

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ДГТУ)

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды»

Дисциплина «Производственная и пожарная автоматика»

ТЕМА 6: «Автоматический аналитический контроль взрывоопасности воздушной среды промышленных предприятий»

ТЕМА ЗАНЯТИЯ: «Термохимические газоанализаторы. Газоанализаторы, основанные на физических принципах измерения»

Ростов-на-Дону

2015 год

ЛИТЕРАТУРА

(Список литературных источников, рекомендуемых для изучения)

|  |
| --- |
| 1. А.В. Фёдоров, В.И. Фомин, В.И. Смирнов. Производственная и пожарная автоматика: учебник: в 2 ч. Часть 1.: Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов/ под общей редакцией А.В. Фёдорова.- М.: АГПС МЧС России – 2011г.  2. В.П. Бабуров, В.В. Бабурин и др. Производственная и пожарная автоматика. Часть 2. Автоматические установки пожаротушения: Учебник. – М.: АГПС МЧС России – 2007г.  3. А.А. Навацкий и др. Производственная и пожарная автоматика: учебник: Часть 1.: Производственная автоматика для предупреждения пожаров и взрывов. Пожарная сигнализация - М.: АГПС МЧС России – 2005г.  4. Литвинов В. А., Фомин В. И., Европейцев А. Г., Никулин М. И. Лабораторный практикум по курсу «Производственная и пожарная автоматика. Часть II. “Пожарная автоматика”». Раздел 2. Автоматические установки пожаротушения. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 47 с.  5. Собурь С. В. Установки пожаротушения автоматические. Справочник. – М.: Спецтехника, 2004. – 400 с.  6. Титков В. И. Четвёртая стихия. Из истории борьбы с огнём. – М.: Объединённая редакция МВД России, 1998. – .192 с.  7. Фомин В. И. Автономные установки пожаротушения: Основные показатели **//** Противопожарные и аварийно-спасательные средства. – 2005. – №4.  8. Фомин В. И. Автоматические установки пожаротушения // Противопожарные и аварийно-спасательные средства. – 2004. – № 4.  9. Членов А. Н., Фомин В. И., Фёдоров А. В., Смирнов В. И., Европейцев А. Г. Сборник фондовых лекций по пожарной автоматике. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 89 с.  10. Меркулов В. А. Газовое пожаротушение. Состояние и перспективы развития // Пожароврывобезопасность. – 2003. – № 2. – стр. 62–63.  11. Иличкин В.С. и др. Оценка токсической опасности фторсодержащих газов, применяемых для объемного пожаротушения // Пожароврывобезопасность. – 2003. – № 3. – стр. 47–51.  12. Харисов Г. Х. Исследование некоторых вопросов эксплуатации автоматических установок газового пожаротушения. М.:ВИПТШ МВД СССР, 1978.  13. Фомин В. И. Обслуживание установок пожарной автоматики // Пожарная безопасность–2006. Специализированный каталог, 2005.  14. Рекомендации по проверке технического состояния установок пожарной автоматики. – М., 1989.  15. Бубырь Н. Ф. и др. Эксплуатация установок пожарной автоматики. – М.: Стройиздат, 1986. |
| 1. ГОСТ 12.1.004–91\*. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.  2. ГОСТ 12.1.033–81. ССБТ. Пожарная безопасность. Термины и определения.  3. ГОСТ 12.4.009–83\*. ССБТ. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.  4. ГОСТ Р 51043–2002. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний.  5. ГОСТ Р 51052–2002. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Узлы управления. Общие технические требования. Методы испытаний.  6. ГОСТ Р 50588–93. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний.  7. ГОСТ Р 51114–97. Установки пенного пожаротушения автоматические. Дозаторы. Общие технические требования. Методы испытаний.  8. ГОСТ 27331–87. Пожарная техника. Классификация пожаров.  9. ГОСТ Р 50969–96. Установки газового пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний.  10. ГОСТ 12.3.046–91. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования.  11. ГОСТ Р 51091–97. Установки порошкового тушения автоматические. Типы и основные параметры.  12. ГОСТ Р 51046–97. Техника пожарная. Генераторы огнетушащего аэрозоля. Типы и основные параметры.  13. НПБ 60–97. Пожарная техника. Генераторы огнетушащего аэрозоля общие технические требования. Методы испытаний.  14. ГОСТ Р 50898–96. Извещатели пожарные. Огневые испытания. |
| 1. НПБ 88–2001\*. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования.  2. НПБ 84–2000. Установки водяного и пенного пожаротушения роботизированные. Общие технические требования. Методы испытаний.  3. НПБ 87–2001\*. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний.  4. РД 25.953–90. Системы автоматические пожаротушения, пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации. Обозначения условные графические элементов связи.  5. НПБ 67–98. Установки порошкового пожаротушения автоматические. Модули. Общие технические требования. Методы испытаний.  6. НПБ 60–97. Пожарная техника. Генераторы огнетушащего аэрозоля общие технические требования. Методы испытаний.  7. РД 50-690–89. Методические указания. Надежность в технике. Методы оценки показателей надежности по экспериментальным данным.  8. НПБ 110–03. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией.  9. ППБ 01–03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. |

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Термохимические газоанализаторы.

1.1 Назначение, принцип действия; группы термохимического метода;

2. Современные газоанализаторы;

3. Схемы принудительного забора анализируемой смеси на анализ;

4. Типы анализаторов взрывоопасных газов и паров

5. Принципиальные схемы и принцип действия

6. Динамические характеристики автоматических газоанализаторов

7. Условия эксплуатации и правила установки.

8. Заключение

9. Контрольные вопросы

ВВЕДЕНИЕ.

