

ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

ООО БАП «ХРОМДЕТ-ЭКОЛОГИЯ»

- Организовано в 1990 г.
- Область деятельности: разработка и производство индивидуальных, переносных и стационарных газоанализаторов для контроля загрязненности воздуха рабочей зоны.
- Является современным предприятием, имеет исследовательский, конструкторский отделы, испытательную службу, собственное высокотехнологичное производство источников излучения.
- Производит обучение специалистов-эксплуатационников, предоставляет необходимую техническую документацию и программное обеспечение, обеспечивает оперативную поставку запасных частей.
- Наши газоанализаторы используют предприятия нефтяной, нефтехимической, химической, пищевой промышленности, предприятия нефтепродуктообеспечения, водоканалы, котельные, подразделения МЧС

Выпускаемая продукция:

- Переносные и стационарные фотоионизационные газоанализаторы КОЛИОН-1
- Стационарные газоанализаторы ЭССА
- Индивидуальные однокомпонентные газоанализаторы СЕАН
- Индивидуальные двухкомпонентные газоанализаторы ДЕГА
- Генератор ПГС аммиак / воздух
- Источники УФ-, ВУФ-излучения, рентгеновские трубки

Все присутствующие в воздухе компоненты можно разделить на:

- Органические
- Неорганические
- Взрывоопасные
- Вредные (токсичные)
- Компоненты, обладающие токсичностью и взрывоопасностью (CS2)
- Кислород
- Компоненты «чистого» воздуха

Присутствующие в воздухе вредные (токсичные) компоненты можно разделить:

По классу опасности на:

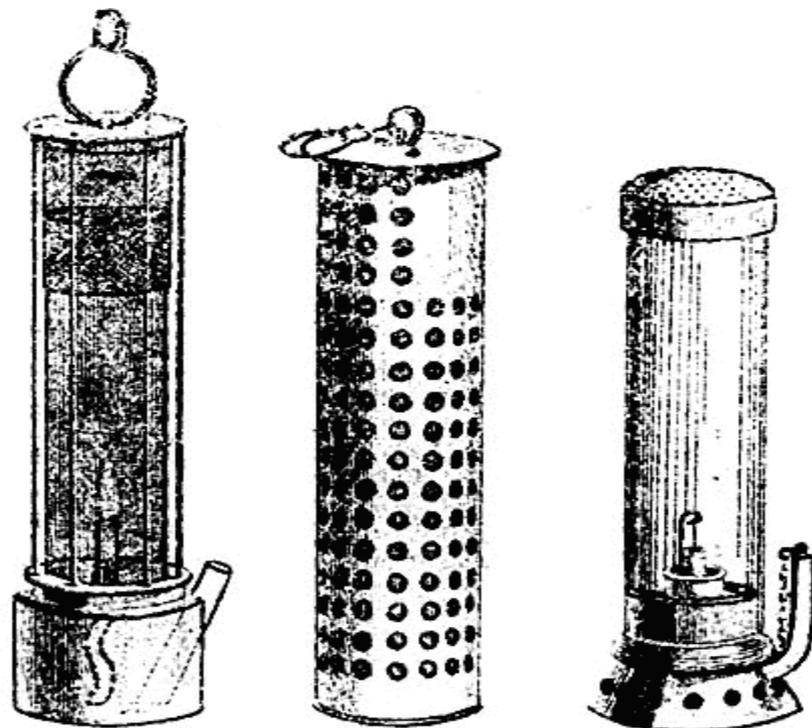
- 1 класс – чрезвычайно опасные
- 2 класс – высокоопасные
- 3 класс – умеренно опасные
- 4 класс - малоопасные

По особенностям воздействия на организм на:

- О - вещества с остронаправленным механизмом действия
- А – аллергены
- К – канцерогены
- Ф – аэрозоли, преимущественно фиброгенного действия
- + – вещества, при работе требуется специальная защита кожи и глаз
- ++ – вещества при работе с которыми исключен контакт с органами дыхания и кожей

Газоанализаторы и охрана труда. Немного истории

- Одними из первых, кто осознал необходимость в инструменте для определения опасных газов, были шахтеры
- 1815 г. безопасная лампа Дэви, видимые характеристики пламени позволяли опытным шахтерам определять появление метана
- «Канарейка в шахте» - индикатор пригодности воздуха в шахте для дыхания
- Начало прошлого века – появление колориметрических индикаторных трубок на СО и дефицит O₂



Газоанализаторы и охрана труда.

Немного истории

- 1926 г. – серия взрывов на танкерах. Standard Oil Company (Калифорния) финансирует разработку индикатора взрывоопасных газов
- 1927 г. – представлен первый портативный индикатор, основанный на каталитическом окислении горючих газов на Pt спирали – термокаталитический детектор
- **Контролирует взрывобезопасность**
- 1960-е – развитие электрохимических детекторов позволило создать первые портативные газоанализаторы кислорода, работающие в реальном времени

Газоанализаторы и охрана труда.

Нормативные документы

- Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. **ГОСТ 12.1.005-88**: основные требования к контролю воздуха рабочей зоны, ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны
- Гигиенические нормативы. **ГН 2.2.5.1313-03**: ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны
- Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. **Р 2.2.2006-05**
- Правила безопасности аммиачных холодильных установок. **ПБ 09-595-03**: требования к системам контроля уровня загазованности и оповещения об аварийных утечках аммиака
- Правила безопасности при производстве, хранении, транспортировании и применении хлора **ПБ 09-594-03**: пороги сигнализации

Газоанализаторы и охрана труда.

Нормативные документы

- Инструкция по контролю за содержанием окиси углерода в помещениях котельных **РД 12-341-00**: требования к установке датчиков оксида углерода
- Инструкция по установке систем сигнализации загазованности подвальных помещений.
РД 204 РСФСР 3.6-88: установка датчиков метана
- Методические указания по установке сигнализаторов и газоанализаторов контроля дозрывоопасных и предельно допустимых концентраций в воздухе производственных помещений. **ВСН 64-86**: требования к установке датчиков ПДК и ДВК, требования к пробоотбору
- Требования к установке датчиков стационарных газосигнализаторов. **РД БТ 39-0147171-003**: требования к установке датчиков ПДК и ДВК

Гигиенические нормативы. ГН 2.2.5.1313-03

- Величины нормативов приведены в мг/м^3
- Два норматива в графе ПДК: в числителе - максимальная разовая, в знаменателе – среднесменная ПДК, прочерк в числителе: норматив установлен в виде среднесменной ПДК, если приведен один норматив: максимальная разовая ПДК
- Среднесменная ПДК – можно находится 8 часов
- Максимальная разовая ПДК – можно находится 15 (30) мин не чаще 4 раз в смену

ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ И ОХРАНА ТРУДА

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны ГОСТ 12.1.005-88. п. 5. Требования к методикам и средствам измерения концентрации

5.4.* Границы допускаемой погрешности измерений концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны, равных ПДК или более, должны составлять $\pm 25\%$ от измеряемой величины при доверительной вероятности 0,95; при измерениях концентраций ниже ПДК — границы допускаемой абсолютной погрешности измерений должны составлять $\pm 0,25$ ПДК в мг/м^3 при доверительной вероятности 0,95.

Примечания:

1. Данное требование распространяется на результаты единичных измерений (измерений, полученных при однократном отборе проб).
2. Для веществ, ПДК которых ниже $1,0 \text{ мг/м}^3$, допускается увеличивать указанные нормы не более чем в 2 раза.

**ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ И ОХРАНА ТРУДА
РУКОВОДСТВО ПО ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ
ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА, КРИТЕРИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ
УСЛОВИЙ ТРУДА**

1. Приведена методика отнесений условий труда к тому или иному классу вредности и опасности по уровню химического фактора (в зависимости от превышений ПДК)
2. Приведены общие методические требования к организации и проведению контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

Газоанализаторы разделяются

В зависимости от диапазона измерений на:

- Газоанализаторы ПДК
- Газоанализаторы ДВК

В зависимости от режима работы на:

- Непрерывного действия
- Циклического действия

В зависимости от возможности перемещения на:

- Стационарные
- Передвижные
- Переносные
- Носимые (индивидуальные)

В зависимости от способа подачи пробы:

- С принудительной подачей пробы
- С диффузионной подачей пробы

Газоанализаторы выполняют прямые измерения

**Федеральный закон РФ Об обеспечении единства измерений от
26 июня 2008 года № 102-ФЗ**

Статья 5. пункт 2

1. Измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться по аттестованным методикам (методам) измерений, за исключением методик (методов) измерений, предназначенных для выполнения прямых измерений, с применением средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку.
2. Методики (методы) измерений, предназначенные для выполнения прямых измерений, вносятся в эксплуатационную документацию на средства измерений. Подтверждение соответствия этих методик (методов) измерений обязательным метрологическим требованиям к измерениям осуществляется в процессе утверждения типов данных средств измерений.

