



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

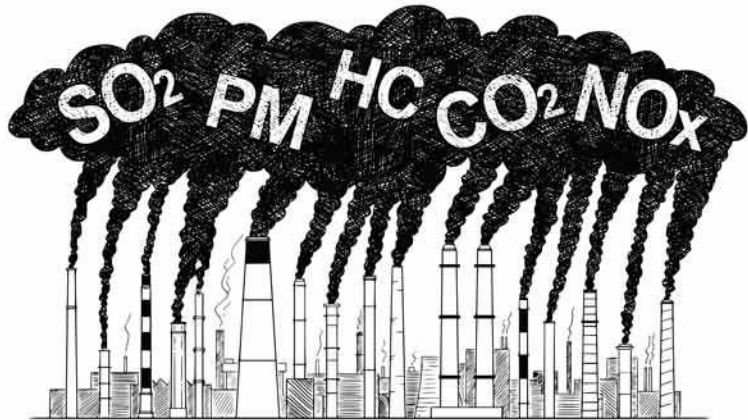
КОЛЛЕДЖ БИЗНЕСА И ТЕХНОЛОГИЙ

**Проект
на тему: «Роль очистки воздуха и промышленных газов в решении
экологических проблем»
по дисциплине: «Процессы и аппараты»**

Выполнил:
Студент 2 курса
гр. ТХ-2291
Исаков Глеб Михайлович

Санкт-Петербург
2022 г.

Введение.

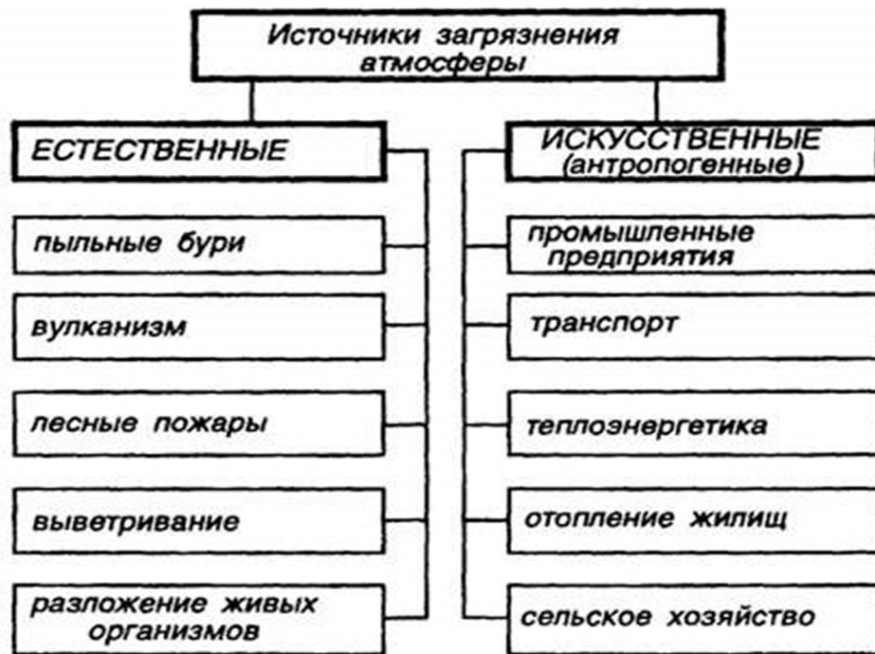


- Атмосферный воздух - один из важнейших жизнеобеспечивающих природных компонентов на Земле.
- Последние исследования подтвердили чрезвычайную значимость атмосферы в функционировании биосферы и высокую ее чувствительность к различного рода загрязнениям.
- Именно загрязнения приземного слоя атмосферы - это самый мощный, постоянно действующий фактор воздействия на растения, животных, микроорганизмы; на качество жизни человека; на устойчивое функционирование экосистем и биосферы в целом.

Загрязнение воздуха - это загрязнение воздуха из-за присутствия в атмосфере веществ, которые вредны для здоровья людей и других живых существ или наносят ущерб климату или материалам.

Существует много различных типов загрязнителей воздуха, таких как газы, твердые частицы (как органические, так и неорганические) и биологические молекулы.

Загрязнение воздуха может быть вызвано как деятельностью человека, так и природными явлениями.



ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ АТМОСФЕРЫ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ



Актуальность проекта

- Очистка воздуха имеет важнейшее санитарно-гигиеническое, экологическое и экономическое значение, так как атмосферный воздух - это жизненно важный компонент окружающей среды.
- Опасные загрязняющие вещества, попадая в атмосферный воздух, переносятся на большие расстояния. Это оказывает большое неблагоприятное воздействие на растительный мир и животный мир.

Наиболее актуальные темы

- Эффективная очистка воздуха позволяет решить важную экологическую и экономическую проблему — перейти на замкнутый воздушный цикл, осуществить безотходное производство, что способствует улучшению санитарно-гигиенической и экологической обстановки, дает существенную экономию энергетических ресурсов.
- **Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха»** от 04.05.1999 № 96-ФЗ устанавливает жесткие нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на атмосферный воздух.

Очистка воздуха и промышленных газов

Предприятиям, нарушившим ПДК (предельно-допустимая концентрация) в выбрасываемом в атмосферу воздухе, грозят очень большие штрафы, административная и уголовная ответственность для руководителей и ответственных лиц, а также ограничение производства и даже полное закрытие компании. За соблюдением закона и выполнением мероприятий по снижению атмосферных выбросов следят органы Росприроднадзора, ведомственные организации и собственные лаборатории предприятия.