В связи с интенсификацией производственных процессов и развитием нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической и других потенциально опасных отраслей промышленности своевременное обнаружение горючих газов и паров в воздухе производственных помещений и промышленной территории в концентрациях, значительно меньших взрывоопасных, и их локализация является важной задачей. Эту задачу успешно решают газоанализаторы-сигнализаторы, широко используемые в промышленности для применения в помещениях и на открытых технологических установках.

Аварийная утечка горючих газов (в том числе сжиженных), легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ), а также их залповый выброс из поврежденной части технологического оборудования являются непосредственными источниками загазованности открытых установок потенциально опасных предприятий. В общем случае ход развития подобных аварий можно разделить на несколько стадий (рис. 1).

Взрывоопасные облака топливно-воздушной смеси (ТВС), как правило, воспламеняются через некоторое время после их образования, что позволяет оповестить персонал предприятия и население прилегающих районов о необходимости включения устройств защиты (паровые или водяные завесы для рассеивания) и принятия мер по предотвращению возможных взрывов на соседних объектах. Поэтому весьма актуальным является обнаружение загазованности воздушной среды промтерритории потенциально опасных предприятий на ранних стадиях аварии.

Обычные лабораторные анализы дают информацию только о промежуточном состоянии процесса и, как правило, со значительным опозданием в отношении оперативной оценки сложившейся ситуации.

Автоматический аналитический контроль обеспечивает оперативное определение концентрации контролируемого компонента в анализируемой смеси, показание и (или) запись результата измерения, а при необходимости - выдачу светозвукового сигнала и команд на исполнительные устройства.

1. Термохимические газоанализаторы.

1.1 Назначение, принцип действия; группы термохимического метода;

Термохимические газоанализаторы

Для определения взрывоопасности газопаровоздушных сред пользуются газоанализаторами, определяющими концентрацию в воздухе того или иного горючего газа или пара. Оценка взрывоопасности среды производится путем сопоставления полученных данных со значениями нижних пределов воспламенения тех или иных газов или паров.

Среди методов, применяемых для определения горючих паров или газов, наибольшее распространение в мировой практике получил термохимический метод. Сущность термохимического метода заключается в том, что благодаря известному свойству некоторых металлов и окислов ускорять реакцию горючих газов и паров на своей поверхности удается выделить эти горючие газы и пары путем их каталитического сжигания.

Термохимические приборы, в основе которых лежит термохимический метод, могут быть разделены на три группы.

К *первой группе* относятся приборы, в которых реакция горения сопровождается выделением тепла, протекает на катализаторе (обычно платиновая нить), причем катализатор используется и как чувствительный элемент измерительной схемы.

Ко *второй группе* относятся приборы, в которых реакция протекает на насыпном катализаторе, а полезный тепловой эффект, сопровождающий реакцию, измеряется специальным термочувствительным элементом.

К *третьей группе* относятся приборы, в которых реакция протекает на твердых носителях, пропитанных каталитически активным раствором, а полезный тепловой эффект измеряется расположенным на носителе термочувствительным элементом (рис. 1).



Рис. 1. Чувствительный элемент:

*1* -− цилиндр из -окиси алюминия; *2* – платиновая спираль; *3* – контактные выводы

Носителями обычно служат материалы, имеющие большую поверхность на единицу объема, такие, как активная окись алюминия, асбест. Для полного окисления газообразующих продуктов требуется температура более 1000 оС, катализаторы же снижают эту температуру.

Тепловой эффект и температуру измеряют компенсационным или нулевым методом измерения.

Первыми разработками в области приборов, определяющих степень загазованности производственных помещений горючими газами или парами, являются переносной газоанализатор горючих газов и паров типа ПГФ1 и в последующем его модификации ПГФ1-В1А, ПГФ2-В3Г в искробезопасном исполнении.

На основе ПГФ1 был разработан прибор ГБ3 для измерения концентраций этилированных бензинов. Для измерения концентраций бензина и метана разработан прибор МБ2. Первыми отечественными стационарными приборами были приборы типа СГГ – сигнализаторы горючих газов. Эти приборы калибровались индивидуально на каждый анализируемый газ, что исключало их применение в случае наличия в воздухе смеси разных горючих газов и паров. Впервые примененные в шахтных условиях в качестве индикаторов взрывоопасных концентраций метана, эти приборы широко использовались в различных отраслях промышленности: химической, нефтяной, горнодобывающей, легкой и других, но в основном для определения концентраций в воздухе индивидуальных горючих веществ.

2. Современные газоанализаторы;

Потребности промышленности привели к разработке новых модификаций приборов, определяющих концентрации горючих паров или газов, независимо от того, какой горючий газ, пар или их смесь находится в воздухе. Принципиально новым в этих приборах является универсальная шкала, построенная на основе закономерностей горения различных горючих веществ в воздухе при нижнем концентрационном пределе воспламенения.

Повышение температуры платиновой нити при горении на ней газа выражается общей формулой, принятой при термохимических расчетах:

, (2.1)

где α – полнота реакции; α1– число молей реагирующего вещества; *Q*н – теплота сгорания; β– потери тепла в окружающую среду; Σ*vc* – теплосодержание продуктов реакции и балластного газа; Δ*t* – повышение температуры нити.

Из соотношения (4.1) имеем:

 (2.2)

При одних и тех же конструктивных параметрах камеры, где расположена рабочая спираль, коэффициент зависит только от теплопроводности газа и температуры нити.

Так как, в анализируемой смеси находится небольшое количество горючих паров или газов, то без особой погрешности можно принять во всех случаях теплопроводность среды примерно одинаковой и мало отличающейся от теплопроводности воздуха.

Выражение Σ*vc* при небольших примесях различных горючих паров и газов к воздуху также может быть принято постоянным, так как в основном оно определяется теплосодержанием воздуха, который во всех случаях составляет не менее 96 – 97 % смеси.