Газоанализаторы и охрана труда.

Контролируемые концентрации

- ПДК (от долей до тысяч мг/м³)

Довзрывоопасные концентрации (ДВК)

- 5% НКПР (доли %об.) – предельно допустимая взрывобезопасная концентрация (ПДВК)
 - 10% НКПР (доли % об.)
 - 20% НКПР (%об.)
 - 50% НКПР

Погрешности измерения

- Газоанализаторы ПДК – не более 25% ПДК (от 0 до ПДК)
- Газоанализаторы ДВК – не более 5% НКПР
- Газоанализаторы ДВК не контролируют ПДК. Исключение – метан, ПДК которого 7000 мг/м³

ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ:

%об. мг/м³ млн⁻¹

Соотношение при нормальных рабочих условиях

$$[\%об.] = 10^4 [\text{млн}^{-1}]$$

$$[\text{мг/м}^3] = (M/24) [\text{млн}^{-1}]$$

$$[\text{млн}^{-1}] = (24/M) [\text{мг/м}^3]$$

M – молекулярная масса компонента

24 = V_м - объем моля при н.у.

Газоанализаторы

Метрологические характеристики

- Диапазон измерений – диапазон, в котором нормируется погрешность измерения (0 – 50% НКПР)
- Диапазон показаний – погрешность измерения не нормируется
- Приведенная погрешность – погрешность, выраженная в % от верхней границы диапазона измерений (приведенная погрешность 15% в диапазоне 0 – 10 мг/м³ – 1,5 мг/м³)
- Относительная погрешность – отношение погрешности измерения к значению самой измеряемой величины
- При определении минимальной концентрации, измеряемой газоанализатором, необходимо учитывать, с какой погрешностью она должна быть измерена

Газоанализаторы

Метрологические характеристики

Диапазон измерения	0 – 100 мг/м ³
Погрешность приведенная	± 15% (15 мг/м ³)
Минимально детектируемая концентрация	1 мг/м ³

Термокаталитические сенсоры

- Работа основана на измерении изменения сопротивления чувствительного элемента в результате каталитического окисления измеряемого компонента
- Измеряют ДВК либо в %об., либо в %НКПР
- Для использования в качестве датчиков ПДК не предназначены



Термокаталитический сенсор

Назначение: измерение ДВК

Достоинства

- Возможность измерять большинство горючих компонентов
- Линейность градуировочной характеристики
- Диапазон рабочих температур от минус 30 до 45 (60) °С
- Неограниченный срок хранения
- Срок службы – до 3-х лет
- Невысокая стоимость

Недостатки

- Падение / полная потеря чувствительности из-за «отравления» катализаторов соединениями, содержащими серу, свинец, кремний, при воздействии высокой концентрации органических соединений
- Анализируемая проба должна содержать не менее 5 – 10% O₂
- Высокое энергопотребление

Электрохимические сенсоры

- Работа основана на измерении тока, возникающего в результате окислительно-восстановительной реакции, протекающей в ячейке детектора при появлении в ней измеряемого компонента
- Предназначены для измерения неорганических веществ: CO, NO₂, H₂S, O₂, NH₃, Cl₂, NO, O₃, SO₂
- Селективные
- Обеспечивают измерения на уровне долей ПДК
- Рабочие температуры – от минус 30 до 45 °С
- Срок службы – 2 года
- Фирма производитель – ALPHASENSE (Великобритания)



Электрохимические сенсоры

Достоинства

- Анализируемые компоненты – большинство токсичных неорганических веществ
- Возможность контроля ПДК
- Селективность
- Линейность градуировочной кривой
- Стабильность
- Низкое энергопотребление
- Рабочие температуры от минус 30 (5) до 50 °С

Недостатки

- Небольшой срок хранения (6 мес)
- Ограниченный срок службы (2 года, NH₃ – 1 год)
- Влияние влажности: сенсоры невозможно длительно использовать при низкой (< 10 %) и высокой (> 90 %) влажности
- Невозможно длительно анализировать бескислородные газовые среды
- При низких температурах (< 35 °С) сенсор «замерзает»
- Перекрестная чувствительность

Недисперсионный инфракрасный детектор

- Работа основана на измерении интенсивности поглощения ИК излучения молекулами измеряемых компонентов
- Предназначен для селективного измерения CH_4 , легких УВ и CO_2
- В основном применяется в газоанализаторах ДВК



Недисперсионный инфракрасный детектор

Достоинства

- Стабильность
- Длительный срок службы
- Возможность селективного измерения метана
- Возможность измерения CO₂
- Возможность измерений в бескислородной среде
- В зависимости от длины измерительной камеры ИК-детектор имеет диапазон измерений от мг/м³ до 100 %об

Недостатки

- Сильная температурная зависимость, для устранения которой применяется температурная компенсация (стабилизация)
- Ограниченный перечень измеряемых компонентов, что определяется уникальностью спектров поглощения отдельных компонентов
- В основном, используется для селективного измерения CH₄, легких n-алканов (до C₆) и CO₂

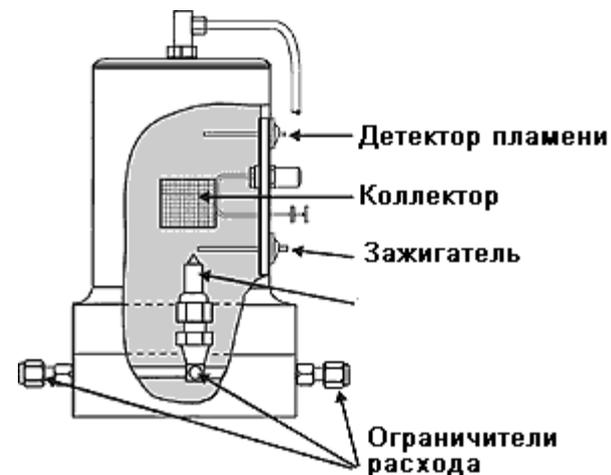
Недисперсионный инфракрасный детектор

Предприятия-изготовители

- ФГУП «Аналитприбор» (Смоленск)
газоанализатор ГИАМ-315
- ООО «ЭМИ» (СПб)
газоанализаторы CO₂
- Электронстандарт (СПб)
газоанализаторы серии ПГА
- Электронстандарт-прибор (Гатчина)
стационарные газоанализаторы УВ

Пламенно-ионизационный детектор

- Работа основана на измерении тока, возникающего в результате ионизации молекул измеряемых компонентов водородным пламенем
- Предназначен для измерения содержания органических компонентов в диапазоне концентраций от долей мг/м³ до тысяч мг/м³



Пламенно-ионизационный детектор

Достоинства

- Стабильность
- Высокая чувствительность и широкий линейный диапазон измерения
- Возможность измерения концентрации органических соединений в диапазоне от мг/м³ до %об

Недостатки

- Использование водорода
- Необходимость нагрева детектора для предотвращения конденсации паров воды, образующейся при горении водорода

Пламенно-ионизационный детектор Предприятия-изготовители

- ООО «ЭТЭК»

газоанализаторы ГАММА-ЕТ, масса до 20 кг, устанавливаются на станциях мониторинга атмосферного воздуха для контроля содержания углеводородов

Полупроводниковые сенсоры

- Работа основана на измерении изменения сопротивления чувствительного элемента в результате взаимодействия с измеряемым компонентом
- Предназначены для использования в течеискателях, где действительное значение концентрации не имеет значения

