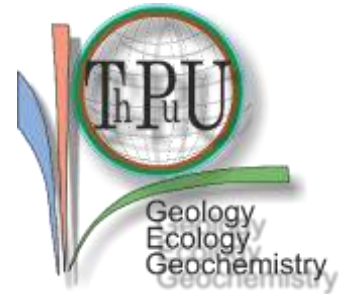


Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
Институт природных ресурсов

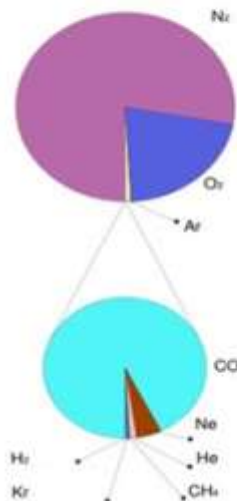


Экология горно-добычного и перерабатывающего комплексов

Лекция № 5

***Воздействие горного производства на воздушный
бассейн. Охрана атмосферного воздуха в
горнодобывающей промышленности***

Состав атмосферы Земли



- 78% азота
- 21% кислорода
- 1% углекислого газа
- 1% паров воды
- 1% прочие газы (неон, водород, гелий, метан, криптон)



1.1. Механизм регулирования состояния атмосферы

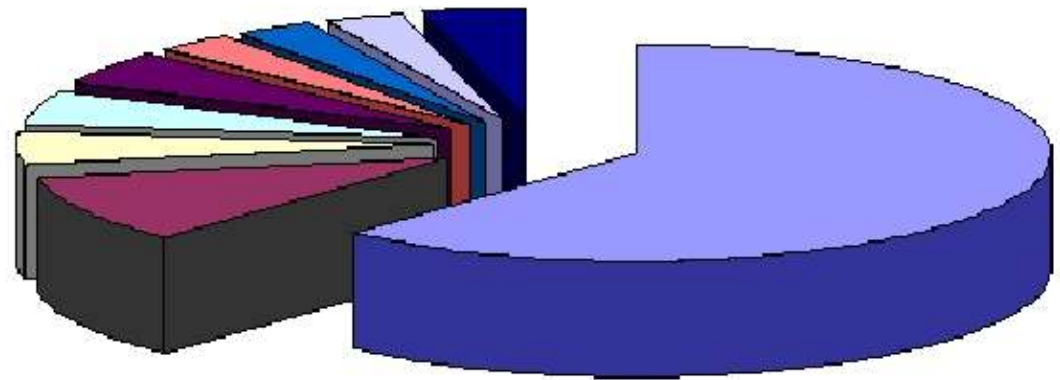


Рис. 4.3.3. Классификация источников газового загрязнения атмосферы при разработке месторождений

Загрязнение атмосферы — привнесение в атмосферный воздух новых нехарактерных для него физических, химических и биологических веществ или изменение их естественной концентрации.

Основные загрязнители атмосферного воздуха:

- Оксид углерода
- Оксиды азота
- Диоксид серы
- Углеводороды
- Альдегиды
- Тяжёлые металлы (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr)
- Аммиак
- Атмосферная пыль
- Радиоактивные изото...



- Продукты химических и близких к ним предприятий
- Metallургия
- Добыча нефти и газа
- Metalлообрабатывающая промышленность
- Непроизводственные отходы
- Электротехническое и электронное оборудование
- Транспорт
- Целлюлозно-бумажное производство
- Прочее

Источники воздействия

природные

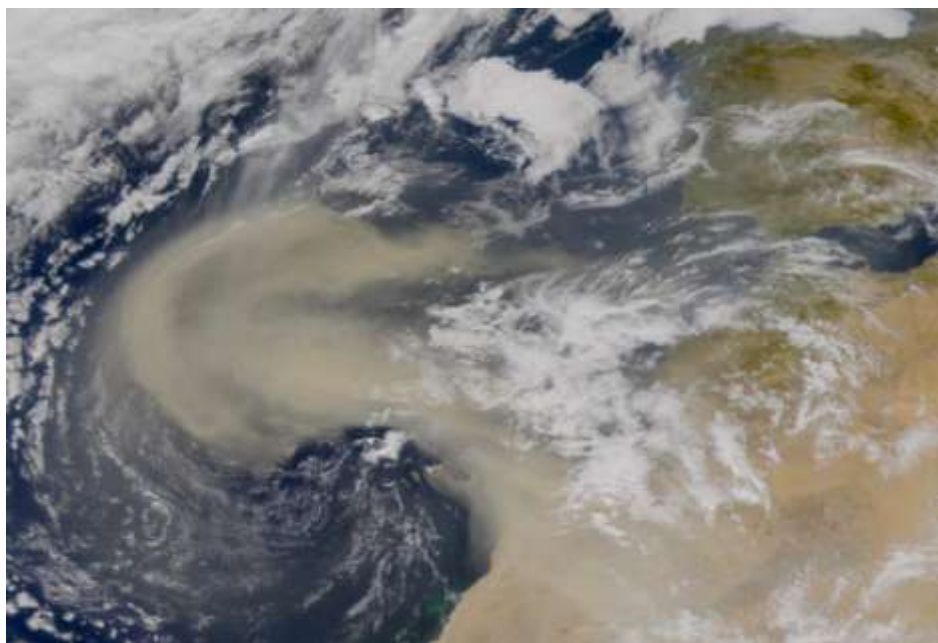
антропогенные

извержения вулканов

пылевые бури

моря и океаны

лесные пожары

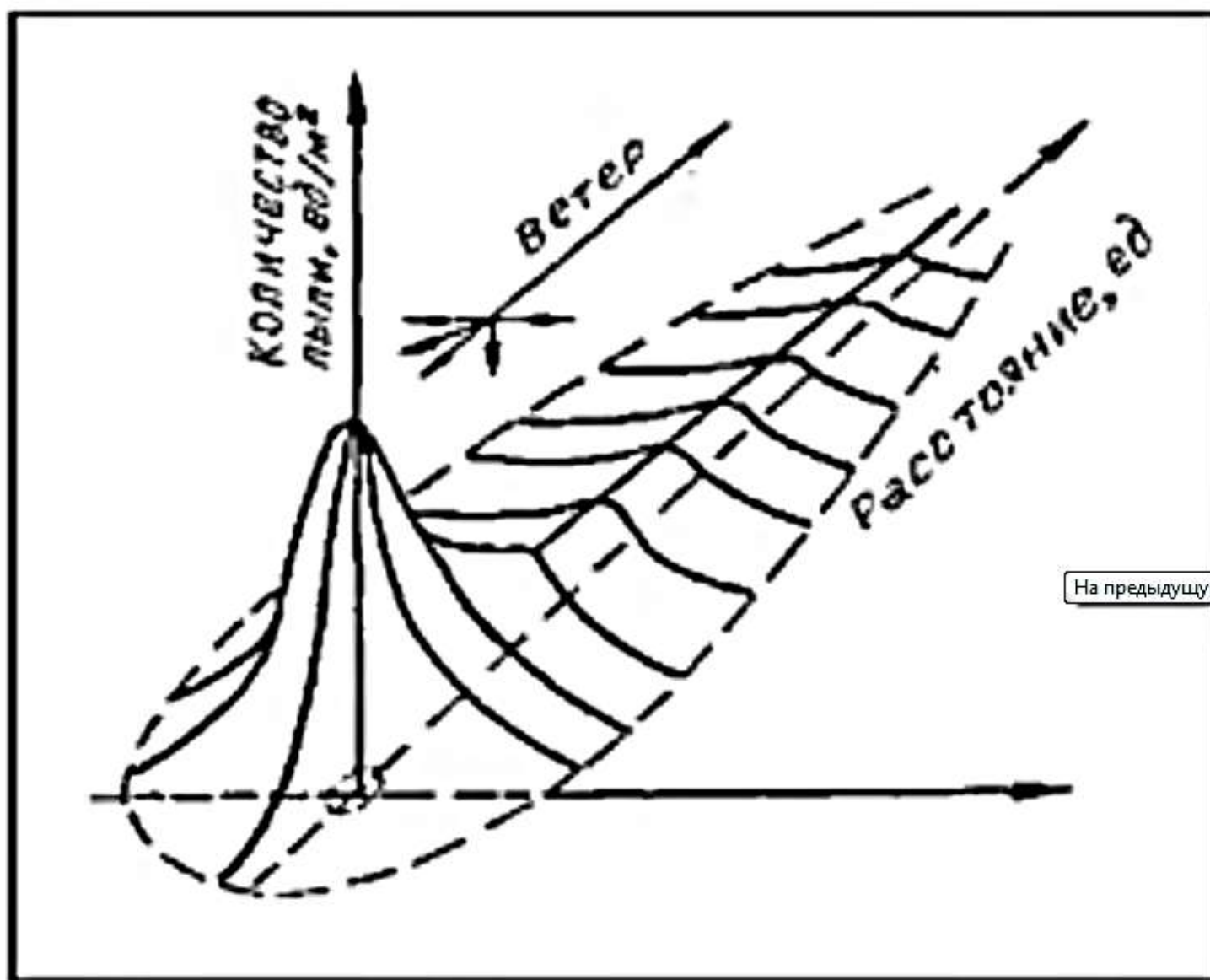


Вынос пыли из Сахары в Северную Атлантику на снимке спутника Terra (26.02.2000, 11:40 UTC) © NASA

В настоящее время в результате деятельности естественных природных антропогенных хозяйственных процессов в атмосферу **ежегодно** поступает около 2,5 млрд.т пыли, более 120 млн. т золы, 250 млн.т мелкодисперсных аэрозолей, 1,2 млрд.т оксида углерода, 150 млн.т диоксида серы, более 50 млн.т углеводородов, значительное количество фтористых соединений, ртути и других токсичных веществ

Источники и виды загрязнения воздушного бассейна при открытом и подземном способах разработки

Способ разработки	Загрязнение	Источник загрязнения
Подземный	Пылегазовое Пылевое Газовое	Рудничный воздух из подземных выработок Эрозия поверхности отвалов и терриконов; погрузочно-транспортные работы Самовозгорание угля и пород в отвалах и терриконах
Открытый	Пылевое Пылегазовое Газовое	Эрозия поверхности отвалов и уступов Массовые взрывы Автотранспорт с двигателями внутреннего сгорания



На предыдущую стр

Рис. 4.3.2. Графическая интерпретация модели процесса распространения пыли из точечного источника



Источники загрязнения

Антропогенного загрязнения

Естественного загрязнения

Передвижные

Стационарные

Точечные

Линейные

Площадные

Организованные

Неорганизованные

К *передвижным источникам загрязнения* относятся все виды транспорта (за исключением трубопроводного).



