

# ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРЫ И МЕТОДЫ ЕЕ ЗАЩИТЫ

## План лекции:

1. Характеристика загрязнений атмосферы
2. Защита атмосферного воздуха

# 1. Характеристика загрязнений атмосферы

*Загрязнение биосферы* - результат выбросов загрязняющих веществ или некоторых видов энергии (например, электромагнитные поля) из различных источников.

*Загрязнители (контаминанты)* могут иметь естественное (природное) и искусственное (антропогенное) происхождение. По своему физическому состоянию, например, загрязнители атмосферы делятся на твердые (пыли, дымы), жидкие (туманы), газообразные (газы, пары) и комбинированные.

*К естественным источникам загрязнений* относятся пыльные бури, вулканические извержения, газовые выделения из гейзеров и геотермальных источников, прижизненные выделения в атмосферу растений, животных, микроорганизмов и т.д.

*Источники искусственного загрязнения* - различные промышленные предприятия, коммунальное хозяйство, утечки из газохранилищ и трубопроводов и т.д.

Атмосферные загрязнители *подразделяются на первичные*, поступающие непосредственно в атмосферу, и *вторичные*, являющиеся результатом их превращений.

При оценке загрязнения атмосферы учитывается период пребывания загрязняющих веществ в ней. В атмосферу одновременно могут поступать вещества, оказывающие на живые организмы сходное воздействие, то есть обладающие *эффектом суммации вредного действия*.

Все вредные вещества (ВВ) по степени воздействия на организм человека подразделяют на **четыре класса опасности:**

- 1-й - вещества чрезвычайно опасные, ПДК менее  $0,1 \text{ мг/м}^3$  (свинец, ртуть -  $0,001 \text{ мг/м}^3$ )
- 2-й - вещества высокоопасные, ПДК  $0,1-1 \text{ мг/м}^3$ ; (хлор -  $0,1 \text{ мг/м}^3$ ; серная кислота -  $1 \text{ мг/м}^3$ )
- 3-й - вещества умеренно опасные, ПДК  $1,1-10 \text{ мг/м}^3$ ; (спирт метиловый -  $5 \text{ мг/м}^3$ ; дихлорэтан -  $10 \text{ мг/м}^3$ )
- 4-й - вещества мало опасные, ПДК более  $10 \text{ мг/м}^3$ . (аммиак -  $20 \text{ мг/м}^3$ ; ацетон -  $200 \text{ мг/м}^3$ ; бензин, керосин -  $300 \text{ мг/м}^3$ ; спирт этиловый -  $1000 \text{ мг/м}^3$ )

## *По характеру воздействия на организм человека*

вредные вещества можно разделить:

- *раздражающие* (хлор, аммиак, хлористый водород и др.);
- *удушающие* (оксид углерода, сероводород и др.);
- *наркотические* (азот под давлением, ацетилен, ацетон, четыреххлористый углерод и др.);
- *соматические*, вызывающие нарушения деятельности организма (свинец, бензол, метиловый спирт, мышьяк).

Основным элементом загрязнения атмосферы являются аэрозольные образования.

**Аэрозоли** - это дисперсные системы, в которых дисперсионной средой служит газ, а дисперсионными фазами являются твердые или жидкие частицы.

Обычно размеры частиц аэрозолей ограничивают интервалом  $10^{-7}$ - $10^{-3}$  см

Аэрозоли делятся *на три группы*:

К *первой* относятся пыли - коллективы, состоящие из твердых частиц, диспергированных в газообразной среде.

Ко *второй* группе относятся дымы - все аэрозоли, которые получаются при конденсации газа.

К *третьей* группе относятся туманы - коллективы жидких частиц в газообразной среде.

Сейчас в земной атмосфере взвешено около 20 млн. т частиц, из которых примерно три четверти приходится на долю выбросов промышленных предприятий.

Из многочисленных контаминантов атмосферы основными являются взвешенные частицы - аэрозоли различного состава, затем следуют сернистые соединения и оксиданты, то есть вещества, образующиеся в атмосферном воздухе в результате фотохимических превращений.



