальній тепловій камері. Керування температурою підігріву сировини відбувається за допомогою потоку палива, що подається до газових горілок. Так як кожен змійовик сприймає тепло як від ”своїх”, так і від ”чужих” горілок, то виникає перехресний зв’язок в об’єкті керування. Симетрія конструкції об’єкту керування визначає симетрію його динамічних каналів. Це дозволяє одержати просту розрахункову схему керування, яка містить у собі виконуючий пристрій. У якості виконуючого пристрою звичайно використовують пристрої типу електродвигун та клапан. Розроблена структурна схема системи автоматичного керування із цифровим нечітким регулятором температури нафтової сировини на виході трубчастої печі із двома потоками сировини дозволила виконати чисельний аналіз запропонованої системи. Для аналізу використовувалися параметри передаточної функції, яка одержана по експериментальним даним для прямих та перехресних каналів.

Результати математичного моделювання підтверджують високу ефективність роботи двомірної системи автоматичного керування, яка використовує цифрові нечіткі регулятори, та доцільність широкого застосування таких регуляторів у подібних системах автоматичного керування.

Ключові слова: автоматична двомірна система керування, трубчаста піч із двома потоками сировини, цифровий нечіткий регулятор.

УДК 543/43/001: 541/182.2/3

ПЕРСПЕКТИВНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ ПРИЛАДІВ – GaAs СОНЯЧНІ КОМІРКИ

¹⁾Будник А.П., ²⁾Білан М.А., ¹⁾Інститут фізики Національної академії наук, м. Київ, Україна, ²⁾Національний технічний університет України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна

Технологія виготовлення напівпровідникових тонкоплівкових фотоелементів неперервно розвивається. Це дозволило отримати високоефективні сонячні елементи (СЕ) на основі арсеніду галію та його сполук. У багатоперехідних структурах коефіцієнт корисної дії таких комірок сягає 30-40%, у той час як у кремнієвих – лише 10-15%. Сонячні батареї на основі GaAs застосовуються для живлення космічних апаратів і окремих наземних систем, особливо у віддалених регіонах.

В роботі проведено порівняння експлуатаційних характеристик кремнієвих і арсенід галієвих СЕ, і доводиться перевага останніх. Подано огляд технологій вирощування GaAs СЕ з різною структурою: багатоперехідних, з квантовими

ямамами. Розглянуто особливості роботи таких елементів, подано аналітичні вирази основних параметрів.

Запропоновано застосувати сонячні батареї на основі GaAs СЕ в системах живлення датчиків розподілених систем екологічного моніторингу. Вони можуть бути як додатковим джерелом енергії у комбінованих системах живлення, так і основним, наприклад, при постійному контролі стану повітря над акваторіями чи посівами сільськогосподарських культур. Дано рекомендації щодо оптимального навантаження таких систем живлення.

Ключові слова: GaAs сонячні елементи, системи екологічного моніторингу.

УДК 543.681.2

ВИКОРИСТАННЯ ТОНКОПЛІВКОВИХ ЧУТЛИВИХ ЕЛЕМЕНТІВ В СУЧАСНИХ ГАЗОАНАЛІЗАТОРАХ

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

На сучасному етапі в результаті розвитку промисловості виникла необхідність контролювати багато речовин і їх сполук, які не тільки забруднюють атмосферу, а й завдають шкоди здоров'ю людини. Тому дуже актуальною є розробка дешевих та надійних приладів газового аналізу.

Дуже перспективною є розробка газоаналізаторів на основі тонкоплівкових чутливих елементів, принцип дії яких базується на фото колориметричному методі. В результаті взаємодії з газом тонкоплівкове покриття чутливого елемента змінює свій колір.

Був проведений ряд експериментів, суть яких полягала в тому, що на підложку з кварцового скла наносили відповідне тонкоплівкове покриття, яке при взаємодії з газом змінювало свої спектральні характеристики в залежності від концентрації аміаку і хлористого водню.

