



# Тема № 2.2

## «Оценка пожаровзрывоопасной среды внутри технологического оборудования с газами и пылями»



## Учебные вопросы

1. Условия образования горючей среды в аппаратах с газами. Технические решения по защите от образования горючей среды.
2. Условия образования горючей среды в аппаратах с пылями. Основные меры защиты от образования горючей среды.
3. Образование горючей среды в периоды пуска и остановки аппаратов. Основные меры защиты от образования горючей среды.



Кафедра пожарной безопасности  
технологических процессов и производств



Вопрос №1. Условия образования горючей среды в аппаратах с газами.  
Технические решения по защите от образования горючей среды



# УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ГОРЮЧЕЙ СРЕДЫ В АППАРАТАХ С ГАЗАМИ

$$\varphi_H \leq \varphi_R \leq \varphi_B$$



## Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Поддержание рабочей концентрации горючего газа за пределами области воспламенения

Автоматический контроль за содержанием опасной примеси в чистом газе или в газовых смесях (окислителя в горючем газе, горючего газа в окислителе, окислителя в инертном газе, окислителя в смеси горючего и инертного газа)

Способы защиты от образования ГС в аппаратах с газами

Применение систем автоматической блокировки, обеспечивающих прекращение подачи одного из компонентов горючей смеси, а в некоторых случаях сразу двух компонентов при опасных отклонениях концентрации от режимных параметров

Использование инертных газов для флегматизации горючих смесей

Поддержание в коммуникациях с горючими газами избыточного давления



## Технические решения по защите от образования горючей среды в аппаратах с горючими газами:

1. Поддерживать рабочую концентрацию горючего газа в смеси с окислителем за пределами области воспламенения, то есть ниже нижнего и выше верхнего пределов распространения пламени с учетом коэффициентов безопасности, предусмотренных ГОСТ 12.1.044. (специальные системы автоматического регулирования расхода, давления, а также соотношения между горючим веществом и окислителем)



2. Обеспечивать непрерывный автоматический контроль за содержанием опасной примеси в газе (окислителя в негорючем газе, окислителя в смеси горючего и негорючего газов или же горючего газа в окислителе). Для контроля за содержанием опасной примеси аппараты, и трубопроводы оборудуют стационарными газоанализаторами, автоматически сигнализирующими об отклонении концентрации от рабочих параметров.



безопасности  
ов и производств





3. Предусматривать системы автоматической блокировки, обеспечивающие прекращение подачи одного из компонентов горючей смеси, а в некоторых случаях сразу двух компонентов, при опасных отклонениях концентрации от рабочих параметров.

4. Поддерживать в газовых коммуникациях избыточное давление, предотвращающее подсос воздуха через неплотности.



5. Предусматривать системы автоматической подачи негорючих (инертных) газов в объем аппаратов для флегматизации горючей смеси. При достижении концентрации негорючего газа значения  $M_{ФКФ}$  (минимальной флегматизирующей концентрации флегматизатора) горючая смесь становится не способной к распространению пламени при любом соотношении горючего газа и окислителя.



Вопрос № 2. Условия образования  
горючей среды в аппаратах с пылями.  
Основные меры защиты от образования  
горючей среды



Пыль - измельченные твердые вещества с размером частиц до 850 мкм.

Пыль может находиться во взвешенном состоянии, тогда она образует аэрозоль и в осевшем – аэрогель.

В зависимости от природы исходного сырья пыль может быть

- неорганической (пыль серы, металлов),
- органической (полиэтиленовая, мучная пыль),
- органоминеральной (древесно-абразивная пыль).



Одним из основных показателей пожарной опасности пылей является нижний концентрационный предел распространения пламени- **НКПР (ФН)**, чаще всего он выражается в единицах  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

ВКПР для пыли настолько велик, что не имеет практического значения, причем пыли склонны к расслоению, поэтому даже при очень высоких концентрациях, всегда могут образовываться локальные зоны с концентрацией ниже ВКПР.



При определении рабочей ( $\varphi_p$ ) концентрации пыли внутри технологического оборудования необходимо учитывать массу взвешенной и осевшей пыли.

Горючая среда в аппаратах с пылью будет образовываться в том случае, если выполняется условие:

$$\varphi_p \geq \varphi_n$$

где:  $\varphi_n$  – нижний концентрационный предел распространения пламени;

$\varphi_p$  – рабочая концентрация.



Пыли делятся на **взрывоопасные** и **пожароопасные** по величине НКПР, пыли, имеющие величину НКПР ниже  $65 \text{ г/м}^3$  относятся к **взрывоопасным**, более  $65 \text{ г/м}^3$  – к **пожароопасным**.

К **особо взрывоопасным** относятся пыли с НКПР ниже  $15 \text{ г/м}^3$ .