В связи с этим, в настоящее время **газоочистка и пылеулавливание** на промышленных предприятиях становятся особенно актуальными и являются очень важным вопросом в плане соблюдения законодательства и защиты окружающей среды.



Очистка воздуха и промышленных газов

Очистка воздуха и промышленных газов производится в целях:

- уменьшения загрязненности атмосферы;
- удаления микроорганизмов при использовании стерильного воздуха;
- улавливания из отходящих газов ценных продуктов;
- обеспечения пожароопасности технологических процессов, в которых происходит образование пыли (помол зерен, дробление сахара и др.).





Общая характеристика основных загрязнителей воздуха

Качество воздуха, его воздействие на организм, во многом обусловлены содержанием в нем взвешенных частиц, главным образом пылевых. Пыль технологического происхождения характеризуется большим разнообразием по химическому составу, размеру частиц, форме, плотности, характеру краев частиц и т.д.



Диоксид кремния SiO₂

Вызывает наиболее тяжелые последствия. В результате возникает силикоз. Это одна из форм болезни легких, связанной с вдыханием запыленного воздуха, — пневмокониоза. Вдыхание угольной пыли вызывает антракоз, хлопковой — биссиноз, асбестовой — асбестоз и т.д.



Очистка воздуха и промышленных газов



Способы очистки воздуха и промышленных газов подразделяются на:

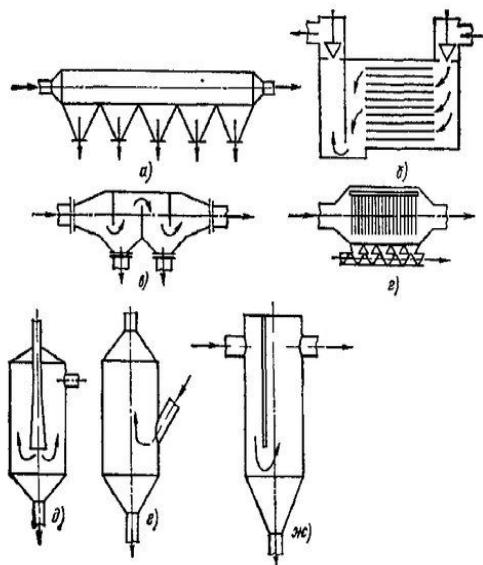
- осаждение под действием сил тяжести;
- осаждение под действием центробежной силы;
- фильтрование;
- мокрую очистку;
- очистку под действием электростатических сил.



Осаждение пыли под действием сил тяжести

Разновидности пылеосадительных камер

- Рис. 1. Пылеосадительные камеры и простейшие пылеосадители инерционного действия:
- а - простейшая пылеосадительная камера;
- б - многополочная камера;
- в - камера с перегородками;
- г - камера с цепными или проволочными завесами;
- д - пылевой «мешок» с центральным подводом газа;
- е – пылевой «мешок» с боковым подводом газа;
- ж - пылеосадитель с отражательной перегородкой.



Осаждение пыли под действием сил тяжести осуществляется в аппаратах периодического и полунепрерывного действия, в которых происходит изменение направления и скорости потока газовзвеси.

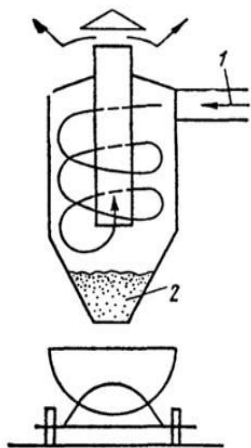
Разделение пылегазовых систем осуществляют в гравитационных пылеосадительных камерах.

Пылеосадительные камеры предназначены для грубой очистки газовых потоков от пыли.

Осаждение пыли под действием центробежной силы

Центробежное осаждение твердых частиц более эффективно, чем осаждение под действием гравитационных сил.

Осаждение пыли под действием центробежных сил основано на тангенциальном вводе запыленного потока в цилиндрическую часть аппарата - циклона



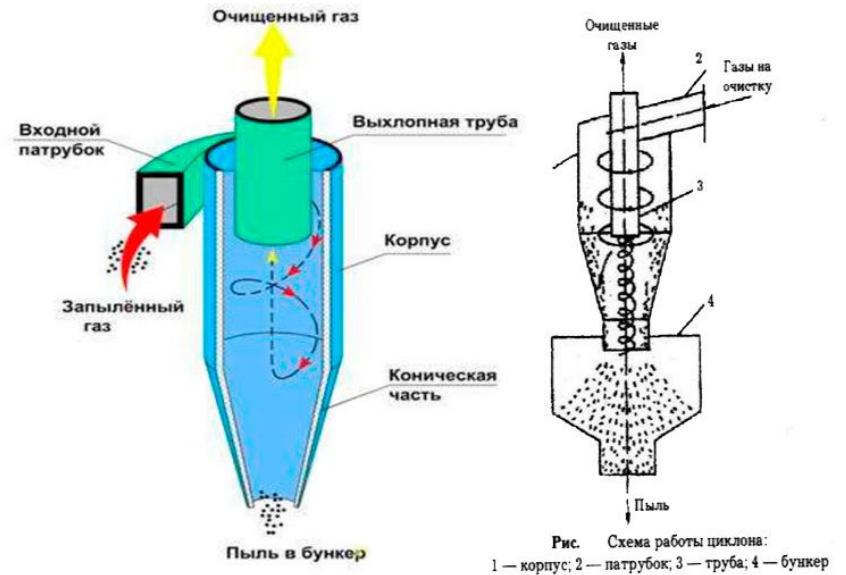
- 1 – входной патрубок для загрязненного воздуха;
2 – пыль.