Склад компонентів для чутливої плівки:

1) для аміаку: тетрабутоксититан, флуоресцеїн, ацетон, ізопропиловий спирт;

2) для хлористого водню: КО-85, АГМ-9, бромкрезоловий синій, ацетон.

Досліди показали, що оптимальна кількість чутливих шарів для аміаку – 6, а для хлористого водню – 8. Аміак найкраще всього аналізувати в тій області спектру видимого випромінювання, яка відповідає синьому кольору, а хлористий водень – червоному.

За даними експериментів час спрацьовування тонко плівкового чутливого елемента складає 10 секунд, а час відновлення – 40 с.

Газоаналізатор, в основу якого покладено тонкоплівкові чутливі елементи може застосовуватись для аналізу великих (0-100 %) і малих (0-0,2 %) концентрацій.

Застосування тонкоплівкових чутливих елементів дає велику перевагу в точності, надійності та універсальності. Адже для аналізу інших газів необхідно змінити лише склад тонкоплівкового покриття (підібрати компоненти, які будуть чутливі до того чи іншого газу).

Ключові слова: тонкоплівковий чутливий елемент, фотоколориметрія, аміак, хлористий водень, область спектру, кількість чутливих шарів.

УДК 53.088.22

МЕТОД КОМПЕНСАЦІЇ ПОХИБКИ СКАНУВАННЯ ОПТИКОАБСОРБЦІЙНИХ ПРИЛАДІВ

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

Відомо, що в газоаналітичній, а саме в оптикоабсорбційних приладах, в яких комутація потоку випромінювання здійснюється за допомогою механічного обтюратора, інструментальна похибка суттєво залежить від похибки сканування.

В таких приладах потік випромінювання проходить через аналізуєму газову суміш, частина енергії поглинається і на виході, після фотоприймача, інформативним параметром є різниця амплітуд сигналу, що пройшов крізь досліджуване середовище та опорного сигналу. Такі імпульси матимуть трикутну форму, це спричинено поступовою зміною інтенсивності потоку випромінювання, їхні вершини досить зашумлені, а різниця між амплітудами в деяких випадках сягає від 0,5 до 1,5% висоти імпульса.

Існуючи методи виділення вимірювальної інформації за допомогою нелінійних систем або розділення сигналів по каналам не забезпечують компенсації похибки сканування, тому точність оптичних приладів, котрі сьогодні використовуються досить обмежена.

Намагання позбутися спотворення форми імпульсів за рахунок заміни механічного обтюратора імпульсними джерелами енергії так само не ефективні через інерційність таких джерел випромінювання.

В докладі запропонований метод віднімання тривалостей імпульсів опорного та аналізуємого. Метод компенсації похибки сканування базується на попередньому підсиленні трикутних імпульсів і відрізанні знизу на заданому рівні. На виході фотоприймача імпульси мають трикутну форму та різну амплітуду, але однакову тривалість. Після обмеження імпульсів знизу їхня тривалість змінюється і стає прямопропорційною висоті імпульса, впливає із геометричних співвідношень в трикутнику. Далі імпульси за допомогою компаратора з невеликим гістерезисом та трігера Шмідта перетворюються на прямокутні, після чого заповнюються високочастотним коливанням і розділені по часу поступають на реверсивний лічильник де відбувається віднімання. Отримана таким чином величина буде прямопропорційна поглиненій аналізуємым компонентом

енргії оптичного потоку і його концентрації в аналізуємій суміші. Метод дозволяє збільшити точність вимірювання на 25-30% порівняно з аналогами.

Ключові слова: спектрофотометр, абсорбція, вимірювання, імпульс, похибка сканування.