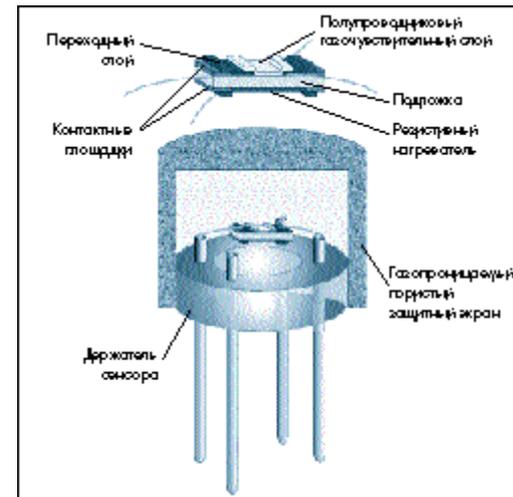


Рис. 1. Устройство металлоокисного сенсора

Полупроводниковые сенсоры

Достоинства

- Низкая стоимость при массовом производстве
- Миниатюрность
- Низкая потребляемая мощность

Недостатки

- Нелинейность градуировочной характеристики
- Влияние параметров окружающей среды на результаты измерений



Полупроводниковые сенсоры

Предприятия-изготовители

- **ООО «Политехформ-М»**

Колориметрический метод детектирования

- Основан на изменении интенсивности изменения цвета индикатора в результате взаимодействия реагента с измеряемым веществом (или длины изменившего окраску слоя)
- Предназначен для периодического контроля ПДК органических и неорганических компонентов, когда требуется небольшое количество замеров



Колориметрический метод детектирования

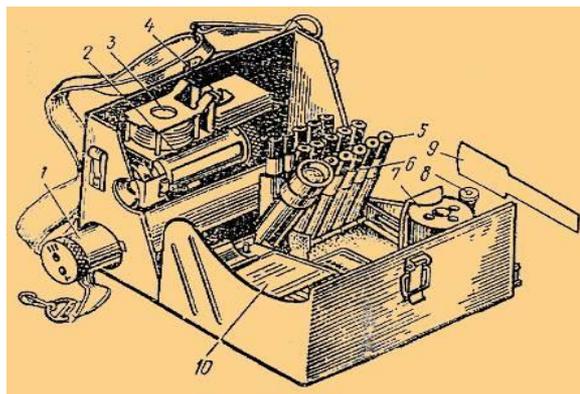
Достоинства

- Селективность (относительная)
- Широкий круг анализируемых компонентов
- Возможность идентификации

Недостатки

- Значительная перекрестная чувствительность
- Невозможность непрерывного измерения
- Ограниченный срок хранения (старение реагента)
- Расходуемость материала
- Влияние условий окружающей среды

Колориметрический метод детектирования



Войсковой прибор химической разведки (ВПХР)

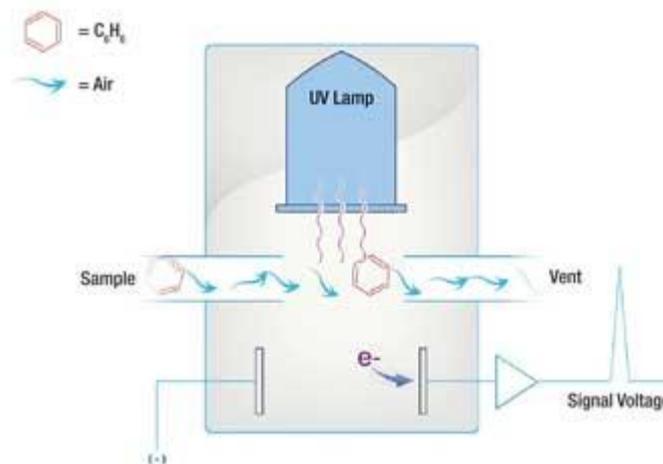
1 - ручной насос; **2** - насадка к насосу; **3** - защитные колпачки; **4** - противодымные фильтры; **5** - патроны грелки; **6** - электрический фонарь; **7** - грелка; **8** - штырь; **9** - лопаточка; **10** - бумажные кассеты с индикаторными трубками.

Колориметрический метод детектирования Предприятия-изготовители

- НПО "Прибор ганк"
газоанализатор ГАНК

Фотоионизационный метод детектирования

- Работа детектора основана на измерении тока, появляющегося в результате ионизации газов и паров вакуумным ультрафиолетовым излучением
- **Предназначен для контроля ПДК**
- Компоненты чистого воздуха: кислород, азот, аргон, метан, оксид и диоксид углерода не ионизируются



Фотоионизационный метод детектирования

Достоинства

- Диапазон измерения от долей мг/м³ до тысяч мг/м³
- Быстродействие
- Стабильность
- Длительный срок службы
- Неограниченный срок хранения
- Широкий диапазон рабочих температур

Недостатки

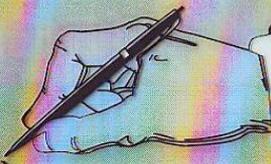
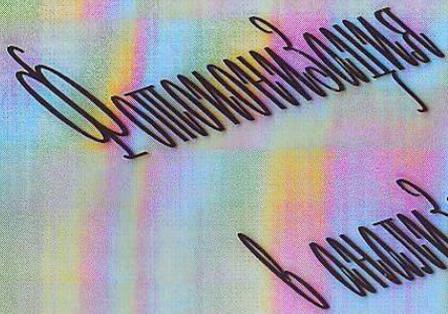
- Неселективность: если в анализируемом воздухе присутствует смесь компонентов, детектор измеряет их суммарную концентрацию

Фотоионизационный метод детектирования Предприятия-изготовители

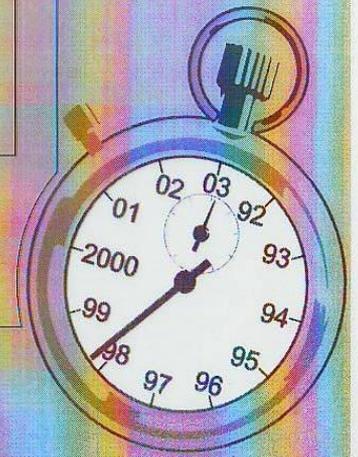
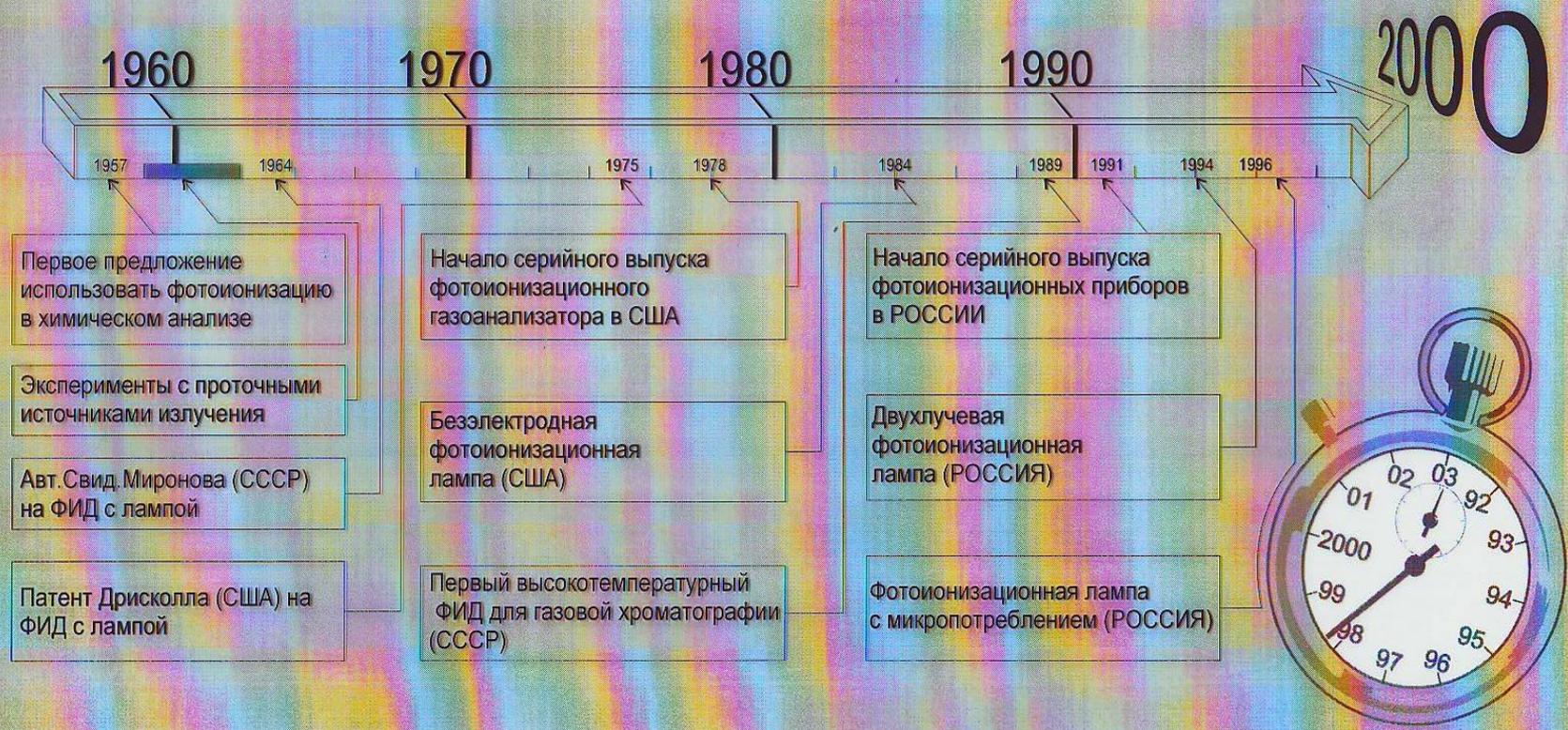
- ООО БАП «ХРОМДЕТ-ЭКОЛОГИЯ»
Газоанализаторы КОЛИОН-1
- ХИМНАЛИТ
Газоанализаторы АНТ