Следовательно, для прибора одного и того же типа формула (4.2) примет вид:

, (2.3)

где *K* – константа, постоянная для данного типа газоанализатора.

Таким образом, при одинаковых конструктивных параметрах прибора повышение температуры платиновой нити при горении на ней различных горючих веществ является функцией теплоты сгорания данного вещества, его концентрации и полноты реакции:

, (2.4)

Теплота сгорания *Q*н многих паров горючих веществ близки между собой, а полнота реакции определяется условиями диффузии горючего вещества к нити, каталитической активностью нити, условиями конвекции и другими факторами.

Температура пламени для некоторых газовоздушных смесей на нижнем концентрационном пределе распространения пламени (НКПР) приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1

**Температура пламени для газовоздушных смесей на нижнем концентрационном пределе распространения**

**пламени**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Горючий газ | Нижний предел воспламенения, об. % | Температура пламени, оС |
| Метан | 5,0 | 1225 |
| Этан | 2,9 | 1218 |
| Пропан | 2,1 | 1233 |
| Бутан | 1,8 | 1340 |
| Пентан | 1,4 | 1292 |
| Гексан | 1,3 | 1361 |
| Гептан | 1,0 | 1341 |

Как видно из таблицы 2.1, температура пламени при горении различных горючих веществ в воздухе на нижнем концентрационном пределе распространения пламени – величина практически постоянная.

Установлено также, что на нижнем пределе воспламенения равные объемы смесей большого числа газов и паров выделяют одинаковое количество тепла.

Согласно законам теплового взрыва, достижение НКПР обусловливается равновесием между тепловыделением за счет экзотермичности процесса окисления и теплопотерями из зоны реакции. Так как основным содержанием смеси на НКПР является воздух, то можно полагать, что теплопотери для одних и тех же условий для любых газов будут определяться условиями теплоотвода практически через воздух, т.е. будут одинаковы.

Учитывая указанное выше условие предела теплового взрыва (равновесие между тепловыделением и теплопотерями из зоны реакции), можно полагать, что для рассматриваемых смесей теплотворная способность элемента объема также будет одинакова. А если так, то и тепловой эффект, а значит, и повышение температуры будут на нижнем пределе воспламенения одинаковы для всех горючих паров и газов.

Более строго постоянство температуры горения газовых смесей на нижнем концентрационном пределе распространения пламени доказано Я.Б. Зельдовичем. Он получил количественное решение задачи определения пределов распространения пламени (пределов воспламенения), согласно которому температура горения на нижнем пределе воспламенения весьма слабо зависит от начальной температуры и состава смеси. Согласно этой теории, появление пределов распространения пламени (концентрационных пределов воспламенения) обусловливается неадиабатичностью процесса горения вследствие теплопотерь в окружающую среду. Наличие этих теплопотерь вызывает необходимость предположения конечных пределов значений скорости распространения пламени. Эти конечные значения определяют концентрационные пределы распространения пламени.

Если скорость пламени с учетом теплопотерь обозначить *U*, скорость пламени без учета теплопотерь  и максимальную теоретическую температуру горения *T* , то соотношение между скоростями пламени при адиабатическом протекании процесса и учете теплопотерь выразится так:

, (2.5),

где *Е* – энергия активации; α – константа.

Я.Б. Зельдович установил, что уравнение (4.5) имеет нетривиальное решение только при

, (2.6)

Следовательно, распространение пламени возможно только при условии, если  или на пределе

, (2.7)

Дальнейшие преобразования приводят к тому, что

, (2.8)

где *Т* – истинная температура горения. Отсюда

, (2.9)

или

, (2.10)

Из уравнения (4.10) следует, что максимальное падение температуры горения на пределе от теоретической составляет:

 (2.11)

Это условие и есть количественное решение задачи пределов распространения пламени. Если в уравнении (2.11) *Т* выразить через скорость химической реакции и константы, характеризующие теплоотдачу и т.п., то в результате для температуры горения на пределе получится трансцендентное уравнение. Поскольку в уравнении (2.11) есть экспонента, то решение его приводит к выводу, что температура горения на пределе весьма слабо зависит от начальной температуры и состава смеси, т.е. равные объемы смесей большого числа горючих паров и газов выделяют одинаковое количество тепла.

Теоретические предпосылки были экспериментально подтверждены, что послужило основанием для разработки универсальных приборов, определяющих суммарное содержание горючих газов и паров, модификаций СВК, СТХ, "ЩИТ", СТМ. Сравнительные характеристики современных стационарных термохимических газоанализаторов приведены в таблице 2. Схема принудительного забора контролируемой среды на анализ показана на рисунке 2.

Таблица 2.2

**Характеристики современных стационарных термохимических газоанализаторов**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Тип газоанализатора | Количество датчиков/  взрывозащита | Вид забора смеси  на анализ | Вид анализируемой смеси |
| СТХ - 18 | 1  1ЕхdibIIAT3 | Диффузионный | Сумма горючих паров и газов в воздухе (С*х*/Н*y*) |
| ЩИТ - 2 | 1 или 5  1ЕхdibIIСT6 | Принудительный и  диффузионный | то же |
| СГГ-4М-4 | 1  1ЕхibdsIIСT6 | Диффузионный | то же |
| СТМ-10 | от 1 до 10  (1ЕхdIIСT4) | Принудительный и  диффузионный | то же |
| СТМ-30  (4-20 мА, RS-232) | от 1 до 16 в группе  (1ЕхdibIIСT3) | Принудительный и  диффузионный | то же |
| ГАЗОТЕСТ-3001/3003 | от 1 до 3  1ЕхibdsIIСT6 | Диффузионный | то же |

Контроль

Анализ

Вход

воздуха

*4*

*10*

*6*

*6*

*6*

*8*

*9*

*3*

*7*

*5*

*2*

*1*

3. Схемы принудительного забора анализируемой смеси на анализ;



Рис. 2. Схема принудительного забора анализируемой смеси на анализ:

*1* – фильтр; *2* – редуктор давления; *3* – датчик; *4* – ротаметр; *5* – воздушный эжектор;

*6* – взрывозащитное устройство; *7* – вентиль ротаметра; *8* – кран-переключатель;

*9* – сравнительный чувствительный элемент; *10* – рабочий чувствительный элемент

4. Типы анализаторов взрывоопасных газов и паров

Газоанализаторы, основанные на физических принципах измерения.

