

ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

Контроль воздуха, анализ газовых сред – многоплановые задачи, решаемые в экологической сфере, в различных отраслях промышленности и в научных исследованиях. Приборостроительное предприятие "ОПТЭК" производит приборы-газоанализаторы широкой номенклатуры, пользующиеся большим спросом.

Л.Исаев, В.Челибанов

Все контролируемые газовые среды, включая воздух, разделяются на несколько зон (рис.1), каждая из которых характеризуется определенным набором требований и нормативов.

ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ И ЖИЛОЙ ЗОНЫ

Санитарно-защитная зона – территория вокруг промышленных предприятий и других объектов, которые являются источниками выброса загрязняющих веществ в атмосферу, воду и почву. Она является буфером между территорией этих объектов и жилой зоной. Содержание загрязняющих веществ в санитарно-защитной зоне строго регламентировано и ограничено предельно допустимыми концентрациями (разовая и среднесуточная максимальная ПДК).

Чтобы правильно оценить степень опасности воздуха для людей, приборы для контроля воздуха санитарно-защитной и жилой зоны должны обеспечивать корректные с метрологической точки зрения измерения на уровне ПДК.

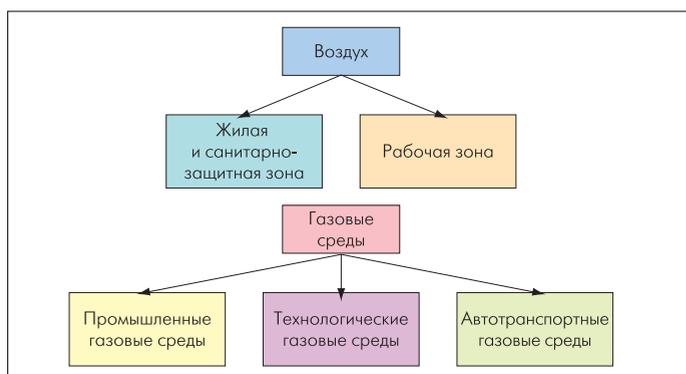


Рис. 1. Деление контролируемых газовых сред на зоны

Погрешность измерения приборами, как правило, нормируется на уровне ПДК. Требования к приборам контроля воздуха санитарно-защитной и жилой зоны сформулированы в ГОСТ Р 50760-95.

Согласно международным требованиям, в приборах для атмосферного мониторинга должны использоваться референтные либо эквивалентные методы измерений. Референтные методы – методы, принятые в качестве эталонных. Именно они позволяют получить наиболее корректные результаты. Эквивалентные методы используют для атмосферного мониторинга тех или иных газов с определенными оговорками и дополнительными требованиями.

Практические работы ЗАО "ОПТЭК" в области изучения гетерогенной хемилюминесценции привели к созданию нового поколения средств измерения для контроля воздуха санитарно-защитной и жилой зоны, превосходящих по ряду параметров существующие аналогичные приборы известных мировых производителей. Хемилюминесцентные сенсоры, созданные в "ОПТЭК", запатентованы и представляют собой "ноу-хау". Их широко применяют в газоанализаторах для атмосферного мониторинга, производимых на предприятии.

Хемилюминесцентные анализаторы – далеко не единственная серия приборов атмосферного мониторинга, которые производит предприятие. Газоанализаторы с электрохимическим и оптическим принципом действия также входят в номенклатуру продукции ЗАО "ОПТЭК". Предлагаемые приборы позволяют контролировать содержание в воздухе всех основных загрязнителей – озона (хемилюминесцентный анализатор 3.02П-А, оптический анализатор Ф-105); оксидов азота (хемилюминесцентный анализатор Р-310А); диоксида серы (хемилюминесцентный анализатор С-310А, флуоресцентный анализатор С-105); сероводорода (хемилюминесцентный анализатор СВ-320А); аммиака (хемилюминесцентный анализатор Н-320); оксида углерода (электрохимический анализатор К-100); диоксида углерода (NDIR- недисперсионный инфракрасный анализатор "ОПТОГАЗ-500.4С").



