

Г.Т. ЗЕМСКИЙ, канд. хим. наук, вед. науч. сотр.; А.В. ИЛЬИЧЕВ, нач. отд.;
Н.В. КОНДРАТЮК, ст. науч. сотр.; Д.В. ДОЛГИХ, нач. сектора (ФГБУ ВНИИПО
МЧС России)

ОБЗОР ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ ДЛЯ МЕТАНА

Разгерметизация газоиспользующего оборудования может привести к взрыву газовоздушной смеси или пожару. Для своевременного обнаружения утечки газа используются газоанализаторы.

Настоящая статья содержит обзор газоанализаторов, отличающихся по конструктивному исполнению, функциональному назначению, по принципу действия чувствительных элементов (сенсоров).

Отмечено, что для обнаружения утечек метана (в том числе природного газа) наиболее эффективными с точки зрения чувствительности и быстродействия являются датчики (сенсоры), основанные на принципах: термического катализа (ТКД), поглощения инфракрасного излучения (ИКД), изменения электропроводности (ППД).

Ключевые слова: *газоанализаторы, классификация, выбор*

Для обнаружения утечек горючих газов из газоиспользующего оборудования с целью предупреждения взрыва или пожара используются устройства, называемые газоанализаторами, сигнализаторами, газоаналитическими системами.

В зависимости от назначения и выполняемых задач газоанализаторы можно подразделить на несколько основных групп:

- газоанализаторы продуктов горения для наладки и контроля печей, котлов и топливосжигающих установок;
- газоанализаторы по определению параметров и контроля воздуха рабочей зоны (приборы безопасности);
- газоанализаторы для контроля выбросов в атмосферу из различных технологических процессов или обнаружения неожиданных утечек из герметичного оборудования;
- приборы по контролю выхлопных газов различных двигателей внутреннего сгорания (ДВС);
- анализаторы для анализа газов в воде и других жидкостях.

По конструктивному исполнению и особенностям газоанализаторы подразделяются на следующие типы:

- портативные (персональные и индивидуальные);
- переносные;
- стационарные.

Характерными особенностями переносных и портативных газоанализаторов принято считать приборы с небольшими массогабаритными показателями, что позволяет применять их практически на любом рабочем месте. Портативные и переносные приборы газового анализа, как правило, имеют цифровую индикацию результатов измерения, а также светозвуковую сигнализацию о превышении порогов опасных концентраций газов. Основным и важным назначением переносных газоанализаторов для контроля параметров воздуха рабочей зоны принято считать обследование замкнутого пространства и подземных объектов на предмет дефицита кислорода, наличия токсичных веществ и горючих газов, например, при оформлении допуска рабочих для осуществления работ. Для кон-

троля опасных факторов непосредственно в самом месте нахождения человека используются индивидуальные (персональные) приборы, необходимые для рабочего персонала при выполнении различных работ на потенциально опасных территориях или в помещениях.

Для газоанализаторов стационарного типа масса и габариты, как правило, не важны и не являются критичными, зато к ним предъявляются высокие требования к стабильности показаний и надежности работы. Стационарные приборы могут быть оснащены средствами сигнализации о превышении пороговых значений концентрации, интерфейсом для передачи данных на компьютер, а также средствами выключения либо включения исполнительных устройств, например, с помощью блоков реле из состава газоанализаторов.

Как переносные и портативные, так и стационарные газоанализаторы могут иметь общепромышленное, взрывобезопасное исполнения с различными типами взрывозащиты, а также широкий спектр степени герметичности, защиты от воздействия атмосферы, влаги и пыли (IP).

По выполняемым функциям приборы газового анализа делятся на следующие типы:

- индикаторы, течеискатели;
- газосигнализаторы;
- газоанализаторы.

Индикаторы газа дают лишь качественную оценку газовой смеси о наличии в ней контролируемого компонента. Они работают по принципу «много – мало». В большинстве случаев индикаторы – это портативные приборы, отображающие информацию при помощи линейки точечных светодиодов. Например, при большом количестве контролируемого вещества светится вся линейка диодов.

Течеискатели горючих газов, фреона и других хладагентов имеют в составе пробоотборник или зонд. Как правило, эти устройства показывают себя как простые в эксплуатации, удобные в применении и надежные приборы. В то же время портативные течеискатели представляют собой сигнализаторы для профессионального использования, имея высокую чувствительность и избирательность.