Эффективность центробежного разделения неоднородных характеризуется соотношением центробежной силы и силы тяжести.

Центробежное осаждение частиц, находящихся в газе осуществляется в **циклонах**, работающих аналогично гидроциклонам

Циклоны

Циклоны широко применяют для разделения неоднородных систем «газ – твердое тело» под действием центробежной силы, например для улавливания частиц сахара, барды сухого молока и др.

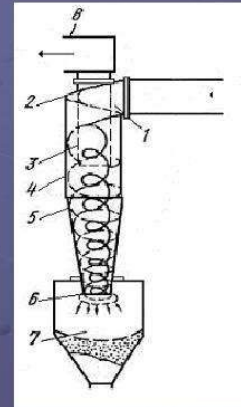


Циклон имеет цилиндрический корпус с коническим днищем. Поток запыленного газа движется вниз по спирали. Частицы пыли как более тяжелые прижимаются к внутренней поверхности циклона и сползают вниз через пылеотводящий патрубок в пылесборник. Газ закручивается по меньшему радиусу и выходит по выходной трубе.

Циклоны

В пищевой промышленности широко применяют циклоны Научно-исследовательского института по промышленной очистке газа (НИИОГАЗа). Их отличительной особенностью является наклонный патрубок для поступающего газа.

СУХИЕ ЦЕНТРОБЕЖНЫЕ ЦИКЛОНЫ (циклон НИИОГаза)



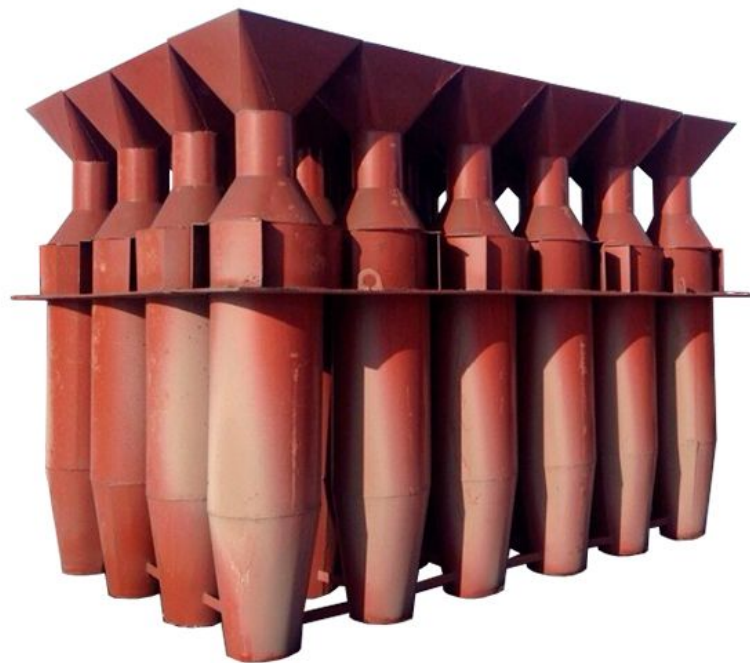
- 1 – входной патрубок
- 2 – крышка
- 3 – выхлопная труба
- 4 – корпус (цилиндрический)
- 5 – корпус (конический)
- 6 – пылевыпускное отверстие
- 7 – бункер для пыли
- 8 – выход очищенного газа

Широко применяются три типа циклона:

- с углом 24° (ЦН-24) –обеспечивает повышенную производительность при наименьшем гидравлическом сопротивлении, предназначен для крупной пыли;
- с углом 15° (ЦН-15) –обеспечивает хорошую степень улавливания при сравнительно небольшом гидравлическом сопротивлении;
- с углом 11° (ЦН-11) –обеспечивает повышенную эффективность и рекомендуется в качестве унифицированного пылеуловителя.

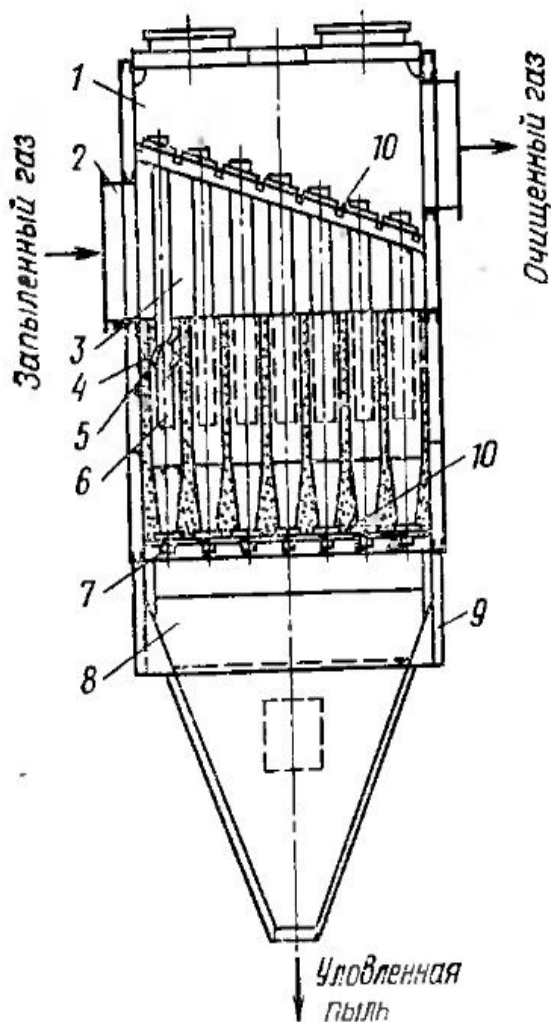
Батарейные циклоны

Если требуются большие производительности по газу, то используют батарейные циклоны (мультициклоны), состоящие из параллельно работающих циклонных элементов, смонтированных в общем корпусе.