Таблица 1. Характеристики приборов для атмосферного мониторинга

Тип средства измерения	Анализируемый компонент	Диапазон измерений, мг/м ³	Разрешение цифровой шкалы, мг/м ³
Хемилюминесцентные анализаторы серии 310 (P-310A, C-310A)	NO _x SO ₂	0–1,0 0–2,0	0,001 0,001
Флуоресцентный анализатор C-105	SO ₂	0–5,0	0,001
Хемилюминесцентный анализатор 3.02 П-А	O ₃	0–0,5	0,001
Хемилюминесцентный анализатор СВ-320	H ₂ S SO ₂	0–0,2 0–2,0	0,0001 0,001
Электрохимический анализатор К-100	CO	0–50	0,1
Хемилюминесцентный анализатор Н-320	NH ₃	0–2,0	0,001
УФ-оптический анализатор Ф-105	O ₃	0–10	0,001
Комбинированный полуавтоматический пылемер-нефелометр "ОМПН-10,0"	Пыль	0,04–100	0,001
Оптический NDIR газоанализатор "ОПТОГАЗ-500.4С"	CO ₂	0–2000 ppm	1 ppm

Электрохимические и оптические анализаторы разработаны в ЗАО "ОПТЭК" на базе сенсоров (модулей-бенч) ведущих мировых производителей (City Technology, Andros, Vaisala и др.).

ПРИБОРЫ АТМОСФЕРНОГО МОНИТОРИНГА

В ЗАО "ОПТЭК" производятся автоматические анализаторы атмосферного мониторинга с непрерывным режимом работы (рис.2), которые позволяют получать непрерывные ряды значений контролируемых параметров в течение длительных периодов времени, что является одним из основных критериев эффективности систем мониторинга.

Высокий уровень чувствительности приборов обеспечивает функция определения фоновых атмосферных концентраций анализируемых компонентов, а также корректные из-

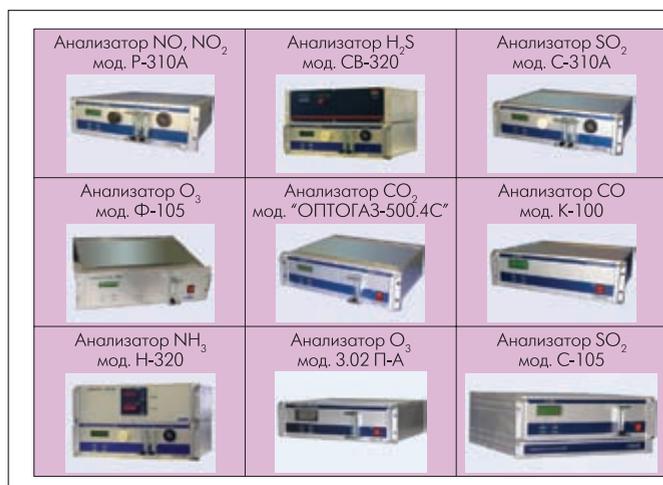


Рис.2. Приборы атмосферного мониторинга



Рис.3. Газоанализатор для атмосферного мониторинга со снятой крышкой

мерения на уровне ПДК санитарно-защитной и жилой зоны, что подтверждено соответствующими сертификатами.

Основные технические характеристики приборов для атмосферного мониторинга приведены в табл.1.

Все газоанализаторы для атмосферного мониторинга выполнены в корпусах 19" (рис.3), имеют встроенный дисплей, насос для отбора пробы, аналоговый выход по каждому каналу измерения, диагностический аналоговый выход, цифровой выход RS-232, встроенную память.

В 2006 году были проведены работы по сравнению и согласованию данных, полученных с использованием автоматических газоанализаторов производства "ОПТЭК", и результатов измерений с использованием традиционных методик по РД.52.04.186-89. Результаты сравнительного анализа показали: автоматические газоанализаторы можно применять в системе мониторинга загрязнений атмосферы.

На газоанализаторы для атмосферного мониторинга производства "ОПТЭК" (3.02П-А, СВ-320, К-100, P-310, C-310 и др.) имеются положительные заключения экологической экспертизы ГГО им. А.И.Воейкова. Применение газоанализаторов C-310A, P-310A, 3.02 П-А, К-100 на сети мониторинга загрязнений атмосферы одобрено Методической комиссией ГГО им. А.И.Воейкова – главным методическим центром Росгидромета.