Сигнализаторы загазованности (газосигнализаторы) позволяют весьма приблизительно оценить концентрацию контролируемых веществ, имея при этом один или несколько порогов срабатывания сигнализации. Как правило, неотъемлемой частью стационарного газосигнализатора является блок реле или блок коммутации, которые служат для коммутации внешних устройств, в том числе принудительной вентиляции или выключения подачи газа при достижении порогов срабатывания.

По функциональным возможностям газоанализаторы могут давать не только количественную оценку концентрации измеряемого вещества с цифровой индикацией показаний, но и по желанию потребителя снабжаются различным вспомогательным функционалом.

По количеству измеряемых компонентов газоанализаторы классифицируются следующим образом:

- однокомпонентные;
- многокомпонентные.

Однокомпонентные газоанализаторы – это, как правило, простые приборы, которые комплектуются одним датчиком или сенсором и рассчитаны для измерений концентрации только одного вещества. Газоанализаторы на один компонент могут иметь портативное, переносное либо стационарное исполнение конструкции.

Многокомпонентные газоанализаторы применяются для измерения и контроля одновременно нескольких разных веществ. В таких мультигазовых анализаторах обычно используются отличные друг от друга типы сенсоров или электрохимических ячеек. В зависимости от количества и типа установленных чувствительных элементов многокомпонентный газоанализатор способен индцировать на экране цифрового дисплея свои показания от 1 до 6 газов одновременно.

По количеству датчиков или каналов измерения газоанализаторы подразделяются:

- одноканальные;
- многоканальные.

Одноканальные газоанализаторы – это приборы, предназначенные для контроля концентрации одного определенного вещества и имеющие один датчик или один измерительный канал, либо одну точку для отбора пробы. Выделяют стационарные моноблочные одноканальные газоанализаторы, объединяющие в одном корпусе измерительный сенсор, электронный преобразователь, а также световые либо цифровые индикаторы; стационарные одноканальные приборы с информационным пультом и одним выносным датчиком либо измерительным преобразователем на конкретный газ. Одноканальные газоанализаторы стационарного типа могут работать как автономно, так и в составе измерительной газоаналитической системы, которая объединяет необходимое количество газоанализаторов. Кроме того, одноканальными газоанализаторами могут быть и компактные переносные приборы, в том числе персональные (индивидуальные).

Многоканальные газоанализаторы – это приборы для одновременного контроля до 16 и больше каналов измерения. В одном таком газоанализаторе допускается сочетание каналов измерения разных газов в произвольном наборе. В случае газоанализаторов с измерительными датчиками проточного типа проблему многоточечного контроля можно решить при помощи вспомогательных устройств специального типа: газовых распределителей, обеспечивающих поочередную подачу пробы к датчику из нескольких точек пробоотбора.

В зависимости от принципа действия датчиков (чувствительных элементов, сенсоров) газоанализаторы можно разделить на следующие виды [1].

1. Газоанализаторы с термokatалитическими (термохимическими) датчиками

Принцип действия термokatалитических датчиков основан на окислении горючего газа при контакте с поверхностью катализатора, электрически нагреваемого до температуры 450–550 °С.

Термokatалитические датчики способны работать непрерывно в течение нескольких лет при наличии в воздухе незначительного количества веществ, отравляющих сенсор, но у них постепенно смещается нулевой сигнал и уменьшается чувствительность вследствие старения и воздействия следовых количеств отравляющих сенсор веществ. В связи с этим необходимо проводить регулярные проверки чувствительности и градуировку, частота проверок зависит от условий конкретного применения.

В большинстве случаев в корпус датчика вмонтировано негерметичное металлическое устройство – огнепреградитель, позволяющий газу достичь чувствительного элемента и гарантирующий, что если содержание горючего газа превысит НКПР и, следовательно, газ воспламенится от нагретых чувствительных элементов, то это не приведет к возгоранию среды снаружи корпуса. Огнепреградитель также защищает датчик от пыли, механических повреждений и

потоков воздуха.

Термокаталитические датчики применяют:

- для определения практически всех горючих газов, но с разной чувствительностью;
- для определения смесей горючих газов в воздухе при их содержании до 100 % НКПР.

Время установления показаний и чувствительность зависят от свойств определяемого газа. Чем больше молекулярная масса и размер молекулы газа, тем продолжительнее будет время установления показаний и, как правило, меньше чувствительность.

