

Лекция 12

Теория горения и взрывов

доктор технических наук, профессор
Лепешкин Олег Михайлович


Тема 5: ВЗРЫВОЗАЩИТА

Учебные вопросы

- **Контроль за накоплением горючих газов и паров.**
 - **Аварийное вентилирование помещений.**
 - **Взрывозащита методом флегматизации взрывоопасной среды.**
 - **Устройство предохранительных конструкций.**
 - **Взрывоподавление**
-

Учебная литература:

- 1. Зинченко А.В. Теория горения и взрыва, 2016.
URL:
[http:// elib.spbstu.ru/dl/2/s16-138.pdf](http://elib.spbstu.ru/dl/2/s16-138.pdf)**
-



Контроль за накоплением горючих газов и паров.


К числу активных мер взрывозащиты относятся следующие:

- контроль за накоплением взрывоопасных газов и паров в помещениях;
 - аварийное вентилирование помещений при образовании в них взрывоопасной среды;
 - флегматизация взрывоопасной среды в помещениях;
 - устройство предохранительных конструкций, ослабляющих разрушительное действие взрыва;
 - подавление возникающего взрыва.
-

Газоанализатор – измерительный прибор для определения качественного и количественного составов смесей газов.

Различают газоанализаторы ручного действия и автоматические. Среди газоанализаторов ручного действия наиболее распространены абсорбционные газоанализаторы, в которых компоненты газовой смеси последовательно поглощаются различными реагентами.

Автоматические газоанализаторы непрерывно измеряют какую-либо физическую или физико-химическую характеристику газовой смеси или ее отдельных компонентов.



По принципу действия автоматические газоанализаторы могут быть разделены на три группы:

1. Объемно-манометрические (химические) газоанализаторы – приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные химические реакции. При помощи таких газоанализаторов определяют изменение объема или давления газовой смеси в результате химических реакций ее отдельных компонентов.

2. Приборы, основанные на физических методах анализа, включающих вспомогательные физико-химические процессы (термохимические, электрохимические, фотоколориметрические, хроматографические и др.).

Термохимические газоанализаторы — газоанализаторы, позволяющие измерить тепловой эффект реакции каталитического окисления (горения) газа и применяемые для определения концентраций горючих газов (например, опасных концентраций окиси углерода в воздухе).

Электрохимические газоанализаторы — газоанализаторы, применяемые для определения концентрации газа в смеси по значению электрической проводимости раствора, поглотившего этот газ.

Фотоколориметрические газоанализаторы — газоанализаторы, действие которых основано на изменении цвета определенных веществ при их реакции с анализируемым компонентом газовой смеси, позволяющее определить микроконцентрации токсичных примесей в газовых смесях — сероводорода, окислов азота и др.

Хроматографические газоанализаторы — газоанализаторы, широко используемые для анализа смесей газообразных углеводородов.

Приборы, основанные на чисто физических методах анализа

Термокондуктометрические газоанализаторы – газоанализаторы, применяемые для измерения теплопроводности газов и анализа двухкомпонентных смесей (или многокомпонентные при условии изменения концентрации только одного компонента).

Денсиметрические газоанализаторы – газоанализаторы, применяемые для измерения плотности газовой смеси и содержания углекислого газа, плотность которого в 1,5 раза превышает плотность чистого воздуха.

Магнитные газоанализаторы – газоанализаторы, применяемые для определения концентрации кислорода, обладающего большой магнитной восприимчивостью.

Оптические газоанализаторы – газоанализаторы, используемые для измерения оптической плотности, спектров поглощения или спектров испускания газовой смеси.

Ультрафиолетовые газоанализаторы – газоанализаторы, используемые для определения содержания в газовых смесях галогенов, паров ртути, некоторых органических соединений.



Газоанализаторы разделяются на

Портативные приборы являются средством индивидуальной защиты и измерения концентрации газов.

Стационарные используют для индикации показаний и интеграции их в систему АСУ, включения и отключения различных вторичных устройств.

Газосигнализатор – прибор для подачи сигнализации о превышении норм допустимой концентрации опасных газов и паров в воздухе рабочей зоны, для предотвращения отравлений токсичными газами и исключения опасности взрыва горючих газов.