Точечный источник загрязнения – это источник, выбрасывающий загрязняющие атмосферу вещества из установленного отверстия (дымовые трубы, вентиляционные вытяжки).



**Вентиляционные
вытяжки**

Дымовые трубы



Линейный источник загрязнения — это источник, выбрасывающий загрязняющие атмосферу вещества по установленной линии (оконные проемы, ряды дефлекторов, эстакады налива).



Эстакада налива и слива

Ленточный конвейер



Площадной источник загрязнения - это источник, выбрасывающий загрязняющие атмосферу вещества с установленной поверхности (резервуарные парки, открытые поверхности испарения, площадки хранения и пересыпки сыпучих материалов и т.д.).



Черногорский угольный разрез

По воздействию на окружающую среду источники загрязнения могут быть организованными и неорганизованными.



Организованный источник загрязнения характеризуется наличием специальных средств отвода загрязняющих веществ в окружающую среду.

К **неорганизованным** (ГОСТ 17.2.1.04-77) источникам загрязнения следует относить все площадные источники, неплотности технологического оборудования, а также большинство линейных источников.



Автомагистраль



Прорыв газопровода в Омской области



Воздействие горного производства на воздушный бассейн

Горное производство вызывает два вида загрязнения атмосферного воздуха:

- 1) запыленность*
- 2) загазованность*

Количество выбросов, их объем и вещественный состав определяются источниками загрязнения.

Запыленность

К группе неорганизованных в горном производстве относятся:

- выбросы, определяемые ветровой эрозией нарушенных участков земной поверхности, в том числе открытых горных выработок, отвалов, складов, хвосто- и шламохранилищ;
- химические газовыделения по всей технологической цепи горного производства, при буровзрывных работах, транспортировании, погрузочно-разгрузочных работах на складах добытого полезного ископаемого и пр.



**Общий вид разреза Черногорский
(ООО «Черногорская угольная
компания»).**



**Открытые площади старого
хвостохранилища месторождения Юлия**



**Хвостохранилище Сорского Су-
Мо-месторождения**



**Дробление золотосодержащих
руд Майского месторождения**



Сортировка угля на складе



**Отвал Ковдорского месторождения
(Кольский полуостров)**



**Террикон
(Донецк)**

Источники неорганизованных выбросов рассредоточены на относительно больших территориях. Их расположение, параметры (площадь, объемы) могут изменяться во времени и пространстве.

Ряд источников неорганизованных пылегазовыделений обладает периодичностью действия, которая зависит от:

- природно-климатических условий (скорость ветра, количество и периодичность выпадения атмосферных осадков, температура воздуха, мощности снежного покрова и пр.),**
- расположения источников пылегазовыделений по отношению к розе ветров.**

При сухом континентальном климате, особенно при сильных ветрах создаются условия для интенсификации поступления в приземные слои атмосферы и перемещения в них пылегазовых загрязнителей.

В зимний период увеличению запыленности способствует низкое естественное содержание влаги в воздухе.

В условиях влажного климата при большом количестве осадков как в летний, так и в зимний период содержание пыли в воздухе значительно уменьшается за счет связывания тонкодисперсных частиц на поверхности техногенных образований и вымывания пыли из воздуха.

Одним из интенсивных источников загрязнения атмосферы периодического действия, определяемого технологическими причинами, является массовый взрыв на карьере.

При массовых взрывах образуется пылегазовое облако объемом 15-20 млн. м³. Высота подъема выбросов определяется сотнями метров, достигая 1500-1600 м. Пылегазовое облако распространяется на значительные расстояния от места взрыва.

Значительное количество мелкодисперсной пыли образуется также при:

- бурении взрывных скважин (до 93,3 %)
- при погрузке горной массы (до 98,4%)
- внутрикарьерные дороги

В течение 1-4 часов в радиусе 2-4 км рассеивается от 200 до 500 т мелкодисперсной пыли, содержащей 93,6-99,6 % частиц размером менее 5 мкм.



К группе организованных источников загрязнения атмосферного воздуха

относятся выбросы из труб обогатительных фабрик, предприятий по переработке минерального сырья и других фиксированных источников.

Подхваченная воздушными потоками от неорганизованных и организованных источников пыль затем выпадает на почвы и воды, загрязняет их.

Особую опасность представляет пыль, содержащая токсичные металлы: в первую очередь ртуть, свинец, мышьяк, селен, кадмий, никель, молибден, цинк, марганец, ванадий, бериллий, теллур и др.

Загазованность

Значительное количество загрязняющих атмосферу газов поступает при производстве подземных горных работ.

Через различные вентиляционные выработки и сооружения в атмосферу выбрасываются:

- углекислый газ,
- метан,
- ароматические углеводороды,
- сернистые газы,
- сероуглерод и прочие загрязняющие вещества, проникающие в горные выработки из разработанных массивов пород и образующиеся при взрывных работах.

По данным специалистов, добыча угля в количестве 2 млрд.т. в год примерно из 4 тыс.шахт в различных странах мира сопровождается выделением около 27 млрд.м³ метана (СН₄) и 16,8 млрд м³ углекислого газа.

К источникам интенсивного загрязнения воздуха вредными газами относятся также горящие участки карьеров, терриконов и отвалов. При этом выделяемые газы характеризуются высокой концентрацией вредных ядовитых веществ - оксидов углерода, серы, азота и др. Возникают в процессе горения горных пород тонкодисперсные фракции, легко подвергаемые ветровой эрозии.

Самовозгорание породных отвалов и терриконов наиболее характерно для угольных месторождений. Установлено, что выделение газов с удельной поверхности такого породного отвала достигает 180 м³/ч.



**Горение пластов угля.
Видны очаги открытого огня.**



***Охрана атмосферного воздуха в
горнодобывающей промышленности***



Рисунок 3.3. Схема стимулирования ресурсосбережения и внедрения природоохранных технологий в горно-металлургическом комплексе

Основой для регулирования охраны атмосферного воздуха является **ФЗ №96 «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г.** (последние изменения ред. от 29.07.2018), а также **ГОСТы:**

- **ГОСТ 17.2.1.04–77.** Атмосфера. Источники и методы контроля загрязнения. Промышленные выбросы. Термины и определения.
- **ГОСТ 17.2.1.03–84.** Охрана природы. Атмосфера. Термины и определения контроля загрязнения.
- **ГОСТ 17.2.1.01–76.** Атмосфера. Классификация выбросов по составу.
- **ГОСТ 17.2.2.01–86.** Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов.
- **ГОСТ 17.2.4.02–81.** Охрана природы. Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ.

**Мероприятия по охране воздушного бассейна
могут быть разделены на две группы:**

1) мероприятия общего характера (способствующие улучшению состояния воздушного бассейна в районе горного предприятия):

а) *территориально-планировочные мероприятия;*

б) *мероприятия по уменьшению площадей эродлируемых техногенных поверхностей*

в) *рекультивация нарушенных земель*

г) *утилизация отходов горного производства, комплексное использование минеральных ресурсов*

Пассивные способы при взрывах в карьерах

- **1) способы предупреждения образования пылегазового облака (ПГО)**

применение малогазовых типов ВВ и управление действием взрыва, снижение массы заряда ВВ в скважине, снижение числа взрывных скважин в блоке, снижение величины перебура в скважине, уменьшение диаметра скважины.

- **2) способы подавления ПГО**

гидрозабойка и гидрогелевая забойка скважин, гидроорошение и покрытие взрываемого блока пеной, гидроминное взрывание, подавление ПГО водо-воздушными струями карьерных вентиляторов.

- **3) способы утилизации ПГО**

гидрообеспыливание, пылеулавливание и дегазацию взорванных блоков в карьере.

- Для предупреждения пылеобразования при производстве массовых взрывов применяют **специальные типы забойки** (например, гидрогелевую), **предварительное орошение** водой или растворами поверхностно-активных веществ участков карьера, подготавливаемых к взрыву.
- На многих карьерах и разрезах снижения запыленности атмосферного воздуха достигают посредством **отказа от взрывной отбойки** полезных ископаемых и вскрышных пород и **перехода на механическое рыхление**.
- В районах с низкими температурами одним из возможных способов снижения пылеобразования в технологических процессах является применение **воды в твердом агрегатном состоянии** в виде мелких ледяных кристаллов и снежинок.

- Для снижения газовых выделений при проведении технологических операций осуществляют **изоляцию выработанного пространства**, дизельную технику заменяют **машинами и оборудованием с электроприводом**.
- Одна из важных проблем – снижение загрязнения воздуха **выхлопными газами карьерных автосамосвалов**. К числу эффективных способов решения этой проблемы относятся **улучшение карбюрации, применение электронной схемы зажигания, нейтрализация выхлопных газов**.
- Большое значение имеет также и **замена автомобильного транспорта железнодорожным, конвейерным и трубопроводным**.

