

Защита атмосферы

§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофильтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

§ 3.8

Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

Снижение токсичности выбросов автотранспорта

§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофильтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

§ 3.8

Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

Снижение токсичности выбросов автотранспорта

Источники загрязнения атмосферы можно разделить на два вида: **естественные и антропогенные.**

Естественные загрязнения:

- ✓ Пыль растительного, вулканического или космического происхождения;
- ✓ Пыль, возникающая при эрозии почвы;
- ✓ Пыль из частиц морской соли;
- ✓ Дым и газы от лесных и степных пожаров;
- ✓ Газы вулканического происхождения.

Естественные источники бывают плавно распределенными во времени и пространстве. Например, выпадение космической пыли.

Либо бывают кратковременными, стихийными. Например, лесные пожары, извержения вулканов

Уровень загрязнения атмосферы естественными источниками является фоновым, почти всегда постоянным с течением времени.

Антропогенные (промышленные) загрязнения атмосферы:

- ✓ Аэрозоли тяжелых и редких металлов;
- ✓ Аэрозоли различных синтетических соединений, не существующих в природе;
- ✓ Различные радиоактивные вещества;
- ✓ Различные канцерогенные вещества;
- ✓ Различные бактериологические вещества, чуждые природе.

Основное загрязнение атмосферы создают:

- ✓ Черная металлургия;
- ✓ Цветная металлургия;
- ✓ Предприятия машиностроительного комплекса;
- ✓ Нефтедобыча, нефтехимия и химическая промышленность;
- ✓ Автотранспорт(работающие машины);
- ✓ Теплоэнергетика (теплоэлектростанции);
- ✓ Производство стройматериалов.

Самые распространенные токсичные вещества в атмосфере: окись углерода CO , двуокись серы SO_2 , окись азота NO , NO_2 , углеводороды, двуокись углерода CO_2 и пыль.

В мировых промышленных мегаполисах зафиксировано превышение концентрации токсичных веществ над фоновым или средним:

- ✓ По CO — 80...1250 раз и более;
- ✓ По SO_2 — 50...300 раз;
- ✓ По NO_2 — до 25 раз.

Кроме того, заводы электронной промышленности выбрасывают в атмосферу пары плавиковой кислоты HF , серной кислоты, хромовой кислоты, большое количество паров различных растворителей.

В настоящее время экологи уже обнаружили более 500 вредных веществ в атмосфере. Количество их все увеличивается и увеличивается.

Основные цеха машиностроительного комплекса, которые загрязняют воздух:

- ✓ Литейные цеха. Плавильные установки для плавки стали и других металлов;
- ✓ Кузнечно-прессовые цеха;
- ✓ Прокатные цеха;
- ✓ Термические цеха;
- ✓ Гальванические цеха;
- ✓ Цеха механической обработки;
- ✓ Цеха производства неметаллических материалов;
- ✓ Сварочные цеха;
- ✓ Участки пайки;
- ✓ Участки лужения;
- ✓ Окрасочные цеха.

Современная ТЭС (теплоэлектростанция) расходует в сутки до 4000 тонн угля. Это целый железнодорожный состав в 80 вагонов (50 тонн в вагонах).

И выбрасывает в атмосферу за те же сутки:

- ✓ 6 тонн SO_2 ;
- ✓ 20 тонн NO и NO_2 ;
- ✓ 20 тонн пыли (зола, пыль, сажа).

И это при 98% эффективности системы пылеулавливания.

Мировой парк автомобилей ежегодно в атмосферу выбрасывает миллионы тонн окиси углерода, углеводородов, окислов азота.

Пассажирские, военные самолеты, ракеты и космические корабли многоразового использования загрязняют не только приземные слои атмосферы, но и более высшие (таблица 1), а также разрушают озоновый слой над Землей.

ТАБЛИЦА 1.