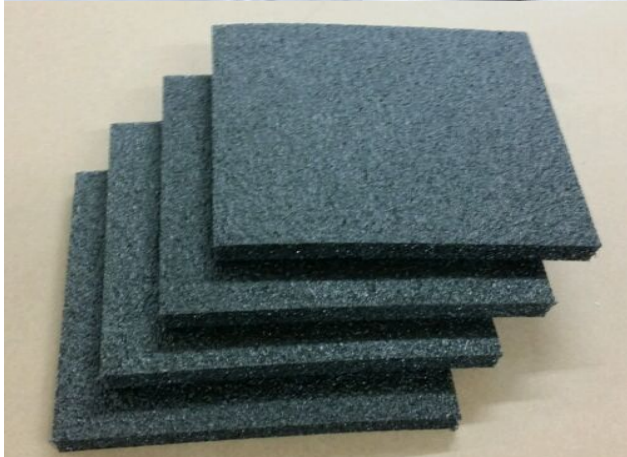
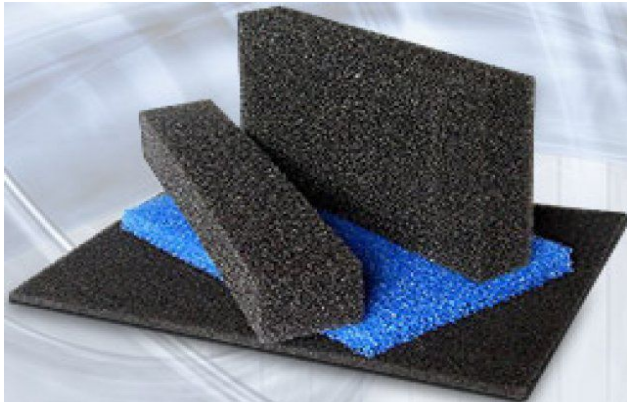
Принцип работы батарейных ЦИКЛОНОВ



Обеспыливаемый газ через входной патрубок 2 поступает в распорядительную камеру 3, откуда он выходит в кольцевые зазоры между корпусами элементов 4 и выхлопными трубами 6. В зазорах установлена направляющие аппараты 5, закручивающие газовый поток таким образом, что создающаяся центробежная сила отбрасывает частицы пыли к стенкам корпусов элементов и пыль сыпается через пылеотводящие отверстия 7 в сборный бункер 8. Очищенный газ через выхлопные трубы поступает в камеру.

Фильтрация газов

Очистку запыленного газа можно осуществлять с помощью фильтрующих пористых перегородок, пропускающих газ и задерживающих на своей поверхности твердые частицы.



Фильтрующие пористые перегородки бывают трех видов:

- мягкие;
- полужесткие;
- жесткие

Рукавные фильтры

К числу наиболее широко применяемых фильтров с мягкими пористыми перегородками относятся *рукавные фильтры*.

Рукавные фильтры используются в табачной промышленности для отделения табачной пыли, в молочной промышленности в распылительных сушилках при улавливании частиц сухого молока.

Рукавный фильтр состоит из корпуса, в котором находятся тканевые мешки. Запыленный газ проходит изнутри рукавов наружу, при этом пыль осаждается на внутренней поверхности и в порах ткани.



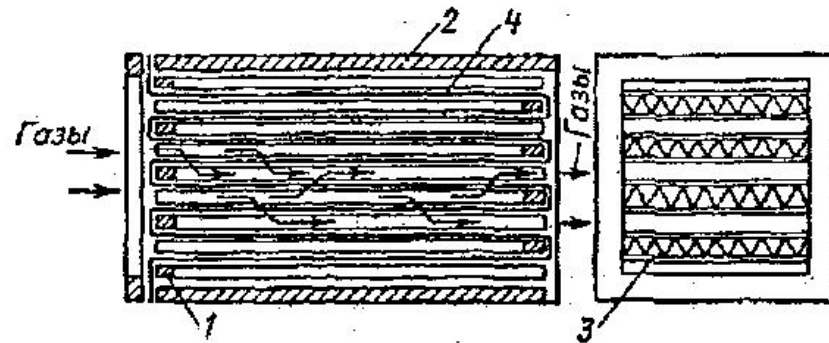


Фильтры с полужесткими фильтрующими перегородками.

Используют для фильтрования малоапыленных газовых потоков. Их применяют для очистки пищевой среды от микроорганизмов. Эти фильтры состоят из набора круглых и прямоугольных элементов, собранных в одном корпусе.