Принцип действия термокаталитического датчика основан на каталитическом окислении, а оно происходит только тогда, когда присутствует достаточное количество кислорода (не менее 10 % объемной доли). Недостаток кислорода может быть вызван большим содержанием горючего газа, значительно превышающим НКПР. Следовательно, данный тип датчика может использоваться только для определения смесей горючих газов и паров с воздухом при концентрациях до 100 % НКПР.

В случаях, когда содержание горючего газа в воздухе превышает НКПР, термокаталитический датчик в силу недостатка кислорода может выдавать ошибочный сигнал, то есть показания газоанализатора могут быть меньше НКПР.

Следовательно, газоанализаторы с термокаталитическими датчиками, соответствующие требованиям ГОСТ [1], должны иметь блокирующий сигнал о выходе показаний за пределы диапазона измерений (индикацию перегрузки), чтобы избежать выдачи ошибочных показаний.

Для предотвращения ложного срабатывания сигнализации не рекомендуется устанавливать значение порога сигнализации ниже 5 % НКПР для метана, 10 % НКПР для пропана и бутана и 20 % НКПР для паров бензина при условии, что в последнем случае приняты соответствующие меры предосторожности против токсического действия паров.

2. Газоанализаторы с термокондуктометрическими датчиками (ТКМД)

Принцип действия термокондуктометрических датчиков основан на изменении температуры электрически нагреваемого резистивного элемента (который может быть проволоочным, тонкопленочным или в виде бусинки), помещенного в контролируемую среду, по сравнению с температурой такого же элемента, помещенного в камеру с газом сравнения, вызванном различием теплопроводностей определяемого компонента и газа сравнения.

Датчик не изменяет химического состава пробы, для работы ему не требуется кислород. Следовательно, измерения можно проводить даже при отсутствии расхода пробы.

Термокондуктометрические датчики применяют для определения таких газов, теплопроводность которых в желаемом диапазоне измерений значительно отличается от теплопроводности сравнительной среды (обычно воздуха). Однако опубликованные таблицы теплопроводности могут привести к ошибочным выводам, поскольку на чувствительность датчика также влияют иные факторы, например, конвекция или перенос массы.

Поскольку для применения термокондуктометрических датчиков не требуется наличие кислорода, с их помощью можно измерять объемную долю газа до 100 %. Газоанализатор может быть отградуирован на любой выбранный диапазон измерений в среде известного компонентного состава, вплоть до верхнего предела объемной доли определяемого компонента 100 %.

Эти датчики пригодны для обнаружения одиночного компонента – газа, имеющего высокую или низкую теплопроводность по сравнению с теплопроводностью воздуха, который служит сравнительной средой. Характерна высокая чувствительность термокондуктометрических датчиков к присутствию в воздухе таких газов, как водород, гелий и неон, теплопроводность которых велика; чувствительность к метану также достаточно высока.

Термокондуктометрические датчики неизбирательны к отдельным газам. Они реагируют на все газы – горючие и негорючие.

Теплопроводность горючих газов сильно различается. Более легкие газы (например, метан и водород) характеризуются большей теплопроводностью, чем воздух, в то время как более тяжелые газы (например, непредельные углеводороды) имеют меньшую теплопроводность.

3. Газоанализаторы с инфракрасными датчиками (ИКД) (они же с оптическими датчиками – ОД)

Принцип действия оптических инфракрасных датчиков основан на поглощении молекулами определяемого газа энергии светового потока в ультрафиолетовой, видимой или инфракрасной области спектра. Существующие газоанализаторы преимущественно работают в инфракрасной (ИК) области спектра. Инфракрасные датчики не искажают пробу, и для их работы не требуется присутствие кислорода. Выходной сигнал ИК-датчиков в наибольшей степени не зависит от скорости потока пробы. У таких датчиков продолжительный срок службы при отсутствии коррозии, загрязнения или механического повреждения. Этот тип датчиков принципиально позволяет использовать самодиагностику для проверки чувствительности к определяемому компоненту. Другие преимущества метода: а) высокая стабильность; б) отсутствие неоднозначности показаний при концентрациях, превышающих НКПР; в) устойчивость к отравлению; г) менее частое техническое обслуживание благодаря самодиагностике.

Автоматическая градуировка, возможность контроля исправности источника инфракрасного излучения и компенсации загрязнения оптики могут продлить время работы без обслуживания. Однако особое внимание следует уделять своевременной очистке защитных фильтров в газовом канале, поскольку средства самодиагностики обычно не обнаруживают их загрязнения.

Отравляющие воздействия на датчик неизвестны.