Другие методы детектирования

- Термокондуктометрический - измерение %об.
- Оптико-акустический (CO, CO₂, CH₄, SO₂)
- Магнитный - измерение O₂ в сложных смесях от сотых долей до 100%
- Ультрафиолетовый (по поглощению) - измерение H₂S, NH₃, SO₂, NO₂, O₃
- Хемилюминесцентный - измерение NO₂, NO, NH₃, H₂S, SO₂, O₃ – контроль атмосферного воздуха (ООО ЭТЭК, ЗАО «ОПТЭК»)
- Спектрометр ионной подвижности



История развития



Газоанализаторы КОЛИОН-1



- Переносные газоанализаторы КОЛИОН-1В, КОЛИОН-1В-02, КОЛИОН-1В-03, КОЛИОН-1В-04, КОЛИОН-1В-05, КОЛИОН-1В-06, КОЛИОН-1В-07, КОЛИОН-1В-21...КОЛИОН-1В-27
- Стационарные газоанализаторы КОЛИОН-1А-01С, КОЛИОН-1В-01С

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

- Высокая чувствительность (от долей мг/м³)
- Быстродействие (секунды)
- Отсутствие «памяти»
- Сохранение работоспособности после концентрационных перегрузок
- Рабочие температуры – от минус 30 до 45 °С
- Срок службы – до 6 лет
- В газоанализаторах КОЛИОН-1 используются ФИД производства ООО БАП «ХРОМДЕТ-ЭКОЛОГИЯ»

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Измеряемые компоненты

- Пары углеводородов нефти, бензин (в том числе этилированный), керосин, дизельное топливо, нефрасы и др. нефтепродукты
- Органические растворители (сольвент, уайт-спирит, ацетон и пр.)
- Алифатические (кроме метана и этана), ароматические и непредельные углеводороды
- Хлоралкены (винилхлорид, три- и тетрахлорэтилен)
- Спирты
- Альдегиды и кетоны
- Сложные эфиры
- Этиленоксид
- Амины, меркаптаны

- Аммиак, сероводород, сероуглерод

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Контроль воздуха рабочей зоны

- В соответствии с п. 5.4 ГОСТ 12.1.005-88 (Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны) погрешность измерений концентрации вредных веществ в воздухе, равных ПДК не должна превышать $\pm 25\%$ (при измерениях концентраций ниже ПДК – границы допускаемой абсолютной погрешности измерений должны составлять $\pm 0,25$ ПДК в мг/м³).
- Погрешность ФИД в диапазоне 0 – 10 мг/м³ составляет 1,5 мг/м³. Принимая во внимание это требование, газоанализатор КОЛИОН-1 может применяться для контроля загрязнения воздуха рабочей зоны на уровне ПДК для веществ с ПДК ≥ 10 мг/м³.

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Контроль воздуха рабочей зоны

Нефть и нефтепродукты

- ФИД позволяет определять н-алканы, начиная с С4. Содержание растворенных газов (С1-С3, С4) в стабилизированной нефти не превышает долей %, то есть токсичность и взрывоопасность паров определяется более тяжелыми компонентами и таким образом может контролироваться ФИД
- ПДК бензина – 100 мг/м³ (сс), 300 мг/м³ (мр)
- ПДК керосина – 300 мг/м³ (сс), 600 мг/м³ (мр)
- ПДК УВ С2-С10 – 300 мг/м³ (сс), 900 мг/м³ (мр)

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Контроль воздуха рабочей зоны

Органические растворители

- ПДК ацетона – 200 мг/м³ (сс), 800 мг/м³ (мр)
- ПДК уайт-спирита – 300 мг/м³ (сс), 900 мг/м³ (мр)
- ПДК сольвента – 100мг/м³ (сс), 300 мг/м³ (мр)
- ПДК толуола – 50 мг/м³ (сс), 150 мг/м³ (мр)
- ПДК ксилола – 50 мг/м³ (сс), 150 мг/м³ (мр)
- ПДК бутилацетата – 50 мг/м³ (сс), 200 мг/м³ (мр)

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Контроль воздуха рабочей зоны

Спирты, кетоны, эфиры, органические кислоты, др.

- ПДК метанола – **5 мг/м³ (сс)**, 15 мг/м³ (мр)
- ПДК метанола –
OSHA: 260 мг/м³ TWA (сс),
NIOSH 325 мг/м³ STEL (мр), 8000 мг/м³ IDLH (мгновенно
опасная для здоровья и жизни концентрация)
- ПДК этанола – 1000 мг/м³ (сс), 2000 мг/м³ (мр)
- ПДК пропанола – 10 мг/м³ (сс), 30 мг/м³ (мр)
- ПДК бутанола – 10 мг/м³ (сс), 30 мг/м³ (мр)
- ПДК метилэтилкетона – 200 мг/м³ (сс), 400 мг/м³ (мр)
- ПДК диэтилового эфира – 300 мг/м³ (сс), 900 мг/м³ (мр)
- ПДК бутилацетата – 50 мг/м³ (сс), 200 мг/м³ (мр)
- ПДК этилацетата – 50 мг/м³ (сс), 200 мг/м³ (мр)
- ПДК уксусной кислоты – **5 мг/м³ (мр)**
- **ПДК этиленоксида – 1 мг/м³ (сс), 3 мг/м³ (мр)**

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Контроль воздуха рабочей зоны

Ароматические и непредельные УВ

- ПДК бензола – **5 мг/м³ (сс)**, 15 мг/м³ (мр)
- ПДК толуола – 50 мг/м³ (сс), 150 мг/м³ (мр)
- ПДК ксилола – 50 мг/м³ (сс), 150 мг/м³ (мр)
- ПДК этилбензола – 50 мг/м³ (сс), 150 мг/м³ (мр)
- ПДК стирола – 10 мг/м³ (сс), 30 мг/м³ (мр)
- ПДК нафталина – 30 мг/м³ (мр)
- Алкены C₂-C₁₀ – 100 мг/м³ (сс), 300 мг/м³ (мр)
- Полиэтен (C₂H₄)_n – 10 мг/м³ (мр)

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Контроль воздуха рабочей зоны хлоралкены

- ПДК винилхлорида – 1 мг/м³ (сс), 5 мг/м³ (мр)
- ПДК трихлорэтилена – 10 мг/м³ (сс), 30 мг/м³ (мр)
- ПДК тетрахлорэтилена – 10 мг/м³ (сс), 30 мг/м³ (мр)

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Контроль воздуха рабочей зоны

Фенол, меркаптаны, амины, др.

- ПДК фенола – 0,3 мг/м³ (сс), 1 мг/м³ (мр)
- ПДК метилмеркаптана – 0,8 мг/м³ (мр)
- ПДК этилмеркаптана – 1 мг/м³ (мр)
- ПДК метиламина – 1 мг/м³ (мр)
- ПДК триметиламина – 5 мг/м³ (мр)
- ПДК этиламина – 10 мг/м³ (мр)
- ПДК диэтиламина – 10 мг/м³ (мр)
- ПДК сероуглерода – 3 мг/м³ (сс), 10 мг/м³ (мр)
- ПДК аммиака – 20 мг/м³ (мр)

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД Контроль воздуха рабочей зоны. ПДВК

- ПДВК - предельно допустимая взрывобезопасная концентрация (5% НКПР), выше которой запрещено проведение огневых работ
- Верхняя граница диапазона измерения ФИД – 2000 мг/м³, что соответствует ПДВК УВ нефти, нефтепродуктов и пр.