АТМОСФЕРНЫЕ СЛОИ

5	Мезосфера-термосфера	67 км. и более
4	Нижняя мезосфера	50 – 67 км
3	Стратосфера	13 – 50 км
2	Тропосфера	500 метров – 13 км
1	Приземной слой	0 – 500 метров

Согласно стандартам выбросы в атмосферу классифицируются:**1. По агрегатному состоянию:**

- ✓ Газообразные и парообразные (CO, SO₂, NO₂ и др.);
- ✓ Жидкие (кислоты, щелочи, органические растворители, растворы солей и др.);
- ✓ Твердые (свинец и его соединения, пыль, сажа и др.).

2. В зависимости от размера частиц жидкие выбросы в зависимости от размера частиц делятся на 4 подгруппы:

- ✓ Супертонкий туман до 0,5 мкм;
- ✓ Тонкодисперсный туман 0,5 – 3 мкм;
- ✓ Грубодисперсный туман 3 – 10 мкм;
- ✓ Брызги >10 мкм.

3. Твердые выбросы в атмосферу делятся на:

- ✓ Частицы до 1 мкм;
- ✓ Частицы 1 – 10 мкм;
- ✓ Частицы 10 – 50 мкм;
- ✓ Частицы >50 мкм.

§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофильтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

§ 3.8

Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

Снижение токсичности выбросов автотранспорта

На изображенной ниже схеме представлены различные инженерные системы, предназначенные для очистки производственных выбросов:

- ✓ От пыли (точнее от твердых частиц пыли);
- ✓ От туманообразных, газообразных и парообразных загрязнений.

Рассмотрим принципы действия этих инженерных систем защиты чистоты атмосферы.

ОЧИСТКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ВЫБРОСОВ (ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ)

Очистка от пыли
(от твердых частиц и пыли)

Сухие пылеуловители

Электрофильтры

Фильтры

Мокрые пылеуловители

**Очистка от туманообразных,
газообразных и
парообразных загрязнений**

Туманоуловители

Очистка от газообразных и
парообразных загрязнений

Снижение токсичных
выбросов автотранспорта

§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофильтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

§ 3.8

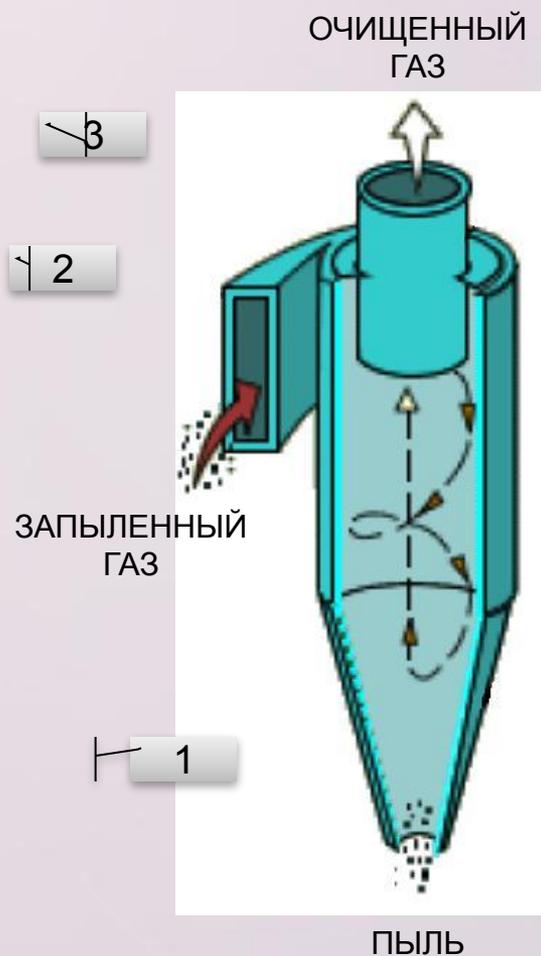
Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

Снижение токсичности выбросов автотранспорта

Сухие пылеуловители – это циклоны.

ЦИКЛОН



Поток запылённого газа вводится в аппарат через входной патрубок 2 по касательной к внутренней поверхности корпуса 1.

В аппарате формируется вращающийся поток газа, направленный вниз, к конической части аппарата.