4. Газоанализаторы с полупроводниковыми датчиками

Принцип работы полупроводниковых датчиков основан на изменении электропроводности, вызванном хемосорбцией молекул определяемого компонента на поверхности нагретого чувствительного элемента, находящегося в воздухе. Содержание газа определяется путем измерения изменения сопротивления чувствительного элемента.

Полупроводниковый материал, нанесенный на поверхность керамической подложки, электрически нагревается до нескольких сотен градусов Цельсия. Электроды наносят на поверхность методом ионной имплантации или другим способом.

Полупроводниковые датчики применяют для определения газов в широком диапазоне концентраций, в том числе очень низких, однако их характеристика преобразования нелинейна. Они пригодны для использования в течеискателях, даже при очень низких концентрациях определяемого компонента, и в сигнализаторах, не имеющих отсчетного устройства.

Полупроводниковые датчики неизбирательны, негорючие газы могут вызывать как отрицательный, так и положительный сигнал датчика. Датчики одного

типа имеют широкий разброс чувствительности к определяемому компоненту, к тому же относительная чувствительность к другим газам может значительно отличаться от одного датчика к другому. Обычно значения чувствительности не связаны прямо со значениями НКПР. Конкретные значения приводят в руководстве по эксплуатации.

5. Газоанализаторы с электрохимическими датчиками

Принцип действия электрохимических датчиков основан на изменении электрических параметров электродов, находящихся в контакте с электролитом, в присутствии определяемого газа. Изменение электрических параметров является следствием окислительно-восстановительной реакции определяемого газа на поверхности электрода. Датчики требуют регулярной градуировки через установленные интервалы времени в целях корректировки дрейфа нуля и чувствительности и, в конце концов, подлежат замене. Срок службы в благоприятных условиях обычно более 2 лет.

Электрохимические ячейки не подходят для обнаружения многих углеводородов (например, алканов, метана, этана, пропана и т. д.). Однако существует ограниченное число применений данного типа датчиков для контроля взрывоопасных сред. Их применяют для измерения объемной доли водорода или оксида углерода вплоть до 100 % НКПР и кислорода до 25 %. Существуют также датчики для измерения объемной доли кислорода до 100 %.

Для прохождения электрохимической реакции необходим кислород. При работе датчика в обескислороженной среде кислород, растворенный в электролите, обеспечит ход химической реакции в течение непродолжительного времени в зависимости от датчика, но длительная работа датчика при отсутствии кислорода в анализируемой среде невозможна.

6. Газоанализаторы с пламенно-ионизационными датчиками

Принцип работы пламенно-ионизационных датчиков (ПИД) основан на ионизации в электрическом поле органических соединений, когда они сжигаются в пламени водородной горелки. Образующееся при этом ионное облако перемещается под воздействием разности потенциалов в несколько сотен вольт, поддерживаемой между электродами в камере сгорания. Это перемещение создает очень слабый электрический ток, пропорциональный содержанию определяемого компонента (газа или пара) в газовом потоке.

Инертные и редкие (благородные) газы, оксиды азота, галогены, азот, кислород, диоксид углерода, четыреххлористый углерод и вода не определяются данным методом.

ПИД используется, когда необходимы высокая чувствительность, широкий диапазон измерений, малая погрешность измерения, устойчивость к отравлению и быстрое время установления показаний (можно добиться времени установления менее 1 с). ПИД пригоден для измерения в диапазонах от единиц миллионных долей до 100 % НКПР и даже выше. С помощью ПИД можно определять почти все органические соединения, большинство из которых горючие. Исключением являются формальдегид и муравьиная кислота.

7. Анализаторы температуры пламени

Принцип действия датчиков – анализаторов температуры пламени (АТП) основан на повышении температуры пламени, в котором сжигается постоянный поток водорода (или другого газа). Это повышение вызывается наличием в пробе воздуха горючих примесей. АТП используют для измерения общего количества горючих газов и паров при их содержании в пробе ниже 100 % НКПР, когда требуется быстрое время установления показаний. Можно добиться времени установления показаний меньше 5 с.

8. Газоанализаторы с фотоионизационными датчиками

Принцип действия фотоионизационных датчиков (ФИД) основан на ионизации газов посредством ультрафиолетового (УФ) излучения, испускаемого специальной лампой, с известной длиной волны и, следовательно, энергией фотона, обычно выражаемой в электронвольтах (например, 10,6 эВ). Возможности метода по определению горючих газов ограничены, и с самыми распространенными УФ-лампами этим методом не удастся обнаружить все горючие газы.

