

«Очистка воздушных масс»



Выполнил:
студент 4 курса Соха А.С.
Проверил:
Зязина Т.В.

Технологии очистки воздуха



Современная научная мысль предлагает огромное количество различных способов очистки воздуха и газов от вредных и нежелательных веществ. Всё это множество технологий и методов можно условно разделить на:

1. Физические методы очистки
2. Химические методы очистки
3. Электрические методы
4. Биологические методы
5. "Синтез" методы.

Многие методы имеют различное название, но суть - одно и то же. Рассмотрим их подробнее:

1.1. Механическая очистка воздуха - Фильтрация

Очистка от пыли, волокон, дымов, аэрозолей и т.п.

Применяемое оборудование: Фильтры, Циклоны,...

1.2. Очистка воздуха - Водяная завеса

Основное применение - очистка от аэрозолей краски

1.3. Мембранная очистка воздуха

Основное применение - селективная очистка

1.4. Угольная очистка – Адсорбция, Активированный уголь

Основное применение - улавливание газов, паров, запахов

Применяемое оборудование – Адсорберы

1.5. Водяная очистка воздуха - Абсорбция

Очистка от газов, дымов, аэрозолей

Оборудование - Абсорберы, Скрубберы

1.6. Ионная очистка - Аэроионы, Ионы

Очистка от пыли, аэрозолей, дымов.

Оборудование - Ионизаторы

2.1. Очистка воздуха Озоном - Впрыск озона

Очистка от органических газов, сероводорода,

Применяемое оборудование – Озонатор

2.2. Каталитическая очистка – термокатализ

Очистка воздуха от газов и паров разной природы

Оборудование - каталитический реактор

2.3. "Химический дождиг" -

Химоокисление

Очистка от органических газов и паров

Оборудование - реактор с перманганатом калия.

2.4. Сжигание - Прямой дождиг,

Термоокисление

Сжигание вредных газов, паров, аэрозолей

Оборудование - Установки дожига, Термоокислители .



- **3.1. Электростатическая очистка воздуха**
Очистка воздуха от пылей и дымов.
Оборудование - Электростатический фильтр

3.2. Очистка воздуха коронным разрядом
Очистка воздуха от газов и паров
Оборудование очистки - Коронатор.

4.1. Биологическая очистка – Биоочистка
Очистка воздуха от газов, паров, запахов
Оборудование - Биореактор, Биофильтр

5.1. Плазмокаталитический метод очистки
Очистка воздуха от органических газов и запахов
Оборудование - Плазмофильтр

5.2. Газоразрядно-каталитическая очистка
Очистка от газов, паров, аэрозолей, дымов, запахов.
Оборудование - Газоконвертор

5.3. Фотокаталитический метод – Фотокатализ
Очистка от запахов и газов органической природы
Оборудование - Фотокаталитический очиститель

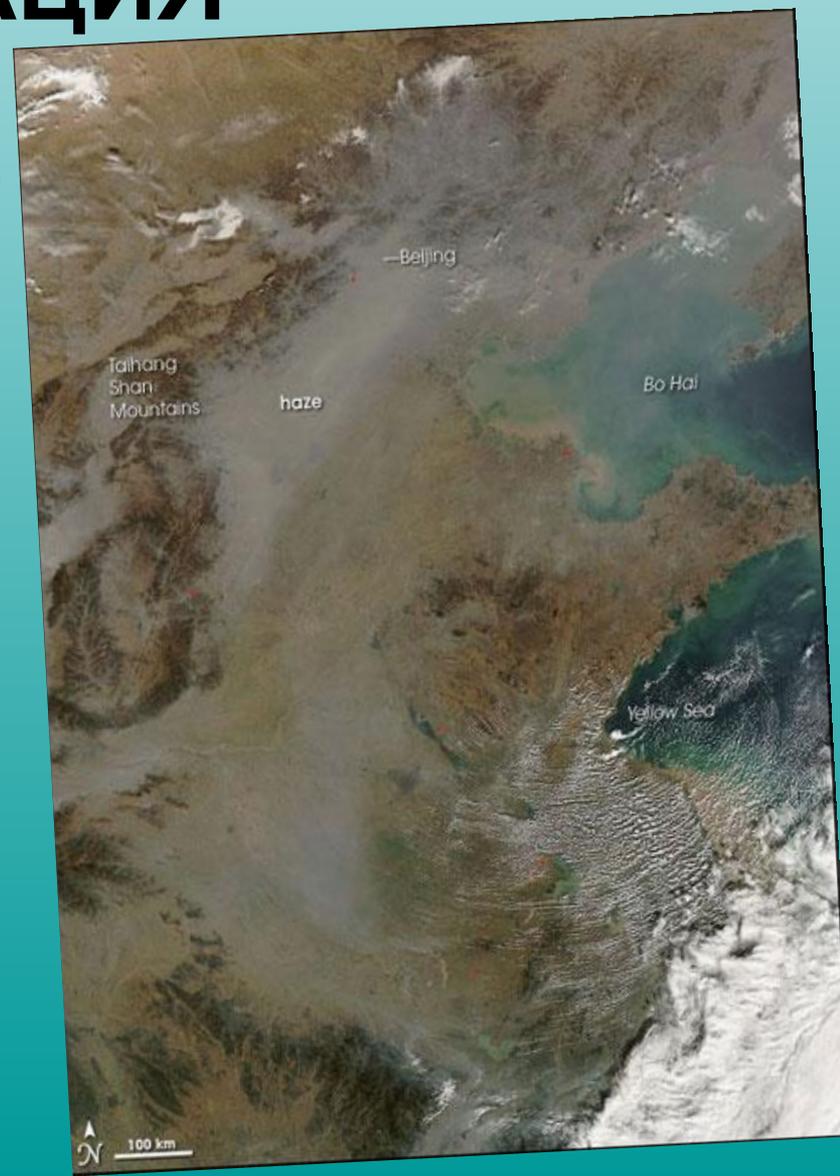
6.1. Сжигание залповых выбросов горючих газов
Это не очистка - это утилизация газов