Процесс создания национальной системы управления качеством воздуха начался в России в конце 1980-х годов. В ряде крупных городов появились станции атмосферного мониторинга. Такие станции являются ключевым звеном системы управления качеством воздуха, средством измерений, предоставляющим информацию для принятия управленческих решений. От уровня оснащения станций мониторинга, их аппаратного и программного обеспечения зависит эффективность системы в целом. Спрос на современное оборудование для экологического мониторинга в России достаточно велик и продолжает расти. Поэтому на предприятии "ОПТЭК" была разработана концеп-

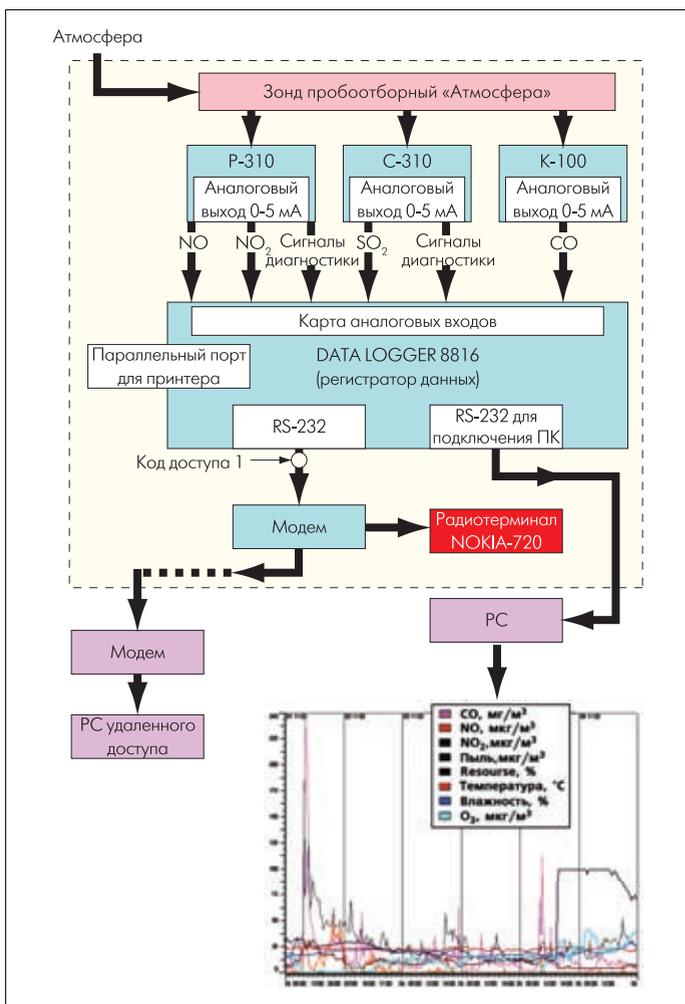


Рис.4. Структура станции контроля качества атмосферы "СКАТ"

ция автоматических станций контроля качества атмосферы (измерительные комплексы "СКАТ"), включающая аппаратное и программное обеспечение, организационные мероприятия. Концепция позволяет комплексно решать проблемы мониторинга: в ней решены вопросы метрологического обеспечения, сбора, обработки, сохранения и передачи данных в необходимом формате. Разработанная в ЗАО "ОПТЭК" станция мониторинга с удаленным центром управления – автономная система, обеспечивающая обмен данными в заданном режиме (рис.4).

Основу измерительного комплекса составляют разработанные на предприятии автоматические приборы-газоанализаторы различных моделей, сертифицированные в установленном порядке Госстандартом РФ. Они подключены к системе пробоотбора на базе зондов, прошедших экологическую экспертизу в главном методическом центре Росгидромета ГГО им. А.И.Воейкова и допущенных для применения во всех климатических поясах.

Функции сбора, обработки и хранения информации возложены на регистратор данных (дата-логгер) – устройство управления, разработанное специально для мониторинга. Результаты измерений передаются в центр приема инфор-

мации любым из доступных способов: по телефонным линиям, через сотовую связь, сеть или по радио.

Установленное на удаленном компьютере специализированное программное обеспечение, входящее в комплект поставки "СКАТ", позволяет не только организовать автоматический режим приема данных, но и представить их в формате текстовых или Excel-файлов ТЗА-4, удобных для дальнейшего экспорта в файлы системы управления качеством воздуха.