Анализаторы, основанные на физических методах контроля, измеряют некоторую физическую величину, для которой точно определена ее зависимость от состава анализируемой смеси. Важным свойством таких анализаторов является отсутствие при измерениях количественных изменений анализируемого вещества. Однако дополнительные трудности при их создании и эксплуатации создает зависимость значений измеряемых физических величин от ряда мешающих факторов, например давления, температуры и концентрации сопутствующих компонентов.

Анализаторы, использующие физико-химические принципы измерения, контролируют параметры, сопровождающие химическую реакцию, в которой определяемое вещество либо само участвует в этом процессе, либо оказывает существенное влияние на его ход.

Рассмотренные ранее (лекция 6) термохимические газоанализаторы наряду с очевидными достоинствами имеют и существенные недостатки: сравнительно большую величину запаздывания, потерю платиной, входящей в чувствительный элемент своих свойств, при наличии в анализируемой смеси примесей хлора, фтора и сернистых соединений и т.д. Эти обстоятельства привели к необходимости разработки газоанализаторов типа СВИ и СДК, обладающих более широкими возможностями в измерении концентраций горючих паров и газов.

5. Принципиальные схемы и принцип действия.

**Газоанализатор-сигнализатор типа СВИ** (сигнализатор взрывоопасности искровой) представляет собой стационарное устройство периодического действия, предназначенное для сигнализации о наличии довзрывоопасных концентраций (до 20 % от НПВ) горючих газов, паров и их смесей в воздухе производственных помещений.

В работе сигнализатора используется принцип искусственного воспламенения горючей смеси во взрывной камере датчика. Метод искусственного воспламенения обеспечивает высокую универсальность сигнализатора за счет аддивности горючих свойств компонентов сложной газовой смеси и полноты прохождения реакции сгорания при взрыве. Схема газоанализатора приведена на рисунке 3.

В функции устройств газовой смеси входят:

обеспечение и индикация прохождения исследуемого воздуха через датчик взрыва;

обогащение исследуемого воздуха горючим газом в строго определенном соотношении и поддержание этого соотношения постоянным;

обогащение исследуемого воздуха горючим газом до взрывной концентрации при автоматической и ручной проверках работоспособности прибора;

выдача пневмоимпульса при взрыве в датчике.

Сжатый воздух под давлением подается к эжектору. Исследуемый воздух, очищенный от пыли и механических примесей в фильтре *1*, с расходом 90 л/ч ± 10 % просачивается через диафрагму *9*, нормально открытый клапан *10* и диафрагму *11* под действием разряжения, создаваемого эжектором (режим–анализ). Давление потока исследуемого воздуха воспринимается мембраной пневматического стабилизатора *7*. Обогащенный горючий газ из баллона или трубопровода, очищенный от пыли и механических примесей фильтром *2*, поступает на редуктор (РГ–2А) *5*, которым устанавливается необходимое рабочее давление, проходит через управляющий орган сопло–заслонку пневматического стабилизатора и диафрагму *8*.

Пневматический стабилизатор поддерживает давление обогащающего горючего газа, равным давлению исследуемого воздуха, вследствие чего на диафрагмах *8, 9, 11* обеспечивается одинаковый перепад давлений, а следовательно, и постоянное соотношение расходов. Значение соотношения определяется размерами отверстий диафрагм.

Контролируемая смесь, обогащенная горючим продуктом, поступает через ротаметр *12* в камеру взрыва *4*, а оттуда через эжектор на сброс в атмосферу. Количество добавляемого горючего газа выбирается такое, чтобы обеспечить заданную сигнальную точку прибора.

Таким образом, если горючие продукты содержатся в воздухе в количестве, соответствующем сигнальной точке прибора, то газоанализатор обеспечивает сигнализацию при взрыве в камере.

Давление, возникающее в камере взрыва, воспринимается мембраной детектора *13*, жесткий центр которой замыкает выходные контакты. При этом срабатывает сигнализация "опасность".

При проверке работоспособности основных узлов сигнализатора (автоматическая и ручная проверка) подается пневмосигнал от электропневматического клапана "воздух от ЭП" на клапан *10*, который закрывается и поток контролируемого воздуха через диафрагму *11* не проходит.

В связи с уменьшением количества исследуемого воздуха (поток идет только через диафрагму *9*) концентрация обогащающего горючего газа в смеси повышается до взрывной и при поджигании его в камере происходит взрыв.

При наличии неисправности в каком-либо узле прибора контрольного взрыва не происходит, и в этом случае срабатывает сигнализация "НЕИСПРАВНО".

Электрическая схема газоанализатора выполнена на полупроводниках. В функции устройств электрической схемы входит:

- периодическая подача искры во взрывную камеру датчика;

- фиксация взрыва в датчике и выдача сигнала "ОПАСНОСТЬ";

- автоматическая и ручная проверки работоспособности основных узлов изделий;

- отключение питания датчика при неисправности системы искрообразования.