УДК 658.56:681.325.5

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ЭТАП ПРОЕКТИРОВАНИЯ СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОГО-ИНФРАКРАСНОГО ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Вовна А.В., Хламов М.Г., Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина

В рамках выполнения программы охраны окружающей природной среды Донецкой области на 2000-2005 года для контроля источников выбросов предложена имитационная математическая модель бездисперсионного измерителя объемной концентрации сажи, оксида и диоксида углерода в выхлопных газах двигателя внутреннего сгорания. При построении модели применен спектрометрический оптико-абсорбционный метод определения концентраций исследуемой газовой смеси.

В пакете прикладных программ MathCAD 2000 Pro проведено моделирование работы блоков газоанализатора: формирование оптических сигналов, имитация функционирования электронных узлов, моделирование основных алгоритмов обработки данных и оценка метрологических характеристик. При имитационном моделировании газоанализатора учтены факторы, влияющие на прохождение инфракрасного излучения: отклонение параметров источников излучения от номинальных, обусловленное нестабильностью источников питания, токов излучателей и потоков излучения; в рабочем канале кроме газовой среды, которая обуславливает поглощение потока, присутствуют такие возмущающие факторы, как дымность и пленка сажи. При моделировании разработан алгоритм компенсации перечисленных факторов, который требуется реализации двух пространственных и четырех частотных каналов.

При разработке имитационной модели была промоделирована работа алгоритмов микропроцессорной системы: алгоритм градуировки и алгоритм масштабирования данных. В результате градуировки установлены параметры алгоритма масштабирования, которые представляют собой степенной полином от четырех независимых переменных: концентрации оксида углерода, давления и температуры исследуемой газовой смеси, а также влияющего параметра - концентрации диоксида углерода. В процессе моделирования оценены метрологические характеристики проектируемого средства измерения. Учтено воздействие температуры окружающей среды на измерительную систему. В целях улучшения метрологических характеристик реализован комплекс мероприятий по уменьшению погрешностей. Использование методов математического моде-

лирования, современных оптических средств и средств современной микроэлектроники позволяет разработать аналитические приборы высокого быстродействия и точности.

Ключевые слова: спектрометрический метод, имитационное моделирование, алгоритмы компенсации погрешностей, метрологические характеристики.

УДК 658.56:681.325.5

ЗОНДОВЫЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ РАСХОДОМЕР ДЛЯ УЧЕТА РАСХОДА ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩЕЙ ЖИДКОСТИ В ТРУБОПРОВОДАХ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

*Корнев В.Д., Горбылев В.В., Донецкий национальный технический университет,
г. Донецк, Украина*

Дефицит и резкий рост стоимости воды и энергоносителей остро ставят проблему рационального использования водо-энергетических ресурсов. В наше время решением задач водоснабжения стало создание и развитие крупных водных систем, появление которых потребовало создания соответствующих СИТ расхода в трубопроводах больших диаметров.

Наиболее часто используются следующие расходомеры: электромагнитные, ультразвуковые и механические.

Основной недостаток механических расходомеров – изнашивание опор и поэтому они не пригодны для веществ, содержащих механические примеси и соли. Механический расходомер представляет собой местное сопротивление в системе водоснабжения.

На погрешность измерения ультразвуковым расходомером оказывает влияние вязкость, плотность и температура измеряемой жидкости, что приводит к изменению скорости ультразвука. Также значительное влияние оказывают паразитные акустические сигналы.

Достоинства электромагнитных расходомеров: независимость показаний от вязкости и плотности измеряемого вещества, отсутствие потери давления, линейность шкалы, высокое быстродействие.

Благодаря отмеченным достоинствам, электромагнитные расходомеры становятся одними из основных приборов для измерения расхода жидкостей в заполненных трубопроводах. Однако следует иметь ввиду, что традиционные электромагнитные расходомеры для труб больших диаметров весьма громоздки, обладают высокой стоимостью и большой энергоемкостью, они обладают невысокой точностью. Поэтому наиболее целесообразно применение зондовых электромагнитных расходомеров с локальным магнитным полем. Эти СИТ, наряду со всеми достоинствами традиционных ЭМР, обладают рядом преимуществ: они технологичны, обладают малыми металлоемкостью, энергопотреблением и стоимостью, весьма удобны в эксплуатации.