Сеансы связи между станцией и удаленным центром управления проводятся автоматически. Причем один ком-

Таблица 2. Метрологические характеристики комплекса "СКАТ"

Измерительный канал (определяемый компонент)	Диапазон измерений, мг/м³	Предел допускаемой основной погрешности		Средство измерения
		приведенной, γ, %	относительной, δ, %	
O ₃	0–0,03	±20	–	Газоанализатор 3.02П-А
	0,03–0,5	–	±20	
SO ₂	0–0,1	абсолютной, Δ, ±0,02 мг/м³		Газоанализатор Ф-105
	св.0,1–1,0 св.1,0–10	±(0,014+0,06C _x) мг/м³		
SO ₂	0–0,05	±25	–	Газоанализатор С-310А
	0–0,05 0,05–5	–	±25	Газоанализатор С-105А
NO	0–0,08 0,08–1	±25	–	Газоанализатор Р-310А*
NO ₂	0–0,08 0,08–1	±25	–	±25
CO	0–3 3–50	±20	–	Газоанализатор К-100
CO ₂	0–500 500–3500	абсолютной, Δ, ±110 мг/м³	–	Газоанализатор "Оптогаз-500.4С"
H ₂ S	0–0,02 0,02–0,2	±25	–	Газоанализатор СВ-320
NH ₃	0–0,2 0,2–1	±25	–	Газоанализатор Н-320
Пыль (аэрозоль)	0,04–100	–	±20	Пылемер ОМПН-10,0 Пылемер "ДАСТ"
	0–0,01 0,01–0,2	±20	–	
	0–0,05 0,05–2,00	±20	–	
	0–0,5 0,5–30,00	±20	–	

* С термokatалитическим конвертером.

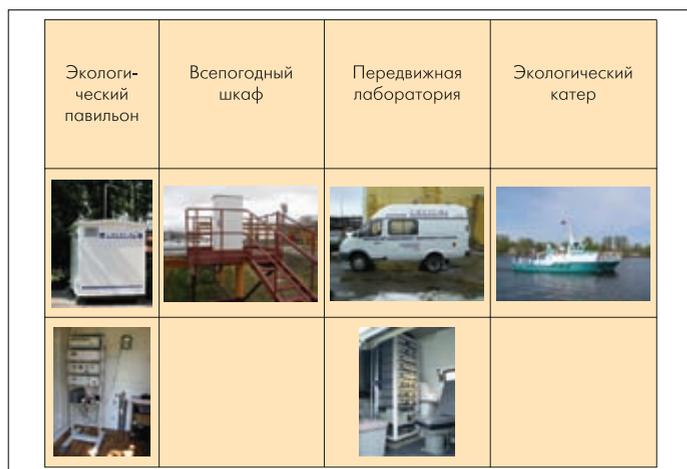


Рис.5. Варианты размещения оборудования комплекса "СКАТ"

пьютер способен связываться с несколькими станциями и обслуживать, таким образом, сеть станций мониторинга. Измерительные комплексы "СКАТ" могут быть развернуты на базе различных объектов для (рис.5): стационарных павильонов, передвижных лабораторий, всепогодных шкафов, транспортируемых трейлеров, экологических катеров. Все перечисленные системы уже нашли свое практическое применение.

При разработке измерительного комплекса "СКАТ" были учтены требования Российских нормативных документов, изданных Госстандартом, Росгидрометом и другими контролирующими организациями. Результаты измерений, полученных от станции "СКАТ", сохраняются в формате ТЗА-4.

Пример графического отчета комплекса "СКАТ" представлен на рис.6.

В период с 2002 по 2008 год на предприятии были изготовлены и запущены в эксплуатацию в различных регионах России и за рубежом более 70 автоматических станций "СКАТ", которые действуют на базе стационарных постов, передвижных лабораторий, экологических катеров.

Поставка предусматривает выполнение всего комплекса необходимых работ по разработке проекта и изготовлению станции, включая базу для размещения оборудования (стационарный вариант или передвижная лаборатория),

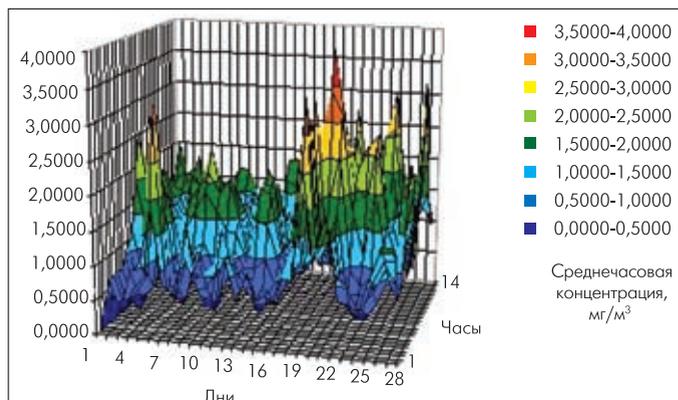


Рис.6. Образец графического отчета о работе комплекса "СКАТ" за один месяц

систему обеспечения, измерительную систему, систему управления и регистрации данных (на базе дата-логгера 8816), а также монтажные и пусконаладочные работы.