2) специальные мероприятия, непосредственно направленные на предотвращение загрязнения атмосферного воздуха:

а) мероприятия по улучшению качества воздуха непосредственно в зоне горных работ путем предотвращения или снижения пылегазовыделений различными объектами;

б) мероприятия по улавливанию, отводу и очистке пылегазовых выделений и выбросов (*метан)

в) мероприятия межотраслевого характера.

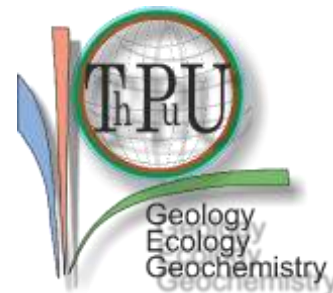
****по улучшению газового баланса отработанных горюче-взрывчатых веществ.***

Мероприятия по предупреждению пожаров на карьерах и разрезах

- предварительное увлажнение пластов посредством принудительного нагнетания в них воды или специальных антипирогенных растворов;
- полное извлечение из недр полезных ископаемых и г.п., склонных к самовозгоранию;
- отработку вскрытых п.и. со скоростью, предупреждающей опасность аккумуляции тепла в нарушенном массиве;
- Взрывание скважин, пробуренных в порода, склонных к быстрому самовозгоранию, до момента развития в них интенсивного пирогенного процесса;
- Применение пожаробезопасных систем разработки.



Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
Институт природных ресурсов



Экология геолого-разведочных работ

Лекция № 4

Охрана атмосферного воздуха в горнодобывающей промышленности

***Лектор: к.г.-м.н., доцент
Азарова Светлана Валерьевна***

Томск-2020

Вариант 1

1. Перечислите виды источников загрязнения атмосферного воздуха.
2. К каким источникам загрязнения атмосферного воздуха относятся отвалы вскрышных пород?
3. Перечислите мероприятия по предупреждению пожаров на карьерах и разрезах.

Вариант 2

1. Перечислите виды источников загрязнения атмосферного воздуха.
2. К каким источникам загрязнения атмосферного воздуха относятся ленточные конвейеры?
3. Опишите мероприятия по охране воздушного бассейна ?

Вариант 3

1. Перечислите виды источников загрязнения атмосферного воздуха.
2. К каким источникам загрязнения атмосферного воздуха относятся вентиляционные вытяжки?
3. Опишите мероприятия по охране воздушного бассейна ?

Вариант 4

1. Перечислите виды источников загрязнения атмосферного воздуха.
2. К каким источникам загрязнения атмосферного воздуха относится транспорт?
3. Перечислите мероприятия по предупреждению пожаров на карьерах и разрезах.

*Основные законодательные, нормативные и
методические документы, касающиеся
инвентаризации, нормирования и контроля выбросов
вредных (загрязняющих) веществ стационарными
источниками.*

- 1) **Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».**
- 2) **Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».**

3) Постановление правительства РФ от 16 мая 2016 г. № 422 «Об утверждении правил разработки и утверждения методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками».

4) Приказ Минприроды России от 28.02.2018 N 74 «Об утверждении требований к содержанию программы производственного экологического контроля, порядка и сроков представления отчета об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля».

5) Приказ Минприроды России от 06.06.2017 N 273 «Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе»

6) Распоряжение Правительства РФ от 08.07.2015 N 1316-р «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды»

7) Приказ Минприроды России от 15.09.2017 N 498 «Об утверждении Правил эксплуатации установок очистки газа»

8) Приказ Минприроды России от 31.07.2018 N 341

"Об утверждении Порядка формирования и ведения перечня методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками"

Начало действия документа - 04.11.2018.

9) Приказ Минприроды России от 07.08.2018 N 352"Об утверждении Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки"

Начало действия документа - 26.04.2019

Гигиенические нормативы и санитарные нормы и правила

- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 22.12.2017 № 165 «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений»
- ГН 2.1.6.2309-07 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»
- СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест»

С 01.11.2019г. ст. 22 ФЗ-96

Федеральный закон от 26.07.2019 N 195-ФЗ "О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного

1. Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие хозяйственную и (или) иную деятельность на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, **проводят инвентаризацию источников выбросов и выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, включая выбросы от стационарных и передвижных источников, которые постоянно или временно эксплуатируются (функционируют) на объекте**, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду (при их наличии), документируют и хранят полученные в результате проведения инвентаризации и корректировки этой инвентаризации сведения."

Продолжение статьи 22, ФЗ 96 (в ред. 195 ФЗ)

2. Инвентаризация стационарных источников и выбросов ~~вредных~~ ~~(загрязняющих)~~ веществ в атмосферный воздух проводится инструментальными и расчетными методами.

Порядок разработки и утверждения методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками устанавливается Правительством Российской Федерации.

Формирование и ведение перечня указанных методик осуществляются уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

**Постановление Правительства РФ от 16.05.2016 N 422
"Об утверждении Правил разработки и утверждения
методик расчета выбросов вредных (загрязняющих)
веществ в атмосферный воздух стационарными
источниками"**

Начало действия документа - 27.05.2016

п.2. Министерству природных ресурсов и экологии Российской Федерации в течение 6 месяцев со дня вступления в силу настоящего постановления утвердить порядок формирования и ведения перечня методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками.

п.3. Формирование и ведение перечня методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками (далее - перечень методик расчета) осуществляется Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации в установленном им порядке.

Приказ Минприроды России от 31.07.2018 N 341

"Об утверждении Порядка формирования и ведения перечня методик расчета выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух стационарными источниками"

Начало действия документа - 04.11.2018

5. Ведение Перечня включает:

- рассмотрение заявок на внесение сведений о Методиках расчета в Перечень, на внесение изменений в сведения о Методиках расчета, содержащиеся в Перечне;
- рассмотрение сведений о выявлении отклонений результатов, полученных расчетным способом с применением Методик расчета;
- внесение в Перечень сведений о Методиках расчета, внесение изменений в сведения о Методиках расчета, содержащиеся в Перечне, исключение сведений о Методиках расчета из Перечня;
- размещение и обновление Перечня на официальном сайте Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет";
- предоставление заинтересованным лицам сведений о Методиках расчета, содержащихся в Перечне.

6. Для внесения сведений о Методике расчета в Перечень разработчик, его представитель (далее - Заявитель) направляет в Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации заявку в свободной форме, подписанную руководителем организации или физическим лицом, в том числе индивидуальным предпринимателем, являющимся разработчиком Методики расчета...

Источник выделения загрязняющего вещества -

- *объект, в котором происходит образование загрязняющих веществ (технологическая установка, устройство, аппарат, склад сырья или продукции, площадка для перевалки сырья или продукции, емкости для хранения топлива, свалка промышленных и бытовых отходов и т.д.)*



Источник выброса - сооружение, техническое устройство, оборудование, которые выделяют в атмосферный воздух вредные (загрязняющие) вещества

- Организованные источники из которых загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух через специальные устройства отвода выбросов, например, установки очистки газа, трубы, вентиляционные шахты, газоходы, воздухопроводы, факельные устройства
- Неорганизованные источники - из которых загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух с установленной ограниченной поверхности или площади



- Линейные - из которых загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух по установленной линии значительной протяженности, например, аэрационные фонари цехов

Работы по инвентаризации можно подразделить на следующие основные этапы:

- 1. Обследуется территория объекта ОНВ, анализируется проектная документация объекта ОНВ, виды деятельности (технологии производства), данные предыдущей инвентаризации выбросов, результаты производственного экологического контроля и государственного экологического надзора за период действия предыдущей инвентаризации выбросов;**
- 2. Определяются сооружения, технические устройства, оборудование, технологические или иные процессы, являющиеся источниками образования и выделения загрязняющих веществ (далее - источники выделения, ИВ), и выявляются все ИЗАВ, из которых непосредственно в атмосферный воздух поступает поток газа, содержащий загрязняющие вещества;**

Работы по инвентаризации можно подразделить на следующие основные этапы:

- 3. Систематизируются сведения о пространственном размещении ИЗАВ на объекте ОНВ;**
- 4. Изучаются состояние и условия эксплуатации установок очистки газа (далее - газоочистные установки, ГОУ);**
- 5. Устанавливаются типы (организованный, неорганизованный), виды (точечный, линейный, площадной), наименование (труба, вентшахта, аэрационный фонарь, дефлектор, свеча и другие) и геометрические характеристики ИЗАВ (длина, ширина, высота, при наличие устья - вид и размеры устья источника);**
- 6. Определяются координаты стационарных ИЗАВ;**

Работы по инвентаризации можно подразделить на следующие основные этапы:

- 7. Определяются показатели выбросов, в том числе устанавливается качественный и количественный состав выбросов с учетом всех загрязняющих веществ, которые могут образоваться, выделиться и поступить в атмосферный воздух (перечень ЗВ и их концентрации), а также определяются показатели отходящих газов (скорость, температура, давление, влажность, плотность, объемный расход и мощность выброса);**
- 8. Документируются результаты инвентаризации выбросов.**

Для определения качественного и количественного состава выбросов загрязняющих веществ, выполняется следующее:

- выбор метода определения качественных и количественных характеристик с обоснованием использования конкретного метода;
- оборудование места отбора проб (для инструментального метода);
- определение качественных и количественных характеристик выбросов в соответствии с принятым методом;
- определение разового (г/сек) и валового (т/год) значений выбросов загрязняющих веществ

- Очистка газов от взвешенных твердых частиц (пылеулавливание) имеет различное назначение:
- **технологическое** – улавливание готовой порошкообразной продукции или подготовка газа к переработке;
- **экономическое** – сокращение безвозвратных потерь ценных продуктов;
- **природоохранное** – предупреждение загрязнения атмосферы пылевыми выбросами.

Для снижения запыленности и очистки воздуха применяют две группы мероприятий:

1. Улучшение качества рудничного воздуха на карьере (или в шахте (руднике)) осуществляется путем:

1.1. предупреждения пылеобразования при производстве массовых взрывов.