6.2. Факельный выброс
Это не очистка - это выброс газов повыше в атмосферу



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА, ФИЛЬТРАЦИЯ

- Основные принципы механической очистки воздуха:
 - инерционное разделение воздуха и частиц загрязнений - циклоны, панельные инерционные фильтры
 - улавливание частиц загрязнений фильтрующим материалом - фильтры
- **Циклон - воздушный вихрь.**
- Эффективность
- **Степень очистки в циклоне сильно зависит от дисперсного состава частиц пыли в поступающем на очистку газе (чем больше размер частиц, тем эффективнее очистка). Для распространённых циклонов степень очистки может достигать:**
 - для частиц с условным диаметром 20 микрон 99,5%
 - для частиц с условным диаметром 10 микрон 95%
 - для частиц с условным диаметром 5 микрон 83%



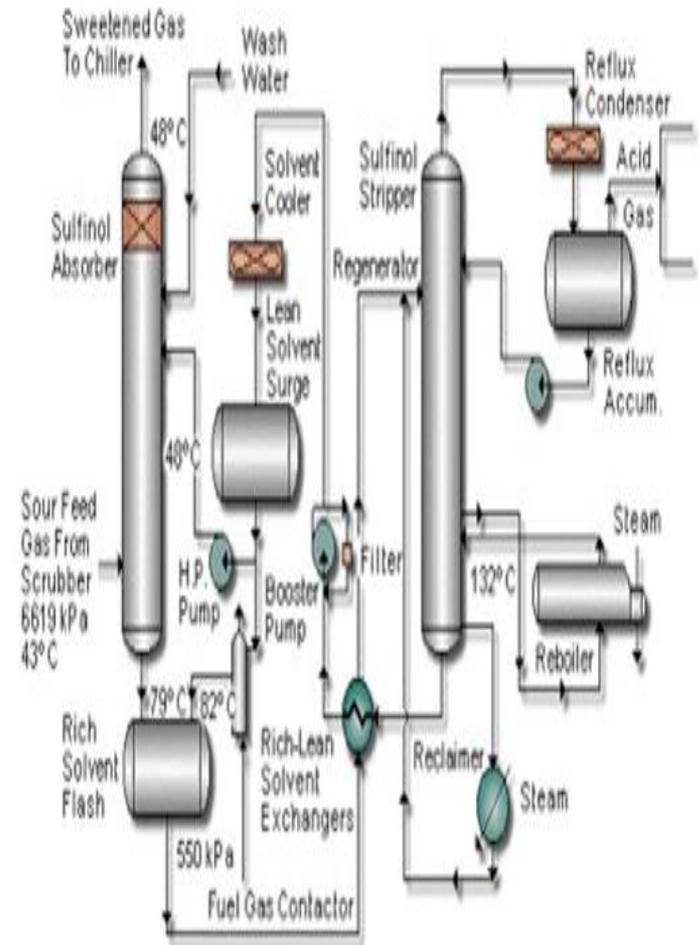
- **Достоинства**
- Циклоны просты в разработке и изготовлении, надёжны, высокопроизводительны, имеют довольно низкое гидравлическое сопротивление, могут использоваться для очистки агрессивных и высокотемпературных газов и газовых смесей.