Периодическая подача искры во взрывную камеру датчика производится по сигналам от командного устройства, которое один раз в 30 с включает на 0,2-0,5 с управляемый диод, и выпрямленный ток напряжением 350 В поступает в систему искрообразования. Фиксация взрыва в датчике осуществляется детектором взрыва нормального исполнения, который выдает сигнал в виде замкнутого контакта. При этом в цепи, соединяющей детектор взрыва с блоком управления, протекает ток искробезопасного значения, поступающий на вход усилителя мощности.

Усилитель мощности выполнен на транзисторе и магнитоуправляемом контакте, который замыкается при срабатывании детектора взрыва.

При включении магнитоуправляемого контакта срабатывает реле, которое блокируется и одновременно включается лампа индикатора "ОПАСНОСТЬ".

Ручная и автоматическая проверки работоспособности газоанализатора осуществляются следующим образом. Если при подаче в камеру датчика взрыва взрывоопасной смеси происходит контрольный взрыв, то это свидетельствует о работоспособности прибора, если взрыва нет, то выдается сигнал "НЕИСПРАВНОСТЬ".



Рис. 3. Принципиальная схема СВИ:

*1*, *2* – фильтры; *3* – эжектор; *4* – камера сгорания (взрыва); *5* – редуктор газовый;

*6* – манометр; *7* – пневматический стабилизатор; *8*, *9*, *11*, *14*, *15* – диафрагмы;

*10* – клапан; *12* –ротаметр; *13* – детектор взрыва

**Газоанализатор–сигнализатор типа СДК** (сигнализаторы довзрывоопасных концентраций) представляет собой стационарный прибор промышленного изготовления, предназначенный для непрерывного контроля и автоматической сигнализации о наличии довзрывоопасных концентраций горючих паров или газов органических веществ, а также их смесей в воздухе производственных помещений. В зависимости от условий работы сигнальная концентрация варьируется в пределах 20–50 % от нижнего предела воспламенения. Поскольку чувствительность газоанализатора связана с величинами НКПР органических веществ, он отградуирован на довзрывоопасную концентрацию метана и сигнализирует о близких по значению довзрывоопасных концентрациях контролируемых органических веществ.

Газоанализатор состоит из блока преобразователя датчика и электронного блока. Работа датчика основана на ионизации молекул органических веществ в пламени водорода, созданном в ионизационной камере с последующим измерением иоанизационного тока.

При отсутствии органических веществ водородное пламя обладает очень низкой электропроводностью, а возникающий при этом фоновый ионизационный ток составляет 10-12 А. Появление в водородном пламени органических веществ и последующая их ионизация приводят к резкому увеличению ионизационного тока по сравнению с его фоновым значением до 10-7 А. Изменение ионизационного тока пропорционально количеству органических веществ, поступивших в пламенно–ионизационную камеру датчика (рисунок 4).

Пламенно-ионизационная камера содержит коллекторный электрод Э1, электрод Э2, зажигающий элемент ЗЭ и термоэлемент ТЭ. На электрод Э2 с блока электроники подается стабилизированное напряжение постоянного тока, равное 300 В. На зажигающий элемент в момент включения подается переменное напряжение, равное 6,3 В. Термоэлемент связан с миллиамперметром, который служит индикатором горения пламени. К ионизационной камере подводятся два газовых потока: поток смеси водорода с анализируемым воздухом и поток воздуха для поддержания горения.



Рис. 4. Пламенно-ионизационная камера:

ТЭ – термочувствительный элемент; ЗЭ – зажигающий элемент; Э1, Э2 – электроды

Электропневматическая схема газоанализатора приведена на рисунке 5.

Блок преобразователя-датчика (ПД) (рис. 5) представляет собой панель *1*, на которой размещены: датчик типа ДКО (датчик контроля органики) *2* и элементы формирования, очистки и стабилизации газовых потоков, манометры *3*, редуктор давления воздуха *4*, фильтры контрольные *5*, насос–осушитель *6*, дроссель *7*, регулятор перепада давлений *8*, электронный блок *9*.



Рис. 5. Электропневматическая схема СДК:

*1* – блок преобразователя-датчика; *2* – датчик контроля; *3* – манометры; *4* – редуктор давления; *5* – фильтры;

*6* – насос-осушитель; *7* – дроссель; *8* – регулятор перепада давлений; *9* – электронный блок

Газовые потоки между элементами блока ПД имеют следующее назначение:

- подача водорода из регулятора перепада давлений в дроссель;

- подача водорода и контролируемого воздуха из дросселя в датчик;

- увеличение скорости отбора воздуха из помещения и уменьшение времени запаздывания газоанализатора (безопасный поток);

- подача сжатого воздуха из редуктора давления воздуха в насос-осушитель;

- подача воздуха для поддержания горения из насоса-осушителя в датчик;

- выброс продуктов сгорания из датчика в насос-осушитель.

Ионизационный ток измеряется полупроводниковым усилителем постоянного тока с пороговой регистрацией сигнала, выполненным по схеме с преобразованием сигнала постоянного тока в сигнал переменного тока с последующим детектированием.

Усилитель состоит из измерительного резистора автогенераторного преобразователя, представляющего собой генератор с модулятором в цепи обратной связи, усилителя напряжения переменного тока, детектора, нагруженного на электромагнитное реле, и источника компенсационного опорного напряжения.

В электронном блоке, смонтированном в корпусе, расположены: усилитель постоянного тока, выпрямители питания ионизационной камеры и усилителя, источник питания зажигающего элемента и индикатор пламени. На панели блока расположены: тумблер "ВКЛЮЧЕНА СЕТЬ" с сигнальной лампой, кнопка зажигания и индикатор пламени.

Датчик газоанализатора СДК выполнен взрывобезопасным с уровнем взрывозащиты 1ЕхdibsIICT5. Электронный блок имеет нормальное исполнение и должен устанавливаться в невзрывоопасных помещениях на расстоянии от датчика до 100 м.