1.2. проведения на карьерах и разрезах мероприятий по предупреждению пожаров, возгорания пород в отвалах и терриконах.

1.3. снижения загрязнения воздуха выхлопными газами карьерных автосамосвалов.

1.4. дегазации угольных пластов.

2. Установка специальных пылеулавливающих и очистных устройств на организованных источниках выбросов в атмосферу.

Большое **влияние на выбор способов и средств пылеулавливания и пылеподавления оказывают свойства частиц пыли, например:**

- **плотность частиц**
- **адгезионность (способность прочного сцепления)**
- **сыпучесть**
- **смачиваемость**
- **растворимость частиц**
- **электрические и электромагнитные свойства частиц**
- **способность к самовозгоранию и образованию взрывоопасных смесей с воздухом.**

Основные понятия пылеулавливания.

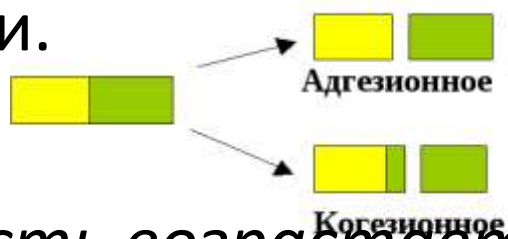
Физические характеристики пыли

- **Пыль** – это дисперсная малоустойчивая система, содержащая больше крупных частиц, чем аэрозоли с размером частиц примерно от 1 до 100 мкм.
- **Запыленность** – масса частиц, содержащихся в единице объема газа или воздуха.
- **Седиментационная скорость** – постоянная скорость оседания частиц, которую они приобретает в спокойной среде под влиянием силы тяжести. Зависит от размера, формы и плотности вещества и среды.

Основные понятия пылеулавливания.

Физические характеристики пыли

- **Слипаемость** - склонность частиц к сцеплению друг с другом, определяемая аутогезионными (когезионными) свойствами.



- *Слипаемость возрастает с уменьшением размера частиц.*
- **Сыпучесть** - характеризует подвижность частиц пыли относительно друг друга и их способность перемещаться под действием внешней силы. Сыпучесть зависит от размера частиц, их влажности и степени уплотнения.

Основные понятия пылеулавливания.

Физические характеристики пыли

- **Гигроскопичность пыли** - способность пыли поглощать влагу из окружающей среды до равновесия с влагосодержанием этой газовой среды.

Поглощенная пылью влага оказывает влияние на такие свойства пыли, как электрическая проводимость, слипаемость, сыпучесть и др.

- **Влагосодержание** (кг/кг) – отношение количества влаги в пыли к количеству абсолютно сухой пыли.
- **Влажность** (%) – отношение количества влаги в пыли ко всему количеству влажной пыли.

Группы слипаемости пыли

Группа слипаемости	Разрывная прочность слоя пыли, P, Па	Некоторые пыли данной группы
1	2	3
I	Неслипающиеся, P < 60	доломитовая, глиноземная, шлаковая
II	Слабослипающиеся, P = 60-300	коксовая, доменная, апати-товая
III	Среднеслипающиеся, P = 300-600	несхватывающиеся влажные пыли, цементная, торфяная, металлическая, мучная, пыль с максимальным раз-мером частиц 25 мкм
IV	Сильнослипающиеся, P>600	Влажные схватывающиеся пыли, цементная, гипсовая, волокнистые пыли (асбестовая, хлопковая, шерстяная); все пыли с частицами не более 10 мкм

Промышленные пыли в зависимости от механизма образования

Механическая (в ходе технологического процесса измельчения продукта)

Возгоны (при охлаждении газа в результате объемной конденсации паров веществ, пропускаемого через технологический аппарат)

Летучая зола (в дымовом газе во взвешенном состоянии несгораемый остаток топлива, образуется из его минеральных примесей при горении)

Промышленная сажа (входящий в состав промышленного выброса твердый высокодисперсный углерод, образуется при неполном сгорании или термическом разложении углеводородов)

Размер колеблется в широких пределах — от 0,1 до 850 мкм; наиболее опасны для человека частицы от 0,5 до 5 мкм.

Пылеулавливающее оборудование



Механические устройства, в которых пыль отделяется под действием сил тяжести, инерции или центробежной силы

Мокрые, или гидравлические аппараты, в которых твердые частицы улавливаются жидкостью

Пористые фильтры, на которых оседают мельчайшие частицы пыли

Аппараты, в которых частицы осаждаются за счет электрической ионизации газа и пылинок

Многополюсные

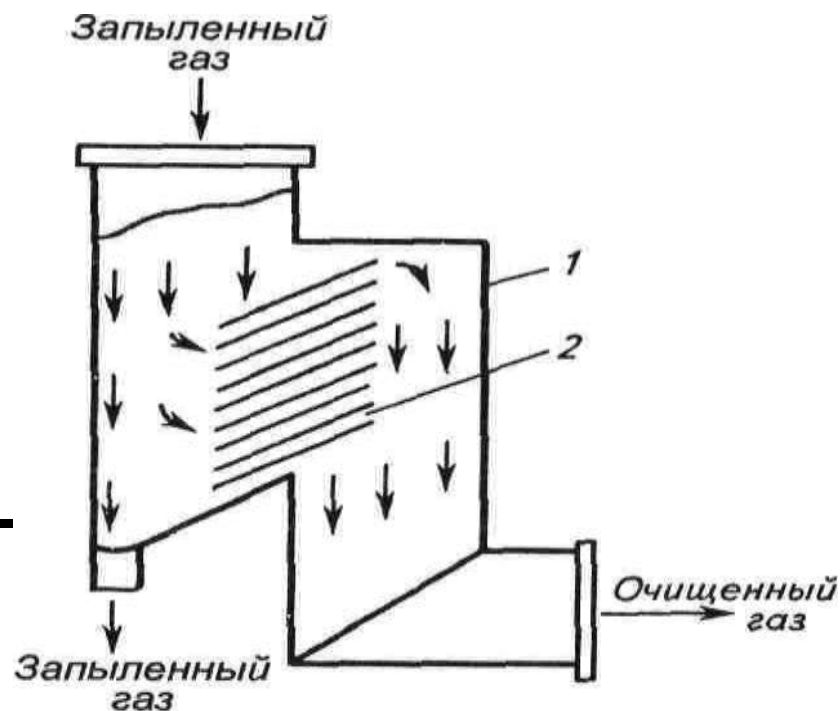
1. Аппараты «сухой» механической ОЧИСТКИ

1.1 Пылеосадительные камеры

Представляют собой пустотелые или с горизонтальными полками камеры, в которых используется гравитационное осаждение частиц при прохождении газового потока через аппарат со скоростью 0,2-0,8 м/с.

1.2 Жалюзийные пылеотделители

используются для разделения газового потока на очищенный и обогащенный пылью газ. Скорость газа в нем составляет 12-15 м/с, применяется для улавливания частиц крупнее 20 мкм.