Группа **пожароопасных** пылей классифицируется по величине температуры самовоспламенения. К **особо пожароопасным** относятся пыли с температурой самовоспламенения ниже  $250 \text{ }^\circ\text{C}$ .



**Кафедра пожарной безопасности  
технологических процессов и производств**



19 января около 14.00 на барнаульской ТЭЦ-3 произошел взрыв угольной пыли на складе, откуда подается уголь.





## Уменьшить пожарную опасность аппаратов и трубопроводов с наличием пыли можно следующими способами

- а) применение менее "пылящих" процессов измельчения (например, вибрационного помола, измельчения с увлажнением, мокрых процессов обработки твёрдых и волокнистых веществ);
- б) введение негорючих газов внутрь аппаратов в течение всего периода работы или только в наиболее опасные моменты ( например, в периоды пуска и остановки мельниц и подобных им машин ) или добавлением к огнеопасной пыли минеральных веществ ( например, мела );



в) устройством систем аспирации;

**Аспирацией** называют системы удаления сыпучих отходов (лесопиления, деревообработки, заточки инструмента) от станков посредством воздушного потока. Аспирация дополнительно может включать в себя дополнительную систему пневмотранспорта для перемещения отходов из бункера в котельные установки или склад.



г) использование негорючих газов для пневматической транспортировки наиболее опасных пылей, при сушке порошковых материалов распылением и во взвешенном слое;

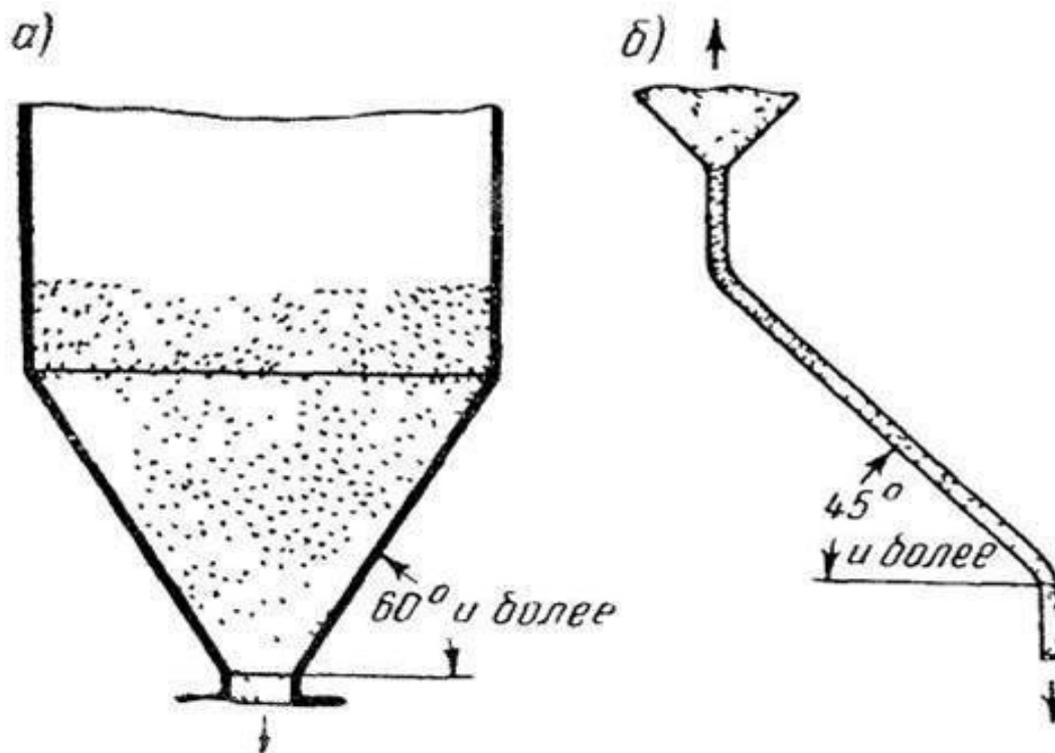
д) установление оптимальной скорости воздуха или негорючего газа и систематического контроля за её величиной при пневматической транспортировке измельчённых веществ;



е) конструктивными решениями аппаратов и трубопроводов, обеспечивающими минимальное скопление осевшей пыли, к которым относятся: гладко обработанные внутренние поверхности аппаратов и трубопроводов, плавные повороты трубопроводов и сопряжения поверхностей аппаратов, плавные переходы диаметров, уклон конусной части аппаратов не менее 60, а самотечных трубопроводов – не менее 45 к горизонту;



# СХЕМА, ОТОБРАЖАЮЩАЯ ДОПУСТИМЫЕ УКЛОНЫ СТЕНОК АППАРАТОВ И ТРУБОПРОВОДОВ С ПЫЛЕВИДНОЙ ПРОДУКЦИЕЙ





- ж) предотвращение образования пробок пыли в бункерах и трубопроводах;
- з) предохранение стенок аппаратов и трубопроводов от увлажнения. Это достигается размещением аппаратов в отапливаемых помещениях, подогревом среды или аппаратов и устройством теплоизоляции при расположении аппаратов на открытых площадках или в неотапливаемых помещениях.