Ионизационный потенциал различных веществ можно найти в справочной литературе (например, в книге [2]) или получить перечень у изготовителя газоанализаторов.

ФИД используют, когда основными требованиями являются высокая чувствительность, устойчивость к отравляющим веществам и малое время установления показаний, как правило, от 2 до 10 с.

ФИД не может обнаружить оксид углерода, водород или метан в воздухе. Таким образом, этот метод не подходит для обнаружения легких предельных углеводородов и некоторых других веществ.

9. Газоанализаторы с парамагнитными датчиками кислорода (ПМД)

Кислород обладает сильными парамагнитными свойствами (втягивается в магнитное поле). Газы, содержащие кислород, будут стремиться разделиться в сильном магнитном поле с силой, пропорциональной объемной доле кислорода. NO и NO_2 –разделяются в пропорционально меньшей степени, для других газов эффект практически отсутствует, что делает этот метод очень избирательным к кислороду при отсутствии значительных количеств оксидов азота. Использование парамагнитных свойств кислорода возможно несколькими способами. В датчике магнитомеханического типа используется очень легкий и маленький ротор с торсионной подвеской, помещенный в сильное неоднородное магнитное поле, ротор выполняется в виде гантели из диамагнитного материала. Вращение ротора, вызванное притяжением парамагнитного газа в магнитном поле, обнаруживается оптически, в магнитомеханических датчиках компенсационного типа цепь обратной связи электромеханически возвращает ротор в исходное состояние. Следовательно, ток в цепи обратной связи будет пропорционален углу закручивания упругого подвеса ротора и, следовательно, будет пропорционален содержанию парамагнитного газа. Необходимо обеспечить компенсацию влияния давления и температуры на сигнал датчика. Магнитомеханические датчики также чувствительны к ударам и вибрации, тем не менее их возможно сделать устойчивыми к транспортированию.

В датчике термомагнитного типа (ТМД) используется температурная зависимость удельной магнитной восприимчивости, которая обратно пропорциональна температуре. Поток газовой пробы разделяется на две части. Проба в одном потоке нагревается примерно на 100 К выше температуры окружающей среды. В неоднородном магнитном поле благодаря разнице в магнитной восприимчивости парамагнитного газа при двух разных значениях температур создается движение пробы («магнитный ветер»). Этот поток обнаруживается благодаря своему охлаждающему воздействию на нагревательный элемент, включенный в мостовую схему. Сигнал разбаланса моста является мерой содержания кислорода. Показания газоанализатора обычно зависят от положения в пространстве, следовательно, данный метод применим для стационарных газоанализаторов.

Датчики магнитопневматического типа (МПД) измеряют дифференциальное давление, вызванное потоком парамагнитного газа, втянутого в неоднородное магнитное поле. Для них требуется использование газа сравнения, например

азота, подаваемого с очень малым расходом. Для получения сигнала давления, пропорционального содержанию кислорода, обычно используют модуляцию магнитного поля.

Парамагнитный датчик используют для определения кислорода в случаях, когда основными требованиями являются избирательность, долговременная стабильность и устойчивость к отравляющим веществам.

Данный датчик пригоден для измерения объемной доли кислорода в диапазонах от 0–1 % до 0–25 %. Возможно определение вплоть до 100 % объемной доли. Разница между нижним и верхним пределами диапазона измерений объемной доли кислорода должна превышать 0,5 %.

Действие термомагнитных газоанализаторов основано на использовании парамагнитных свойств молекул кислорода, заключается во взаимодействии молекул с магнитным полем постоянного магнита – молекулы втягиваются в область с большей напряженностью из области с меньшей напряженностью магнитного поля. Это явление позволяет создать условия для возникновения термомагнитной конвекции.

Таким образом, в газоанализаторах на метан можно использовать датчики следующих типов: ТКД (они же ТХД), ТКМД, ИКД (они же оптические ОД или оптико-акустические – ОАД), ППД, ПИД и АТПД. Из них чаще применяются газоанализаторы с датчиками ИКД (оптические) из-за возможности самодиагностики, ТКД (когда не требуется определять концентрацию метана свыше НКПР), ППД.

Газоанализаторы с датчиками ПМД, ФИД, ЭХД для определения концентрации метана в воздухе не применяются.

Типы наиболее часто используемых газоанализаторов представлены в таблице.