## Источники загрязнения атмосферы выбросами могут быть классифицированы:

### 1. *По назначению:*

а) технологические, содержащие хвостовые газы после установок улавливания (рекуперации, абсорбции и т.д.);

*Хвосты — отходы процессов обогащения полезных ископаемых, хранятся в хвостохранилищах.*

*Хвостохранилище — комплекс специальных сооружений и оборудования, предназначенный для хранения или захоронения радиоактивных, токсичных и других отвальных отходов обогащения полезных ископаемых, именуемых хвостами*



б) вентиляционные выбросы - местные отсосы, вытяжки.

◦ *2. По месту расположения:*

а) незатененные или высокие (высокие трубы, точечные источники, удаляющие загрязнения на высоту, превышающую высоту здания в 2,5 и более раз);

б) затененные или низкие, то есть расположенные на высоте, в 2,5 раза меньшей высоты здания;

в) наземные - находящиеся у земной поверхности (открытое технологическое оборудование, проливы, колодцы производственной канализации и т.д.).

### 3. По геометрической форме:

а) точечные (трубы, шахты, вентиляторы);

б) линейные (аэрационные фонари, открытые окна, факелы).



4. *По режиму работы:* непрерывного и периодического действия, залповые и мгновенные.

5. *По дальности распространения:*

внутриплощадочные, то есть создающие высокие концентрации только на территории промышленной площадки, а в жилых районах не дающие ощутимых загрязнений (для таких выбросов предусматривается санитарно-защитная зона достаточных размеров);

внеплощадные, когда выбрасываемые загрязнения способны создать высокие концентрации (порядка ПДК для воздуха населенных пунктов) на территории жилой застройки.

*Газовые промышленные выбросы могут быть организованными и неорганизованными.*

*Организованный промышленный выброс* - выброс, поступающий в атмосферу через специальные сооружения - газоходы, воздуховоды, трубы,

*неорганизованный выброс* - выброс, поступающий в атмосферу в результате нарушения герметичности оборудования, неудовлетворительной работы вентиляционной системы, местных отсосов.

## 2. Защита атмосферного воздуха

На практике реализуются следующие варианты защиты атмосферного воздуха:

- вывод токсичных веществ из помещений общеобменной вентиляцией;
- локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение, если воздух после очистки в аппарате соответствует нормативным требованиям к приточному воздуху (рис. 1 а);
- локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере (рис. 1 б);

