

РАЗДЕЛ 5. ОСНОВЫ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ, ПОЖАРО- И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОЧИСТКЕ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ И УТИЛИЗАЦИИ УЛОВЛЕННЫХ ПРОДУКТОВ

ТЕМА 17. ОТЛОЖЕНИЯ ГОРЮЧИХ КОМПОНЕНТОВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ

17.1. Взрываемость пыли и газов в смеси с воздухом

Пыль способна гореть, самовоспламеняться, образовывать с воздухом взрывоопасные смеси даже в тех случаях, когда исходный материал является негорючим. Причиной является увеличение суммарной поверхности и свободной поверхности энергии системы, что повышает химическую активность, в частности, способность к окислению с выделением теплоты. Самовозгорающиеся вещества подразделяются на три группы.

Первая группа – вещества, самовозгорающиеся при воздействии на них воздуха. К ним относятся бурые и каменные угли, торф, сажа, опилки, алюминиевая пыль, порошок эбонита, и др. Причиной самовозгорания является способность к окислению при низких температурах. Активизировать этот процесс можно при наличии примесей, обладающих каталитически активными свойствами, способствующими процессам окисления.

Вторая группа – вещества, самовозгорающиеся под действием воды. К ним относятся калий, натрий, карбид кальция, негашеная известь и др. Причиной загорания многих из них является выделение в процессе реакции водорода и повышение температуры.

Третья группа – вещества, самовозгорающиеся при смешении друг с другом. В эту группу входят различные окислители. Например, азотная кислота, разлагаясь, выделяет кислород, что может вызвать самовозгорание органических веществ.

Пыль, находящаяся в воздухе, может воспламеняться, взрываться только при определенных пределах концентраций. Взрыв является одной из разновидностей реакции горения, когда наблюдается практически мгновенное протекание реакции в объеме.

Пыль, находящаяся во взвешенном состоянии в воздухе, *взрывоопасна*, а осевшая – *пожароопасна*. Однако, при подъеме осевшей пыли в результате горения, локального микровзрыва, удара и т.п. она может переходить во взвешенное состояние и стать средой для последующего взрыва или ряда взрывов.

Возможная динамика последовательного развития взрывов с возможностью нарастания их мощности должна быть проанализирована при проектировании систем пылеочистки.

Взрыво- и пожароопасные вещества подразделяются на четыре класса:

I класс – пыли с нижним пределом взрываемости до 15 г/м^3 ; к ним относятся аэрозоли сахара, торфа, эбонита, шрота подсолнечника, хлопка;

II класс – взрывоопасные пыли с нижним пределом взрываемости от $16 \dots 65 \text{ г/м}^3$; к ним относятся аэрозоли крахмала, мучная и чайная пыль;

III класс – наиболее пожароопасные пыли с температурой самовоспламенения до 250°C , например, табачная пыль;

IV класс – пыли с температурой самовоспламенения выше 250°C , например, древесные опилки.

На взрывоопасность пыли, а также силу взрыва и температуру самовоспламенения существенное влияние оказывает дисперсность частиц. Так, с уменьшением дисперсности давление в месте взрыва возрастает, а температура самовоспламенения смеси уменьшается.

Взрывоопасность пыли зависит также от наличия в ней инертных примесей, влажности и выделения горючих газов.

Присутствие в пыли инертных частиц или газов снижает взрывоопасность, вплоть до превращения ее при соответствующих соотношениях в пожаро- и взрывобезопасную. Например, при содержании кислорода в воздухе менее 10 % воспламенение пыли не происходит. Аналогично, как балласт, влияет на указанные свойства влажность.

Возможность выделения летучих горючих газов из пыли резко повышает пожаро- и взрывоопасность.

Многообразие факторов горючести и взрывчатости пыли должно быть в обязательном порядке учтено при разработке конкретных очистных систем с целью уменьшения вероятности аварии. При этом следует помнить, что показатели пожаро- и взрывоопасности пыли определяются экспериментально. Существующие для этого методы не позволяют воспроизводить различные сочетания реальных условий, при которых возможно загорание или взрыв пыли. Поэтому результаты соответствующих рекомендаций по гарантии безопасности в определенной степени условны и каждая из очистных систем должна быть проанализирована на возможность минимального ущерба в случае аварии.