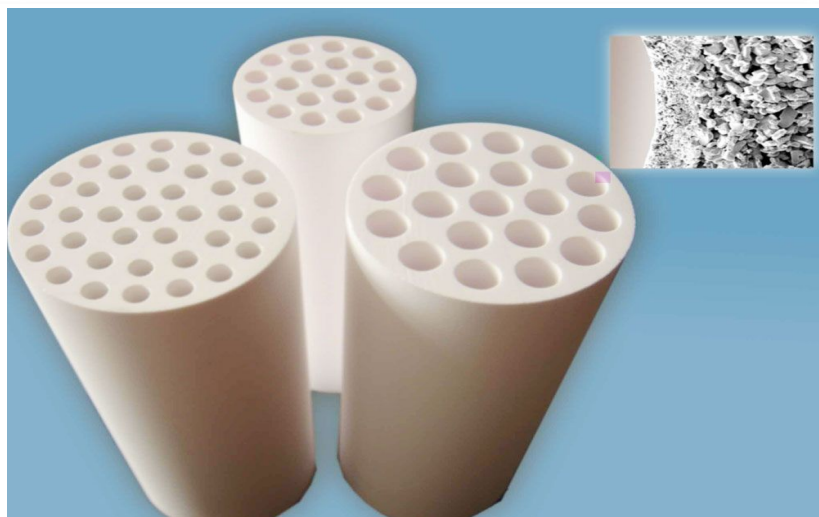
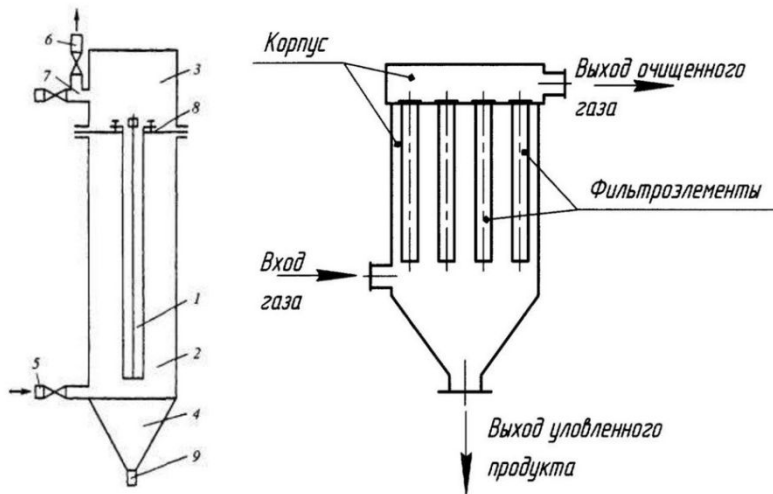
Каждый элемент содержит два перфорированных диска или две пластины, между которых помещен слой фильтровального материала.

Фильтрующие перегородки из тонких полимерных волокон находят применение, например при получении стерильного воздуха



Фильтры с жесткими фильтрующими перегородками.

Металлокерамический фильтр для очистки газов



Это керамические фильтры, аналогичные по действию патронным фильтрам, используемым для разделения суспензий, применяют для тонкой очистки газов (диаметр частиц менее 0,5 мкм).

Регенерация таких фильтров от осевшей пыли происходит обратной продувкой сжатым воздухом.

Мокрая очистка газов.

Мокрую очистку газов применяют для тонкой очистки газов от пыли в аппаратах, называемых *скрубберами*, в которых газы промываются водой или другими жидкостями. В этом случае используются силы поверхностного натяжения, за счет которых твердые частицы прилипают к каплям или пленке жидкости (жидкость должна смачивать

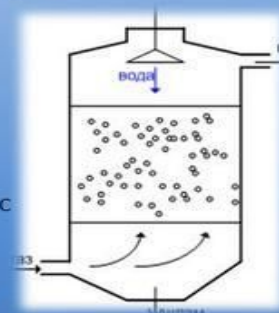
Мокрая очистка газов от аэрозолей основана на промывке газа жидкостью при возможно более развитой поверхности контакта жидкости с частицами аэрозоля и возможно более интенсивном перемешивании очищаемого газа с жидкостью.



Башни с насадкой (насадочные скрубберы)

«+» простотой конструкции и эксплуатации, устойчивостью в работе, малым гидравлическим сопротивлением сравнительно малым расходом энергии
 Эффективность одной ступени очистки для пылей с $d > 5$ мкм не превышает 70-80%.

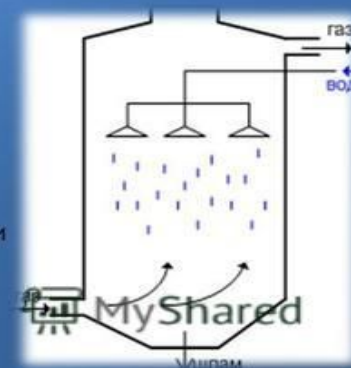
«-» Насадка быстро забивается пылью, особенно при высокой начальной запыленности.



Орошаемые циклоны (центробежные скрубберы)

«+» Применяются для очистки больших объемов газа
 Небольшое гидравлическое сопротивление
 Высокопроизводительны благодаря большой скорости газа

«-» Для мелких частиц диаметром 2-5 мкм степень очистки составляет 50%.



Мокрая очистка газов.

Мокрая очистка газов

АБСОРБЕР



Полый распыляющий абсорбер

Абсорбционный метод основан на избирательном извлечении одного или нескольких компонентов из газовой смеси жидкими поглотителями — абсорбентами.

Принцип действия:

Газовый поток движется сверху вниз, а жидкость подается через расположенные в центральной части колонны форсунки с направлением факела распада снизу вверх.

Иногда мокрая очистка совмещается с процессом **абсорбции** вредных газообразных или паровых примесей, содержащихся в отходящих газах.

Для эффективного обеспыливания необходимо обеспечить максимальную поверхность контакта промывной жидкости с запыленным газом.

Для этого жидкость диспергируется с помощью специальных устройств или самим газовым потоком.



