

**вопросы, которые в соответствии с
Конвенцией необходимо решить
Конференции Сторон на ее первом
совещании**

Стандартные методы

Стандартные методы

Стандартные методы сокращения выбросов

В настоящей главе приводится общая информация о методах контроля, которые могут применяться ко всем перечисленным в приложении D категориям точечных источников. Дополнительная информация, касающаяся конкретных секторов, приводится в главах, посвященных данным секторам.

Чтобы учесть все возможные методы для рассматриваемого сектора, необходимо изучить как стандартные методы, описанные в настоящем разделе, так и специфические для каждого сектора методы, описанные в соответствующих разделах.

Выбросы ртути с твердыми частицами могут в той или иной степени улавливаться пылеуловителями. Большая часть существующих методов пылеочистки широко применяется во всех секторах. Степень контроля ртути зависит от ее химического состояния и формы (например, окисленной или элементарной). Как правило, пылеуловители практически не фильтруют элементарную ртуть, однако КПД удаления ртути этими устройствами можно повысить путем окисления газообразной ртути. Чаще всего для пылеочистки используются рукавные фильтры и электростатические пылесосы (ЭСП).

Стандартным методом направленного удаления ртути во всех секторах является использование активированного угля, который впрыскивается в поток дымового газа или находится в фильтрующем слое. Для повышения эффективности активированного угля могут использоваться окисляющие агенты (например, они могут впрыскиваться в поток дымового газа или адсорбироваться на активированный уголь).

Тканевые фильтры

Основным принципом работы рукавных фильтров (тканевых фильтров, текстильных фильтров) является фильтрация газа с отделением частиц пыли. Это один из наиболее технически и экономически эффективных существующих способов пылеочистки, КПД которого даже в случае очень малых частиц может превышать 99,99 процента. Поступающие в фильтрующие устройства газы проходят через тканевые фильтры. В зависимости от свойств дымового газа для изготовления таких фильтров могут применяться различные материалы (например, тканый или валяный хлопок, синтетический или стекловолоконный материал).

Для повышения эффективности фильтрации пыли и продления срока службы устройства на фильтрующий материал часто наносят покрытие. Самым распространенным материалом является химически инертный известняк (карбонат кальция). Он образует так называемый фильтрационный кек, повышающий эффективность сбора пыли. Фильтрационный кек позволяет лучше улавливать мелкие частицы и защищает фильтрующий материал от влаги и абразивного воздействия частиц. Если предварительное покрытие не нанесено на фильтрующий материал, то через рукавный фильтр могут просачиваться мелкие частицы, особенно на первых этапах, поскольку рукавный элемент фильтрует содержимое лишь частично, а мелкие частицы оседают в фильтрационном кеке.

Большая часть газообразной ртути будет проходить через рукавный фильтр. Поэтому для повышения эффективности процесса необходимо в максимально возможной степени перевести ее в форму оксида, которая может связываться с частицами. Имеются различные способы повышения эффективности рукавных фильтров, например, их комбинация с впрыском сухого или полусухого сорбента (в распылительной сушилке), а также дополнительная фильтрация и использование реагирующей поверхности при применении фильтрационного кека.

Электростатические пылеуловители

Электростатические пылеуловители (ЭСП) работают по принципу отделения частиц пыли от отводных газов с использованием электростатических сил. Нагруженные пылью газы движутся через проход между коронирующим и осадительным электродом. Находящиеся в воздухе частицы, проходя через ионизированное поле между электродами, получают отрицательный заряд. Эти заряженные частицы притягиваются к заземленному или положительно заряженному электроду и остаются на нем. Осажденный на электродах материал удаляется путем встряхивания или вибрационного перемещения осадительных электродов (непрерывно или через заданные интервалы). Обычно чистка пылеуловителей может производиться без прерывания потока воздуха.

Основными факторами, определяющими эффективность электростатических пылеуловителей, являются электрическое сопротивление и распределение частиц по размерам. К числу прочих факторов

воздействия относятся температура, мощность потока дымовых газов, влажность, наличие в потоке газа кондиционирующих агентов и увеличенная поверхность осаждения.

Мокрый ЭСП обрабатывает потоки воздуха, насыщенные паром (со 100-процентной относительной влажностью). Мокрые ЭСП широко используются для удаления из промышленных потоков технологического газа капель жидкости, например, паров серной кислоты. Кроме того, они часто используются при наличии в газах большого количества влаги, воспламеняющихся частиц или частиц, склонных к адгезии.

Мокрые скрубберы

Применяется два различных типа мокрых скрубберов: первый используется в основном для пылеочистки, а второй - для удаления газообразных кислотных соединений.

В мокрых скрубберах пылеочистки скрубберная жидкость (обычно вода) вступает в контакт с потоком газа, содержащим частицы пыли. Активный контакт потоков газа и жидкости позволяет довольно эффективно удалять пыль. Увлажнение приводит к агломерации тонкодисперсных частиц и способствует их сбору. Примерами таких скрубберов являются скрубберы «Вентури», скрубберы «Тейссен» или скрубберы с радиальным потоком. Эффективность удаления пыли этими устройствами может превышать 98 процентов, однако итоговая концентрация пыли относительно высока (более 5 мг/Нм³).

Мокрые скрубберы, предназначенные главным образом для удаления газообразных кислотных соединений (часто это скрубберы с разбрызгивающим устройством), удаляют такие загрязнители, как SO₂, HCl и HF. Для поглощения этих соединений используются растворы. Часто они очищают газ, который уже был предварительно очищен от пыли.

«Очищенные» газы из обоих типов скрубберов обычно проходят через туманоосадитель для удаления из потока газа капель воды. Вода из скрубберной системы либо подвергается очистке и сбрасывается, либо повторно направляется в скруббер.