6. Динамические характеристики автоматических газоанализаторов

Показание газоанализатора должно соответствовать действительной концентрации измеряемого компонента. Однако на результаты измерения большое влияние оказывают параметры состояния: прежде всего температура, давление, а также изменение концентрации сопутствующих компонентов. В некоторых случаях на показание газоанализатора влияет изменение расхода. Для многих анализаторов необходимо стабилизировать напряжение электрического питания и исключить влияние колебаний частоты сети.

Влияние температуры на показания анализатора обычно устраняется термостатированием или дифференциальным измерением. В некоторых случаях применяются специальные способы для устранения влияния колебаний температуры и давления на показания прибора.

Влияние температуры будет тем слабее, чем больше дополнительное сопротивление по сравнению с внутренним сопротивлением измерительной системы. Обычно газоанализаторы и измерительные приборы устанавливают в местах, наиболее защищенных от колебаний температуры. Если показания газоанализатора зависят от давления, то необходимо учитывать изменения барометрического давления, а в отдельных случаях и влияние высоты над уровнем моря. Например, при разнице высоты над уровнем моря по сравнению с местом, где газоанализатор был отградуирован, в 10 м атмосферное давление воздуха изменится примерно на 0,12 %, и на такое же значение может измениться показание газоанализатора. При изменении высоты над уровнем моря на 500 м ошибка составляет около 5 %.

Количество подаваемой на анализ смеси является также важным фактором, сказывающимся на точности анализатора. Выбором конструкций газоанализаторов удается исключить влияние расхода на показания. Особенно это касается газоанализаторов, работающих по принципу теплопроводности или теплоты реакции. Если применены так называемые диффузионные камеры, то влияние расхода будет минимальным. Наоборот, при использовании проточных камер необходимо обеспечить точное поддержание расхода.

Газоанализаторы предназначены для измерения величин, которые изменяются во времени. Между отбором пробы и достижением конечного (установившегося) значения всегда проходит время, которое нежелательно при использовании анализаторов в схемах автоматического регулирования, поскольку оно ухудшает устойчивость регулирования при сигнализации о наличии горючих паров или газов в производственных помещениях и на открытых площадках. В общее время запаздываниям анализатора входит транспортное запаздывание и время запаздывания показаний анализатора:

τзап = τтр + τзап.газ, (6.12)

где τзап – общее время запаздывания; τтр – транспортное запаздывание; τзап.газ – время запаздывания газоанализатора.

Транспортное запаздывание – это время, необходимое для транспортирования анализируемой смеси от места отбора пробы до входа в корпус газоанализатора.

Транспортное запаздывание τтр определяется по формуле

, (6.13)

где *l* – длина подводящего трубопровода, м; *p –* давление в трубопроводе, Па; *S* – площадь сечения трубопровода, м2; *Q* – расход пробы, л/с.

В общее запаздывание входит и запаздывание показаний газоанализаторов. Каждый газоанализатор обладает определенным запаздыванием показаний, которое зависит от принципа его действия и от его конструкции.

Газоанализатор можно представить в виде многоемкостного звена, образованного последовательно соединенными емкостями и сопротивлениями. Динамические свойства такого звена можно с достаточной точностью выразить линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами. Для звена с *n* емкостями, т.е. для системы *n*–го порядка можно написать следующее дифференциальное уравнение:

*anyn+an-*1*yn-*1*+…+a*1*y*1*+a*0*y*0 *= x,* (6.14)

где *у* – выходная величина (показание анализатора); *х* – входная величина (например, у анализатора − это концентрация); *an*, *an*-1, *a*1, *a*0 – постоянные коэффициенты; *yn, yn-*1*, y*1*, y*0– соответствующие производные выходной величины.

Каждый газоанализатор является статической системой, т.е. при скачкообразном изменении измеряемой величины до некоторого значения показание анализатора также устанавливается на соответствующем новом значении.

7. Условия эксплуатации и правила установки.

На закрытой площадке (производственные помещения) - световой и звуковой сигнал, а на открытую площадку – только звуковой.

Световая сигнализация оформляется в виде светового табло, устанавливаемого в хорошо обозреваемом месте, отдельно от сигнализации параметров технологического контроля.

В производственных помещениях с наличием аварийной вытяжной вентиляции блоки сигнализации и питания блокируются с пуском аварийной вентиляции. Условия эксплуатации, особенности монтажа и порядок установки автоматических стационарных газоанализаторов-сигнализаторов регламентированы "Правилами пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности" (ВНЭ 5-79), "Общими правилами взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств (ПБ-09-170-97)", "Требованиями к установке сигнализаторов и газоанализаторов" (ТУ-газ-86) и инструкциями заводов-изготовителей. В соответствии с этими документами проектные организации определяют тип, количество газоанализаторов и места отбора проб газопаровоздушных смесей с учетом местных условий, физико-химических и взрывопожароопасных свойств обращающихся веществ и технологических особенностей производства.

Блоки сигнализации и питания газоанализаторов изготавливаются в обыкновенном исполнении с маркировкой IP00 или IP20 по ГОСТ 12997-84 и должны быть установлены за пределами взрывоопасных зон. Датчики и блоки датчиков выполнены взрывозащищенными с маркировкой взрывозащиты IExdIICT4 или IExdibIICT6 по ГОСТ 12.2.020-76 и могут эксплуатироваться во взрывоопасных зонах помещений всех классов и наружных установок согласно "Правилам устройства электроустановок" (ПУЭ) и другим документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

Содержание механических, агрессивных примесей: хлора, серы, фосфора, мышьяка, сурьмы и их соединений в окружающей и контролируемой среде, отравляющих каталитически активные элементы датчика, не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК).