- **Недостатки**
- Недостатками являются невозможность улавливания пылей с малыми размерами частиц и малая долговечность (особенно при очистке газов от пылей с высокими абразивными свойствами).

ВОДЯНАЯ ЗАВЕСА - очистка для покрасочных камер.

- Водяная завеса представляет собой воздушный лабиринт со стекающими по нему каскадами воды. Воздух проходя этот лабиринт соприкасается с водой, при этом происходит захват водой частиц аэрозоля и, соответственно очистка.
- Очистка воздуха водяными завесами применяется в основном там где в удаляемом воздухе присутствует большое количество аэрозолей. Это в первую очередь покрасочные камеры, камеры напыления каких либо покрытий и составов.
- Для улавливания аэрозолей краски и предотвращения отложения краски применяют водяные завесы (возможно так же применение противоаэрозольных фильтров на основе лабиринтных попотен и



- ***Достоинства:***

данная система очистки воздуха является возможность очищать воздух от аэрозолей с высокой степенью эффективности и при этом работать на оборотной воде.

- ***Недостатки:***

данный метод практически не улавливает газы и пары растворителей, присутствующих в любом распыляемом материале. Именно по этой причине водяные завесы необходимо устанавливать в комплексе с системами улавливания либо уничтожения органических газов и паров.

МЕМБРАННЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ВОЗДУХА

Происхождение названия

Мембрана (от лат. membrana - кожица, перепонка), гибкая тонкая плёнка, приведённая внешними силами в состояние натяжения и обладающая вследствие этого упругостью.

Мембраны – это селективно-проницаемый барьер между двумя фазами. Мембраны изготавливают из органических (в том числе полимерных) и неорганических (металлических, керамических, стеклянных и пр.) материалов. Мембраны могут быть твердые и жидкие. Для производства мембран необходима современная высокоточная технология, которая принципиально отлична для органических и неорганических мембран. Разглядеть структуру трековых мембран можно лишь при помощи мощнейшего электронного микроскопа. Мембранное разделение основано на селективном переносе компонентов смеси через мембрану. Использование мембранных процессов для разделения смесей позволяет создать экономически эффективные, ресурсо - и энергосберегающие и малоотходные технологии.

Типовая конструкция оборудования



Мембранные аппараты подразделяют на:

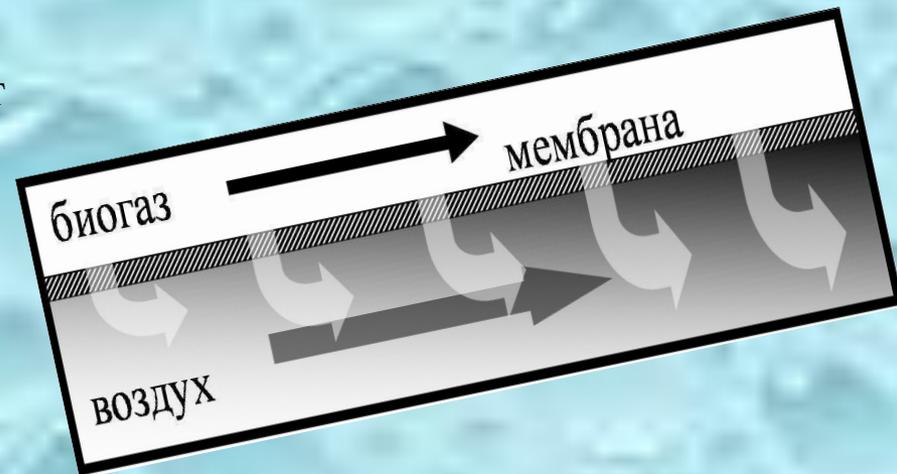
- Плоскокамерные
- Трубчатые
- Рулонные
- С полыми волокнами
- Электродиализаторы.