17.2. Мероприятия, направленные на уменьшение горючей среды в вентиляционных системах

Для обеспечения пожарной безопасности необходимо использовать негорючие материалы для изготовления элементов вентиляционных систем, ограничивать количество горючих отложений пыли, волокон, отходов и аэрозолей в воздуховодах и вентиляционном оборудовании, применять мокрый способ очистки воздуха от горючих пылей и аэрозолей.

Выбор материала для воздуховодов вентиляционных систем должен осуществляться с учетом характеристик транспортируемой среды и требований пожарной безопасности.

Допускается применять трудногорючие материалы для теплоизоляции воздуховодов и оборудования систем вентиляции и кондиционирования, расположенных в помещениях категории В.

Для периодической чистки и промывки воздуховодов в местах их поворотов и на прямых участках необходимо устраивать герметические люки. Воздуховоды надо прокладывать с уклоном не менее 0,02 для стока воды при промывке.

Эффективным способом предупреждения отложений горючих материалов на внутренней поверхности воздуховодов и вентиляторов является применение фильтров и пылеуловителей для очистки воздуха. Так, для очистки воздуха от взрывоопасных и пожароопасных пылевоздушных смесей, удаляемых системами местной вентиляции, предусматривают мокрые пылеуловители и фильтры, если это не противоречит технологическим требованиям, и применение воды не увеличивает опасность возникновения пожара или взрыва.

Сухие пылеуловители и фильтры, предназначенные для очистки взрывоопасных пылевоздушных смесей, надо предусматривать с бункерами и устройствами, допускающими механизацию работ по удалению пыли из бункеров.

Для предотвращения отложения лакокрасочных материалов в воздуховодах и вентиляторах вытяжных систем окрасочных камер применяют гидрофильтры.

Для улавливания аэрозолей минеральных масел, пластификаторов и других маслянистых жидкостей, перемещаемых системами местной вентиляции, используют электрические и другие фильтры.

Для очистки воздуха от аэрозолей масла, удаляемых вытяжными вентиляционными системами от станков, работающих со смазочно-

охлаждающими жидкостями, используют специальное устройство для очистки воздуха от масляного аэрозоля.

В воздуховодах и обеспыливающем оборудовании может произойти самовозгорание веществ. Вентиляторы и запорно-регулирующая арматура являются одним из самых опасных видов оборудования как возможные источники возникновения фрикционных искр, способных воспламенить горючую смесь. Обеспечение искрозащиты является важной проблемой при разработке, производстве и эксплуатации вентиляторов. Причиной образования фрикционных искр в вентиляторах могут быть деформация корпуса, трение рабочего колеса о входной патрубок, ослабление крепления лопаток колеса или попадание в проточную часть вентиляторов инородных тел.

При перемещении взрывоопасных пылевоздушных смесей с концентрацией пыли, превышающей допустимые значения, установленные техническими условиями на вентиляторы, среда должна подвергаться очистке до поступления в вентиляторы. Вентиляторы следует немедленно останавливать при появлении стука, ударов и вибрации, повышении температуры узлов вентилятора и электродвигателя, появления огня или дыма, превышении допустимой концентрации паров, газов или пыли в перемещаемой среде в утечке среды из вентилятора или воздуховода.

Для одновременного выключения всех вентиляторов, конструктивно связанных с оборудованием или встроенных в технологические схемы, а также других вентиляторов, установленных во взрывоопасных помещениях, должно быть предусмотрено устройство, расположенное вне здания.

В случаях, когда в удаляемых выбросах содержится очень агрессивная среда, например пыль, способная взрываться не только от удара, но и от трения, а также присутствуют взрывоопасные газы или пары, необходимо использовать *эжекторную вентиляцию*, при которой транспортируемая среда не соприкасается с рабочим колесом вентилятора.

Источником зажигания горючей смеси могут быть также искры, образующиеся при эксплуатации обратных и перекидных клапанов, заслонок и другой вентиляционной арматуры. Для предотвращения искрообразования необходимо использовать искробезопасные клапаны и заслонки.

Для снижения электростатической опасности необходимо соединять электродвигатели с вентиляторами на одной оси. Запрещается применение ременных передач для вентиляторов и электродвигателей, размещаемых во взрывоопасных помещениях.

Предотвращение самовозгорания горючих отложений в вентиляционных системах достигается применением фильтров, что исключает отложение горючих материалов в воздуховодах, а также своевременной чисткой воздуховодов и обеспыливающего оборудования.

Организационно – технические мероприятия по предотвращению образования источников зажигания в вентиляционном оборудовании включает в себя проведение периодических чисток оборудования от пыли в сроки, установленные нормативно-технической документацией на оборудование, своевременный плановый ремонт оборудования и контроль за его работоспособностью.