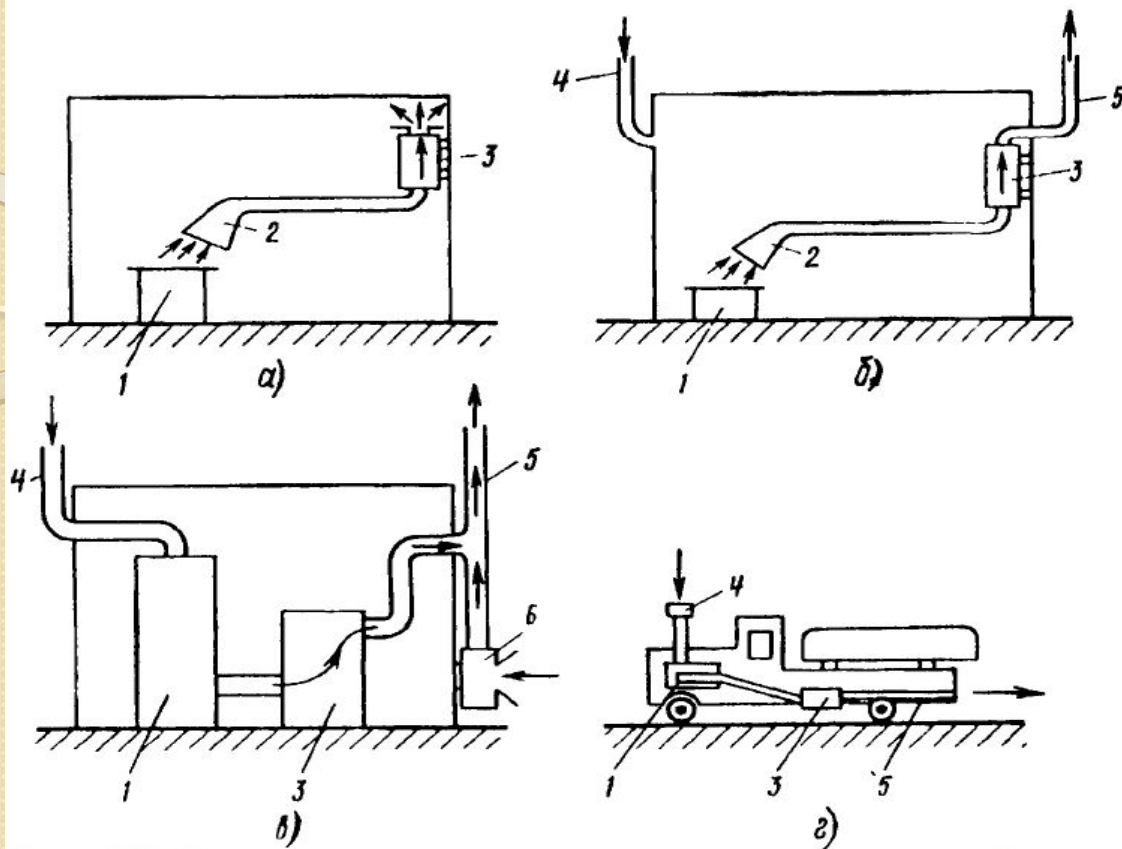
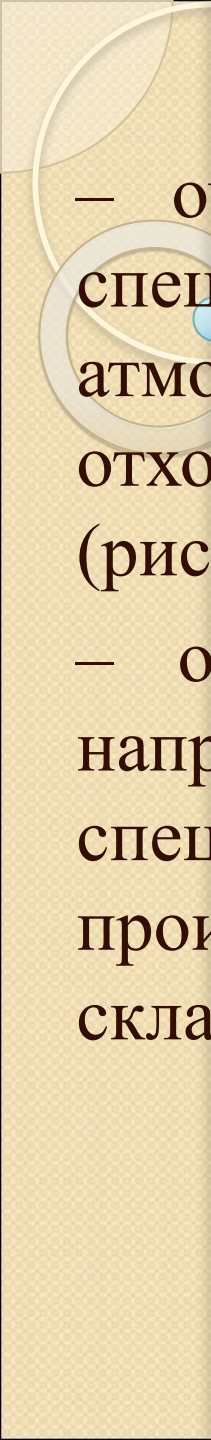


Рис. 1. Схемы использования средств защиты атмосферы:

1—источник токсичных веществ; 2—устройство для локализации токсичных веществ (местный отсос); 3—аппарат очистки; 4—устройство для забора воздуха из атмосферы; 5—труба для рассеивания выбросов; 6 — устройство (воздуходувка) для подачи воздуха на разбавление выбросов





— очистка технологических газовых выбросов в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере; в ряде случаев перед выбросом отходящие газы разбавляют атмосферным воздухом (рис. 1 в);

— очистка отработавших газов энергоустановок, например двигателей внутреннего сгорания в специальных агрегатах, и выброс в атмосферу или производственную зону (рудники, карьеры, складские помещения и т.п.) (рис. 1 г).

## Оборудование для очистки выбросов

В тех случаях, когда реальные выбросы превышают ПДВ, необходимо в системе выброса использовать аппараты для очистки газов от примесей.

Аппараты очистки вентиляционных и технологических выбросов в атмосферу делятся:

- 1). пылеуловители (сухие, электрические, фильтры, мокрые);
- 2). туманоуловители (низкоскоростные и высокоскоростные);
- 3). аппараты для улавливания паров и газов (абсорбционные, хемосорбционные, адсорбционные и нейтрализаторы);
- 4). аппараты многоступенчатой очистки (уловители пыли и газов, уловители туманов и твердых примесей, многоступенчатые пылеуловители).

Широкое применение для очистки газов от частиц получили *сухие пылеуловители* – циклоны (рис. 3) различных типов.