Преимущества и недостатки мокрой очистки.

Преимущества:

- высокая степень очистки;
- уменьшение взрывоопасности.

Недостатки:

- коррозия конструкций аппаратов;
- необходимость организации удаления и очистки жидких стоков в условиях оборотного водоснабжения;
- необходимость теплоизоляции аппаратов при работе в холодном климате.



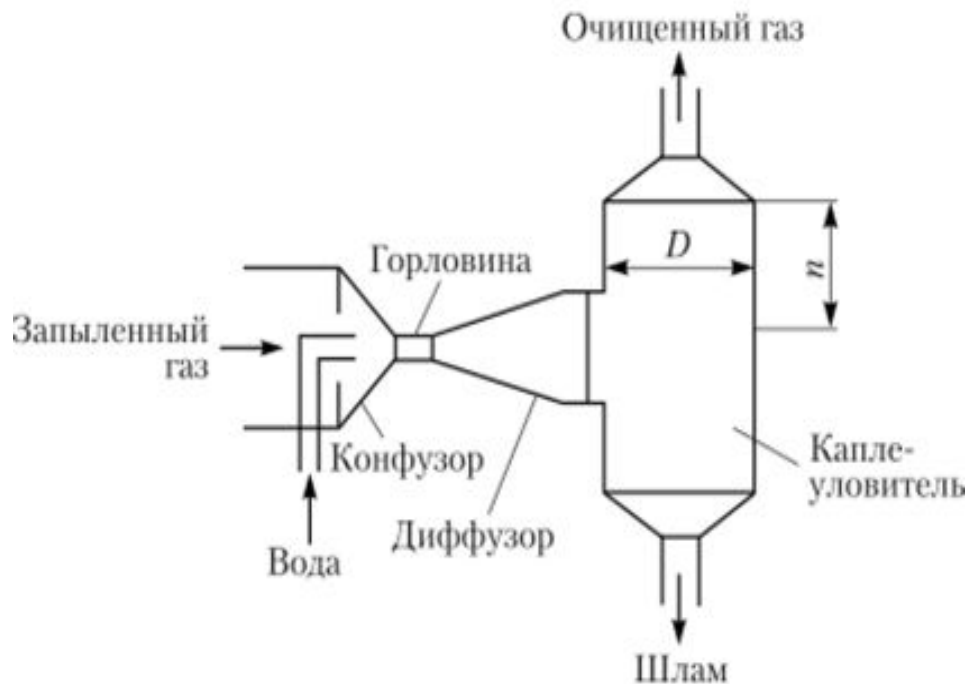
Скруббер Вентури.

Для тонкой очистки газов от пыли применяется *скруббер Вентури*, который используется для улавливания частиц меньше 1 мкм. Он представляет собой комбинацию центробежного скруббера и трубы Вентури.



Скруббер Вентури.

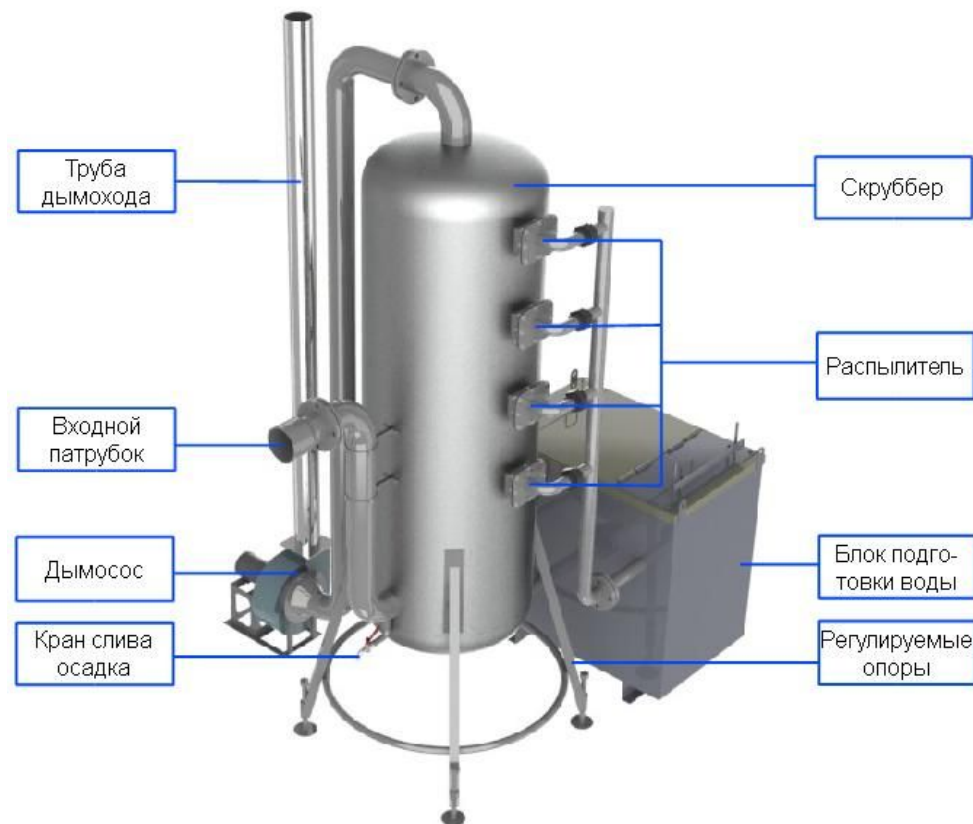
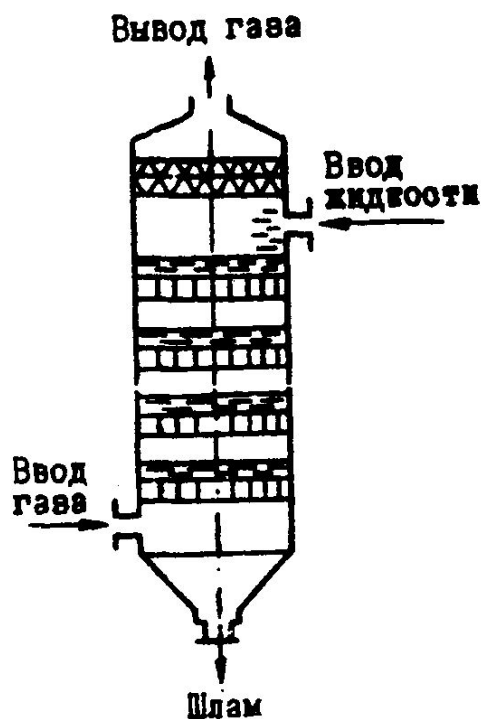
Запыленный газ поступает в конфузур, где ускоряется до скорости 60...150 м/с. Промывная жидкость подается в аппарат через разбрызгиватель и разбрызгивается высокоскоростным потоком газа. При движении по диффузору скорость потока снижается, и он через тангенциальный патрубок вводится в циклонный сепаратор.