17.3. Огнепреградители и их применение в системах очистки газовых выбросов

Наиболее частыми источниками воспламенения, приводящими газозадушные смеси к взрыву, являются открытое пламя; электрические разряды действующего электрооборудования, выключатели; короткое замыкание в электрических проводах; искрение в электрических звонках и электролампочках; перегорание открытых предохранителей; разряды статического электричества, искры которых могут возникнуть в результате удара или трения, перегрева деталей оборудования и т. п.

Взрывобезопасность технологических процессов во многих случаях может быть обеспечена с помощью различных типов огнепреградителей. Их устанавливают в трубопроводах, по которым транспортируют смеси газов с воздухом, на резервуарах, на продувочных газопроводах, свечах и многих других системах, где существует опасность взрыва.

Пламегасящая способность огнепреградителя зависит в основном от диаметра гасящих каналов. Теплопроводность материалов стенок каналов вследствие большой разницы между плотностями газа и твердого тела практически не влияет на скорость теплоотвода из пламени. Возможность проникновения пламени через гасящие каналы зависит от двух главных факторов: физико-химических свойств и состава горючей смеси и давления. Нормальная скорость распространения пламени является основной величиной, определяющей размер гасящих каналов и выбор типа огнепреградителя: чем она больше, тем меньшего размера канал требуется для гашения пламени. В значительной мере размеры гасящих каналов огнепреградителя зависят от начального давления горючей смеси.

Огнепреградители, локализирующие ламинарное пламя, пригодны для погасания пламени и при *детонационном режиме горения*. Однако, для преодоления возникающих значительных механических нагрузок, давление при детонации возрастает в несколько десятков раз: огнепреградитель, предназначенный для локализации детонационного горения, должен быть достаточно прочным. При детонации, как и при большой скорости ламинарного горения, погасание пламени в огнепреградителе может не предотвратить поджигания горючей смеси за ним горячими продуктами сгорания. Это может произойти при быстром проникновении через огнепреградитель горячих продуктов сгорания, вызывающих воспламенение горючей смеси. Следовательно, для локализации детонационного горения необходимо, чтобы высота огнепреграждающего слоя обеспечивала охлаждение горячих продуктов сгорания.

По конструктивным особенностям огнепреградители подразделяют на четыре типа (рис. 17.1): с насадкой из гранулированных материалов; с прямыми каналами; из металлокерамики или металловолокну; сетчатые, а по способу установки – на три типа: на трубах для выброса газов в атмосферу или на факел; на коммуникациях; перед газогорелочными устройствами.

Насадочный огнепреградитель (рис. 17.1, а) имеет корпус, в котором между решетками находится насадка (стеклянные или фарфоровые шарики, гравий, корунд и другие гранулы из прочного материала). Кассетный огнепреградитель (рис. 17.1, б) представляет собой корпус, в который вмонтирована огнепреграждающая кассета из гофрированной и плоской металлических лент, плотно свитых в рулон. Пластинчатый огнепреградитель (рис. 17.1, в) имеет корпус, в котором находится пакет из плоскопараллельных металлических пластин со строго определенным расстоянием между ними.

У сетчатого огнепреградителя (рис. 17.1, г) в корпусе размещен пакет из плотно сжатых металлических сеток. Металлокерамический огнепреградитель (рис. 17.1, д) представляет собой корпус, внутри которого установлена пористая металлокерамическая пластина. Герметичность достигается с помощью прокладок. Пористый металлокерамический элемент может быть выполнен в виде плоского диска или трубки.

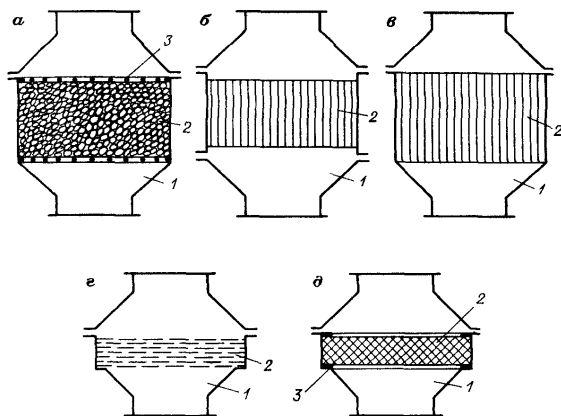


Рис. 17.1. Типы огнепреградителей: а – насадочный; б – кассетный ;
в – пластинчатый ; г – сетчатый; д – металлокерамический