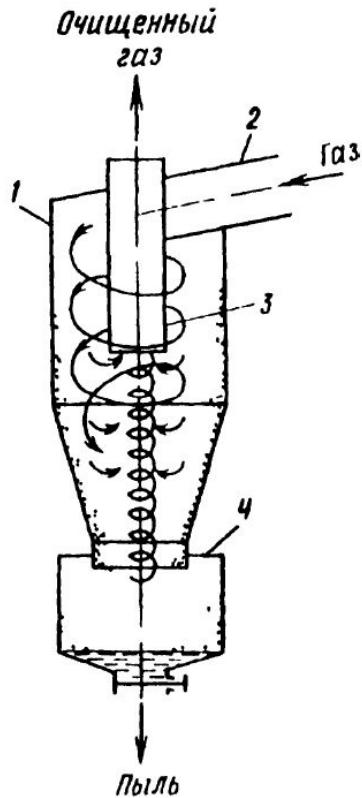
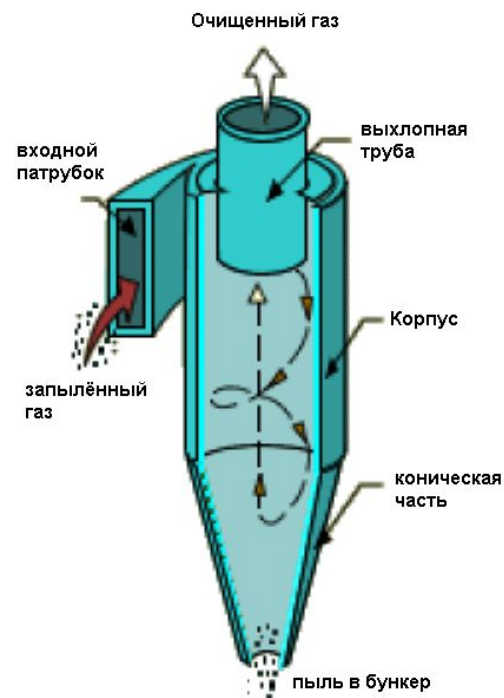


Рис. 3. Схема циклона

Многие задачи по очистке газов от пыли с успехом решаются цилиндрическими (ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24, ЦП-2) и коническими (СК-ЦН-34, СК-ЦН-34М и СДК-ЦН-33). Цилиндрические циклоны предназначены для улавливания сухой пыли аспирационных систем. Их рекомендуется использовать для предварительной очистки газов и устанавливать перед фильтрами или электрофильтрами.



Конические циклоны серии СК, предназначенные для очистки газа от сажи, обладают повышенной эффективностью по сравнению с циклонами типа ЦН, что достигается за счет большего гидравлического сопротивления циклонов серии СК.



Конический циклон

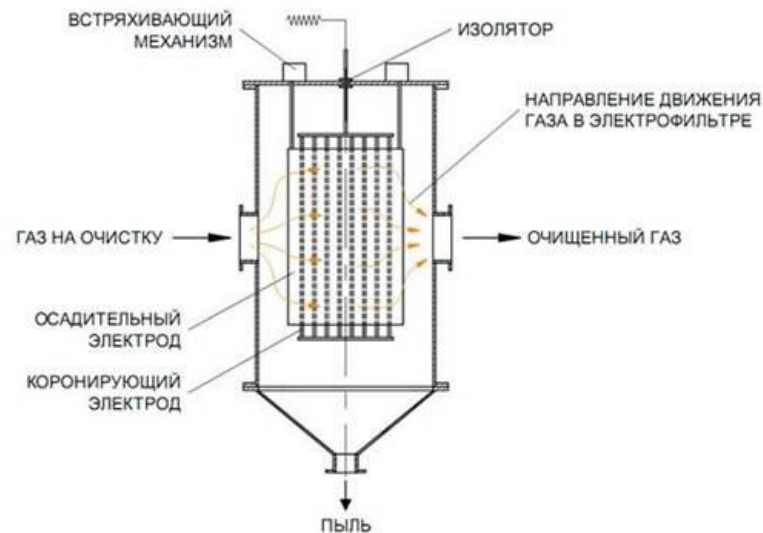
Для очистки больших масс газов применяют батарейные циклоны, состоящие из большого числа параллельно установленных циклонных элементов. Конструктивно они объединяются в один корпус и имеют общий подвод и отвод газа. Опыт эксплуатации батарейных циклонов показал, что эффективность очистки у таких циклонов несколько ниже эффективности отдельных элементов из-за перетока газов между циклонными элементами.