Аварийное вентилирование помещений

Аварийное вентилирование помещений

является одним из основных способов предупреждения образования взрывоопасных сред.

Различают промышленные и бытовые системы вентиляции.

Промышленные системы вентиляции устанавливаются на производстве, а бытовые – в жилых помещениях.

В зависимости от специализации различают **рабочую (основную) и аварийную системы вентиляций.**

Различают **вентиляции с искусственным и естественным побуждением.**

Вентиляция с естественным побуждением (открытие окон, форточек) используется при неопасном и невредежном производстве.

Искусственная вентиляция (нагнетание воздуха какими-то приспособлениями, например, вентилятором) используется там, где нужна постоянная стабильная скорость и сила потока.

По назначению системы вентиляции делятся на приточные, вытяжные и приточно-вытяжные.

Основным показателем работы вентиляции является кратность воздухообмена, которая характеризуется числом обмена воздуха в помещении в течение часа.

При оценке взрывоопасности помещений учитывается возможность образования локальной взрывоопасной среды, допустимый объем которой определяется тем, что развиваемое при выгорании локального облака избыточное давление не должно превышать 5 кПа.

Этому условию соответствует объем локального облака со средней концентрацией на уровне НКПР, равный примерно 5 % от объема помещения. Расчеты показывают, что предельно допустимая концентрация горючих примесей с учетом запаса надежности 50 % составляет 2,5 % НКПР.

Время действия аварийной вентиляции (t) определяется по формуле

$$t = \frac{V}{L} \cdot \ln \frac{C}{C_0}, \quad (14.1)$$

где V – объем помещения, м³; L – объем подаваемого воздуха, м³/ч; C – текущая концентрация, кг/м³ или % (об.); C_0 – предельная концентрация, кг/м³ или % (об.).

Примем предельную концентрацию равной 1 г/м³, а кратность обмена воздуха $K = \frac{V}{L}$.

Текущая концентрация создается выбросом газа из технологического оборудования под давлением с соответствующим расходом. С учетом уравнения (14.1) можно записать

$$\left(C - \frac{G}{K} \right) \left(C_0 - \frac{G}{K} \right) = \exp(-tk), \quad (14.2)$$

где G – удельное газовыделение, кг/м³·ч.

Время, необходимое для снижения C до C_0 , рассчитывается по формуле (14.2) путем задания C и K .

Максимально возможная концентрация истекающего вещества (C) рассчитывается следующим образом:

$$C = \frac{\mu S \sqrt{\frac{2P}{\rho}} t}{V} \cdot 10^2, \quad (14.3)$$

где μ – коэффициент истечения ($\mu = 0,8$); S – площадь сечения отверстия, м^2 ; P – давление в оборудовании, Па; ρ – плотность газообразных примесей с учетом давления и температуры, $\text{кг}/\text{м}^3$; t – время истечения вещества, ч; V – объем помещения, м^3 .



Взрывозащита методом флегматизации
взрывоопасной среды.

Метод флегматизации

взрывоопасной среды в помещениях основан на разбавлении взрывоопасной среды до состояния, когда эта среда не способна распространять пламя.

Это состояние достигается при содержании разбавителей, соответствующих «пику» на кривой флегматизации, построенной на графике в координатах «содержание горючего компонента в смеси с воздухом и флегматизатором» (ось ординат) и «содержание флегматизатора в смеси с воздухом и горючим компонентом» (ось абсцисс).