Конструктивно расходомер состоит из вводимого в измеряемый поток пер-

вичного измерительного преобразователя и блока преобразователя, к которому жестко прикреплен ПИП. Функциональная схема преобразователя состоит из: тактового генератора, генератора тока, дифференциального усилителя, синхродетектора, интегратора и преобразователя «напряжение-ток».

Ключевые слова: электромагнитный расходомер, расход, трубопровод, ультразвуковой расходомер, плотность, температура, жидкость.

УДК 502.7: 5.74

МОБИЛЬНЫЙ ПРИБОР АНАЛИЗА ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ЧЕЛОВЕКА

*Довженко О.А., Ларин В.Ю., Донецкий национальный технический университет,
г. Донецк, Украина*

В наше время часто возникает задача контроля температуры или различных участков тела человека. Существует предположение, что в некоторые моменты времени температурный гомеостаз нарушается, вследствие каких-либо физиологических процессов, протекающих в организме человека. Для постоянного контроля этих процессов требуется использование определенных технических средств.

В качестве комплекса электронных устройств, использованных в приборе, для контроля температуры в различных точках может быть использован цифровой термометр-термостат DS18S20 (Dallas), который работает в диапазоне температур $-55...+125^{\circ}\text{C}$ и обеспечивает измерение температуры с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$. Датчики устанавливаются на теле человека в контролируемых точках. Информация, снимаемая с этих точек, передается в микропроцессорную систему для анализа с помощью беспроводной линии связи. Оптическая связь не является в данном случае целесообразной из-за возможной дальности передачи сигнала; а непосредственная радиосвязь оказывает негативное воздействие на организм человека, так как она осуществляется на высоких частотах.

Для разрешения данной проблемы в систему введено промежуточное устройство, основной задачей которого является согласование датчиков с приемником. Это устройство расположено в непосредственной близости от датчиков, а, следовательно, можно применить стандартную линию радиосвязи на частотах, не наносящих вреда человеческому организму. Данное устройство передает информацию в главное анализирующее устройство – микро-ЭВМ.

Математическое моделирование процессов и явлений в различных областях науки и техники является одним из основных способов получения новых знаний и технологических решений. Эффективность применения микро-ЭВМ связана в первую очередь с программным обеспечением, как с наличием готовых пакетов системных и прикладных программ, так и со способностью пользователя адаптировать их к решению конкретных задач. Благодаря этому микро – ЭВМ используется для решения математических алгоритмов, позволяющих обрабатывать большой объем данных за короткий промежуток времени. Время,

затрачиваемое на получение и обработку данных, составляет доли секунд и поэтому можно сделать приближение, что результаты, отображаемые на мониторе, получаются в реальном времени. Помимо отображения параметров исследуемого сигнала выполняется их анализ.

Ключевые слова: температурный гомеостаз, многоточечный цифровой термометр, беспроводная линия связи, микропроцессор, математическая модель, анализирующее устройство.

УДК 658.56:681.325.5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИКО-АКУСТИЧЕСКОГО ДЕТЕКТОРА

*Столбовая М.В., Хламов М.Г., Донецкий национальный технический университет,
г. Донецк, Украина*

Донбасс является районом с критическим состоянием окружающей среды. Флора Донбасса чутко реагирует на огромную техногенную нагрузку: за последние десятилетия из растительного мира области исчезло 34 вида. Продолжает снижаться и численность всех видов диких животных, резко уменьшилась рыбопродуктивность внутренних водоемов.

Один из основных загрязнителей окружающей среды – оксид углерода (II) или угарный газ, при малых концентрациях (менее 100 млн^{-1}) не оказывает существенного влияния на высшие растения, а при больших концентрациях (более 750 млн^{-1}) приводит к смертельному исходу для человека.