В таблице используются следующие аббревиатуры: ТКД – термокаталитический датчик; ОД – оптический датчик (он же ИКД – инфракрасный датчик); КД – каталитический датчик; ТКМД – термокондуктометрический датчик; ЭХД – электрохимический датчик; ФИД – фотоионизационный датчик; ППД – полупроводниковый датчик; ТХД – термохимический датчик.

Перечень газоанализаторов на метан и другие газы

Наименование газоанализатора	Тип датчика	Инерционность	Размер, масса	Наличие взрывозащиты	Сфера применения	Страна-производитель	Ссылки	Стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Bradex Страж	ТКД	Нет данных	110 × 70 × 40 мм, 240 г	Нет	В быту, на производстве	Китай		1090
Бастион Б40 ДГ	ТКД	20 с	115 × 70 × 40 мм	Нет	В быту, на производстве	Китай		1260
Кенарь GD 100-CN	ППД	30 с – CH ₄ 300 с – CO	135 × 82 × 41 мм	Нет	В быту, на производстве	Россия	[3]	2500

Продолжение таблицы

Наименование газоанализатора	Тип датчика	Инерционность	Размер, масса	Наличие взрывозащиты	Сфера применения	Страна-производитель	Ссылки	Стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sapsan GL-100	Нет данных	15 с	0,55 кг	Нет	В быту, на производстве	Китай		3000
Rubetek K R - GD13	ОД КД	Нет данных	115 × 85 × 35 мм, 86 г	Нет	В быту	Китай		2350
A L F A 501	ЭХД – для O ₂ , CO, NO ИКД – для CH, CO ₂	Нет данных	110 × 70 × 38 мм, 0,5 кг	Нет	В быту, на производстве	Россия		2690
SEITRON RGDME 5MP1	ТКД	Нет данных	84 × 107 × 38 мм, 260 г	Нет	В быту	Италия		6460
Brennenstuhl BG2202 (для пропан-бутана)	ЭХД	Нет данных	185 × 170 × 45 мм, 0,33 кг	Нет	В быту, на производстве	Китай		3799
КРИСТАЛЛ-1	ТКД	15 с – по метану 180 с – по CO	135 × 75 × 45 мм, 0,4 кг	Нет	В быту, на производстве	Россия	[4]	4600
Детектор газа SEM GD-3300 портативный	ППД	2 с	220 × 73 × 47 мм	Нет	В быту, на производстве	Россия		6180
ДАФ-М Датчик-газоанализатор	ФИД	От 60 до 300 с	180 × 60 × 160 мм, от 1,5 до 6,5 кг	Да	На производстве	Россия	[5]	16 940
АМТ-03 Шахтный газоанализатор метана	ТКД	60 с	130 × 70 × 26 мм, 0,24 кг	Да	В шахтах	Россия	[6]	По запросу

Продолжение таблицы

Наименование газоанализатора	Тип датчика	Инерционность	Размер, масса	Наличие взрывозащиты	Сфера применения	Страна-производитель	Ссылки	Стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
СГШР Сигнализатор концентрации метана	ТХД	2 с	55 × 115 × 105 мм, 0,35 кг – без аккумулятора	Да	В шахтах	Россия	[7]	По запросу
СТМ-10 Сигнализатор горючих газов	ТКД	10 с	300 × 220 × 282 мм, максимум 5,3 кг	Да	На производстве	Россия	[8]	57 740
Ф С Т - 03В Газоанализатор многокомпонентный	ЭХД ТКД	От 15 до 70 с	220 × 160 × 110 мм, 4 кг	Да	На производстве	Россия	[9]	По запросу
СТГ-1 Сигнализатор горючих и токсичных газов	ЭХД ТКД	От 15 до 31 с	195 × 120 × 60 мм	Нет	На производстве	Россия	[10]	От 16 104
АНКАТ-7664 Микро (43 модификации)	ЭХД ТКД ОД ФИД	20 с – по метану	0,5 кг	Да	В быту, на производстве	Россия	[11]	42 053
СТМ-30 Сигнализатор горючих газов	ТКД		270 × 130 × 105 мм, 1,5 кг	Да	На производстве	Россия	[12]	От 34 924
Г А М - МА-100 Газоанализатор многокомпонентных смесей	ТКД ОД		450 × 440 × 280 мм, 20 кг	Нет	На производстве	Россия	[13]	От 188 222