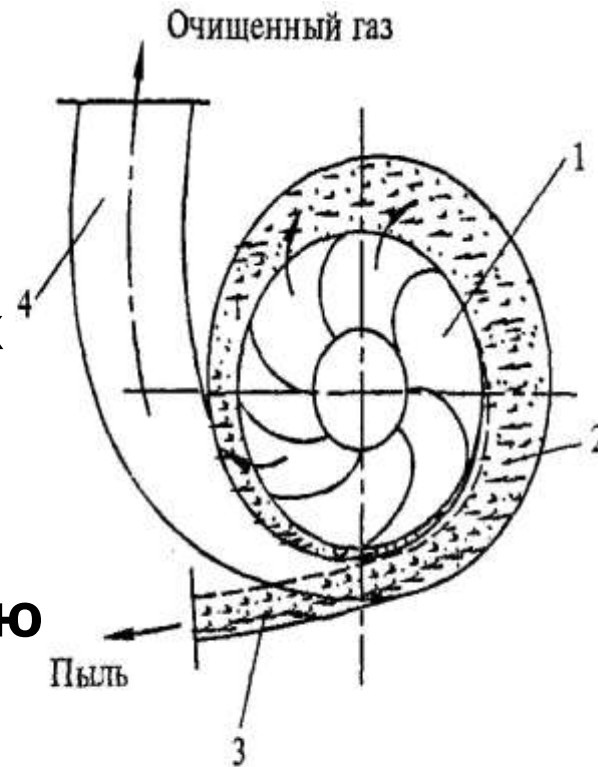


Жалюзийный пылеуловитель:
1 — корпус; 2 — решетка

1.3. Ротационные пылеуловители

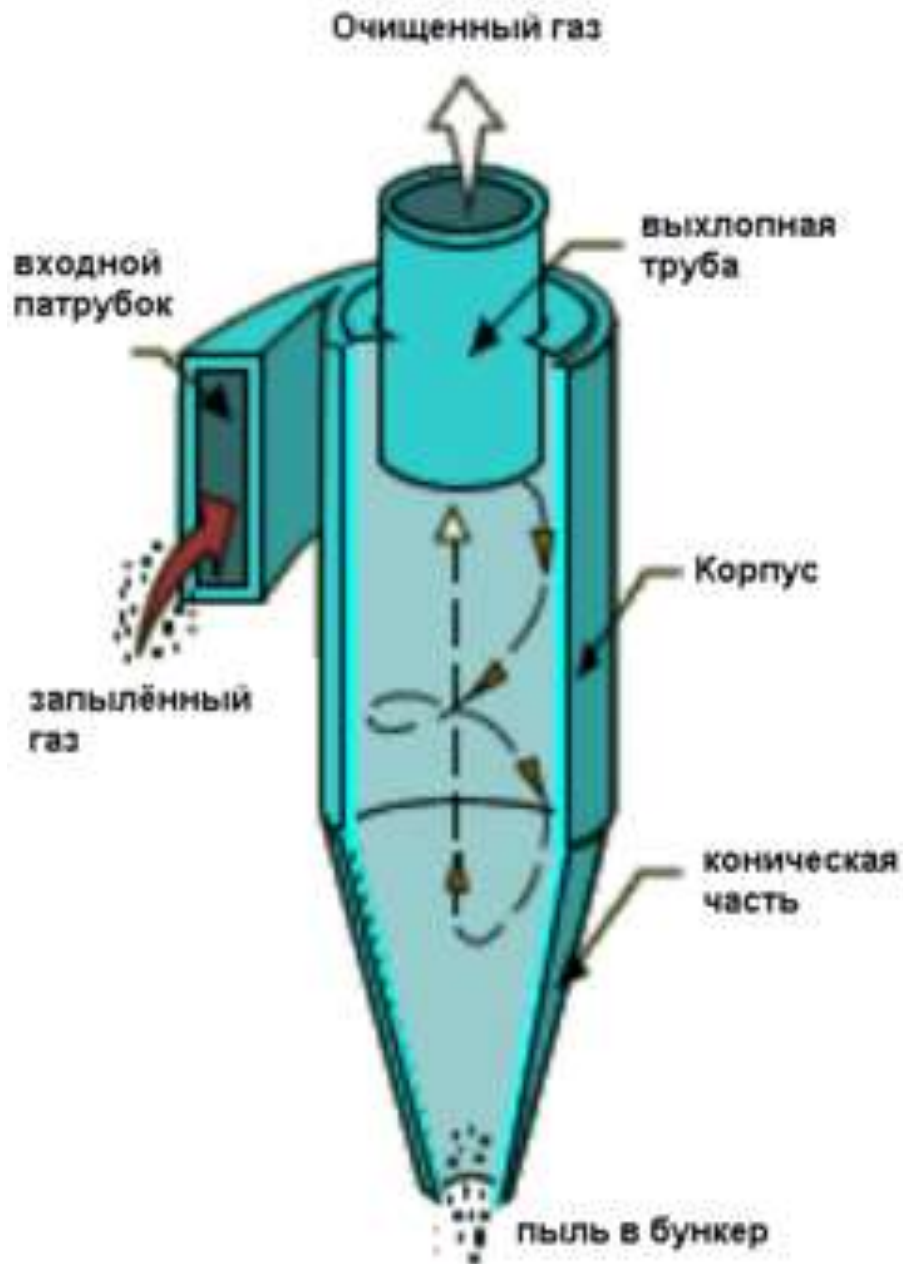
Предназначены для очистки воздуха от частиц размером более 5 мкм и относятся к аппаратам центробежного действия. Вентиляторное колесо обеспечивает подачу

содержащего пыль воздуха или газа, при этом частицы пыли, обладающие большей массой, под действием центробежных сил отбрасываются к стенке кожуха и движутся вдоль нее по направлению к пылеприемному отверстию.

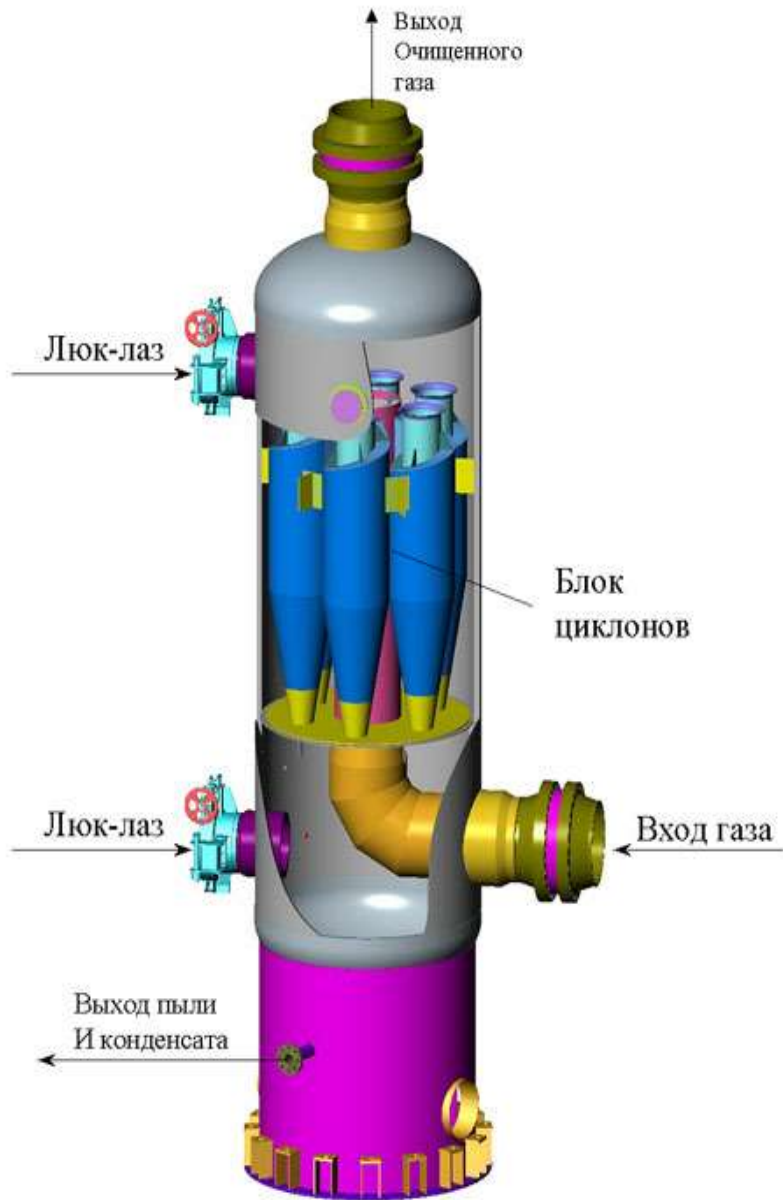


Пылеотделитель ротационного типа: 1 — вентиляторное колесо
2 — спиральный кожух; 3 — пылеприёмное отверстие;
4 — отводящий патрубок

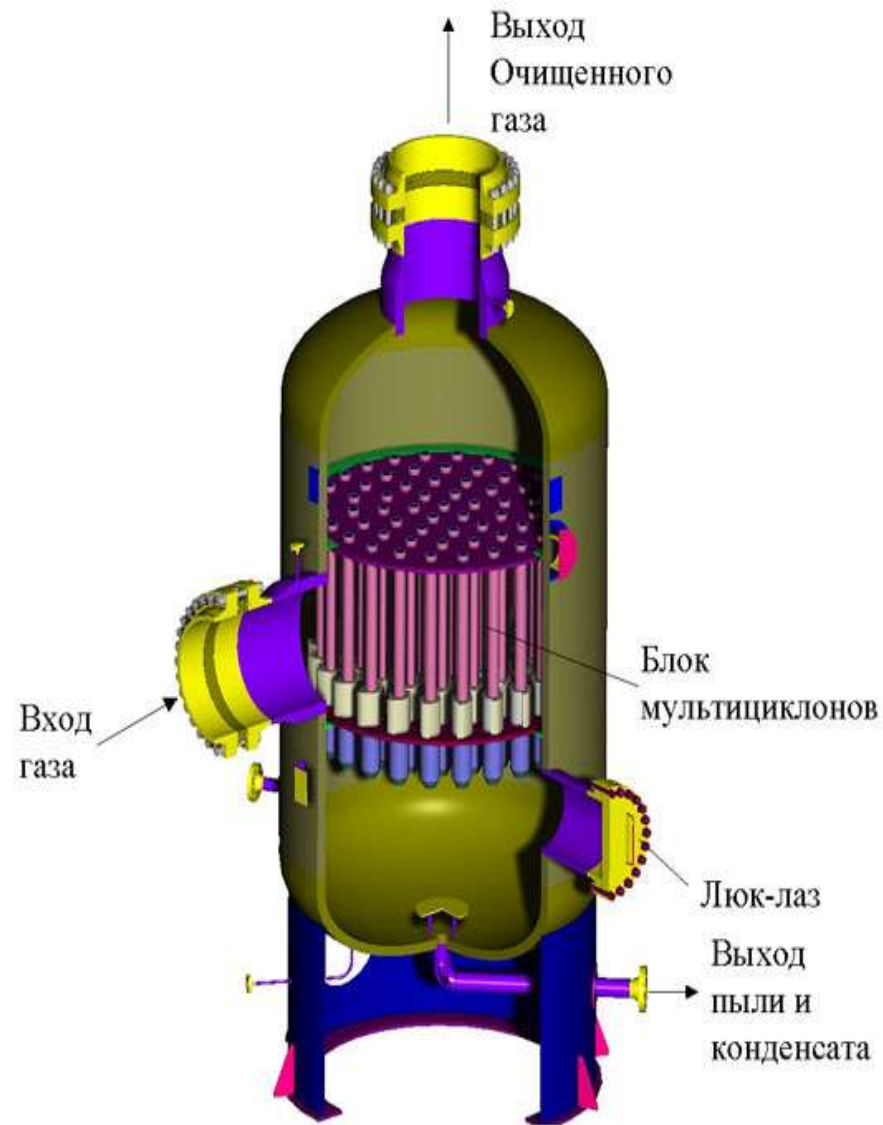
1.4. Для «сухой» очистки газов наиболее употребительны циклоны различных типов, в которых под действием центробежной силы частицы перемещаются к стенкам корпуса циклона и по ним попадают в бункер. Их рекомендуется использовать для предварительной очистки газов и устанавливать перед фильтрами и электрофильтрами. Для очистки больших масс газов используются батарейные циклоны, состоящие из большого числа параллельно установленных циклонов, расположенных в одном корпусе и имеющих общий подвод и отвод газов.