Наиболее эффективным методом количественного и качественного анализа состава вещества является оптико-акустический метод, основанный на способности вещества избирательно поглощать лучистую энергию.

Предлагается структура оптико-акустического детектора для измерения микропримесей оксида углерода (II). Избирательность данного прибора обеспечивается за счет ограничения спектра излучателя до колебательно-вращательного спектра поглощения оксида углерода (II) ($4,6 \text{ мкм}$).

Детектор содержит две камеры, попеременно освещаемые двумя диодами с длинами волн $4,6 \text{ мкм}$. Микропульсации давления воспринимаются конденсаторным микрофоном, включенным в реактивный измерительный мост. Несимметрия моста обеспечивает выходной амплитудно-модулированный сигнал, где несущая частота обеспечивается переменным генератором 10 кГц , представляющим источник питания моста.

Моделирующая функция 10 кГц формируется частотой переключения светодиода. Исходный параметр-амплитуда модулирующей функции, функционально связан с концентрацией оксида углерода(II).

Выполнено имитационное моделирование процессов оптического излучения оксидом углерода, формирования пульсаций давления, изменения положения центра мембраны акустического микрофона, изменения ёмкости акустиче-

ского микрофона, формирования информационного амплитудно-модулированного сигнала, обработки этого сигнала цепочкой устройств с выделением информационного параметра.

Ключевые слова: оптико-акустический детектор, оксид углерода, инфракрасные светодиоды, несимметричный измерительный мост, акустический микрофон.

УДК 681.518.54

ПРИБОР ЭКСПРЕСС КОНТРОЛЯ ВЛАЖНОСТИ ЖИДКИХ СМЕСЕЙ

*Черкасова Н.М., Чичикало Н.И., Донецкий национальный технический университет,
г. Донецк, Украина*

В докладе рассмотрен прибор для определения влажности жидких смесей, основанный на представлении влажности продукта как отношение массы воды, содержащейся в продукте, к его массе. Одним из возможных способов является нахождение влажности продукта по его плотности. Известны способы измерения влажности через плотность, использующие в качестве чувствительного элемента поплавков, основанные на измерениях:

- силы натяжения нити с грузом; и зависимости между величиной массы груза, его объемом и силой натяжения нити.
- зависимости между весом поплавка; его объемом; длиной стержня, закрепленного между поплавком и устройством измерения силы давления этого стержня на поплавок; площадью его сечения; массой поплавка; длиной погруженной части стержня.
- изменения положения поплавка в жидкости.
- разности между величиной погружения в исследуемую жидкость первого и второго концентричных поплавков.

Недостатком данных способов является то, что они не предназначены к использованию в емкостях, где уровень жидкости изменяется незначительно. Необходимо разработать влагомер жидких смесей, который обеспечит измерение влажности в условиях наполняемой и полностью расходуемой емкости. Принцип действия прибора заключается в следующем.

Прибор содержит рычаг, на одном плече которого закреплён силовводящий элемент (СЭ) с возможностью поворота, а другое плечо взаимосвязано с системой регистрации перемещений СЭ. Подключённый к измерительной системе и соединённый с рычагом уравниватель, отличается тем, что уравниватель выполнен в виде противовеса, а СЭ и противовес закреплены на рычаге с возможностью изменения соотношения проекций плеч рычага на плоскость. При изменении плотности контролируемой среды в какую либо сторону от номинального значения равновесие системы нарушается, коромысло наклоняется и приводной элемент приближается или удаляется от датчиков, которые передают при этом электрический импульс в вычислительное устройство, определяющее новое

значение влажности контролируемой жидкости по предложенной математической модели, учитывающей массу поплавка и груза, объем поплавка, геометрические размеры датчика, угол исходного положения, плотность сухих веществ карамельного сиропа, температуру карамельного сиропа.