На станцию контроля качества атмосферы "СКАТ" оформлены сертификат об утверждении типа средства измерений Госстандарта России № 17094 (номер в Госреестре 26524-04) и методика выполнения измерений массовой концентрации загрязняющих веществ и диоксида углерода в атмосферном воздухе с помощью этого измерительного комплекса (М-МВИ-142-05).

На измерительный комплекс "СКАТ" имеются заключения экспертизы соответствия ГУ ГГО им. А.И.Воейкова, в том числе на "СКАТ" в виде передвижной лаборатории. Перечисленные документы необходимы для обеспечения легитимности результатов измерений.

Согласно технической документации, измерительный комплекс "СКАТ" предназначен для: непрерывного автоматического измерения массовой концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (оксида углерода (CO), диоксида углерода (CO₂), оксидов азота (NO, NO₂), диоксида серы (SO₂), сероводорода (H₂S), озона (O₃), аммиака (NH₃), пыли); сбора, обработки и хранения полученных данных; передачи по телефонному каналу накопленной информации.

Возможна комплектация комплекса метеооборудованием, а также дополнительными каналами измерения на базе сертифицированных аналитических приборов.

Метрологические характеристики комплекса "СКАТ" приведены в табл.2.

ПРИБОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Газоанализаторы для контроля воздуха рабочей зоны должны обеспечивать измерения с нормированной погрешностью в диапазоне от 1 до 10 ПДК воздуха рабочей



Рис.7. Газоанализатор МГЛ-19А

Таблица 3. Метрологические характеристики газоанализаторов МГЛ-19А и МГЛ-20.1А

Модификация	Анализируемый газ	Диапазон измерений, мг/м ³	Пределы допускаемой основной погрешности		
			абсолютной Δ, мг/м ³	приведенной γ, %	относительной δ, %
МГЛ-19.1А	СО	0-200	±(2+0,1C _x)	-	-
МГЛ-19.2А	Н ₂ S	0-10	-	±25	-
		10-100		-	±25
МГЛ-19.3А	SO ₂	0-10	-	±25	-
		10-100		-	±25
МГЛ-19.4А	NO	0-3	-	±25	-
		3-30		-	±25
МГЛ-19.5А	NO ₂	0-2	-	±25	-
		2-20		-	±25
МГЛ-19.6А	Cl ₂	0-1	-	±25	-
		1-10		-	±25
МГЛ-19.7А	NH ₃	0-100	±(2+0,15C _x)	-	-
МГЛ-19.8А	O ₂	0-25 об.%	-	±25	-
МГЛ-20.1А МГЛ-20.2nKC	HCN	0-0,3	-	±25	-
		0,3-3,0		-	±25

Таблица 4. Характеристики газоанализаторов серии "Каскад-Н"

Модификация	Диапазон измеряемых концентраций, мг/м ³						
	H ₂ S	SO ₂	NO	NO ₂	Cl ₂	CO	O ₂ , об.%
КАСКАД-Н 31.1	0-100	-	-	0-20	-	0-200	-
КАСКАД-Н 31.2	0-100	-	0-30	-	-	0-200	-
КАСКАД-Н 31.3	0-100	-	0-30	0-20	-	-	-
КАСКАД-Н 31.4	-	-	0-30	0-20	-	0-200	-
КАСКАД-Н 41.1	0-100	-	0-30	0-20	-	0-200	-
КАСКАД-Н 41.2	-	0-100	0-30	0-20	-	0-200	-
КАСКАД-Н 311.1	0-100	-	-	0-20	-	0-200	0-25
КАСКАД-Н 311.2	0-100	-	0-30	-	-	0-200	0-25
КАСКАД-Н 311.3	0-100	-	0-30	0-20	-	-	0-25
КАСКАД-Н 311.4	-	-	0-30	0-20	-	0-200	0-25
КАСКАД-Н 311.7	-	0-100	-	-	0-10	0-200	0-25
КАСКАД-Н 311.8	0-100	-	-	-	0-10	0-200	0-25
КАСКАД-Н 511.1	0-100	-	0-30	0-20	-	0-200	0-25
КАСКАД-Н 511.2	-	0-100	0-30	0-20	-	0-200	0-25

зоны. Применяются переносные (портативные) приборы для индивидуального использования и стационарные газоанализаторы, которые могут работать автономно или в составе сети.