- В плоскокамерных аппаратах разделительный элемент состоит из двух плоских (листовых) мембран, между которыми расположен пористый дренажный материал. Элементы размещены на небольшом расстоянии один от другого (0,5-5 мм), в результате чего между ними образуются мембранные каналы, по которым циркулирует разделяемая смесь. Образовавшийся концентрат выводится из аппарата, а пермеат отводится по дренажному материалу в коллектор. Поверхность разделительной мембраны, приходящаяся на единицу объема аппарата, т.е. плотность упаковки мембраны, для плоскокамерных аппаратов низка (60-300 м²/м³), поэтому их используют в установках небольшой производительности для разделения жидких и газовых смесей.
- Трубчатые аппараты состоят из набора пористых дренажных трубок диаметром 5-20 мм, на внутр. или наружной поверхности которых расположены мембраны. В соответствии с этим исходный поток направляют в трубное либо межтрубное пространство. Трубчатые аппараты, в которых плотность упаковки мембран составляет 60-200 м²/м³, используются для очистки жидких сред от загрязнений, опреснения воды с высокой концентрацией солей, а также для разделения газовых смесей.

- В рулонных, или спиральных, аппаратах мембранный элемент имеет вид пакета; три его кромки герметизированы, а четвертая прикреплена к перфорированной трубке для отвода пермеата, на к-рую накручивается пакет вместе с сеткой-сепаратором. Разделяемый поток движется в осевом направлении по межмембранным каналам, а пермеат-спиралеобразно по дренажному материалу и поступает в отводящую трубку. Аппараты этого типа отличаются высокой плотностью упаковки мембран (300-800 м²/м³), но сложнее, чем плоскокамерные, в изготовлении. Они используются в установках средней и большой производительности для разделения жидких и газовых смесей.
- В аппаратах с волокнистыми мембранами рабочий элемент обычно представляет собой цилиндр, в к-рый помещен пучок полых волокон с наружным диаметром 80-100 мкм и толщиной стенки 15-30 мкм. Разделяемый р-р, как правило, омывает наружную пов-сть волокна, а по его внутр. каналу выводится пермеат. Благодаря высокой плотности упаковки мембран (до 20000 м²/м³) эти аппараты применяют в опреснительных установках большой производительности (десятки тыс. м³/сут).

- **Достоинства технологии**

- возможность очистки воздушных масс от неорганических веществ;
- возможность работы с любой степенью влажности;
- возможность подбора конкретной мембраны к конкретным веществам;
- каскадные мембранные установки для комплексной очистки газов;
- высокая избирательность.



- **Недостатки технологии**

- высокая избирательность к веществам;
- громоздкость при каскадной установке;
- сбор сконцентрированных веществ и их утилизация;
- необходимость постоянного контроль влажности и температуры во избежание точки росы, которая может забить микропоры мембран.



Угольная очистка газов.

Адсорбция.

- Происхождение названия Адсорбция, от лат. *ad* - на, при и *sorbeo* - поглощаю, поглощение газов, паров или жидкостей поверхностным слоем твердого тела (адсорбента) или жидкости. Адсорбенты обычно имеют большую удельную поверхность - до нескольких сотен м²/г. Если адсорбция сопровождается химической реакцией поглощаемого вещества с адсорбентом, то она называется хемосорбцией. В промышленности адсорбцию осуществляют в специальных аппаратах - адсорберах; применяют для осушки газов, очистки органических жидкостей и воды, улавливания ценных или вредных отходов производства.
- Адсорбционный метод является одним из самых распространенных способов очистки воздуха от промышленных газообразных загрязнений от вредных и дурнопахнущих газов и запахов.
- Виды сорбентов на основе активированного угля:
 - уголь активированный древесный (или кокосовый) - обладает мягкой структурой, неоднородный фракционный состав, пылит.
 - уголь активированный каменноугольный, прессованный - однородные фракции, не пылит, удобен в эксплуатации;
 - угольная ткань (целиком на основе углеродных волокон или с вкраплениями частиц угля) - удобно в эксплуатации, значительно дороже насыпного угля.

угольный фильтр



- *Достоинства технологии:*
 - простота эксплуатации;
 - очень эффективный способ для очистки от некоторых веществ, до 99,9%;
 - минимальный расход человеческих ресурсов для контроля работы данного способа очистки;
 - простота механизмов очистки;
 - прекрасный вариант при очистке воздуха с минимальной концентрацией загрязнений

- *Недостатки технологии:*
 - уголь быстро забивается (закупориваются поры); особенно, если газы влажные;
 - приоритетная сорбция - сорбция более активных веществ на место менее активных и выброс их в воздушный поток
 - уголь необходимо заменять – дополнительные расходы на приобретение и замену;
 - накапливает загрязнения, необходимо разрешение на утилизацию зачастую очень токсичного твердого вещества;
 - насыщенный загрязнениями уголь под давлением потока воздуха или при повышении температуры будет выбрасывать в атмосферу еще более концентрированные загрязнения, накопленные фильтром (процесс *десорбции*);
 - огромные габариты угольных промышленных фильтров.

ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД

- **Происхождение названия**
Термо ... - (от греч. *therme* - тепло), первая составная часть сложных слов, означающая:..1) относящийся к теплоте, температуре, напр., термодинамика;..2) обрабатываемый, получаемый при помощи теплоты, высоких температур, напр., термокопирование;..3) основанный на использовании тепла, напр., термоэлемент.
Катализатор - слово происходит от греческих слов: *cata-*, означая вниз, и *lysein*, означая раскалываться или ломаться.
Катализатор определен как вещество, которое увеличивает норму, по которой химическая реакция приближается к равновесию, не будучи потребляемым в процессе. Такие химические явления, когда используется катализатор, называют катализом.
- Практика использования катализатора показывает, что процессы происходящие при катализе будут более быстрыми и эффективными, если они будут происходить при очень высокой температуре. Современные технологии термокаталитических методов предполагают температурный режим от 200 °С до 900° С, отсюда этот метод термокаталитический.

- Современные катализаторы обезвреживания характеризуются высокой активностью и селективностью, механической прочностью и устойчивостью к действию ядов и температур. Промышленные катализаторы, изготавливаемые в виде колец и блоков сотовой структуры, обладают малым гидродинамическим сопротивлением и высокой внешней удельной поверхностью.
- Наибольшее распространение получили каталитические методы обезвреживания отходящих газов в неподвижном слое катализатора. Можно выделить два принципиально различных метода осуществления процесса газоочистки - в стационарном и в искусственно создаваемом нестационарном режимах

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ РЕАКТОР



- **Достоинства технологии:**
 1. универсальность метода газоочистки;
 2. высокой активностью и селективностью,
 3. устойчивостью к действию ядов и температур;
 4. возможность перерабатывать многокомпонентные газы с малыми начальными концентрациями вредных примесей;
 5. возможность регенерации катализатора.

- **Недостатки технологии:**
 1. трудность поиска и изготовления дешевых катализаторов;
 2. колоссальные энергозатраты;
 3. создание специальных условий для восстановления катализатора;
 4. приобретение нового катализатора после выработки потенциала;
 5. опасно высокий температурный режим для реакций;
 6. большое количество катализатора для очистки малых концентраций загрязнений;
 7. большое количество катализатора для очистки больших объемов очищаемых газов.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ГАЗОВ

- «Биофильтрация» - микробиологические методы очистки воздуха от вредных примесей бытового и промышленного происхождения. Данные методы основаны на естественной способности микроорганизмов, образующих биологически активную пленку (biofilm) на поверхности твердого пористого носителя, извлекать из проходящего сквозь этот носитель воздуха примеси органических и неорганических летучих веществ, включая органические вещества искусственного происхождения (ксенобиотики), окислять и разлагать их до воды и углекислого газа.
- Биохимические методы основаны на способности микроорганизмов разрушать и перерабатывать различные соединения. Эти методы более всего применимы для очистки газов постоянного состава. При изменении состава газа микроорганизмы не успевают приспособиться и эффективность очистки падает. Высокая эффективность газоочистки достигается при условии, что скорость биохимического окисления вредных веществ превышает скорость их поступления с газом.

- **Описание технологии:**

Загрязненный воздух, проходя через ярусы биомассы установки подвергается разрушению молекул загрязнений и преобразованию различных соединений. Разложение веществ происходит под действием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами под влиянием отдельных соединений или группы веществ, присутствующих в очищаемых газах. Вытяжной вентилятор создает в системе воздуховодов установки разрежение, необходимое для преодоления аэродинамического сопротивления биофильтра, и обеспечивает необходимый расход воздуха через установку. Выбросы загрязненного воздуха через патрубок попадают в рабочую зону биофильтра и увлажняются посредством контакта с разбрызгиваемым в объеме рабочей зоны и стекающим по отбойному листу питательным раствором. Поток воздуха проходит последовательно ярусы носителей бактерий, орошаемых питательным раствором из форсунок. На поверхности носителя происходит биодеструкция органических веществ. Из рабочей зоны очищенный воздух через каплеуловитель поступает в выходной патрубок, который присоединяется к воздуховоду выброса очищенного воздуха в атмосферу. Питательный раствор, стекая по отбойному листу, попадает в емкость с питательным раствором. Из накопительного бака через сетчатый фильтр, предотвращающий попадание крупных конгломератов биомассы, питательный раствор электронасосным агрегатом подается в форсунки системы увлажнения. При необходимости, загрязненный воздух подогревается насыщенным водяным паром или в электрокалориферах.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ РЕАКТОР