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Контроль воздуха рабочей зоны. Особенности

- ФИД не разделяет компоненты
- Если в воздухе присутствует смесь компонентов, измеряемых ФИД, результаты измерения соответствуют их суммарной концентрации
- Результаты измерения ФИД соответствуют концентрации отдельного компонента, если:
 - только этот компонент присутствует в анализируемой пробе
 - концентрации других компонентов пренебрежимо малы
 - чувствительность ФИД к другим компонентам пренебрежимо мала

ЭТО ОТНОСИТСЯ КО ВСЕМ ФИД

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Градуировка

- ФИД градуируется по одному компоненту, и концентрация этого компонента определяется непосредственно по показаниям газоанализатора
- Для большого числа компонентов экспериментальным путем определены относительные чувствительности ФИД – коэффициенты пересчета, используемые для определения концентрации этих компонентов по показаниям ФИД. Пересчетные коэффициенты определялись с помощью ПГС
- ФИД газоанализаторов КОЛИОН-1 имеют одни и те же коэффициенты пересчета, что определяется постоянством спектра излучения ВУФ-ламп, контролируемым при их выпуске

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Контроль воздуха рабочей зоны. Многокомпонентные смеси

- При измерении «многокомпонентной» смеси, количественные измерения содержания каждого отдельного компонента возможно только в том случае, если известно соотношение компонентов в воздухе известно и постоянно
- Если соотношение неизвестно, то по показаниям газоанализатора рассчитывают концентрацию каждого компонента так, как если бы он один давал сигнал ФИД, и сравнивают полученное значение с ПДК компонента. Эту операцию выполняют для каждого компонента. Если полученные таким образом концентрации превышают ПДК, для данного компонента проводят измерение концентрации другим методом, обеспечивающим его селективное измерение.
- Многочисленные эксперименты по измерению ФИД содержания в воздухе паров различных образцов нефти и нефтепродуктов показали, что одно и то же количество различных продуктов в воздухе дает один и тот же сигнал ФИД, что, по-видимому, можно объяснить очень большим числом компонентов. Экспериментально определенный коэффициент пересчета для этих продуктов находится между коэффициентом для пентана и ароматическими УВ и отражает качественный состав смеси

Переносные газоанализаторы КОЛИОН-1. Применение

- **Контроль воздуха рабочей зоны**

Проверка соответствия воздуха санитарным нормам и требованиям пожарной безопасности при проведении газоопасных работ, перед огневыми работами

- **Поиск утечек**

Высокое быстродействие позволяет использовать газоанализатор для поиска утечек в технологическом оборудовании

- **Контроль уровня загрязненности почвы**

Газоанализатор дает возможность определить площадь и глубину распространения загрязнителя в почве путем измерения содержания загрязнителя в почвенном воздухе

- **При разведке нефти**

Газоанализатор позволяет обнаружить залежи нефти путем измерения содержания углеводородов в почвенном воздухе

- **Обнаружение следов ЛВЖ**

Газоанализатор применяется для обнаружения следов ЛВЖ при расследовании причин пожаров

Предельные алифатические углеводороды C₂-C₁₀: ФИД и ИК

- Предельными алифатическими углеводородами называются углеводороды, имеющие только одинарные связи С-С, углеродные атомы которых связаны между собой в открытые неразветвленные или разветвленные цепи, общая формула C_nH_{2n+2}
- В гигиенических нормативах ГН 2.2.5.1313-03 приведены ПДК для предельных алифатических углеводородов C₂-C₁₀* в воздухе рабочей зоны, которые составляют 300 мг/м³ – среднесменная, и 900 мг/м³ – максимальная разовая.
- Это требование, относится к объектам, где добывается, транспортируется или хранится нефть, поскольку для нефтепродуктов (бензина и керосина) в гигиенических нормативах ГН 2.2.5.1313-03 приведены значения ПДК воздуха рабочей зоны без указания, о каких именно углеводородах идет речь.
- Качественный и количественный состав паров углеводородов нефти отражает состав жидкой нефти, которая содержит предельные алифатические, нафтеновые (предельные циклические) и ароматические углеводороды. Эти же компоненты присутствуют в парах нефти в воздухе.

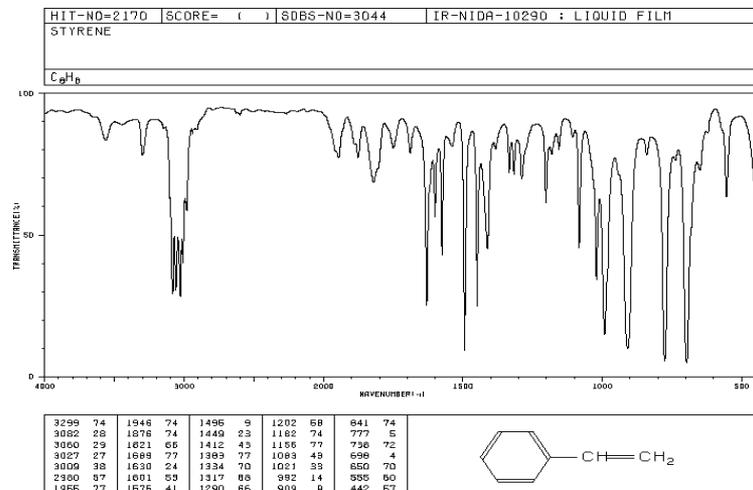
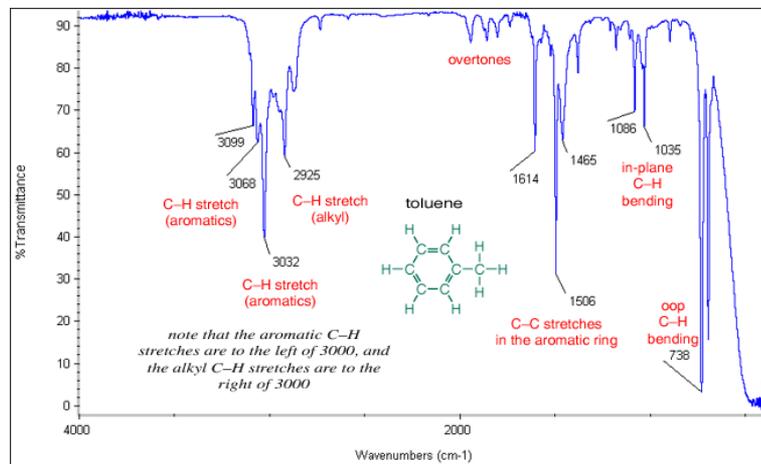
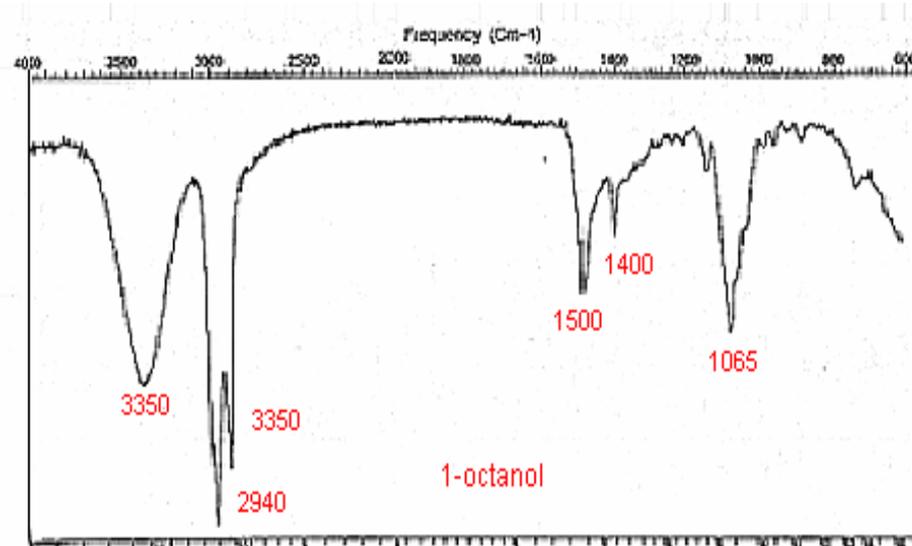
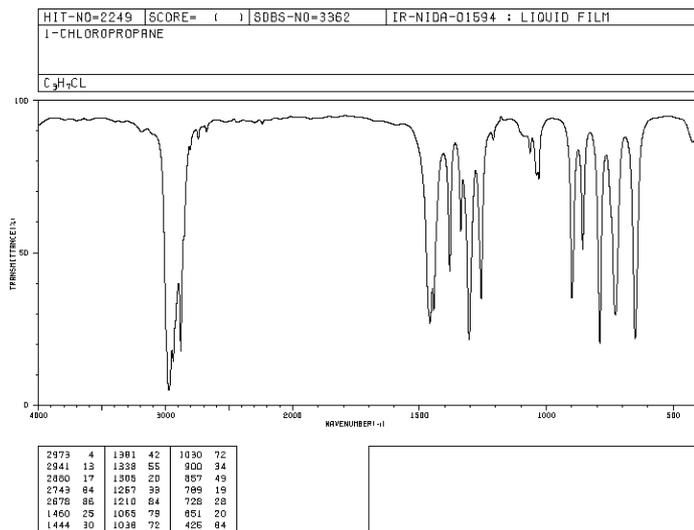
Предельные алифатические углеводороды C₂-C₁₀: ФИД и ИК