Продолжение таблицы

Наименование газоанализатора	Тип датчика	Инерционность	Размер, масса	Наличие взрывозащиты	Сфера применения	Страна-производитель	Ссылки	Стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
СТМ-30М Микро-процессорная газоаналитическая система	ТКД ТХД	10 с – по метану 20 с – по пропану	202 × 59 × 162 мм	Да	На производстве	Россия	[14]	От 38 848
ГАММА-100А Газоанализатор	ОАД – для CH ₄ , CO, NO, SO ₂ , CO ₂ ТКМД – для H ₂ ТМД – для O ₂		485 × 435 × 280 мм, 20 кг	Нет	На производстве	Россия	[15]	131 100
ДАК Датчик-газоанализатор (19 модификаций)	ОАД	15 с	200 × 130 × 300 мм, 4 кг	Да	На производстве	Россия	[16]	От 65 400
СГГ-10Б Бытовой сигнализатор горючих газов	ТХД	15 с	42 × 96 × 144 мм, 0,2 кг	Да	На производстве	Россия	[17]	От 2736
С И Г - МА-03 Газоанализатор универсальный	ЭХД ППД ОД		275 × 252 × 140 мм, 3,5 кг	Да	На производстве	Россия	[18]	От 28 000
С И Г - НАЛ-4 Газоанализатор взрывоопасных паров переносной	ТКД ЭХД ППД	10 с	152 × 78 × 33 мм, 0,32 кг	Да	На производстве	Россия	[19]	От 21 700

Окончание таблицы

Наименование газоанализатора	Тип датчика	Инерционность	Размер, масса	Наличие взрывозащиты	Сфера применения	Страна-производитель	Ссылки	Стоимость, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Мультигазоанализатор МХ 2000М	ТКД ЭХД	20 с – по метану	150 × 80 × 40 мм	Да	На производстве	Россия	[20]	
Э С С А - СО-СН ₄ (МБ) Газоанализатор стационарный	ЭХД ТКД	15 с – по метану 90 с – по СО	210 × 182 × 90 мм, 1 кг	Нет	На производстве	Россия	[21]	От 22 810
С Г Г - 20 Микро Переносной сигнализатор горючих газов (имеет 13 модификаций)	ТХД	15 с	55 × 105 × 50 мм, 0,35 кг	Да	На производстве	Россия	[22]	От 21 844
Мегеон Детектор утечки горючих газов портативный	ТКД	90 с	235 × 66 × 32 мм, 452 г	Нет	На производстве	Россия		5850
УКЗ-РУ-СН ₄ (2В)-СО	ППД	60 с – по СН ₄ 180 с – по СО	95 × 65 × 60 мм	Да	В быту	Россия	[23]	2470; 3340 – с клапаном
Стационарный газоанализатор (ГС) серии ИГС-98	ТКД или ППД	15 с	135 × 65 × 40 мм, 350 г	Да	В быту, на производстве	Россия	[24]	По запросу

Данная таблица содержит выборочные сведения о выпускаемых газоанализаторах. Перечислить все существующие газоанализаторы невозможно, да и в этом нет необходимости. Основные производители газоанализаторов России приведены в справочнике [25].

Таким образом, при выборе типа газоанализатора следует руководствоваться целью использования газоанализатора: простое обнаружение без измерения концентрации, обнаружение с измерением концентрации определенного газа, обнаружение заданной концентрации определенного газа с одновременным перекрытием поступления этого газа из оборудования.

Большое значение при выборе типа газоанализатора имеет инертность датчика. Чем меньше инертность датчика, тем меньше инерционность системы взрывозащиты, которая состоит из времени подхода газа от места утечки к датчику, инерционности датчика и времени устранения течи. Для уменьшения времени подхода газа к датчику необходимо устанавливать датчики около всех разъемных соединений на оборудовании, если расстояние между ними превышает 3 м, а также учитывать плотность газа по воздуху и наличие у газоанализатора побудителя расхода [26]. Недопустимо, чтобы время образования взрывоопасной концентрации газа в помещении было бы менее инерционности системы взрывозащиты.