Ключевые слова: плотность, влажность, погружной поплавок, преобразователь силы архимеда, измерение перемещения, микропроцессор.

УДК 658.56:681.325.5

ПРИБОР ОХРАНЫ ЗДАНИЙ, СООРУЖЕНИЙ, ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ДЕФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

*Черняев А. А., Ларина Е.Ю., Донецкий национальный технический университет,
г. Донецк, Украина*

Сегодня проблема устойчивости сооружений довольно актуальна. Во многих городах Украины и других странах существуют сооружения, которые находятся в опасной зоне из-за подземных шахтных выработок, плавучих грунтов, местах размывания фундамента техногенными и почвенными водами, колебаний земной поверхности. Другой причиной потери жесткости может служить транспорт, который приводит к негативным последствиям (появление трещин) и некачественные строительные материалы. Уже отмечено несколько случаев как у нас в стране, так и за рубежом проседания фундаментов высотных зданий, смещения центра масс относительно геометрической оси.

Для того чтобы на ранних стадиях зафиксировать это, предпринять меры и уменьшить вероятность разрушения зданий необходимо создать прибор, фиксирующий малейшие изменения в ориентации здания на поверхности земли. Этот прибор должен с вероятностью 0,997 и с точностью не хуже 1% оценивать и прогнозировать ситуацию об изменении ориентации сооружений в пространстве и времени. Для проектирования прибора здание представлено, как трехмерный объект, имеющий соответственно три координаты. Задачей прибора является фиксирование изменения высоты и координаты положения здания на поверхности земли. Предложенный прибор основан на следующем принципе действия. В качестве чувствительных элементов использованы специальные преобразователи солнечной энергии в напряжение постоянного тока. Они устанавливаются в приемниках сигналов, конструкция которых позволяет фиксировать излучения, поступающие под определенным углом от источника. В свою очередь определенные части здания снабжают приемниками сигналов. Способ установки чувствительных элементов позволяет фиксировать угол приема информации в строго фиксированные моменты времени, в результате можно судить о высоте, на которой установлен приемник, а соответственно и о местоположении определенной точки на здании. В качестве источника сигнала использованы солнечные лучи и календарное время. Зная угол падения солнечных лу-

чей в определенное время суток и скорость движения поверхности Земли относительно её оси, можно измерить местоположение контролируемой точки.

Ключевые слова: преобразователь солнечной энергии, способ установки приемника, календарные часы-таймер, местоположение фиксированных точек, ориентация, прогнозирование.

УДК 551.508

ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (В УСЛОВИЯХ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ)

Кугейко М.М., Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

Существующие методы и системы дистанционного зондирования атмосферы, водных сред требуют использования априорной информации или допущений об исследуемом объекте. Из-за несоответствия реального состояния данных сред модельным представлениям полученные результаты имеют невысокую точность определения оптических, а значит, и микрофизических характеристик (концентрации загрязняющих веществ). Кроме того, для большинства известных методик требуется проведение независимых дополнительных измерений по установлению опорных (калибровочных) значений определяемых характеристик.

В докладе рассматривается методика и основанные на ее использовании системы дистанционных измерений газовых и аэрозольных загрязнений атмосферы, водных сред, устраняющая методические погрешности, обусловленные использованием априорной информации и допущений. Методика включает следующие этапы, проанализированные в докладе:

- измерение сигналов обратного рассеяния;
- анализ профилей сигналов (для выделения участков неоднородностей);
- коррекцию измеряемых сигналов обратного рассеяния на степень изменения качественного состава среды на участках неоднородностей;
- получение опорных значений определяемых характеристик из измеряемых сигналов (без проведения дополнительных независимых измерений);
- интерполяцию сигналов обратного рассеяния в переходных слоях между участками неоднородностей, отличающимися по качественному составу;
- восстановление определяемой характеристики по всей трассе зондирования (по скорректированным и проинтерполированным сигналам обратного рассеяния).