- Селективное измерение предельных алифатических углеводородов с помощью ФИД КОЛИОН-1 в такой смеси невозможно, но использование газоанализатора КОЛИОН-1 для контроля ПДК этих соединений правомерно.
- ФИД газоанализатора КОЛИОН-1 измеряет суммарную концентрацию углеводородов в воздухе, в том числе предельных алифатических, и если суммарная концентрация углеводородов не превышает ПДК, то концентрация предельных алифатических углеводородов тем более ниже ПДК.
- Измеренное газоанализатором КОЛИОН-1 значение концентрации завышено, но, во-первых, это превышение незначительно (примерно на 30%), а, во-вторых, никаких нарушений с точки зрения действующих норм и безопасности персонала в этом нет.

Пределные алифатические углеводороды C₂-C₁₀: ФИД и ИК

- ИК-спектроскопия используется для идентификации углеводородов и других органических вещества, но это возможно только при измерении полного ИК-спектра поглощения компонента.
- При контроле воздуха рабочей зоны используются недисперсионные ИК-детекторы, в которых концентрация измеряется по интенсивности поглощения ИК-излучения на одной длине волны. При измерении углеводородов поглощение измеряется на длине волны 3,3-3,4 мкм.
- ИК-детектор применяется для селективного измерения метана по поглощению на длине волны 3,3 мкм. Другие углеводороды измеряются по поглощению на длине волны (3,4±0,15) мкм (2,81-3,07 см⁻¹), где поглощение связано с валентными колебаниями связей С-Н алкильных групп, то есть все углеводороды, содержащие алкильную группу, имеют поглощение на этой длине волны и следовательно вносят вклад в результаты измерений (см. спектры на следующем слайде)
- На практике этот детектор в отличие от ФИД, в основном, используется для контроля дозрывоопасных концентраций.

ИК-спектры



ГИАМ-315.

Требования к неизмеряемым компонентам

Неизмеряемый компонент	Концентрация
CO	не более 50 мг/м ³
CO ₂	не более 1 %, об.доли
Непредельные и ароматические углеводороды	не более 10 мг/м ³

Предельные алифатические УВ C2-C10

- Для этана, пропана, гептана, октана, нонана, декана ПДК воздуха рабочей зоны в РФ не нормированы.
- TWA (аналог ПДКсс) алифатических углеводородов:
 - Этана – не нормирована
 - Пропана – 1000 ppm (0,1 %об., 1800 мг/м³)
 - Бутана – 800 ppm (0,08 %об., 1900 мг/м³)
 - C1-C4 - 1000 ppm (0,1 %об.).

Пределные алифатические УВ С2-С10 данные о составе попутного газа

Углеводород	Месторождение 1	Месторождение 2
С1	87,94 %об.	81,4 %об.
С2	2,94 %об.	2,63 %об.
С3	4,31 %об.	7,26 %об.
i-С4	0,68 %об.	3,8 %об.
n-С4	1,7 %об.	
i-С5	0,53 %об.	3,99 %об.
N-С5	0,56 %об.	

Газоанализаторы КОЛИОН-1.Переносные модели

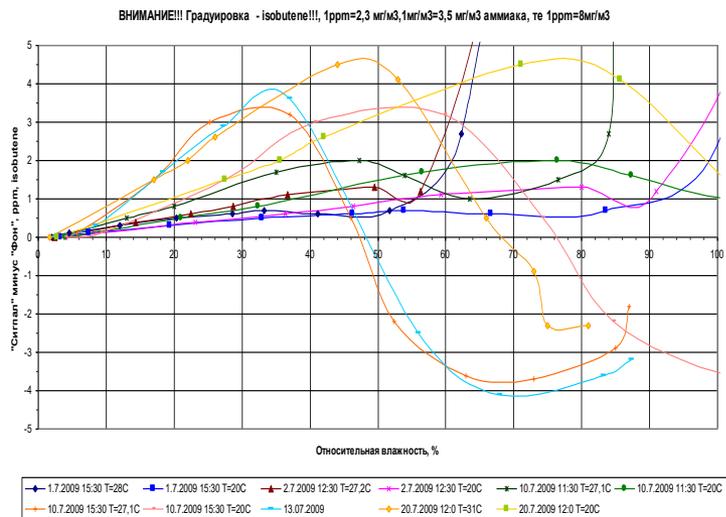
Отбор пробы	Принудительный
Сигнализация	Световая и звуковая
Габаритные размеры, мм	65 × 205 × 180
Масса, кг	1,5
Питание	NiMH аккумуляторы
Время работы от аккумуляторов, ч	Не менее 8
Рабочие условия эксплуатации: температура, °С относительная влажность, %	От минус 30 до 45 От 10 до 90 (неконденсируемая)
Маркировка взрывозащиты	ExibIIBT4 1ExibdIIBT4 X (модели с ТКД)
Межповерочный интервал, мес	12
Гарантийный срок, мес	18

Газоанализаторы КОЛИОН-1.

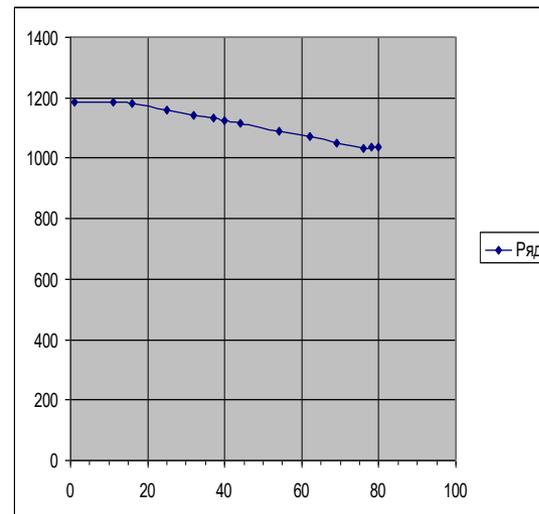
Особенности ФИД

- ВУФ-лампы тлеющего разряда, изготавливаемые в ООО БАП «ХРОМДЕТ-ЭКОЛОГИЯ»
- Срок службы ВУФ-лампы – не менее 10 000 час
- Изменение интенсивности – не более 10% за год непрерывной работы
- ФИД обогреваемый - для устранения влияния влажности и уменьшения загрязнения
- Предусмотрена самоочистка

ФИД. Влияние влажности



Без нагрева



С нагревом

Газоанализаторы КОЛИОН-1. ФИД

Контроль воздуха рабочей зоны

Не измеряет

- Кислород
- Азот
- Оксиды серы и углерода
- Метан, этан
- Хлор
- Сероводород
- Диоксид азота