Вследствие центробежной силы частицы пыли выносятся из потока и оседают на стенках аппарата, затем захватываются вторичным потоком и попадают в нижнюю часть, через выпускное отверстие в бункер для сбора пыли (на рисунке не показан).

Очищенный от пыли газовый поток затем двигается снизу вверх и выводится из циклона через выходную трубу 3.

Для нормальной работы циклона необходима герметичность бункера. Если бункер негерметичен, то из-за подсоса наружного воздуха происходит вынос пыли через выходную трубу



§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофильтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

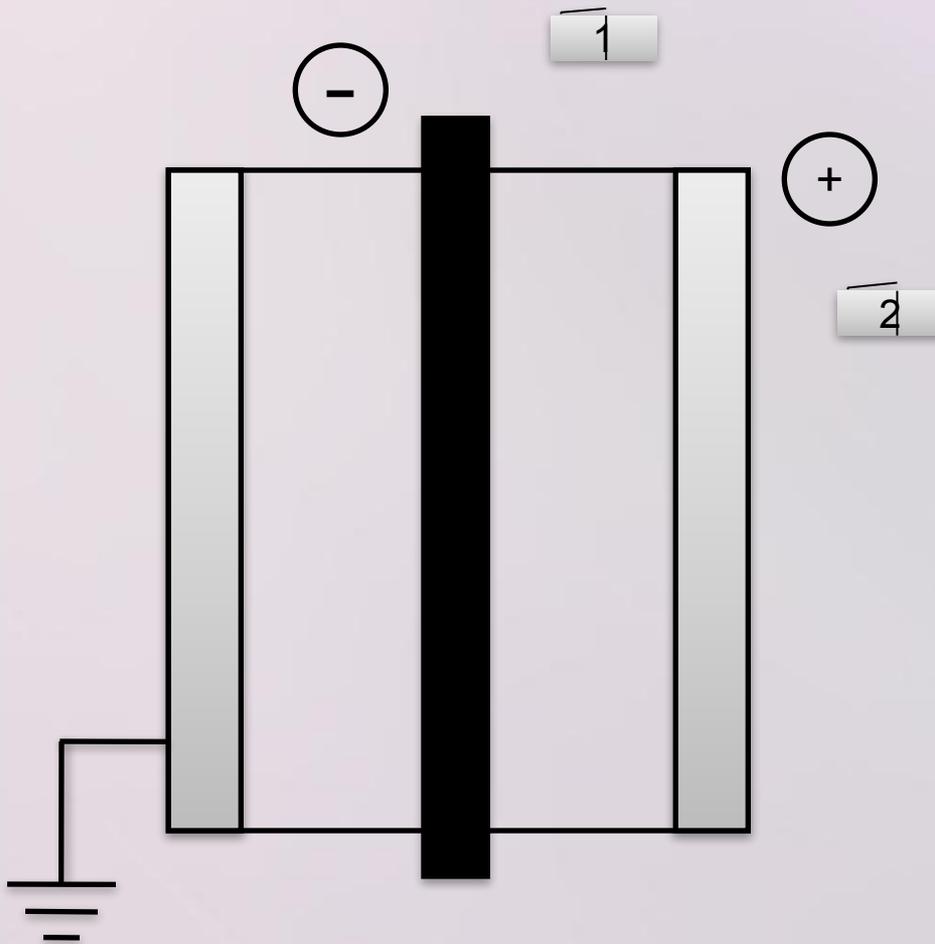
§ 3.8

Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

Снижение токсичности выбросов автотранспорта

Электрофильтры



Фильтр похож на цилиндрический конденсатор. В зазоре между коронирующим электродом 1 и осадительным электродом 2 создается электрическое поле. Коронирующий разряд возникает обычно при напряжении 50 кВ и более.

Пыльный воздух поступает в электрофильтр. Экспериментально установлено, что большинство пыли в электрофильтре получает заряд отрицательного знака. Поэтому основная масса пыли осаждается на положительном электроде. Из фильтра выходит очищенный от пыли воздух.