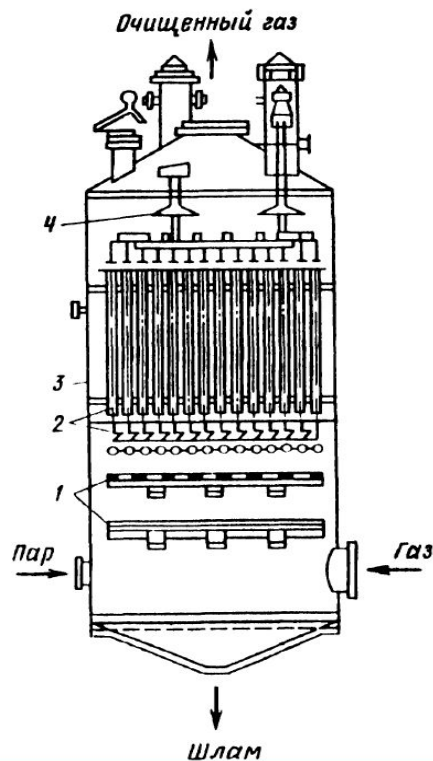
Батарейный циклон

*Электрическая очистка* (электрофилтры) – один из наиболее совершенных видов очистки газов от взвешенных в них частиц пыли и тумана.

Этот процесс основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда, передаче заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах. Для этого применяют электрофилтры.




Конструкцию электрофильтров определяют состав и свойства очищаемых газов, концентрация и свойства взвешенных частиц, параметры газового потока, требуемая эффективность очистки и т. д. В промышленности используют несколько типовых конструкций сухих и мокрых электрофильтров, применяемых для очистки технологических выбросов.



Электрофильтр типа С для улавливания смол: 1- распределительные решетки; 2-осадительные и коронирующие электроды; 3- корпус; 4 – смолоулавливающий зонт





Для тонкой очистки газов от частиц и капельной жидкости применяют различные фильтры. Процесс фильтрования состоит в задержании частиц примесей на пористых перегородках при движении через них дисперсных сред.

Классификация фильтров основана на типе фильтровой перегородки, конструкции фильтра и его назначении, тонкости очистки и др.

По типу перегородки фильтры бывают:

- с зернистыми слоями (неподвижные, свободно насыпанные зернистые материалы, псевдооживленные слои);
- с гибкими пористыми перегородками (ткани, войлоки, волокнистые маты, губчатая резина, пенополиуретан и др.);
- с полужесткими пористыми перегородками (вязаные и тканые сетки, прессованные спирали и стружка и др.);
- с жесткими пористыми перегородками (пористая керамика, пористые металлы и др.