Портативные газоанализаторы серии МГЛ-19А (рис.7) представлены в восьми модификациях и позволяют контролировать основные загрязняющие вещества в воздухе рабочей зоны. Приборы имеют диффузионный тип пробоотбора. В качестве дополнительного элемента в их состав может быть включен внешний насос на базе блока АБП.

Входящая в комплект поставки насадка позволяет подключить к прибору пробоотборную линию. Также анализатор оснащен встроенной звуковой и световой сигнализацией. В приборе используются сенсоры фирмы City Technology (Великобритания) – всемирно известного производителя электрохимических датчиков.

В табл.3 приведены метрологические характеристики газоанализаторов серий МГЛ-19А и МГЛ-20.1А.

Стационарные газоанализаторы МГЛ-19М имеют те же метрологические характеристики, что и МГЛ-19А. Это стационарные приборы настенного монтажа, оборудованные релейными выходами для подключения внешних устройств.

МГЛ-19М могут использоваться в составе сети, объединяющей до 247 приборов, подключенных к одному компьютеру (рис.8).

Существует два варианта корпуса прибора: металлический (диапазон температур эксплуатации прибора – от 5 до 40°С) и пластиковый с встроенным подогревателем (диапазон температур эксплуатации прибора – от 20 до 40°С).

Многокомпонентные приборы "Каскад-Н" позволяют решить проблему, связанную с взаимным влиянием результатов измерения по различным измерительным каналам, которое обусловлено перекрестной чувствительностью датчиков.

В табл.4 приведены характеристики газоанализаторов "Каскад-Н" (рис.9), предназначенных для контроля воздуха рабочей зоны. Газоанализаторы серии "Каскад-Н" имеют встроенный дисплей, насос, память на 248 измерений, циф-

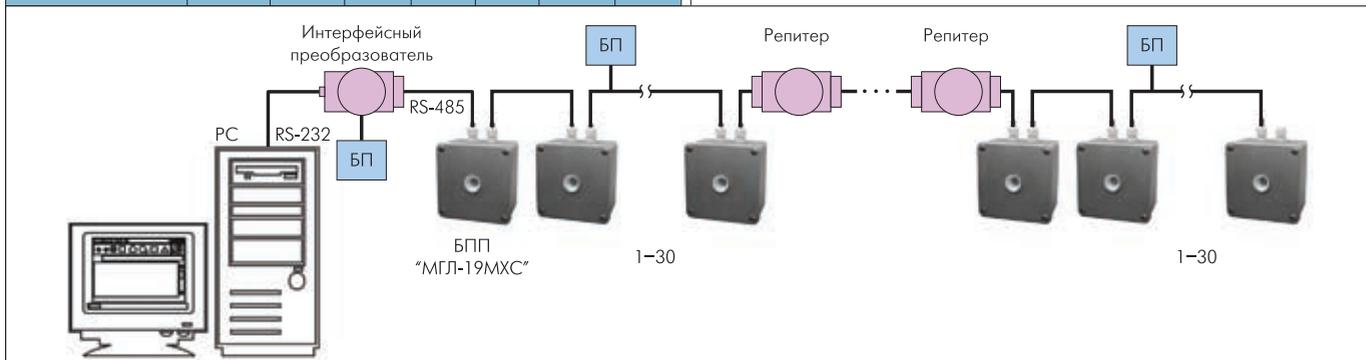


Рис.8. Применение газоанализатора МГЛ-19М в составе сети



Таблица 5. Метрологические характеристики газоанализаторов "Каскад-Н"

Анализируемый компонент	Диапазон измерений, мг/м ³	Пределы основной допускаемой погрешности		
		абсолютной Δ, мг/м ³	относительной γ, %	приведенной δ, %
H ₂ S	0–10	±2,5	–	–
	10–100	–	±25	
SO ₂	0–10	±2,5	–	–
	10–100	–	±25	
NO	0–3	±0,75	–	–
	3–30	–	±25	
NO ₂	0–2	±0,5	–	–
	2–20	–	±25	
Cl ₂	0–1	±0,25	–	–
	1–10	–	±25	
CO	0–20	±4	–	–
	20–200	–	±20	
O ₂	0–25 об. %	–	–	±2,5