Наиболее применимы сетчатые огнепреградители, которые еще в начале прошлого века стали устанавливать в шахтерских лампах (лампах Де-ви) для предотвращения взрывов рудничного газа. Огнепреграждающий элемент состоит, как правило, из 12 слоев латунной сетки с размером ячеек 0,25 мм, зажатых между двумя перфорированными пластинами. Пакет сеток должен быть укреплен в съемной обойме. Корпус огнепреградителя может быть изготовлен из чугунного или алюминиевого сплава и состоит из двух одинаковых частей, соединенных болтами с расположенной между ними съемной обоймой.

При разработке новых и улучшении существующих конструкций огнепреградителей, а также при их эксплуатации необходимо руководствоваться следующим:

- для того чтобы избежать возникновения значительного сопротивления газовому потоку, площадь поперечного сечения огнепреградителя должна быть больше площади поперечного сечения защищаемого трубопровода в 2 – 3 раза. При таком соотношении предотвращается большой подпор при возникновении пламени, если за огнепреградителем имеются емкость или труба длиной несколько метров;
- огнепреградители должны быть рассчитаны на нагрузки, возникающие при локализации пламени. В случае его установки на линиях вы-

броса газа расчет производится на давление 0,6 – 1,0 МПа, но при условии, если над ними расположены участки трубы длиной 0,3 – 0,5 м;

- следует учитывать, что при возникновении стационарного пламени происходит разогрев огнепреграждающего элемента и создаются условия для проскока пламени. Возможно также возникновение пламени за огнепреградителем при контакте горючей смеси с разогретым огнепреграждающим элементом. Для предотвращения этой опасности огнепреградители необходимо испытывать в течение 2 ч на надежность действия, на отсутствие проскока пламени при горении смеси на поверхности огнепреграждающего элемента. При этом огнепреградитель не должен деформироваться, а также не должна нарушаться его герметичность;

- необходимо иметь в виду, что диаметр пламегасящих каналов должен быть не менее чем в 2 раза меньше критического диаметра гашения пламени горючей смеси, т. е. запас надежности огнепреградителя должен быть по крайней мере двукратным;

- все новые конструкции огнепреградителей должны обязательно испытываться на прочность, сопротивление, герметичность и надежность локализации пламени;

- все сухие огнепреградители должны подвергаться осмотру и проверке не реже 1 раза в 6 месяцев, а также после каждого случая возникновения пламени. При засорении огнепреграждающий элемент следует очистить, промыть и высушить.

Сухие огнепреградители должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- выдерживать максимальное давление взрыва, а также давление детонации;

- огнепреграждающий элемент не должен деформироваться и разрушаться при взрыве;

- конструкция элемента должна прочно закрепляться в корпусе огнепреградителя во избежание выбивания или разрушения уплотнителя ударной волной, возникающей при распространении пламени;

- высота насадки должна превосходить в 60 – 70 раз диаметр пламегасящих каналов;

- огнепреграждающие элементы во избежание проскока пламени через зазор между ними и корпусом необходимо тщательно уплотнять;

- при разборке конструкций огнепреградителей необходимо предусматривать возможность их осмотра и легкой замены огнепреграждающего элемента.

Кроме рассмотренных выше сухих огнепреградителей широко применяют жидкостные предохранительные затворы, являющиеся надежными устройствами, которые предохраняют газопроводы от попадания взрывной волны и пламени при газопламенной обработке металлов, а также трубопроводы и аппараты, заполненные газом, от проникновения в них кислорода и воздуха.

Вопросы для самопроверки

1. На какие группы делятся самовозгорающие вещества?
2. Назовите классы веществ по взрыво- и пожароопасности.
3. Что влияет на взрывоопасность пыли?
4. Как определить взрыво- и пожароопасность пыли?
5. Какие мероприятия необходимо предусматривать для уменьшения горючей среды в вентиляционных и очистных системах?
6. В каких случаях предусматривают эжекторную вентиляцию?
7. Какие источники воспламенения могут привести газовоздушную смесь к взрыву?
8. Как обеспечить взрывобезопасность технологического процесса?
9. От чего зависит пламягасящая способность огнепреградителя?
10. Назовите типы огнепреградителей.
11. Что необходимо учитывать при разработке огнепреградителей?
12. Какие требования предъявляют к сухим огнепреградителям?