§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофильтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

§ 3.8

Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

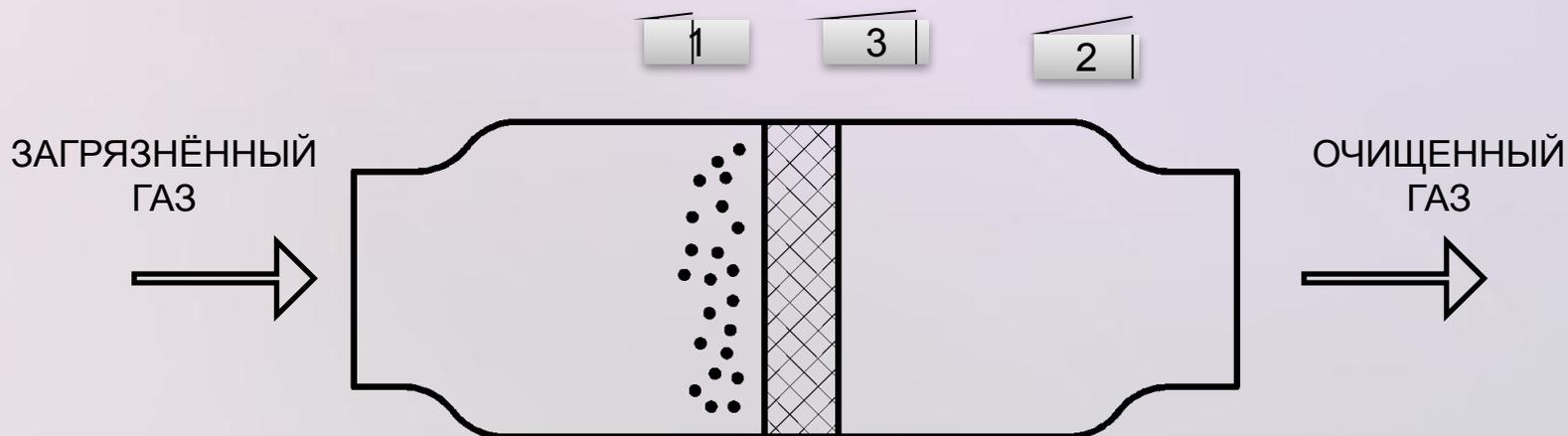
Снижение токсичности выбросов автотранспорта

Фильтры

Используют для тонкой очистки газовых выбросов от примесей. Процесс фильтрования состоит в задержании частиц примесей на пористых перегородках при движении через них дисперсных сред.

На рисунке 1 показана принципиальная схема процесса фильтрования в пористой перегородке.

РИСУНОК 1.
СХЕМА ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА



Фильтр представляет собой корпус 1, разделенный пористой перегородкой 2 на две полости. Эта пористая перегородка называется **фильтроэлементом**.

В фильтр поступают различные газы. Они очищаются при прохождении через фильтроэлемент. Частицы примесей 3 оседают на входной части пористой перегородки и задерживаются в порах. Это создает некоторый перепад давления на фильтроэлементе.

В качестве фильтроэлемента может служить губчатая резина, пенополиуретан, пористая керамика, пористая сталь, стеклоткань, различные синтетические ткани, лавсановая ткань и др.

§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофилтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

§ 3.8

Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

Снижение токсичности выбросов автотранспорта

Мокрые пылеуловители характеризуются очень высокой эффективностью очистки от мелкодисперсной пыли (0,3 – 1 мкм). Аппараты позволяют очищать от пыли горячие и взрывоопасные газы.

Работают по принципу захвата частиц пыли каплями жидкости.

Самые распространенные в промышленности аппараты называются скрубберами Вентури (рисунок 2).

Скрубберы обеспечивают очистку аэрозолей со средним размером частиц от 0,3 до 2 мкм.

Расход воды на орошение 0,1 – 6 л на м³ очищенного газа.

РИСУНОК 2. СКРУББЕР ВЕНТУРИ



Основная часть скруббера — сопло Вентури 3. В конфузную часть 1 подается загрязненный газ. Через центробежные форсунки 2 подается жидкость на орошение.