- **Недостатки технологии:**
 1. Низкая скорость очистки;
 2. Высокая селективность штаммов микроорганизмов к веществам;
 3. Затраты на поддержание температурного режима;
 4. Затраты на «подкормку» бактерий;
 5. Контроль за составом загрязнений (частая смена состава и концентрации загрязнений дает низкий показатель по очистке, так как микроорганизмы не успевают адаптироваться к новым условиям)
 6. Затраты на воду для орошения и поддержания влажной среды;
 7. Огромные габариты оборудования.

Достоинства технологии:

1. Экологичность;
2. Безотходность при условии правильного содержания бактерий;
3. Возможность очистки при концентрации до 7000 мг/м³;
4. Высокая эффективность газоочистки при соблюдении специальных условий



ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ГАЗОВ

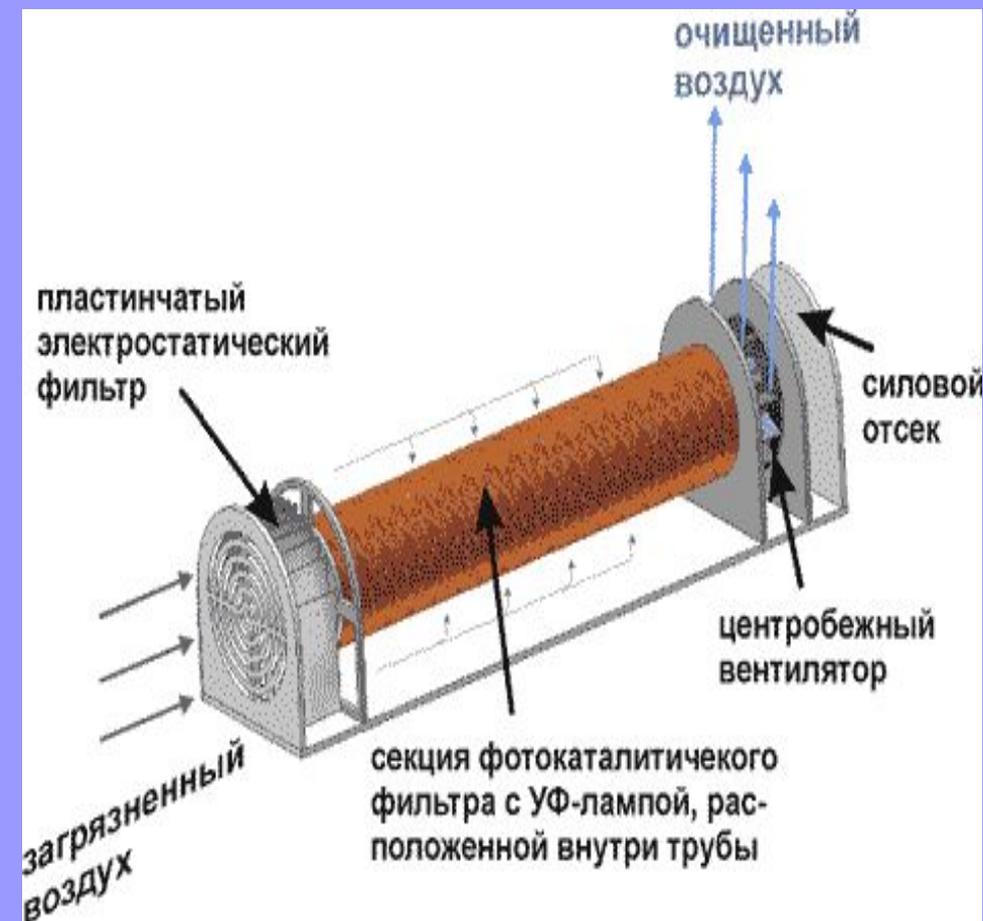
- Происхождение названия
- **Фото...** (от греч. *phōs*, род. п. *phōtós* — свет), часть сложных слов: 1) соответствующая по значению слову «фотографический» (например, фотовитрина);
Катализ (от греч. *katálysis* - разрушение), изменение скорости химических реакций в присутствии веществ (катализаторов), вступающих в промежуточное химическое взаимодействие с реагирующими веществами, но восстанавливающих после каждого цикла промежуточных взаимодействий свой химический состав. Реакции с участием катализаторов называются каталитическими.
Катализаторы, вещества, изменяющие скорость химических реакций посредством многократного промежуточного химического взаимодействия с участниками реакций и не входящие в состав конечных продуктов.
- **Описание технологии**
Вещества, входящие в состав загрязненного воздуха проходя в воздушном потоке через ФТО окисляются на поверхности катализатора (TiO_2) под действием ультрафиолетового излучения. При этом токсичные примеси разрушаются до безвредных компонентов воздуха до H_2O - вода, CO_2 -двуокись углерода, N-азот.