Автоматические газоанализаторы могут эксплуатироваться в следующих условиях:

температура окружающей и контролируемой среды:

от –45 до +50 °С – для датчиков;

от +1 до +50 °С – для блока датчика и блока сигнализации и питания;

относительная влажность окружающей и контролируемой среды до 90 % при температуре 25 °С.

Газоанализаторы, укомплектованные датчиками с принудительной подачей контролируемой среды, требуют наличия в месте установки датчика линии сжатого воздуха давлением от 0,25 до 0,6 МПа (от 2,5 до 6 кгс/см2). Объемный расход контролируемой среды через датчик, в соответствии с техническим описанием прибора, устанавливается в пределах 25 – 48 л/ч.

Согласно ТУ-газ-86, сигнализаторы довзрывоопасных концентраций необходимо устанавливать во взрывоопасных зонах классов В-1а, В-1б, В-1г, а также в заглубленных помещениях с нормальной средой, куда возможно затекание горючих газов и паров. Вторичные приборы газоанализаторов должны автоматически включать светозвуковую сигнализацию, оповещающую о наличии опасных концентраций взрывоопасных и вредных веществ.

В случаях необходимости, определяемой проектной организацией, от импульса датчиков довзрывных концентраций предусматривается автоматическое отключение технологического оборудования или включение системы защиты.

Световой и звуковой сигналы о наличии взрывоопасных концентраций подаются для постоянно обслуживаемых помещений – в загазованное помещение, для периодически обслуживаемых помещений – у входа в помещение. Данные сигналы также одновременно подаются в операторную или пункт управления производственным комплексом.

Сигналы о срабатывании датчика сигнализатора довзрывных концентраций, установленного на открытой площадке, необходимо подавать в операторную или пункт управления производственным комплексом –. Она должна автоматически включаться в работу при срабатывании датчиков газоанализаторов.

Монтаж газоанализаторов и подвод электрических цепей к ним проводится в строгом соответствии с действующими "Инструкцией по монтажу электрооборудования силовых и осветительных цепей взрывоопасных зон ВСН-332-74/ММС-СССР", гл.4.3 ПУЭ-2000, гл.Э3-13 "Электроустановки взрывоопасных производств ПТЭ ПТБ" и с техническим описанием на приборы. Для соединения датчика с блоком сигнализации и питания рекомендуется использовать кабель типа РПШЭ 4×1,5 (РПШЕ 4×1,5) или любой другой четырехжильный кабель с наружным диаметром не менее 0,8 и не более 12,5 мм и сопротивлением каждой жилы не более 8 – 10 Ом при длине, равной расстоянию от датчика до блока сигнализации и питания. Электрическое сопротивление изоляции цепей датчика должно быть не менее 20 МОм.

Каждый блок сигнализации и питания заземляется с помощью заземляющего зажима медным проводом сечением 2 – 3 мм2. Сопротивление цепи заземления должно составлять не более 4 Ом.

Устанавливаются газоанализаторы в наиболее опасных производственных помещениях с точки зрения возможности образования взрывоопасных смесей (компрессорные горючих газов, насосные сжиженных газов, насосные и складские помещения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей). Поэтому отбор проб контролируемого воздуха к датчикам сигнализаторов и газоанализаторов предусматривается в местах наиболее вероятного выделения и скопления газов и паров в зависимости от их свойств, количества, а также конструктивных особенностей технологического оборудования с соблюдением при этом указаний, изложенных в гл.2 ТУ-газ-86.

В помещениях компрессорных датчик сигнализатора устанавливается у каждого компрессорного агрегата в районе возможных источников утечек перекачиваемой среды (сальники, лабиринтные уплотнения и т.д.) на расстоянии не более 1 м (по горизонтали) от них.

В помещениях насосных сжиженных газов монтируется один датчик сигнализатора довзрывных концентраций на насос или группу насосов при условии, если расстояние от датчика до наиболее удаленного места возможных утечек в этой группе насосов не превышает 3 м (по горизонтали).

В помещениях насосных легковоспламеняющихся жидкостей, а также в других взрывоопасных помещениях предусматривается одно пробоотборное устройство сигнализатора довзрывных концентраций на группу насосов, аппаратов или другого оборудования, при этом расстояние от пробоотборного устройства до наиболее удаленной точки возможных утечек в этой группе насосов, аппаратов или другого оборудования не должно превышать 4 м (по горизонтали).

В заглубленных помещениях насосных сточных вод, оборотного водоснабжения и др., куда возможно затекание взрывоопасных газов и паров извне, а также складских помещениях при хранении в них ЛВЖ и горючих газов устанавливается по одному пробоотборному устройству на каждые 100 м2 площади помещения, но не менее одного датчика на помещение.

Пробоотборные устройства сигнализаторов довзрывных концентраций размещаются по высоте помещений в соответствии с плотностью газов и паров по воздуху (приложение 1 ТУ-газ-86) следующим образом:

- при выделении легких газов с плотностью по воздуху не менее 1 – над источником;

- при выделении газов с плотностью по воздуху от 1 до 1,5 – на высоте источника или ниже его;

- при выделении газов и паров с плотностью по воздуху более 1,5 – не выше 0,5 м от пола.

При наличии в производственном помещении смеси горючих газов и паров с различными плотностями пробоотборные устройства сигнализаторов размещаются по высоте, исходя из плотности того компонента смеси, для которого величина соотношения *С*/НКПР–наибольшая, где *С*–концентрация компонента в смеси. НКПР и *С* независимо друг от друга могут быть в любых единицах измерения, но одинаковых для всех компонентов смеси.