Обосновываются и приводятся методы выделения границ неоднородностей, алгоритмы коррекции регистрируемых сигналов обратного рассеяния, законы интерполяции сигналов в переходных слоях. Показывается устойчивость предлагаемой методики и систем на данной базе к вкладу многократного рассеяния в регистрируемый сигнал обратного рассеяния, к изменениям аппаратных

констант блоков измерительной аппаратуры. Приводятся результаты численного моделирования по восстановлению задаваемого профиля оптических характеристик в рассеивающих средах. Сравнивается эффективность восстановления профилей оптических характеристик по предлагаемой методике и с помощью известных методов.

Ключевые слова: лазерные измерительные системы, дистанционные измерения, априорная информация, сигналы обратного рассеяния. .

УДК 535.34+621.373.826

ЛАЗЕРНЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СОДЕРЖАНИЯ КИСЛОРОДА В ДЫМОВЫХ ГАЗАХ

Фираго В.А., Дрозд С.Н., Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

Высокие цены на энергоносители делают актуальным вопросы их экономии за счет оптимизации процессов сгорания топлива в системах тепло- и энергоснабжения. В настоящий момент режимы горения оптимизируются периодически, что приводит к перерасходу топлива, особенно на предприятиях теплоснабжения.

В процессе непрерывной эксплуатации электрохимических датчиков в таких агрессивных и влагосодержащих средах как дымовые газы котлов наблюдается деградация их характеристик. Парамагнитные датчики O_2 требуют системы забора, охлаждения и очистки пробы. Оптический метод определения концентрации O_2 , основанный на просвечивании дымового потока и определении величины поглощения молекулами O_2 излучения на длинах волн в области 0,76 мкм, позволяет вести представительный непрерывный контроль без непосредственного контакта излучающих и фоточувствительных элементов с контролируемой средой. Однако флуктуации оптической плотности просвечиваемого дымового потока и слабое поглощение кислорода, составляющее примерно 10^{-4} для трассы длиной 1 м при концентрации кислорода в дымовых газах 1 %, требует применения модифицированных корреляционных процедур обработки, приходящего с контролируемой трассы зондирующего сигнала [1].

В докладе рассматривается оптическая схема лазерного датчика содержания O_2 и анализируется его пороговая чувствительность. Показывается необходимость использования опорной кюветы, содержащей кислород, которая дает точную привязку к контуру поглощения O_2 . Анализируется влияние модового состава применяемого лазера на погрешности контроля. Показывается, что использование модифицированного корреляционного метода, позволяет применять дешевые многомодовые полупроводниковые лазеры. Рассматривается влияние флуктуаций оптической плотности дымового потока на результаты непрерывного контроля при медленной перестройке частоты излучения лазера с помощью термоэлектрического холодильника. Рассматриваются способы газо-

динамической защиты входных окошек отражателя и прибора от попадания на них частиц сажи и конденсации агрессивных компонент.

Ключевые слова: лазерная спектроскопия, газоаналитические датчики, энергосбережение.

Литература

1. Манак И. С., Фираго В. А., Афоненко А. А. Дрозд С. Н. Определение характеристик газоаналитических средств путем компьютерного моделирования // Сб. статей МНТК «Новые ресурсосберегающие технологии». – 1999 г. - С.171-177.

УДК 621.785.539

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТОНКОПЛІВКОВИХ ЧУТЛИВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ КИСНЮ

*Панькевич Н.В., Ангелов Д.Ю., Знайко С.С., Національний технічний університет
України “Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

В останні роки найбільш перспективними для вимірювання мікроконцентрацій різних газів є малогабаритні тонкоплівкові сенсори, принцип дії яких оснований на зміні електро-фізико-хімічних параметрів тонкої плівки при взаємодії з газом, що вимірюють. Популярність сенсорів такого типу у газовому аналізі зростає в зв'язку з тим, що вони дозволяють поєднувати в собі високі техніко-економічні і метрологічні характеристики з перевагами технології мікроелектроніки, яка використовується для виготовлення тонкоплівкових сенсорів.