Пылеуловитель ГП-628 с циклонами ЦКБН для КС «Ухтинская», «Минская», «Ржевская», «Слонимская»



Пылеуловитель ЦПУ-10 с мультициклонами фирмы «Prosema» для КС «Ставропольская», «Краснодарская», «Смоленская», «Торжокская», «Крупская»

2. Аппараты «мокрой» очистки

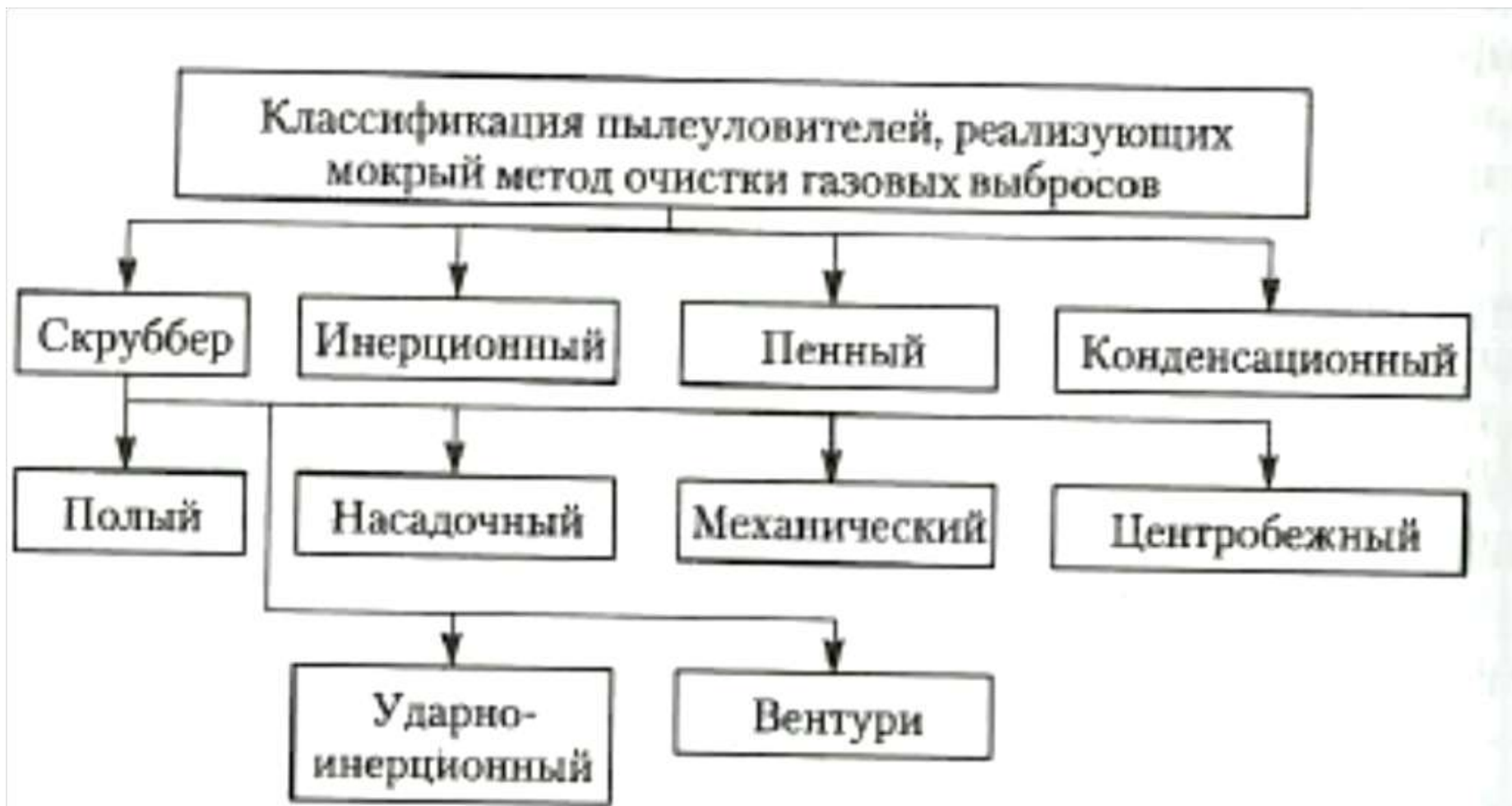
Скрубберы, турбулентные, газопромыватели – требуют подачи воды и работают по принципу осаждения частиц на поверхность капель под действием сил инерции и броуновского движения. Они характеризуются высокой эффективностью очистки от мелкодисперсной пыли (0,3-1,0 мкм), а также возможностью очистки от пыли горячих и взрывоопасных газов.

Недостатки:

- образование большого количества шламосодержащих стоков, для обработки которых необходимо специальное оборудование.
- наличие в очищенных газах капель жидкости с частицами пыли, забивающих газоходы, дымососы и вентиляторы.

Работают такие системы по принципу осаждения частиц пыли на поверхность капель (или пленки) жидкости под действием сил инерции и броуновского движения

Классификация мокрых уловителей



В зависимости от формы контактирования газовой и жидкой сред они делятся на:

2.1. Улавливающие в объеме жидкости (применяется в полых скрубберах).

Очищаемый газ движется навстречу потоку жидкости. Одновременно с очисткой газ, проходящий через полый скруббер, охлаждается и увлажняется.

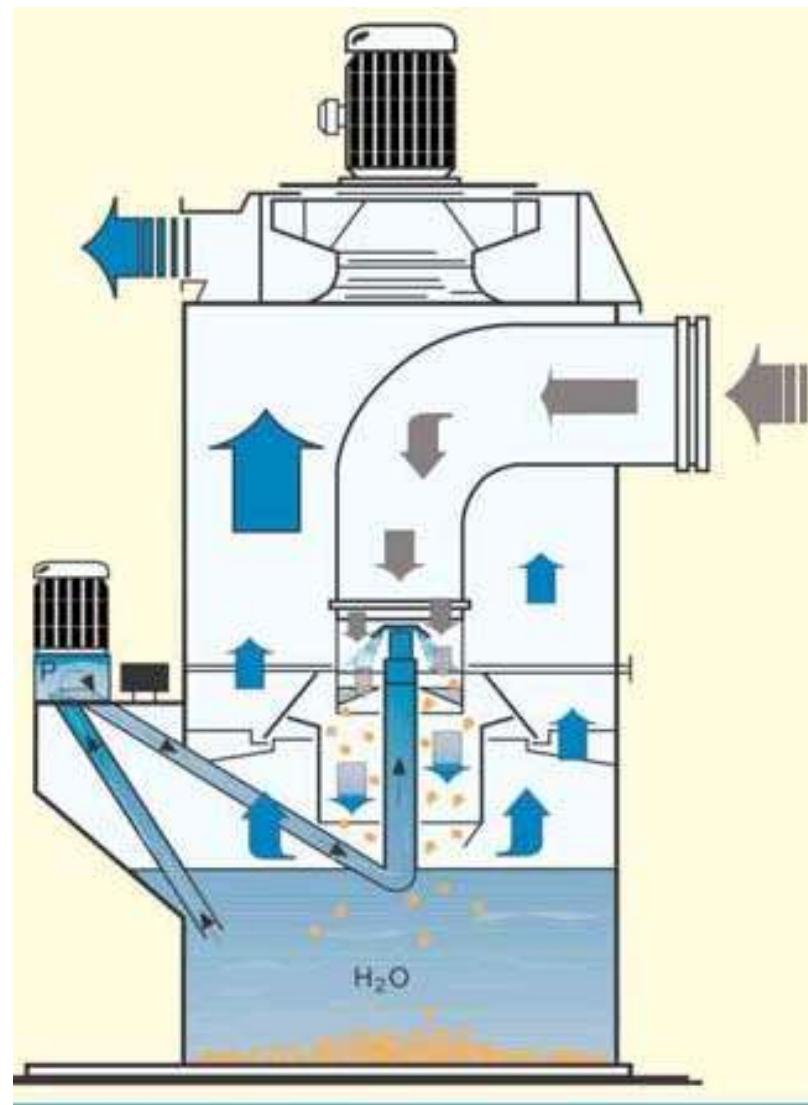


2.2. Улавливающие пленками жидкости (в скрубберах Вентури). Скрубберы Вентури являются наиболее распространенными аппаратами «мокрой» очистки.

Они состоят из орошающей форсунки, трубы Вентури и каплеуловителя.

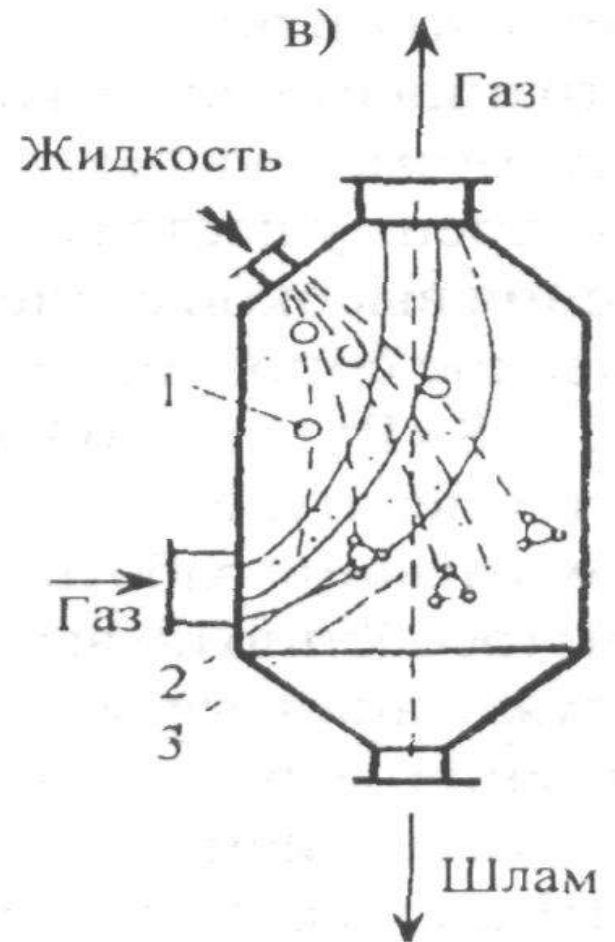
Каплеуловитель обычно представляет собой прямоточный циклон.