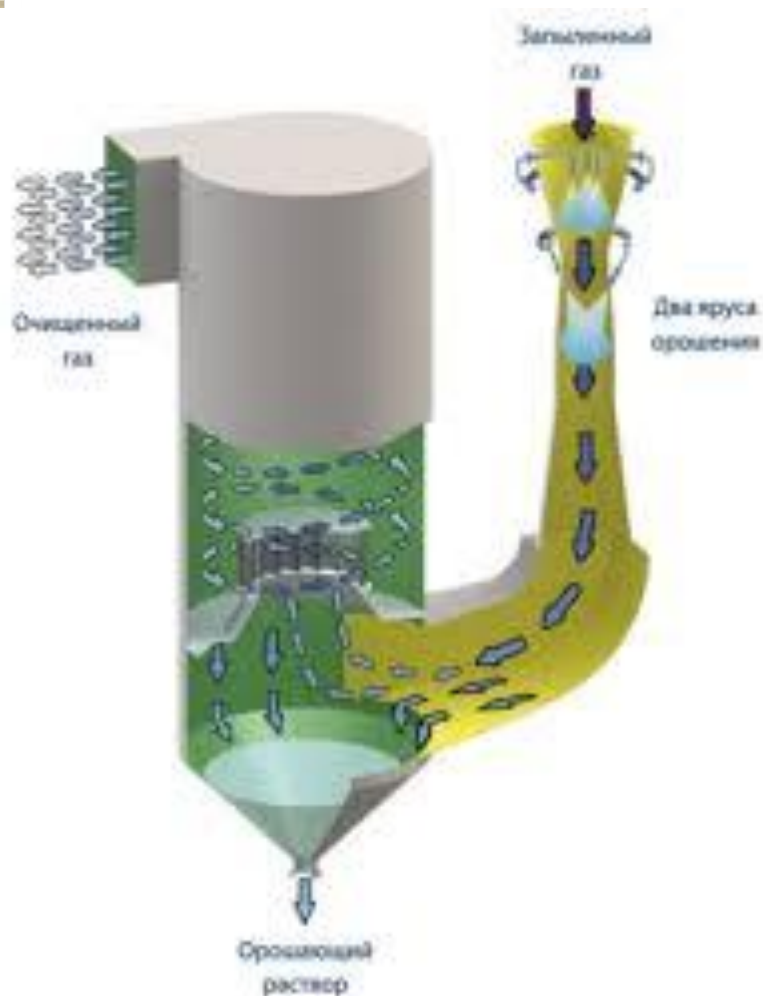
Наибольшее распространение в промышленности для сухой очистки газовых выбросов получили рукавные фильтры.



Аппараты мокрой очистки газов – *мокрые пылеуловители* – имеют широкое распространение, так как характеризуются высокой эффективностью очистки от мелкодисперсных пылей с  $du \geq 0,3$  мкм, а также возможностью очистки от пыли нагретых и взрывоопасных газов.

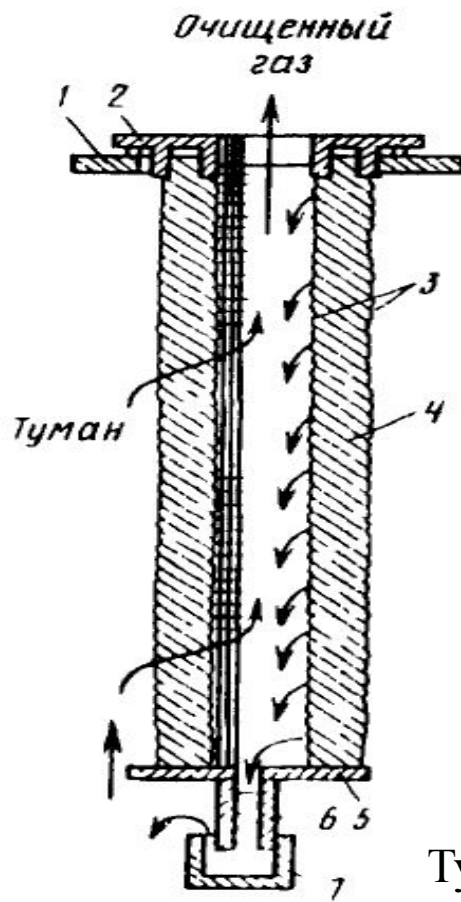
Недостатки: образование в процессе очистки шлама, что требует специальных систем для его переработки; вынос влаги в атмосферу и образование отложений в отводящих газоходах при охлаждении газов до температуры точки росы; необходимость создания оборотных систем подачи воды в пылеуловитель.

Среди аппаратов мокрой очистки с осаждением частиц пыли на поверхность капель на практике более применимы скрубберы Вентури



Скрубберы Вентури широко используют в системах очистки газов от туманов. Эффективность очистки воздуха от тумана со средним размером частиц более 0,3 мкм достигает 0,999, что вполне сравнимо с высокоэффективными фильтрами.

Для очистки воздуха от туманов кислот, щелочей, масел и других жидкостей используют волокнистые фильтры—*туманоуловители*. Принцип их действия основан на осаждении капель на поверхности пор с последующим отеканием жидкости по волокнам в нижнюю часть туманоуловителя.



Туманоуловитель



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**