Найбільш поширено використовуються напівпровідникові та твердоелектролітні перетворювачі. У напівпровідникових перетворювачах вихідною вимірювальною величиною найчастіше є зміна електричного опору матеріалу чутливого елемента при селективній адсорбції на ньому вимірювального газу. У твердоелектролітних перетворювачах в залежності від метода вимірювання вихідною величиною є електрорушійна сила, що виникає на електродах, або сила струму при взаємодії з вимірювальним газом матеріалу чутливого елемента, який має провідність по іонах цього газу. Тому електрофізичні властивості тонких плівок чутливих елементів, а саме склад, структура, товщина, пористість плівок, вагомо впливають на метрологічні характеристики сенсорів.

Були розглянуті методи вимірювання товщини та пористості тонких плівок, їх переваги та недоліки та зроблен аналіз, на підставі якого були вибрані методи дослідження конкретних матеріалів. Для чутливого елемента напівпровідникового перетворювача кисню використовувалась плівка Nb_2O_5 , а для твердоелектролітного перетворювача – плівка $90\% \text{ZrO}_2 + 10\% \text{Y}_2\text{O}_3$. Товщину плівок вимірювали за допомогою інтерферометричного методу. Для оцінки пористості використовували комбінований метод, який включає в себе

метод електрофорезу та метод світлової мікроскопії. Цей метод дозволяє визначити відносний об'єм пор, їх середній розмір і розподіл по розмірам.

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

УДК 621.38.011

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ЕЛЕКТРОННИХ СХЕМ МЕТОДОМ РІЗНИЦЕВОЇ МАТРИЦІ

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

Сучасний підхід до аналітичного приладобудування вимагає обробки параметрів досліджуваних сигналів за допомогою електронних засобів та пристроїв, які дозволяють підсилити досліджуваний сигнал до необхідного рівня (або послабити його до цього рівня) та обробити за заданим алгоритмом. Проектування та розробка подібних засобів та пристроїв потребує застосування різних методів аналізу електронних схем. Найпоширенішим методом аналізу схем є метод вузлових потенціалів (метод вузлових напруг, матричний метод). На перший план виходять питання спрощення розрахунку електронних схем методом вузлових потенціалів насамперед тоді, коли ми маємо справу з матрицями високих порядків.

У поданій роботі відзначено, що при аналізі електронних схем матричним методом можливе спрощення матриці провідностей досліджуваної схеми шляхом розбивання цієї матриці на суму двох матриць меншого порядку, одна з яких є матрицею провідностей вихідної схеми, а інша – різницевою матрицею.

Вихідна схема одержується шляхом вилучення з досліджуваної електронної схеми елементу зворотного зв'язку, що призводить до зменшення кількості вузлів у вихідній схемі порівняно з досліджуваною, а отже і порядок матриці вихідної схеми буде меншим.

Різницева матриця одержується шляхом віднімання від матриці провідностей досліджуваної схеми матриці провідностей вихідної схеми. Одержана матриця і буде називатись різницевою і складатиметься лише з елементів зворотного зв'язку. Очевидно, що порядок різницевої матриці буде меншим за порядки матриць провідностей вихідної та досліджуваної схем.

Отже, розрахунок визначника матриці більш високого порядку зводиться до розрахунку двох визначників матриць більш низького порядку.

Звичайно, метод різницевої матриці може давати певну похибку розрахунку, але ця похибка також може бути зведена до мінімуму при відповідному підборі параметрів елементів досліджуваної електронної схеми.

Метод різницевої матриці може бути покладеним в основу побудови алгоритмів та розробки відповідних програм, що використовуються для аналізу електронних схем.

Ключові слова: електронна схема, різницева матриця.