Область применения

Фотокаталитическая очистка воздуха от различных органических веществ может применяться в следующих областях:

- объектов массового скопления людей;
- пищевые предприятия,
- птицеводческие и
- животноводческие комплексы; офисные и бытовые помещения

ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИЙ ОЧИСТИТЕЛЬ



- ***Достоинства технологии***

этого метода очистки в том, что

-вредные вещества (*только для газов!*) не накапливаются на какой-либо поверхности;

-вредные вещества, запахи разрушаются на молекулярном уровне до безвредных;

-широкий спектр применения;

-температурный режим - комнатный и ниже до минус 18 С°

-можно использовать обычную электросеть на 220В.

- ***Недостатки технологии:***

- -применение УФ ламп с ртутным наполнителем;

- замена УФ ламп через каждые 7-8 месяцев как минимум;

- энергозатраты – на 600м³/час – 300Вт;

- необходимость в утилизации, демеркуризации УФ ламп;

- использование человеческих ресурсов на проведение мероприятий по утилизации и замене ФТО и УФ ламп;

- срок годности ФТО для постоянной очистки 600м³/час через 2 года;

- использование ртути (особенно значимо для очистки притока)

- огромные габариты для ФТО на 600м³/час 380*380*3000(!) мм.

- высокая чувствительность к сопутствующим загрязнениям (пыль, аэрозоли, дым, волокна, влага, маслянистые и полимеризующиеся пары,...)

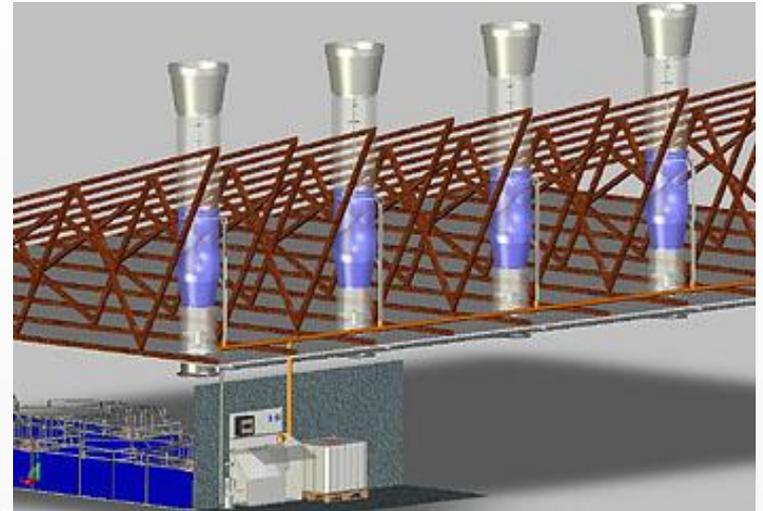
Газоразрядно – каталитический метод

- *Происхождение названия*

Электрический разряд в газах - прохождение электрического тока через газовую среду под действием электрического поля, сопровождающееся изменением состояния газа.

Катализ (от греч. *katálysis* - разрушение), изменение скорости химических реакций в присутствии веществ (катализаторов), вступающих в промежуточное химическое взаимодействие с реагирующими веществами, но восстанавливающих после каждого цикла промежуточных взаимодействий свой химический состав. Реакции с участием катализаторов называются каталитическими.

Катализаторы - вещества, изменяющие скорость химических реакций посредством многократного промежуточного химического взаимодействия с участниками реакций и не входящие в состав конечных продуктов



- **Типовая конструкция оборудования**

В настоящее время существует целое семейство установок Газоконвертор «Ятаган» для различных областей применения. Однако все типы оборудования построены по схожим схемам:

1. Предварительная очистка и подготовка газов. Различные специализированные фильтры (противопылевые, противозольные, объемного поглощения и т.д.)