Скрубберы Вентури обеспечивают высокую эффективность очистки аэрозолей до 99 %, со средним размером частиц 1-2 мкм.



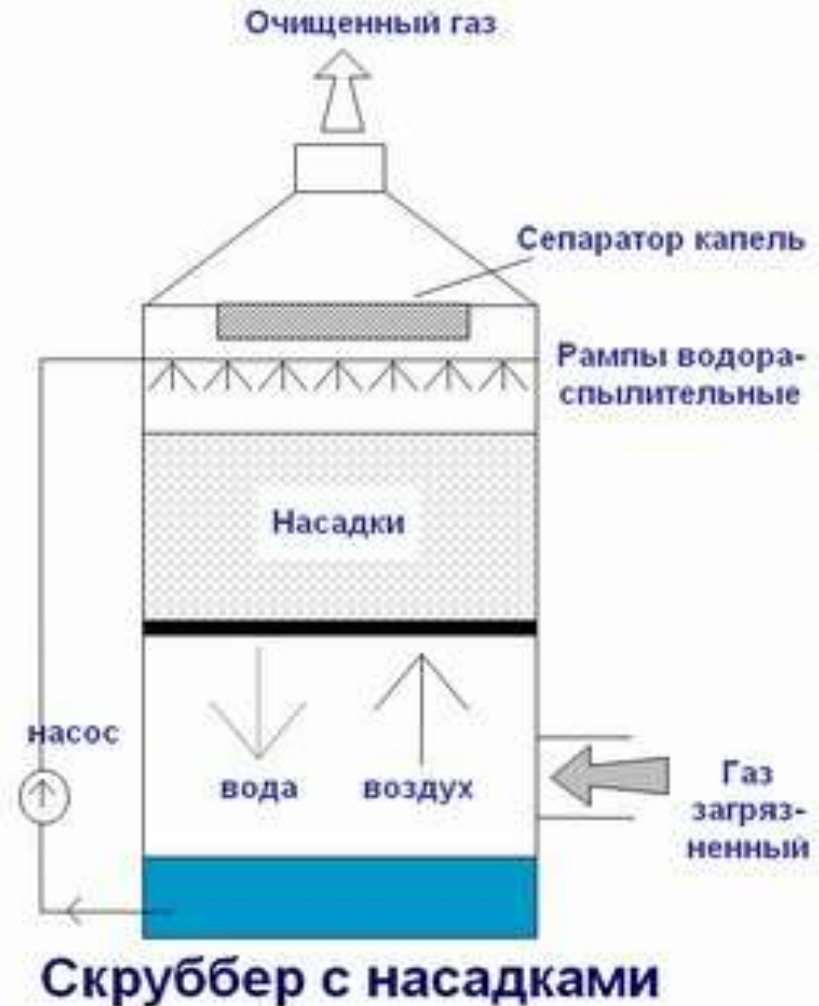
2.3. Улавливающие жидкостью, распыленной в объеме газа (форсуночные скрубберы)

Запыленный газ поднимается навстречу потоку капель жидкости, подаваемой в скруббер через форсуночные пояса, которые образуют несколько завес из распыленной в виде капель орошающей жидкости.



2.4. Насадочные скрубберы. Применяют для предварительного охлаждения газа, улавливания тумана или хорошо растворимой пыли.

Они представляют собой колонны, заполненные специальными насадками в виде колец или шариков или крупным шлаком и щебнем. За счет этого скруббер обладает большой поверхностью контакта между газом и орошающей жидкостью.

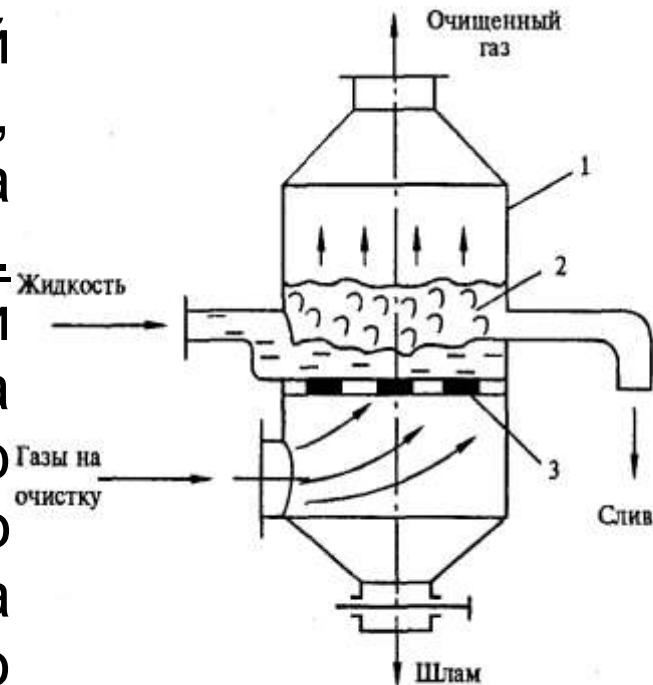


2.5. Барботажно-пенные скрубберы

В них газ подается под решетку.

При малых скоростях очищаемых газов (не >1 м/с), последний пробулькивает через слой орошающей жидкости в виде отдельных пузырьков, такой режим работы аппарата называется барботажным. Дальнейший рост скорости очищаемого газа в корпусе аппарата до 2-2,5 м/с приводит к возникновению пенного слоя над слоем жидкости, что повышает эффективность очистки газа за счет более интенсивного перемешивания газовой и жидкой фаз.

Недостатком таких аппаратов является засорение решеток, что приводит к снижению эффективности очистки газов.



Барботажно-пенный пылеуловитель с переливной решеткой: 1 — корпус; 2 — слой пены; 3 — переливная решетка

3. Аппараты фильтрационной очистки

Предназначены для тонкой очистки газов за счет осаждения частиц пыли на поверхности пористых фильтрующих перегородок.

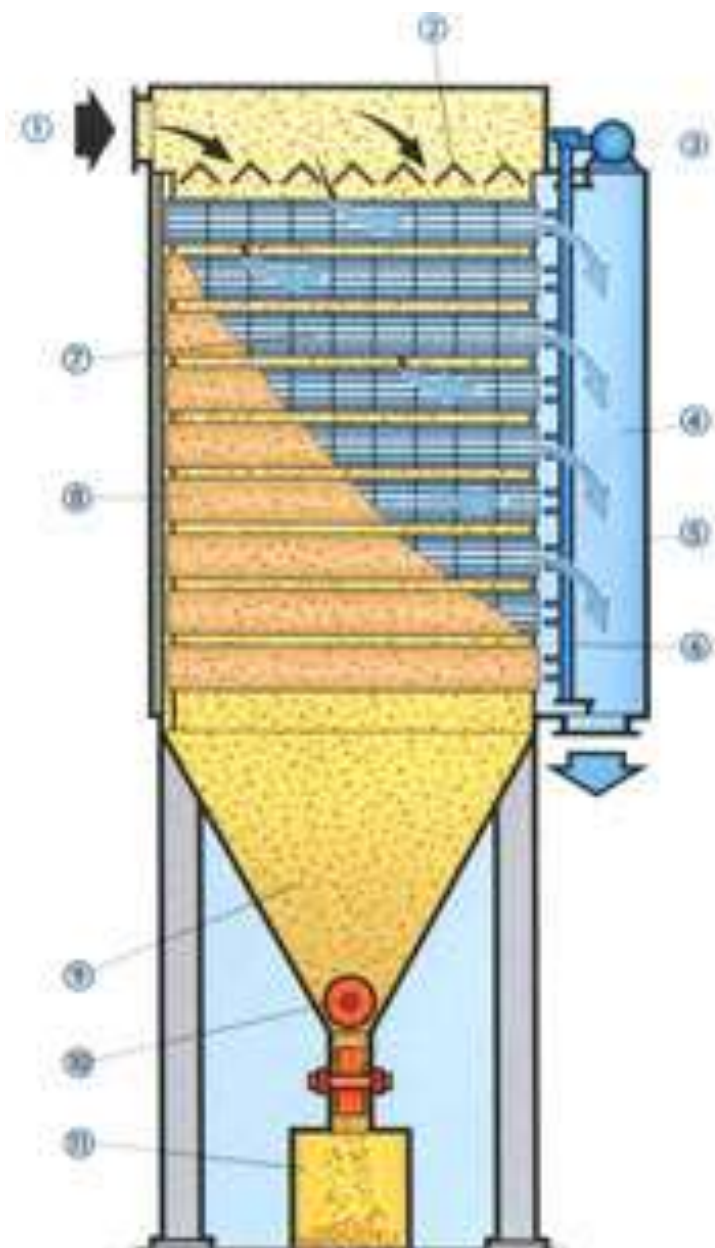
По типу перегородки различают фильтры:

- с *зернистыми слоями* (неподвижные свободно насыпанные материалы)
- с *гибкими пористыми перегородками* (ткани, войлоки и т.д.)
- с *полужесткими пористыми перегородками* (вязаные и тканые сетки, стружка и т.д.)
- с *жесткими пористыми перегородками* (пористая керамика, пористые металлы и др.).

Их недостатками являются значительная металлоемкость и большие размеры.



Ячеистый фильтр



Рукавный фильтр

4. Аппараты электрофильтрационной очистки

Они предназначены для очистки больших объемных расходов газа от пыли и тумана (например, масляного).

Конструкция таких агрегатов отличается большим разнообразием, но принцип их действия одинаков и основан на прохождении газового потока через электрическое поле высокого напряжения, в котором частицы пыли заряжаются и осаждаются на электродах.