Здесь под действием центробежной силы капли жидкости с уловленными твердыми частицами отделяются от газа и в виде шлама сползают к коническому днищу к нижнему патрубку и выводятся через него. Очищенный газ выбрасывается в атмосферу. Степень очистки – 99%. Гидравлическое сопротивление очень велико – 2200...12800 Па.

Пенный пылеуловитель.

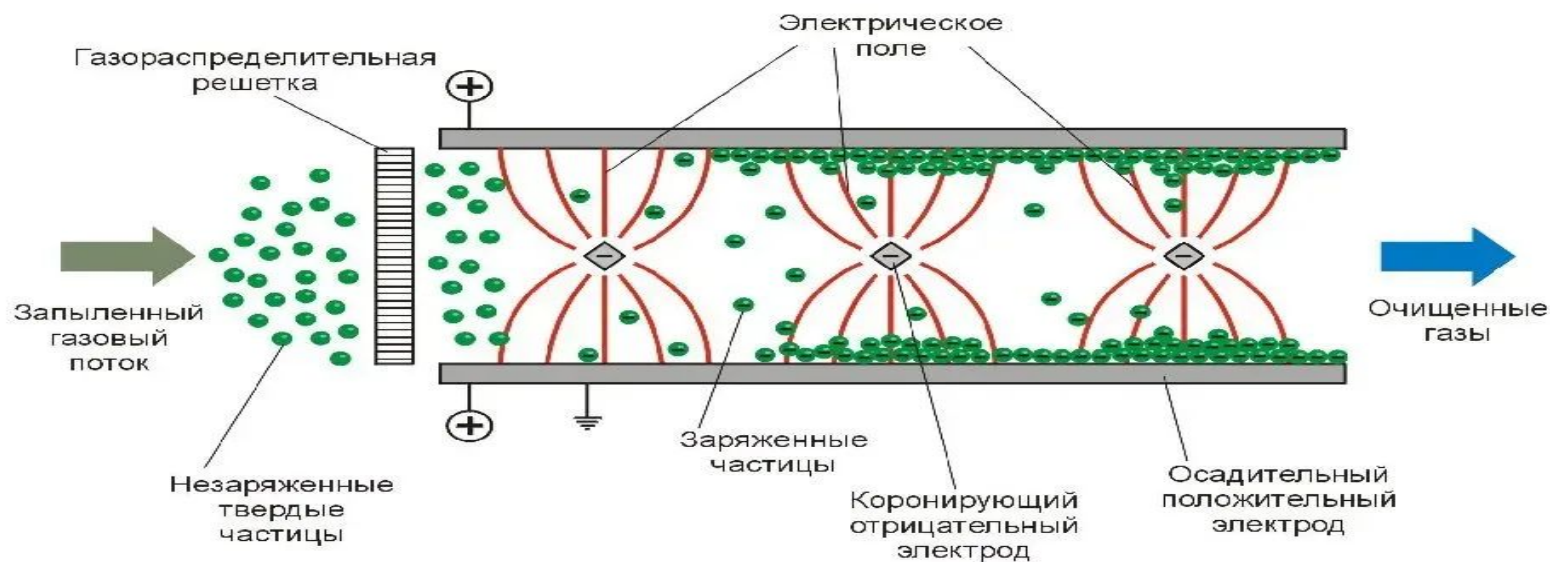
Для очистки сильно запыленных газов используют барботажные (пенные) пылеуловители. В данных аппаратах проходящая по решеткам вода взаимодействует с барботирующим через нее газом и превращается в слой подвижной пены, что обеспечивает большую поверхность контакта, а следовательно и высокую степень очистки.



Очистка воздуха и газов в поле действия электрических сил.

Если взвешенные в газе твердые или жидкие частицы невозможно выделить из потока вышеперечисленными способами применяется осаждение в поле действия электрических сил, создаваемых в электрофильтрах. В этом случае частицам небольших размеров ($d > 0,005$ мкм) удастся сообщить значительный электрический заряд, что обеспечивает высокую степень очистки – 95...99%.