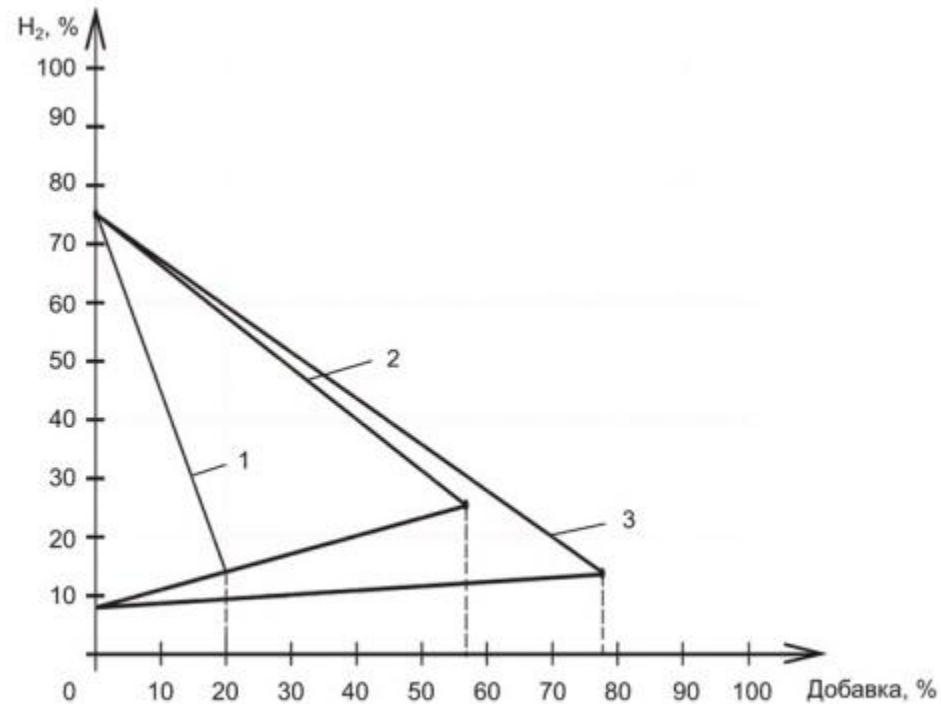


Рис. Флегматизация смеси «H₂ – воздух» инертами:
1 – гексафторпропилен; 2 – диоксид углерода; 3 – азот

Область состава, ограниченная кривой флегматизации и осью ординат, является горючей, а область вне кривой флегматизации – негорючей.

В качестве флегматизатора применяются инертные разбавители и бромйодосодержащие хладоны, способные ингибировать горение (C_2H_5I , CF_3CH_2Br , $CF_3CHClBr$ и др.).

Как видно из рисунка, значения пиковых концентраций весьма велики, а нижняя ветвь кривой флегматизации оказывается практически параллельной оси абсцисс.

Устройство предохранительных конструкций.

Взрывоподавление

Предохранительные конструкции применяются для взрывозащиты технологического оборудования и помещений.

Принцип их действия заключается в ослаблении разрушительного действия взрыва за счет своевременного сброса из объекта защиты избыточного давления.

Для взрывозащиты технологического оборудования используются мембраны и клапаны, которые предназначены для уменьшения давления в ГВС, что приводит к предотвращению взрыва в условиях нагревания ГВС.

К предохранительным конструкциям, предназначенным для взрывозащиты помещений и сооружений, относятся следующие:

- остекление;
 - легкосбрасываемые облегченные стеновые панели;
 - облегченные покрытия.
-

Наиболее широко в качестве ПК применяется остекление. Толщина стекла (h) является важным, но не единственным фактором, определяющим эффективность ПК. С увеличением размера стекла его прочность (σ_c) снижается. Вместе с тем, при $2 \text{ мм} \leq h \leq 6 \text{ мм}$ $\sigma_{\text{мин}} \approx \text{const}$.

Разрушение зависит и от способа крепления стекол. Остекление как средство взрывозащиты эффективно, если время образования проема будет меньше времени сгорания горючей смеси, т. е. при $t \leq 0,1 \text{ с}$. Коэффициент эффективности использования стекол в качестве ПК составляет для одинарных стекол от 0,01 до 0,7 а для бинарных – 0,25.

Взрывоподавление – активный способ взрывозащиты, заключающийся в очень быстром воздействии на начавшийся взрыв эффективными средствами пожаротушения.

Взрыв ГВС, паров ЛВЖ, газа, органических пылей, развивающийся в дефлаграционном режиме, имеет инкубационный период длительностью до $5 \cdot 10^{-2}$ с, во время которого еще не происходит резкого повышения давления.

Существующие технические средства позволяют за это время обнаружить возникновение взрыва и интенсивно воздействовать на него огнетушащим средством. Впервые систему взрывоподавления для защиты самолетных баков в годы Второй мировой войны разработала фирма «Травинер», которая до настоящего времени успешно работает в этой области.