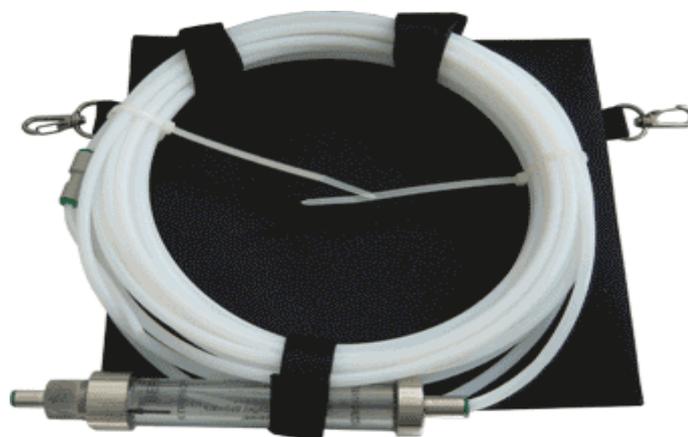
Газоанализаторы КОЛИОН-1. Переносные модели

Наименование	ФИД мг/м ³	ТКД % НКПР	ЭХД СО мг/м ³	ЭХД Н ₂ S мг/м ³	ЭХД NO ₂ мг/м ³	ЭХД O ₂ %об.
КОЛИОН-1В	0 – 2000					
КОЛИОН-1В-02	0 – 2000		0 – 300			
КОЛИОН-1В-03	0 – 2000			0 – 30		
КОЛИОН-1В-04	0 – 2000				0 – 10	
КОЛИОН-1В-05	0 – 2000					0 – 30
КОЛИОН-1В-06* метанол, пропан	0 – 500					
КОЛИОН-1В-07	0 – 5000					
КОЛИОН-1В-21	0 – 2000	0 – 50				
КОЛИОН-1В-22	0 – 2000	0 – 50	0 – 300			
КОЛИОН-1В-23	0 – 2000	0 – 50		0 – 30		
КОЛИОН-1В-24	0 – 2000	0 – 50				0 – 30
КОЛИОН-1В-25	0 – 2000	0 – 50		0 – 30		0 – 30
КОЛИОН-1В-26	0 – 2000	0 – 50	0 – 300			0 – 30
КОЛИОН-1В-27	0 – 2000	0 – 50	0 – 300	0 – 30		

Переносные газоанализаторы КОЛИОН-1

Вспомогательные устройства. Удлинитель пробоотборника

Удлинитель пробоотборника предназначен для использования в составе переносных моделей газоанализаторов КОЛИОН-1 при проведении измерений в труднодоступных и удаленных местах



ПЕРЕНОСНЫЕ ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ КОЛИОН-1

- От 1-го до 4-х детекторов
- ФИД – контроль от долей ПДК до ПДВК
- ЭХД – контроль CO, H₂S, O₂, NO₂
- ТКД – контроль ДВК
- ТКД – контроль метана
- Усреднение результатов за 15 мин для ФИД и ЭХД CO и H₂S

Стационарные фотоионизационные газоанализаторы КОЛИОН-1

- Газоанализатор КОЛИОН-1А-01С для установки вне взрывоопасной зоны



- Взрывозащищенный
газоанализатор
КОЛИОН-1В-01С



Стационарные фотоионизационные газоанализаторы КОЛИОН-1

уже используются для измерения

- Аммиака
- Бензина, дизельного топлива, авиационного керосина, мазута
- Толуола, ксилола, стирола, изопропилбензола
- Ацетона
- Уайт-спирита
- Бутанолов
- Этанол
- Тетрафторэтилена
- Винилхлорида
- Трихлоэтилена
- Этилена
- Триэтиламина
- Фенола
- Сероуглерода
- Окиси этилена

Переносный газоанализатор хлора КОЛИОН-701

- Предназначен для измерения содержания хлора в воздухе рабочей зоны



0 – 20 мг/м³

принудительный

Индивидуальные однокомпонентные газоанализаторы СЕАН

- **Назначение:**
измерение содержания в воздухе рабочей зоны H₂S, CO, SO₂, NO₂, NH₃, Cl₂, O₂; сигнализация о выходе за пороговые значения
- **Детектор:**
электрохимический
- **Особенности:**
 - управление одной кнопкой
 - 10 000 час работы от батареек
 - световая, звуковая, вибросигнализация



Индивидуальные однокомпонентные газоанализаторы СЕАН.

Технические характеристики

Модель	Диапазон показаний, мг/м ³	Диапазон измерения, мг/м ³	Основная погрешность, %	
			Приведенная	Относительная
СЕАН-CO	0 – 1000	0 – 200	±20 0 – 20 мг/м ³	±20 20 – 200 мг/м ³
СЕАН-NH ₃	0 – 70	0 – 70	±20 0 – 20 мг/м ³	±20 20 – 70 мг/м ³
СЕАН-H ₂ S	0 – 200	0 – 30	±20 0 – 10 мг/м ³	±20 10 – 30 мг/м ³
СЕАН -SO ₂	0 – 25	0 – 25	±20 0 – 10 мг/м ³	±20 10 – 25 мг/м ³
СЕАН-Cl ₂	0 – 20	1 – 20	±20 0 – 1 мг/м ³	±20 1 – 20 мг/м ³
СЕАН-NO ₂	0 – 20	1 – 10	±20 0 – 2 мг/м ³	±20 2 – 10 мг/м ³
СЕАН-O ₂	0 – 30 %об.	0 – 30 %об.	±3,5	–

Индивидуальные однокомпонентные газоанализаторы СЕАН.

Технические характеристики

Принцип измерения	Электрохимический
Отбор пробы	Диффузионный, устройство принудительной подачи пробы – по отдельному заказу
Сигнализация	Световая, звуковая, вибро-
Габаритные размеры, мм	105 × 70 × 50
Питание	Батарея Li, 3В
Связь с компьютером	Через порт Iра
Время работы от батареи, час	10000
Масса, кг	Не более 0,15
Рабочие условия эксплуатации: температура, °С относительная влажность, %	От минус 30 до 45 От 15 до 95 (неконденсируемая)
Маркировка взрывозащиты	ExibIIBT4 X
Межповерочный интервал, мес	12
Гарантийный срок, мес	18

Индивидуальные однокомпонентные газоанализаторы СЕАН. Устройство принудительной подачи пробы



ПРУС-2



ПРУС-2П

Для анализа воздуха в удаленных и труднодоступных местах

Индивидуальные двухкомпонентные газоанализаторы ДЕГА

■ Назначение:

измерение содержания в воздухе рабочей зоны CH₄ и других горючих газов и паров, H₂S, CO, SO₂, NO₂, O₂; сигнализация о выходе за пороговые значения

■ Особенности:

- простота эксплуатации и обслуживания
- до двух компонентов одновременно
- диапазон рабочих температур – от минус 30 до 45 °С
- сохранение в памяти протоколов измерений за 7 рабочих дней
- ударопрочный корпус
- надежные литий-ионные аккумуляторы
- время непрерывной работы – не менее 10 ч
- связь с компьютером через USB



Индивидуальные двухкомпонентные газоанализаторы ДЕГА.

Технические характеристики

Измеряемый компонент	Модель газоанализатора		Диапазон показаний, мг/м ³	Диапазон измерений, мг/м ³
Метан	ДЕГА-СН ₄ ДЕГА-СН ₄ /О ₂	ДЕГА-СН ₄ /СО ДЕГА-СН ₄ /Н ₂ С	0 – 5 %об.	0 – 2,5% об.
Оксид углерода	ДЕГА-СО ДЕГА-СН ₄ /СО ДЕГА-СО/NO ₂	ДЕГА-СО/СО ₂ ДЕГА-СО/О ₂ ДЕГА-СО/Н ₂ С	0 – 400	0 – 200
Сероводород	ДЕГА-Н ₂ С ДЕГА-СО/Н ₂ С ДЕГА-СН ₄ /Н ₂ С	ДЕГА-Н ₂ С/О ₂ ДЕГА-Н ₂ С/СО ₂	0 – 100	0 – 30
Диоксид серы	ДЕГА- SO ₂ ДЕГА-SO ₂ /NO ₂ ДЕГА-СО/СО ₂	ДЕГА-SO ₂ /О ₂ ДЕГА-Н ₂ С/СО ₂	0 – 50	0 – 25
Диоксид азота	ДЕГА-NO ₂ ДЕГА-SO ₂ /NO ₂	ДЕГА-СО/NO ₂ ДЕГА- NO ₂ /О ₂	0 – 20	0 – 10
Кислород	ДЕГА-О ₂ ДЕГА-СН ₄ /О ₂ ДЕГА-Н ₂ С/О ₂	ДЕГА-SO ₂ /О ₂ ДЕГА-NO ₂ /О ₂ ДЕГА-СО/О ₂	0 – 30 % об.	0 – 30 % об.
Принцип измерения		Термокatalитический, электрохимический		
Отбор пробы		Диффузионный		
Сигнализация		Звуковая, световая		
Габаритные размеры		120 × 55 × 40		
Масса, г		Не более 250		