Если установка сигнализаторов и газоанализаторов производится в помещениях с неплотными или решетчатыми междуэтажными перекрытиями, каждый этаж следует рассматривать как самостоятельное помещение. Допускается (за исключением компрессорных и насосных сжиженных газов) применять автоматические переключатели для попеременной подачи проб контролируемого воздуха от нескольких точек отбора к одному датчику. При этом периодичность анализа для каждой точки отбора не должна превышать 10 мин.

Газоподводящие линии к датчикам сигнализаторов и газоанализаторов выполняются из коррозийно–устойчивых труб с внутренним диаметром от 6 до 12 мм. В месте отбора проб анализируемого воздуха они заканчиваются обращенными вниз воронками высотой от 100 до 150 мм и диаметром от 50 до 100 мм. Время запаздывания поступления проб к датчику за счет длины газоподводящих линий не должно превышать 60 с.

Правила размещения датчиков газоанализаторов на открытых технологических установках (ОТУ) несколько отличаются от правил размещения датчиков в производственных помещениях. Это обусловлено, во-первых, высокой вероятностью образования зон взрывоопасных концентраций на промышленной территории ОТУ как при нормальном (регламентном) режиме работы технологического оборудования, так и при аварийной разгерметизации (полной или частичной) аппаратов, технологических трубопроводов, приводящей к мгновенному выбросу большого количества углеводородного топлива, загазованности территории и образованию облака топливовоздушной смеси (ТВС). Во–вторых, большим числом факторов, влияющих на рассеивание взрывоопасного облака (скорость и направление ветра на момент аварии, характеристика и производительность источника выброса, рельеф местности, состояние атмосферы и т.д.) и, следовательно, невозможностью точно предсказать время образования и координаты области сигнальной концентрации (5 – 50 % НКПР).

Критерием рационального размещения датчиков на промышленной территории является исключение неконтролируемого передвижения облака ТВС за границу технологической установки и предотвращение цепного механизма развития аварии.

Результаты исследования данной зависимости показали, что величина радиуса обслуживания *R* датчика газоанализатора конвекционно–диффузионного типа в среднем составляет 10 м. Данная величина зафиксирована и в действующем нормативном документе ТУ-газ-86, определяющем требования к установке сигнализаторов–газоанализаторов. Согласно этому документу, при размещении датчика на промышленной территории ОТУ необходимо соблюдать следующие требования:

1. Размещать датчики только на той части площади открытой установки, где расположено оборудование с взрывопожароопасными продуктами.

2. Ближайшие датчики не должны удаляться более чем на 6 м от внешнего периметра открытой установки в сторону расположения на ней оборудования, за исключением случаев, когда оборудование не имеет взрывопожароопасных продуктов. Датчики каждого последующего ряда по отношению к предыдущему ряду датчиков должны быть сдвинуты на величину их радиуса обслуживания, т.е. расположены в шахматном порядке

3. Датчики сигнализаторов довзрывных концентраций следует устанавливать в местах наиболее вероятного выделения и скопления горючих паров и газов, но во всех случаях радиус обслуживания одного датчика не должен превышать 10 м. При графическом определении требуемого количества датчиков образующиеся между кругами зон защиты пространства («мертвые зоны»), не обслуживаемые датчиками, учитывать не следует.

4. Датчики сигнализаторов следует располагать на высоте 0,5 – 1 м от нулевой отметки.

5. На многоярусных открытых этажерках датчики устанавливаются только на нулевой отметке.

6. По периметру наружной установки, обращенному к печам, должно быть установлено не менее одного датчика на печь, при этом датчики сигнализаторов устанавливаются против каждой стороны печи, обращенной к открытой установке.

7. Расстояние от места расположения датчиков сигнализаторов до печей должно быть не менее 15 м.

8. В открытых компрессорных горючих газов, насосных сжиженных газов и легковоспламеняющихся жидкостей, насосов, рассредоточенных по установке датчики сигнализаторов довзрывных концентраций устанавливаются аналогично датчикам в компрессорных и насосных, расположенных в производственных помещениях.

К открытым насосным и компрессорным относятся:

а) насосные и компрессорные, расположенные на открытых площадках или под навесами с частичным ограждением боковых сторон;

б) насосные с частичным ограждением боковых сторон, расположенные под постаментом открытых этажерок;

в) неотапливаемые компрессорные со съемным или раздвигающимся ограждением боковых сторон.

9. На сливоналивных эстакадах следует устанавливать один датчик на две цистерны на нулевой отметке вдоль каждого фронта налива и слива. При двухстороннем фронте налива или слива датчики располагать в шахматном порядке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**Эже́ктор** - устройство, в котором происходит передача кинетической энергии от одной среды, движущейся с большей скоростью, к другой. Эжектор, работая по [закону](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%91%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%83%D0%BB%D0%BB%D0%B8) [Бернулли](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D1%80%D0%BD%D1%83%D0%BB%D0%BB%D0%B8,_%D0%94%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B8%D0%BB), создаёт в сужающемся сечении пониженное давление одной среды, что вызывает подсос в поток другой среды, которая затем переносится и удаляется от места всасывания энергией первой среды.

Эжекторы используются в [струйных насосах](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%81), например водоструйных, жидкостно-ртутных, паро-ртутных, паромасляных.

Виды эжекторов

*- Паровой эжектор* - [струйный аппарат](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%BD%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%81) для отсасывания газов из замкнутого пространства и поддержания разрежения. Паровые эжекторы применяют в различных областях техники.

*- Пароструйный эжектор* - аппарат, использующий энергию струи пара для отсасывания жидкости, пара или газа из замкнутого пространства. Пар, выходящий из сопла с большой скоростью, увлекает через кольцевое сечение вокруг сопла перемещаемое вещество. Использовался на судах для быстрого отливания воды.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ:

1.