Список литературы

1. ГОСТ Р 52350.29.2-20101. Взрывоопасные среды. Ч. 29-2. Газоанализаторы. Требования к выбору, монтажу, применению и техническому обслуживанию газоанализаторов горючих газов и кислорода.
2. Ахметов Н.С. Актуальные вопросы курса неорганической химии. М.: Просвещение, 1991. 224 с.
3. РЭ 4215-001-47405187-2015. Руководство по эксплуатации. Сигнализаторы загазованности Кенарь СД100, модели CD-100-N, CD100-I, CD100-CN.
4. ЭСТД 15.000.000 РЭ. Руководство по эксплуатации. Система загазованности СКЗ «Кристалл-1».
5. ИБЯЛ 4133445.003 РЭ. Руководство по эксплуатации. ЕАС. Датчики-газоанализаторы ДАФ.
6. ИБЯЛ.413411.041 РЭ. Руководство по эксплуатации. Газоанализатор АМТ-03.
7. ИБЯЛ. 424339.003 РЭ. Руководство по эксплуатации. Сигнализаторы СГШР.
8. АПИД 2.840.069 РЭ. Руководство по эксплуатации. Сигнализаторы СТМ10.
9. Паспорт 100162047.031 ПС. Газоанализатор ФСТ-03В.
10. ИБЯЛ.413411.056 РЭ. Руководство по эксплуатации. Сигнализаторы оксида углерода и горючих газов СТГ-1.
11. ИБЯЛ.413411.053 РЭ. Руководство по эксплуатации. ЕАС. Газоанализатор Анкат-7664 Микро.
12. ИБЯЛ.424339.001РЭ. Часть 1. Руководство по эксплуатации. Сигнализаторы СТМ-30.
13. ИБЯЛ.413251.001 РЭ. Руководство по эксплуатации. Газоанализаторы ГАММА-100.
14. ИБЯЛ.413216.050РЭ. Часть 2. Руководство по эксплуатации. Сигнализаторы СТМ-30М.
15. ИБЯЛ.413251.001 РЭ. Руководство по эксплуатации. Газоанализаторы ГАММА-100.
16. ИБЯЛ.418414.071-26 РЭ. Руководство по эксплуатации. Датчики-газоанализаторы ДАК.
17. ИБЯЛ.413216.047 РЭ. Сигнализаторы горючих газов СГГ10-Б. Руководство по эксплуатации.
18. ГПСКО7.00.00.000РЭ. Руководство по эксплуатации (паспорт). Газоанализатор универсальный СИГМА-03 (взрывоопасные пары) с модификацией информационного блока СИГМА-03.ИПК 14.8.

19. ГПСК 02.00.00.000РЭ. Руководство по эксплуатации. Газоанализатор взрывоопасных паров «Сигнал-4М» (метан и пары бензина, дизельное топливо).
20. ТУ 4215-002-51289611-00. Мультигазоанализаторы МХ 2000М.
21. ЯРКГ 1.550.001 РЭ. Руководство по эксплуатации. Газоанализаторы стационарные ЭССА Исполнение МБ.
22. ИБЯЛ.413531.012РЭ. Руководство по эксплуатации. Сигнализаторы горючих газов СГГ-20Микро.
23. ЯГКП.407729.001 РЭ. Руководство по эксплуатации. Устройство контроля загазованности и режимов универсальное УКЗ-РУ.
24. ФГИМ 413415.001-220 (-320) РЭ. Руководство по эксплуатации. Стационарный газосигнализатор серии ИГС-98.
25. Справочник производителей измерительной аппаратуры. URL: all-pribory.ru (дата обращения: 02.11.2021 г.).
26. ВСН 64-86. Методические указания по установке сигнализаторов и газоанализаторов контроля довзрывоопасных и предельно допустимых концентраций химических веществ в воздухе производственных помещений.

Материал поступил в редакцию 27.10.2021 г.

Доработанная версия – 22.11.2021 г.

Земский Геннадий Тимофеевич – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник; **Ильичев Александр Валерьевич** – начальник отдела; **Кондратюк Наталья Валентиновна** – старший научный сотрудник; **Долгих Дмитрий Вадимович** – начальник сектора.

Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

G. T. Zemsky, A. V. Ilyichev, N. V. Kondratyuk, D. V. Dolgikh

OVERVIEW OF GAS ANALYZERS FOR METHANE

Depressurization of gas-using equipment can lead to an explosion of the gas-air mixture or to a fire. Gas analyzers are used for timely detection of gas leaks.

This article contains an overview of gas analyzers that differ in their design, functionality and in the operating principle of detecting elements (sensors).

It is noted that for detection of methane leaks (including natural gas) the most effective detectors (sensors) based on the principles of thermal catalysis, absorption of infrared radiation, changes in electrical conductivity are the most effective in terms of sensitivity and speed.

Keywords: *gas analyzers, classification, selection*

Gennady T. Zemsky – Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher; **Alexander V. Ilyichev** – Head of Department; **Natalia V. Kondratyuk** – Senior Researcher; **Dmitry V. Dolgikh** – Chief of Sector.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPPO), Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.