2. Газоразрядный блок – здесь под действием различных физико-химических факторов, присущих различным типам разрядов в газах, происходит разрушение молекул газов загрязнений и их окисление до CO_2 и H_2O .

3. Каталитическая обработка воздуха на низкотемпературном высокоактивном катализаторе.



- **Недостатки технологии:**

1. Установки ГРКМ не способны в принципе работать с такими распространенными загрязнениями воздуха как:

- выбросы гальванических производств;
- гидридные газы;
- газы с высоким содержанием фтора и его соединений.

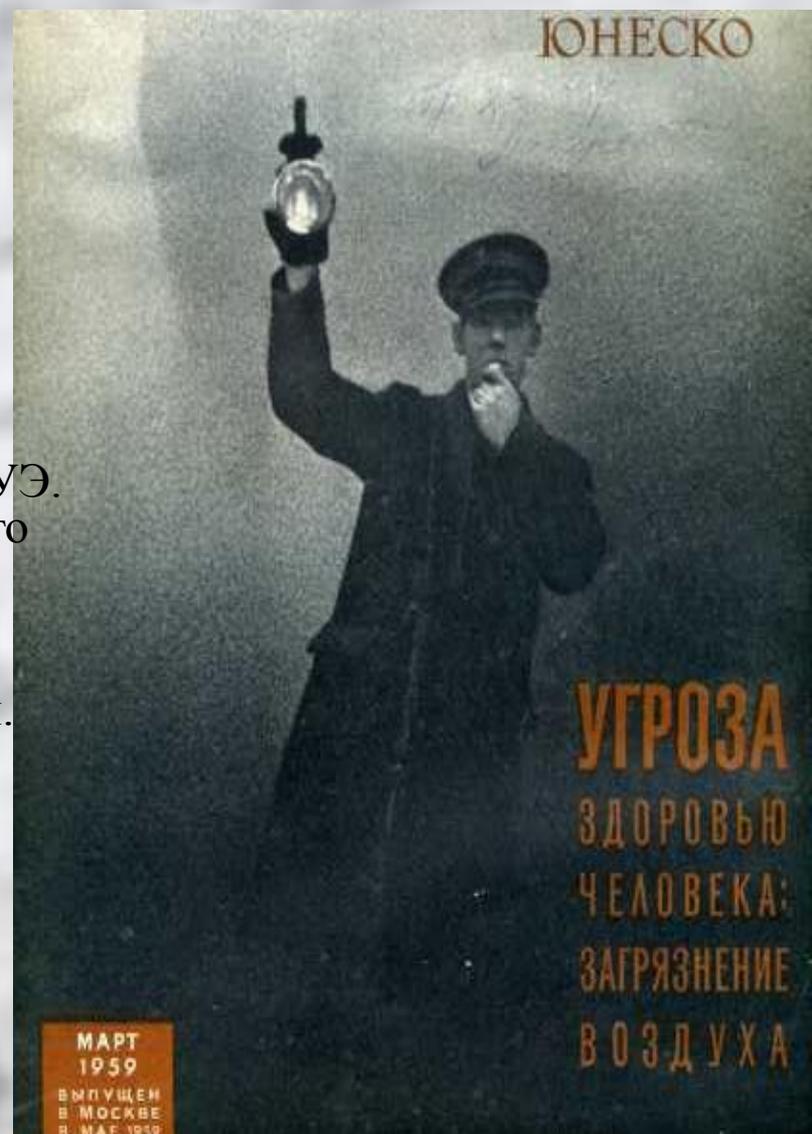
2. Необходимость производства заземления установки ГРКМ в полном соответствии с ПУЭ.

3. Необходимость высококвалифицированного профилактического обслуживания.

4. Отсутствие на предприятиях профильных специалистов по обслуживанию Ятаганов. Необходимость их обучения у производителя.

- **Достоинства технологии:**

- высокая эффективность;
- низкая стоимость владения;
- отсутствие сменных компонентов;
- отсутствие необходимости утилизации отходов;
- низкое электропотребление;
- простота монтажа и эксплуатации.



Вывод:

- В результате данного проекта были рассмотрены и раскрыты некоторые из всех возможных методов очистки воздушных масс.
- Говоря об эффективности каждого из методов, нужно взглянуть на их достоинства и недостатки и сделать выводы, который из этих методов наиболее эффективен, экономичен и наиболее безопасен для человека.

Ответить на данные вопросы целью данного проекта не являлось, а все цели данного проекта(раскрытие сущности методов очистки воздушных масс) реализованы.