Для того, чтобы избежать пожара в аппаратах с пылью, порошками, волокнами следует выполнять следующие технологические рекомендации:

- Применять методы измельчения с минимальным пылевыведением.
- Производить измельчение с увлажнением.
- Устанавливать системы местных отсосов пыли (систем аспирации).
- Заполнять аппараты инертными газами или добавлять в измельчаемые материалы минеральные пыли (мел, цемент), если это позволяет технология.
- Очистка аппаратов от осевшей пыли.



Вопрос 3.

Образование горючей среды в периоды пуска и остановки аппаратов. Основные меры защиты от образования горючей среды.



## Причины образования ГС при остановке технологического оборудования:

- снижение температурного режима в аппаратах с рабочей температурой жидкости, превышающей значение ВТПР. При этом температура, снижаясь, войдет в температурную область воспламенения;
- поступление наружного воздуха через дыхательную арматуру при опорожнении аппаратов или через открытые люки при их разгерметизации;



Кафедра пожарной безопасности  
технологических процессов и производств



- неполное удаление из аппаратов горючих веществ;
- негерметичное отключение аппаратов от трубопроводов с горючими веществами. При этом горючие вещества через неплотности будут попадать в аппарат, и образовывать в смеси с воздухом горючую смесь.



**Чтобы исключить возможность образования ГС в период пуска аппаратов:**

**1. Обеспечивать тщательную продувку от кислорода воздуха перед подачей горючих веществ. Для этих целей используют инертные газы и водяной пар. В некоторых, обоснованных, случаях допускается производить вытеснение воздуха горючими газами (например, при продувке газопроводов, генераторов горючих газов, емкостей небольшого объема). При этом смесь газа с воздухом не подается потребителям, а выбрасывается в атмосферу через продувочную свечу или другое устройство.**



**2. Использовать вакуумные системы для загрузки аппаратов.** При этом значительная часть воздуха отсасывается из аппаратов и трубопроводов. Наиболее эффективен этот способ для заполнения жидкостями аппаратов, работа которых предусматривается полным сечением (насосов, реакторов и т.п.). С учетом того, что часть паров горючих жидкостей может попасть в технологические коммуникации, выброс отсасываемого воздуха необходимо производить в безопасные места, где исключается возможность появления источников зажигания.



## Для предупреждения образования ГС при остановке аппаратов:

1. **Полный слив** огнеопасных жидкостей и **стравливание** горючих газов. Для обеспечения полного слива жидкостей сливной трубопровод необходимо присоединять к самой нижней точке аппарата. Предусматривать конические или сферические днища, уклон горизонтально расположенных аппаратов и трубопроводов. Если конструкция аппарата не обеспечивает полный слив жидкости (ректификационная колонна), применяют способы промывки аппарата водой. Вода постепенно вымывает огнеопасную жидкость, замещая ее в аппарате



**2. Слив ЛВЖ и ГЖ под защитой инертной среды.** Такой способ предусматривается в том случае, если рабочая температура жидкости в аппарате превышала значение ВТПР. Подача инертных газов способствует удалению из аппаратов кислорода воздуха и исключает возможность образования горючей среды при попадании рабочей температуры в область между НТПР и ВТПР.



**3. Продувка аппаратов инертными газами или их пропаривание для удаления остатков горючих отложений, паров и газов.**

После продувки необходимо производить газовый анализ проб воздуха, взятых в различных точках объема аппарата. Длительность продувки определяется расчетом в каждом конкретном случае.



**4. Надежное отключение аппаратов и трубопроводов** позволяет исключить попадание в неработающие аппараты горючих веществ через различные неплотности. Чаще всего это производится путем установки между фланцами в местах соединения трубопроводов специальной заглушки с хвостовиком. Наличие хвостовика, выступающего за размеры трубопровода, позволяет быстро обнаружить те места, где произведено отключение технологических линий.





## Кафедра пожарной безопасности технологических процессов и производств



Способы защиты  
от образования  
горючей среды  
внутри  
технологического  
оборудования

В период  
пуска

В период  
остановки

Продувка  
аппаратов  
перед  
подачей  
горючих  
веществ

Используй-  
вание  
вакуумных  
систем

Полный  
слив  
горючих  
жидкостей  
и стравли-  
вание  
горючих  
газов

Слив ЛВЖ  
и ГЖ под  
защитой  
инертной  
среды

Продувка  
аппаратов  
инертным  
и газами  
или  
пропарива-  
ние

Надежное  
отключе-  
ние  
аппаратов  
и  
трубопро-  
водов