Стационарные газоанализаторы ЭССА исполнение БС

■ Назначение:

измерение содержания в воздухе рабочей зоны **CH₄, H₂S, CO, NO, NO₂, NH₃, Cl₂, O₃, O₂**; сигнализация о выходе за пороговые значения, управление исполнительными устройствами

■ Особенности:

- до 16 измерительных каналов
- диапазон рабочих температур – от минус 35 до 45 °С
- расстояние между блоком сигнализации и измерительными преобразователями – до 1000 м
- индикация измеряемой концентрации
- большой срок службы сенсоров
- связь с компьютером
- передача информации по радиоканалу



Метрологическое обеспечение газоанализаторов

Основные термины и определения

- **Поверка средств измерений** - установление органом государственной метрологической службы (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности средства измерений к применению на подтверждения соответствия экспериментально определяемых метрологических характеристик установленным обязательным требованиям.
- **Калибровка средств измерений** - определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений.
- **Градуировка средств измерений** - определение градуировочной характеристики средства измерений
- **Проверка работоспособности** - проводится в соответствии с РЭ по одной ПГС с концентрацией целевого компонента в ПГС, превышающей пороговую концентрацию

ПГС. Поверка

- Поверка – определение соответствия метрологических характеристик газоанализатора указанным в документации
- Проводится аккредитованными организациями в соответствии с МП
- Межповерочный интервал должен составлять не более 12 мес
- При поверке используются несколько ПГС с содержанием целевого компонента в соответствии с МП

ПГС. Градуировка

- Градуировка – настройка чувствительности газоанализатора с использованием ПГС
- Проводится специалистами предприятия в соответствии с РЭ
- Может проводиться по одной ПГС с концентрацией целевого компонента не менее 50% диапазона измерения
- После градуировки следует проверить погрешности измерения для всего диапазона

ПГС. Калибровка

- Средства измерений, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при эксплуатации, прокате и продаже.

Калибровка средств измерений производится метрологическими службами юридических лиц с использованием эталонов, соподчиненных государственным эталонам единиц величин.

ПГС. Проверка работоспособности

- Проводится специалистами предприятия в соответствии с РЭ по одной ПГС с концентрацией целевого компонента в ПГС, превышающей пороговую концентрацию
- За рубежом
- для газоанализаторов, контролирующих безопасность человека, проверку рекомендуется производить перед каждым применением прибора
- существует другой подход: первые 10 дней использования нового газоанализатора проверку проводят ежедневно, чтобы определить его поведение, затем – раз в 30 дней

ПГС. Проверка работоспособности

- За рубежом
- Предлагается использовать смеси с большей погрешностью в баллонах под давлением
- Источники паров, например, зажигалки, маркеры
- Для кислорода – измерение в выдыхаемом воздухе

Поверочные газовые смеси

ПГС

- ПГС в баллонах под давлением
- Диффузионные источники микропотоков
- Парофазные источники газовых смесей (ПИГС)
- Электрохимические генераторы

ПГС. Погрешность

- Погрешность ПГС должна быть минимум в два раза меньше погрешности газоанализатора, для которого она предназначена

ПГС в баллонах под давлением

- Очень большой выбор компонентов и баллонов
- Широкий диапазон концентраций – от мг/м³ до 50 %НКПР
- Погрешность – не более $\pm 7\%$ (10)
- Нулевая влажность
- Стоимость от 2000 до 25000 руб.



ПГС в баллонах под давлением

На что обращать внимание при заказе

- Материал баллона, вентиля, натекаателя
- Разбавляющий газ
- Погрешность приготовления
- Концентрация компонента в воздухе не может быть больше 50% НКПР
- Общее давление для сжижающихся паров (гексан) определяется концентрацией компонента и температурой транспортировки баллона

ПГС в баллонах. Производители

- ООО «ПГС сервис» , 624250 г. Заречный Свердловской области (34377)72911 www.pgs.ru
- ОАО «Линде Газ Рус», г. Балашиха Московской обл., факс (495) 521-27-68, 777-70-48;
- ООО "Мониторинг", г.Санкт-Петербург, тел.(812) 315-11-45, факс (812) 327-97-76 www.ooo-monitoring.ru
- Московский газоперерабатывающий завод, тел. (495) 399-36-07, факс (495) 355-95-84 www.mgpz.ru
- ОАО «Научные приборы» г, Санкт-Петербург, факс (812) 251-73-63; www.sinstr.ru
- ФГУП «СПО Аналитприбор» г. Смоленск. факс (0812) 59-07-48, www.analitpribor-smolensk.ru
- ЗАО «Лентехгаз» г, Санкт - Петербург, факс (812) 567-12-26; www.lentechgas.ru
- ЗАО «СаКиЗ» г. Самара, факс (3462) 55-26-06;
- ФГУ «Тюменский ЦСМиС», факс (3452) 32-34-38
- АО «СПГС» г. Сургут, факс (34691)77-18-03;
- ИНГУ, г. Нижний Новгород, факс (8312) 35-64-80;
- Гелиевый завод, г.Оренбург, факс (3532) 72-60-49;
- ООО «Тобольскнефтехим», г. Тобольск, факс (34511) 9-89-51
- ЗАО «ЭлектроАвтоматика, г. Омск, (3812)776945

ПГС в баллонах под давлением. Генераторы разбавители

Динамический генератор ГГС-03-03

- Приготовление газовых смесей в диапазоне концентраций от 0,1 млн-1 до 99%
- Погрешность определения коэффициента разбавления – до 2,5%
- Расход газовой смеси на выходе – от 100 до 3000 см³/мин
- Цена – более 400000 руб.



ПГС. Источники микропотока газов и паров

Источник микропотока представляет собой ампулу с проницаемой стенкой (обычно фторопластовую), заполненную жидкостью или сжиженным газом. При заданной температуре вещество диффундирует через стенку ампулы в поток газа-разбавителя с постоянной скоростью, характеризующейся производительностью источника.



ПГС. Источники микропотока газов и паров. Генератор

Термодиффузионный генератор ТДГ-01

- Предназначен для приготовления газовых смесей в диапазоне концентраций от 0,05 до 50 мг/м³
- Основан на смешении потоков целевого компонента и газа-разбавителя. Поток целевого компонента задается источником микропотока, находящимся в термостате с контролируемой температурой. Поток газа-разбавителя регулируется и измеряется тепловым регулятором массового расхода газа.
- Погрешность – не более $\pm 8\%$
- Стоимость – более 300000 руб.



ПГС. Электрохимические генераторы

Генератор хлора ГХ-120

ООО «Информаналитика» www.infogas.ru

- Действие генератора основано на пропускании тока через электролитическую ячейку, выделяющую при этом газообразный хлор в воздушный поток, создаваемый микрокомпрессором. Величина потока воздуха контролируется при помощи встроенного ротаметра
- Массовая доля хлора в газовой смеси может иметь ряд из шести дискретных значений от 0.5 до 22 мг/м³
- погрешность поддержания содержания хлора в газовой смеси - не более $\pm 10\%$
- Номинальный расход газовой смеси - 0,5 дм³ /мин



ПГС. Генератор озона

ЗАО ОПТЭК www.optec.ru

	ГС-024-21	ГС-024-25	ГС-024-1	ГС-024-1 (программируемый)
Принцип действия	получение озона путем УФ-облучения воздушного потока			
Диапазон мкг/м3	от 100 до 500			
Относительная погрешность	± 7 %	± 7 %	± 5 %	± 5 %
Количество задаваемых концентраций	1	4	5	с шагом 5 мкг/м3

Генератор ПГС аммиака ГЕА-01

- Смесь аммиака в воздухе получается из водного раствора аммиака.
- Оригинальная система разбавления потока смеси, установленная в генераторе, позволяет получить концентрации аммиака в воздухе от 10 до 2000 мг/м³
- Значение концентрации аммиака в воздухе измеряется при помощи встроенного ФИД и выводится на индикатор
- Погрешность - $\pm 7\%$



БЮРО АНАЛИТИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ

ХРОМ 
CHROM 

ANALYTICAL INSTRUMENTS

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

ООО БАП ХРОМДЕТ-ЭКОЛОГИЯ