В узкой части сопла происходит разгон газа от скорости 15 – 20 м/с на входе до 200 м/с и более. Здесь происходит процесс орошения пыли и захват частиц пыли каплями жидкости.

Далее в диффузионной части сопла поток тормозится до первичной скорости и подается в бункер 4 для сбора мокрой пыли. Очищенный газ уходит из бункера.

§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофильтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

§ 3.8

Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

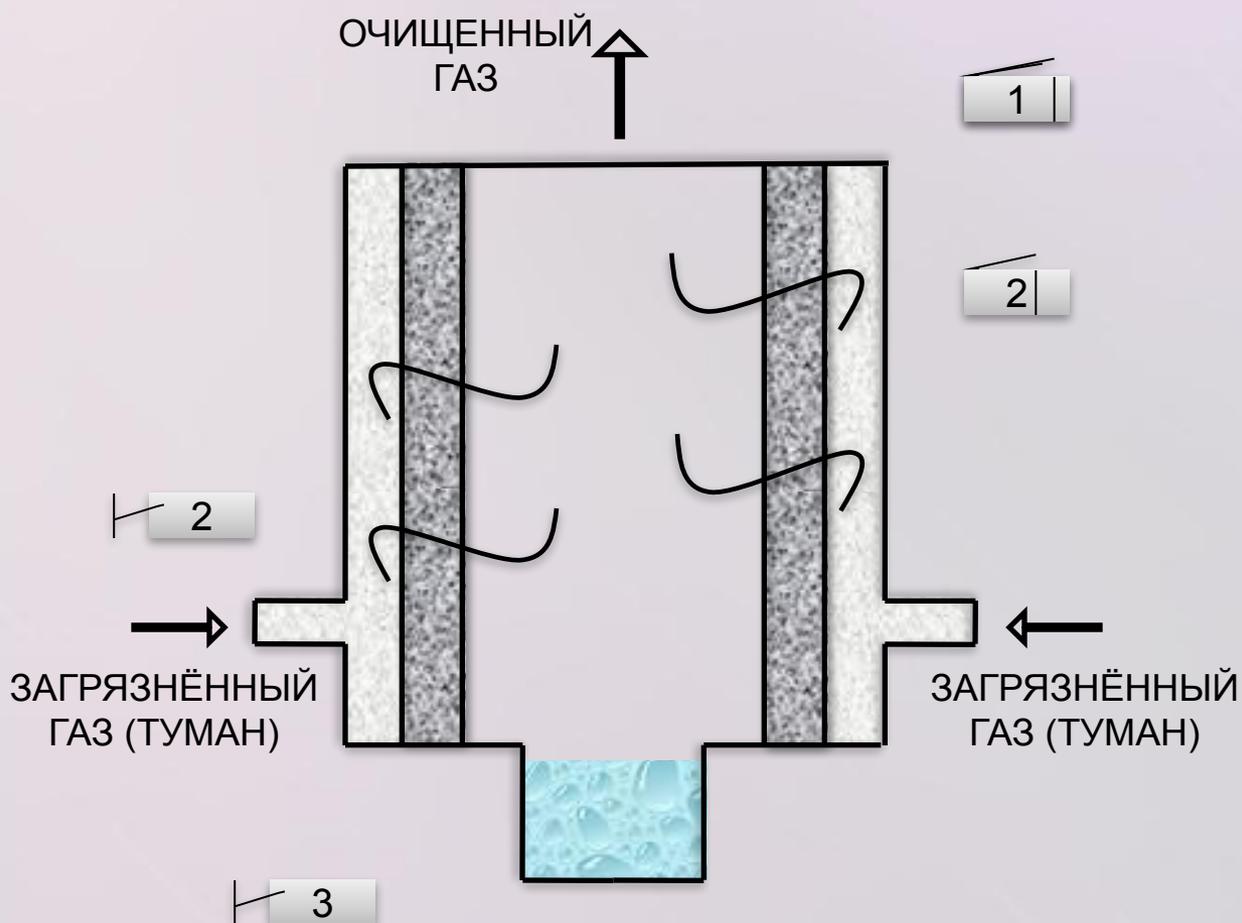
Снижение токсичности выбросов автотранспорта

Для очистки воздуха от туманов кислот, щелочей, масел и др. жидкостей используют волокнистые фильтры.