Таблица 6. Характеристики многокомпонентных анализаторов для промышленных выбросов "Каскад-Н2"

Модификация	Диапазон измеряемых концентраций, г/м ³						
	H ₂ S	SO ₂	NO	NO ₂	CO	O ₂ , об. %	T, °C
КАСКАД-Н 52.1	0–0,1	–	–	0–0,2	0–20	0–25	50–800
КАСКАД-Н 52.2	0–0,1	–	0–3,0	–	0–20	0–25	50–800
КАСКАД-Н 52.3	0–0,1	–	0–3,0	0–0,2	–	0–25	50–800
КАСКАД-Н 52.4	–	–	0–3,0	0–0,2	0–20	0–25	50–800
КАСКАД-Н 62.1	0–0,1	–	0–3,0	0–0,2	0–20	0–25	50–800
КАСКАД-Н 62.2	–	0–5,0	0–3,0	0–0,2	0–20	0–25	50–800
КАСКАД-Н 62.3	–	0–5,0	0–3,0	0–0,2	0–20	0–25	50–800
КАСКАД-Н 312.1	0–0,1	–	–	0–0,2	0–20	0–25	50–800
КАСКАД-Н 312.2	0–0,1	–	0–3,0	–	0–20	0–25	50–800
КАСКАД-Н 312.3	0–0,1	–	0–3,0	0–0,2	–	0–25	50–800
КАСКАД-Н 312.4	–	–	0–3,0	0–0,2	0–20	0–25	50–800
КАСКАД-Н 512.1	0–0,1	–	–	0–0,2	0–20	0–25	50–800
КАСКАД-Н 512.2	–	0–5,0	0–3,0	0–0,2	0–20	0–25	50–800

ровой выход RS-232 для передачи данных на компьютер. В качестве элемента дополнительной комплектации предлагается термопринтер, на котором можно распечатать результаты измерений. Метрологические характеристики газоанализаторов "Каскад-Н" приведены в табл. 5.

ПРИБОРЫ-ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГАЗОВЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

Сегодня необходимо контролировать каждый отдельный источник промышленных выбросов, поэтому роль средств их измерения неуклонно возрастает.

И здесь особую актуальность приобретают стационарные автоматические газоанализаторы промышленных выбросов с блоками пробоподготовки. Наряду с традицион-



Рис.9. Газоанализатор серии "Каскад-Н"

ными электрохимическими газоанализаторами все активнее применяются оптические газоанализаторы, отличающиеся более высокой надежностью и ресурсом измерительного блока.

Предприятие "ОПТЭК" предлагает стационарные газоанализаторы двух типов: электрохимические газоанализаторы серии АДГ (NO, NO₂, SO₂, CO, O₂); NDIR – оптические газоанализаторы серии "ОПТОГАЗ-500" (CH₄, CO, CO₂, O₂, NO).

Оба типа комплектуются блоками пробоподготовки, в том числе зондом, подогревным шлангом и термоэлектрическим холодильником.

Для наладки котлов и оптимизации процессов горения применяются газоанализаторы-оптимизаторы горения серии "Каскад-Н2". В табл.6 указаны диапазоны измерений приборов.

Газоанализаторы "Каскад-Н" укомплектованы зондом с блоком осушки газа. При необходимости в комплект поставки включается термопринтер.

Прибор позволяет выбирать тип топлива из встроенного меню, расчетным путем определять концентрацию углекислого газа, теплотехнические характеристики (потери тепла, коэффициент избытка воздуха). "Каскад-Н" имеет встроенную память, выход RS-232, встроенный насос, дисплей.

Все рассмотренные приборы широко применяются в России и за рубежом. Парк газоанализаторов, применяемых для решения различных задач измерения газов, неуклонно расширяется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелик Д.О., Конопелько Л.А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. – 1992, 433 с.
2. Руководящий документ "Руководство по контролю загрязнения атмосферы", РД 52.04. 186-189. – 693 с.
3. Фомин Г.С., Фомина О.Н. Воздух. Контроль загрязнений по международным стандартам. Справочник. – М.: Госстандарт России, 2002.