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО УЛАВЛИВАНИЯ

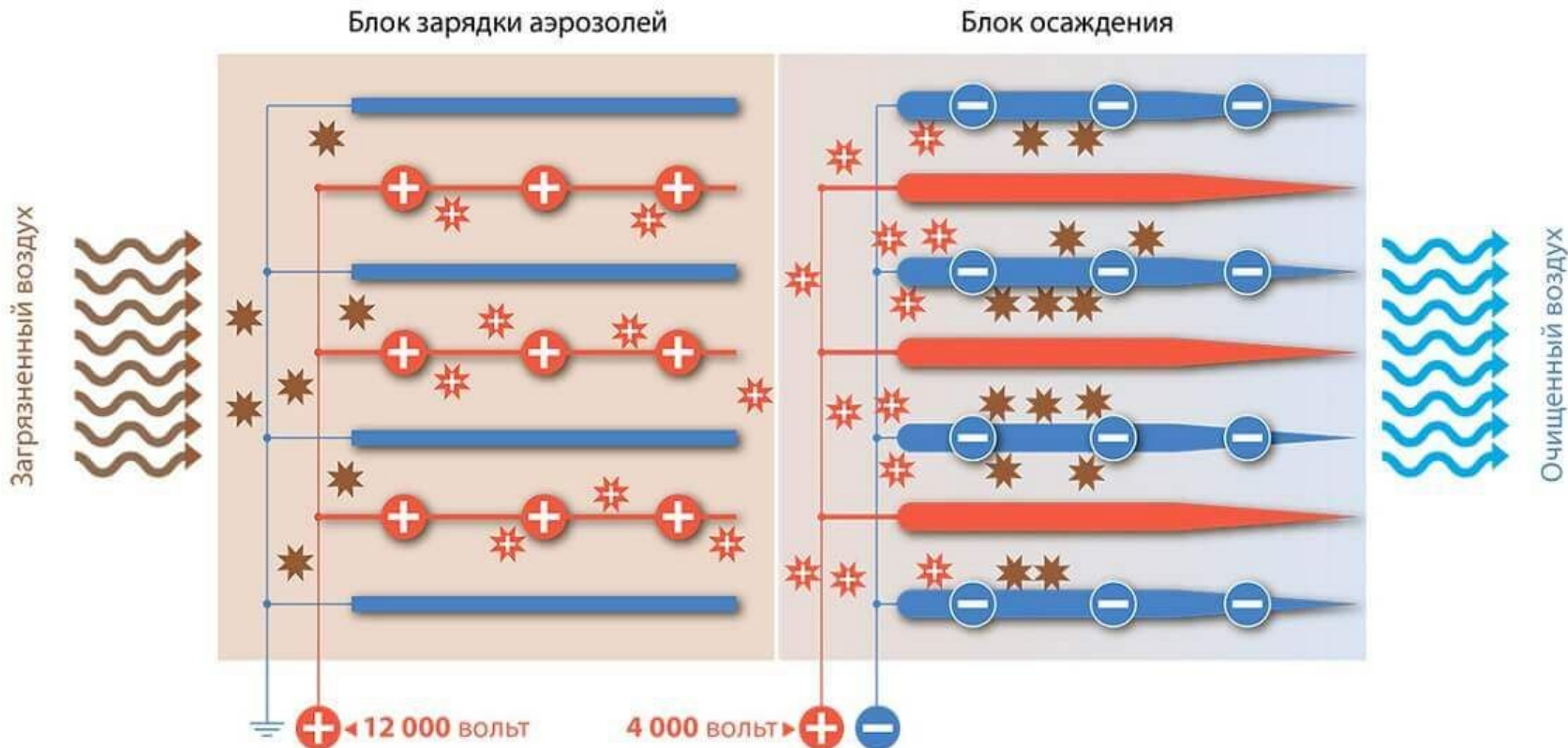


Процесс улавливания частиц в любых электрофильтрах имеет **три основные стадии** – 1) зарядку взвешенных частиц, 2) осаждение заряженных частиц в электрическом поле и 3) удаление осажденного материала во внешний приемник.

Очистка воздуха и газов в поле действия электрических сил.

Физическая сущность процесса электроосаждения заключается в том, что газовый поток, содержащий взвешенные частицы, ионизируется самостоятельным электрическим разрядом, при этом выделяемые частицы приобретают электрический заряд.

При прохождении между двумя электродами частицы движутся по направлению к электроду, имеющему полярность, противоположную полярности зарядов частиц, осаждаясь на этом электроде.



Заключение.

- Проблема загрязнения воздуха стала постоянной с тех пор, как 300 лет назад началась индустриальная революция. Четыре главных фактора усилили загрязнение воздуха: рост индустриализации, рост транспортной активности, ускоренное экономическое развитие и более высокие уровни потребления энергии.
- По оценкам Всемирной организации здравоохранения, приведенным в докладе в мае 2021 года, каждые 9 из 10 человек на планете дышат загрязненным воздухом, а загрязнение атмосферного воздуха твердыми частицами ежегодно приводит к гибели около 7 миллионов человек во всем мире.
- Следовательно очистка воздуха и газовых выбросов имеет важнейшее значение для выживания человека, а поэтому все больше внимания уделяется как разработке технологического оборудования газоочистных систем, так и законодательства для их применения..



Источники и литература.

- Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 04.05.1999 № 96-ФЗ;
- «Процессы и аппараты», учебник, Л.Ф. Пелевина, Н.И. Пилипенко, 2020 г.
- «Очистка воздуха», учебное пособие, Е.А. Штокман, 2007 г.