Принцип действия основан на осаждении капель на поверхности пор с последующим стеканием жидкости под действием сил тяжести.

На рисунке 3 показан фильтрующий элемент туманоуловителя.

РИСУНОК 3.
СХЕМА ЭЛЕКТРОФИЛЬТРА



В пространство между двумя цилиндрами 1, изготовленными из сеток, помещается волокнистый фильтроэлемент 2. Жидкость, осевшая на фильтре, стекает в стакан 3.

Волокнистые туманоуловители обеспечивают высокую эффективность очистки — до 99,9%.

Наполнители — лавсан, полипропилен.

§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофильтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

§ 3.8

Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

Снижение токсичности выбросов автотранспорта

Задача:

очистить промышленные газовые выбросы от газообразных загрязнений. Т.е. надо отделить газ от газа. Задача сложная!

По характеру физико-химических процессов эти методы очистки делятся на 5 групп:

1. **Абсорбция** — это растворение примесных газов;
2. **Хемосорбция** — это химическое связывание примесных газов;
3. **Адсорбция** — это поглощение газообразных примесей твердыми активными веществами;
4. **Термическая нейтрализация газов;**
5. **Поглощение примесей** путем применения каталитического превращения.

1. МЕТОД АБСОРБЦИИ:

Метод абсорбции — это поглощение одного или нескольких газовых примесных компонентов этой газовой смеси жидким поглотителем с образованием раствора.

То, что **поглощается** называется **абсорбатами**.

То, что **поглощает** называется **абсорбентом**.

В таблице 2 приведены конкретные промышленные примеры таких веществ.

Организация контакта газового потока с жидким растворителем осуществляется пропускание газа через насадочную колонну. На рисунке 4 представлена схема орошаемой противоточной насадочной башни.

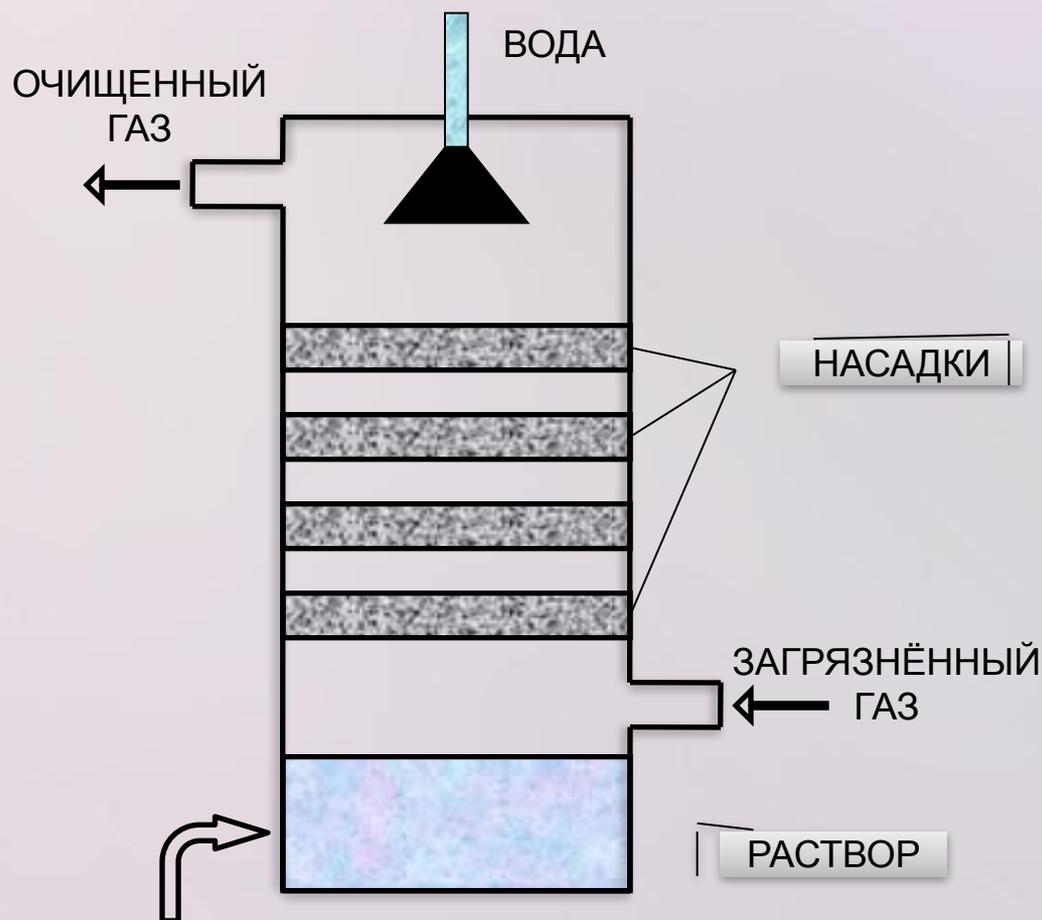
ТАБЛИЦА 2.