Заряженные частицы двигаются в электрическом поле в сторону осадительных электродов и оседают на них. Осевшая пыль удаляется из электрофильтров встряхиванием электродов в сухих электрофильтрах или промывкой в мокрых.

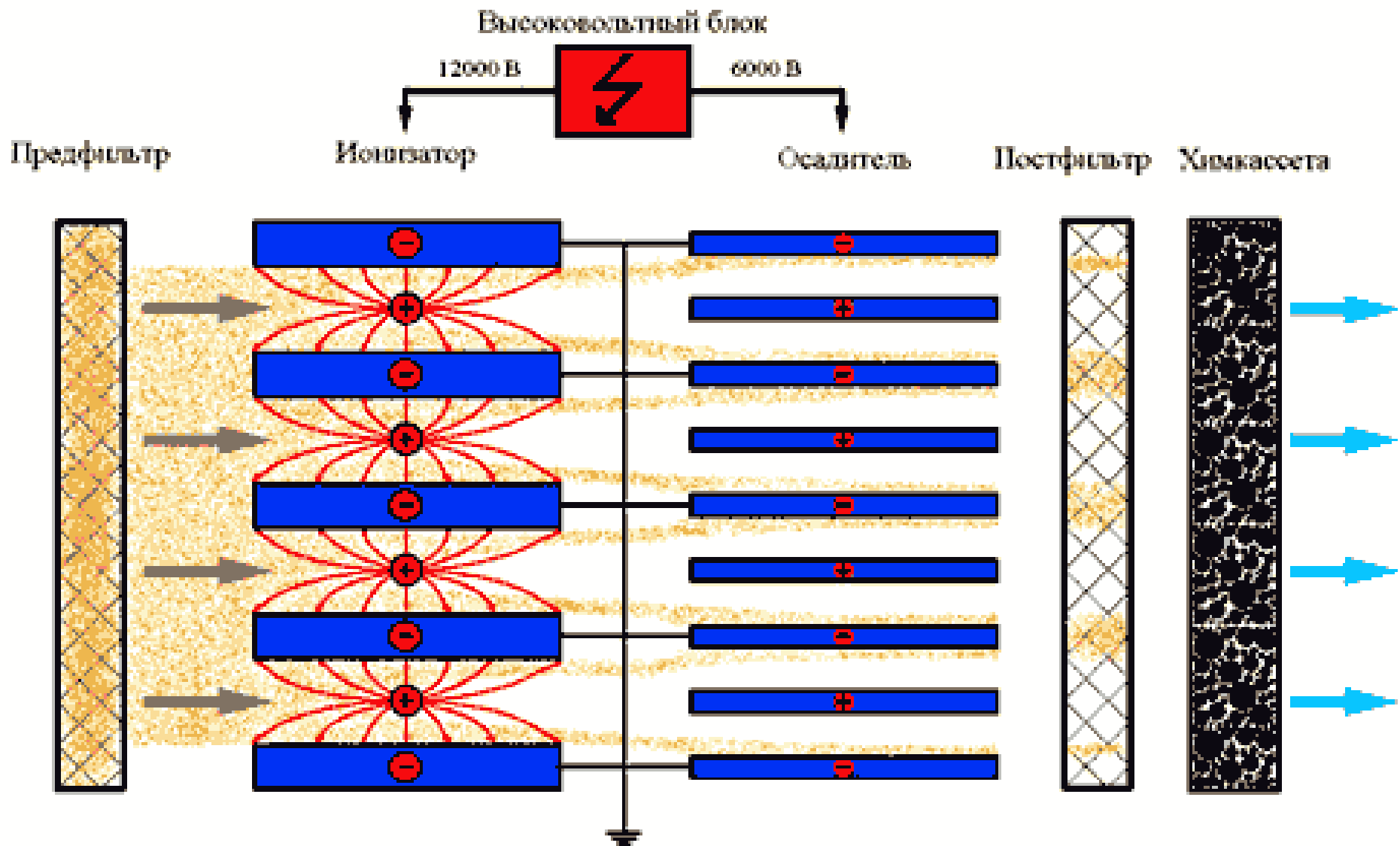


Схема очистки воздуха в электрофильтре



При выборе средств для очистки выбросов в атмосферу следует иметь в виду:

- **сухие механические способы и устройства** не эффективны при удалении мелкодисперсной и налипающей пыли.
- **мокрые методы** не эффективны при очистке выбросов, в которых содержатся плохо слипающиеся и образующие комки вещества (например цемент).
- **электроосадители** не эффективны при удалении плохо заряжающихся электричеством загрязнений.
- **рукавные фильтры** не эффективны при очистке выбросов с налипающими и увлажненными загрязнителями.
- **мокрые скрубберы** не применимы для работы вне помещений в зимних условиях.

Зависимость эффективности улавливания твердых частиц и аэрозолей в газовом потоке для различных типов оборудования (по А.В. Зайцеву, 1999)

Тип оборудования	Общая эффективность, %	Эффективность улавливания, %				
		< 5 МКМ	5-10 МКМ	10-20 МКМ	20-40 МКМ	> 40 МКМ
Пылеосадительная камера	58,6	7,5	22	43	80	90
Обычный циклон	65,3	12	33	57	82	91
Циклон с удлиненным конусом	84,2	40	79	92	95	97
Электрофильтр	97	72	94,5	97	99,5	100
Полый скруббер, орошаемый водой	98,5	90	96,	98	100	100
Скруббер Вентури	99,5	99	99,5	100	100	100
Рукавный фильтр	99,7	99,5	100	100	100	100

Очистка выбросов от токсичных газо- и парообразных примесей

Основные группы методов очистки

Промывка выбросов жидкостями, способными растворить содержащуюся в них примесь
(абсорбционный метод)

Поглощение газообразных примесей твердыми телами с ультрамикроскопической структурой
(адсорбционный метод)

Обезвреживание примесей путем *каталитического* превращения в менее опасные вещества

Очистка газовых выбросов от газо- и парообразных загрязнителей



абсорбция

Контакт очищаемых газов с абсорбентом осуществляется путем пропускания газа через поглощающую жидкость, либо распылением поглощающей жидкости, либо барботажем через ее слой.

хемосорбция

Заключается в поглощении вредных примесей твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых соединений.

адсорбция

Метод основан на поглощении содержащихся в газах вредных примесей поверхностью твердых пористых тел (активный уголь, глинозем, силикагель, цеолиты и др.)

Адсорбция

Повторное
использование

Каталитическое/
термическое дожигание

Захоронение/
сжигание

Очистка газовых выбросов от газо- и парообразных загрязнителей

катализ

Метод предназначен для превращения вредных примесей, содержащихся в отходящих газах, в вещества безвредные или менее вредные для ОС с использованием катализаторов

термическая нейтрализация

Обеспечивает окисление токсичных примесей в газовых выбросах до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высокой температуры газов

озонирование

Применяют для обезвреживания дымовых газов от $SO_2(NO_x)$ и дезодорации газовых выбросов промышленных предприятий. Введение озона ускоряет реакции окисления NO до NO_2 и SO_2 до SO_3 . После образования NO_2 и SO_3 в дымовые газы вводят аммиак и выделяют смесь образовавшихся комплексных удобрений (сульфата и нитрата аммония)

Очистка газовых выбросов от газо- и парообразных загрязнителей

биохимические

Основаны на способности микроорганизмов разрушать и преобразовывать различные соединения

плазмохимический

Основан на пропускании через высоковольтный разряд воздушной смеси с вредными примесями

плазмокаталитический

Установки, работающие на основе этого метода, состоят из двух ступеней. Первая – это плазмохимический реактор (озонатор), вторая - каталитический реактор. Газообразные загрязнители, проходя зону высоковольтного разряда в газоразрядных ячейках и взаимодействуя с продуктами электросинтеза, разрушаются и переходят в безвредные соединения, вплоть до CO_2 и H_2O

Абсорбционные методы применяют для очистки газов от сероводорода, сероуглерода, меркаптанов, оксидов серы, азота и углерода, галогенов и их соединений.

Адсорбционные методы применяют при производстве, хранении и использовании летучих растворителей.

Термическое обезвреживание или высокотемпературное дожигание применяют для легкоокисляемых токсичных, а также дурнопахнущих смесей.

Биохимические методы улавливают органические вещества: стирол, ксилол, толуол, бензол, этанол, этилацетат, фенол, формальдегид, фуриловый спирт и др. с предприятий обувных, мебельных, кожевенных, мясо- и перерабатывающих.

**«Инструкция по осуществлению государственного контроля за охраной атмосферного воздуха»
(утверждена приказом Федеральной службы по надзору в сфере природопользования № 112 от 01.03.2011)**

П. 1.4. *Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха ... организуется и проводится Федеральной службой по надзору в сфере природопользования и ее территориальными органами на объектах хозяйственной и иной деятельности, подлежащих федеральному государственному экологическому контролю.*

1.6. *Право на осуществление государственного контроля за охраной атмосферного воздуха имеют должностные лица Росприроднадзора и его территориальных органов.*

1.7. Государственные инспекторы по охране природы, осуществляющие государственный контроль за охраной атмосферного воздуха, имеют право :

- беспрепятственно при предъявлении служебного удостоверения установленного образца посещать объекты хозяйственной и иной деятельности независимо от их ведомственной принадлежности и организационно-правовой формы, на которых имеются источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и источники вредных физических воздействий на атмосферный воздух, в установленном для их посещения порядке, знакомиться с документами, данными лабораторных анализов, иными материалами, необходимыми для осуществления государственного контроля за охраной атмосферного воздуха;
- проверять соблюдение нормативов выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и других условий, установленных разрешениями на выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, а также работу очистных сооружений, средств контроля за такими выбросами и т.д.