Поглощение элементарной ртути может быть активизировано путем добавления в скрубберный раствор соединений серы или активированного угля (Miller et al., 2014).

Еще одной мерой, которая часто принимается для удаления окисленной ртути из скрубберной жидкости, является осаждение. Соединения серы при их добавлении к скрубберной воде могут способствовать флокуляции в целях конвертирования растворимой ртути в нерастворимое соединение. Другим средством связывания ртути сразу после ее преобразования в жидкой фазе является добавление в скрубберную жидкость активированного угля (Bittig, 2014).

При наличии в скрубберной воде восстанавливающих соединений, таких как сульфиты, возможны повторные выбросы ртути. В этом случае ртуть может повторно преобразоваться в элементарную форму и выделяться в этой форме (Keiser, et al., 2014). Этого можно избежать, если обеспечить присутствие ионов, с которыми ртуть может реагировать с образованием таких соединений, как фторид, хлорид, бромид или иодид ртути.

Резюме сведений о пылеуловителях

В таблице 1 представлена информация о параметрах работы пылеулавливающих устройств.

Таблица 1

Эффективность пылеуловителей, выраженная в виде среднечасовых показателей концентрации пыли

	Показатели концентрации пыли после очистки (мг/м ³)
Тканевые фильтры	< 1 – 5
Тканевые фильтры мембранного типа	< 1
Сухие электростатические осадители	< 5 – 15
Мокрые электростатические осадители	< 1 – 5
Скрубберы высокой эффективности	< 20

Источник: Руководящий документ о наилучших имеющихся методах ограничения выбросов тяжелых металлов и их соединений из категорий источников, перечисленных в приложении II, к Протоколу по тяжелым металлам (ECE/EB.AIR/116, 2013)¹

Сорбенты и окисляющие реагенты

Активированный уголь является эффективным сорбентом для улавливания ртути из дымовых газов. Активированный уголь может впрыскиваться в дымовой газ до пылеуловителей, рукавных фильтров или ЭСП, либо дымовой газ может быть направлен через слой активированного угля. Эффективность контроля ртути активированным углем зависит от температуры. В частности, способность конкретного сорбента к улавливанию или удалению ртути, как правило, увеличивается при понижении температуры дымовых газов. Температура дымовых газов в первую очередь определяется конструкцией установки и эксплуатационными факторами. В зависимости от характеристик установок, таких как компоненты дымовых газов и параметры уловителя пыли из газа, стандартный активированный уголь можно относительно эффективно использовать для удаления ртути при температуре ниже 175°C. Существуют специальные высокотемпературные сорбенты на основе активированного угля для улавливания ртути при температуре свыше 175°C (как правило, до 350°C).

Все виды активированного угля характеризуются горючестью, а при определенных условиях имеют склонность к самовоспламенению и взрыву. Опасность взрыва и возгорания определяется характеристиками горения и взрывными характеристиками тонко измельченного продукта, а также технологическими условиями и параметрами установки. Качественный активированный уголь с высокой степенью переработки позволяет снизить риск возгорания и взрыва по сравнению с низкокачественными сортами. Однако частично активированный уголь может представлять высокий риск и требовать специальной обработки. Адсорбенты требуют тщательного отбора и правильного обращения; в частности, может потребоваться противопожарное и противовзрывное оборудование (например, для недопущения низкоскоростных потоков воздуха в слое угля, предупреждения накопления больших объемов угля в рамках процесса путем непрерывного контролируемого сброса из бункеров во избежание возгорания, а также для надлежащей ликвидации разливов). Взрывоопасность можно снизить путем разбавления активированного угля инертным материалом. При добавлении активированного угля в потоки газа с малым количеством технологической пыли может оказаться оправданным смешивание такого угля с негорючими сорбентами (Licata et al., 2007; Derenne et al., 2008).

Улавливание ртути можно увеличить за счет добавления в дымовые газы окислителей (т.е. галогенов) или применения активированного угля, пропитанного галогенами или серой. Эти методы более подробно описаны в главах, посвященных конкретным секторам. Имеется потенциальный риск образования диоксинов и фуранов, в частности в побочных продуктах, например, в золе и шламе. Этот риск необходимо принимать во внимание.

Отходы активированного угля должны обрабатываться в соответствии со статьей 11 («Ртутные отходы») и любыми применимыми национальными правилами.

В таблице 2 показаны минимальные ожидаемые параметры методов на основе активированного угля в плане удаления ртути.

¹ Следует отметить, что пока не установлен объем кислорода, который используется для содействия данному объему разбавления, и требуется дальнейшее изучение этого вопроса.

Таблица 2

Минимальные ожидаемые параметры методов на основе активированного угля в плане удаления ртути, выраженные в среднечасовых концентрациях ртути

	Содержание ртути после очистки (мг/м ³)
Угольный фильтр	< 0,01
Пропитанный серой угольный фильтр	< 0,01
Впрыск активированного угля + пылеотделитель	< 0,05
Впрыск бромированного активированного угля + пылеотделитель	0,001

Источник: Руководящий документ о наилучших имеющихся методах ограничения выбросов тяжелых металлов и их соединений из категорий источников, перечисленных в приложении II, к Протоколу по тяжелым металлам (ECE/EB.AIR/116, 2013)

Степень контроля ртути, указанная в таблице 2, сильно зависит от ее химического состояния и формы (например, окисленной или связанной с частицами), а также первоначальной концентрации. Применение этих мер зависит от конкретных процессов и наиболее актуально при высокой концентрации ртути в дымовых газах. Примеры уровней эффективности отдельных методов или их сочетаний приведены в отраслевых документах.