ПРИМЕРЫ АБСОРБАТОВ И АБСОРБЕНТОВ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АБСОРБАТ	АБСОРБЕНТ
NH_3 , HCl , HF , H_2S , Cl_2	H_2O
Ароматические углеводороды, например из коксового газа	Вязкие масла

РИСУНОК 4.

ОРОШАЕМАЯ ПРОТИВОТОЧНАЯ НАСАДОЧНАЯ БАШНЯ



Загрязнённый газ входит в нижнюю часть башни. Очищенный — покидает ее через верхнюю часть. Сверху через разбрызгиватели вводят чистый поглотитель — воду. Из нижней отбирают отработанный раствор.

Химически инертные насадки внутри колонны предназначены для увеличения поверхности контакта жидкость–газ (вода–газ). Материал для насадки должен обладать антикоррозионной устойчивостью. Это может быть керамика, фарфор, пластмассы, металлы.

2. МЕТОД ХЕМОСОРБЦИИ:

Основан на поглощении газов твердыми или жидкими поглотителями с образованием химических соединений. Примеры хемосорбции – это очистка воздуха от примесей (таблица 3).

Указанные примеси могут быть в воздухе у ванн травителя, ванн гальваники, ванн для других химических обработок.

Применяемые аппараты для хемосорбции – это насадочные колонны-башни.

Эффективность очистки – 65...75%

ТАБЛИЦА 3.
ПРИМЕРЫ ХЕМОСОРБЦИИ

ПРИМЕСИ	ЧЕМ СВЯЗЫВАЮТ ЧЕРЕЗ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ
NO, NO ₂	Известь (NaOH)
H ₂ S	Этаноламин
Пары кислот HCl, H ₂ SO ₄ , HF	Известь (NaOH)

3. МЕТОД АДСОРБЦИИ:

Основан на физических свойствах некоторых твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси.

В качестве адсорбентов или поглотителей применяют вещества, имеющие большую площадь активной поверхности на единицу массы.

Так, удельная поверхность активированных углей достигает 10^5 — 10^6 м²/кг. Их применяют для очистки газов.

В качестве адсорбентов применяют также активированный глинозем, силикагель, активированную окись алюминия, синтетические цеолиты. Они обладают большей адсорбционной способностью, чем активированные угли.

В таблице 4 представлены примеры использования адсорбции в промышленности.

ТАБЛИЦА 4.

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АДСОРБЦИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ЧТО АДСОРБИРУЮТ	ПРОИЗВОДСТВО
SO ₂	Из топочного газа
Пары растворителей	Окраска автомобилей
Пары органических смол	Производство стекловолокна и стеклотканей
Пары эфира, ацетона	Производство пороха
Ядовитые газы	Выхлоп автомобилей
Радиоактивные газы (радиоактивный йод)	Ядерные реакции (АЭС)

4. ТЕРМИЧЕСКАЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ:

Метод основан на способности токсичных газов окисляться до менее токсичных. Процесс идет при наличии кислорода и высокой температуры.

Этот метод нейтрализации вредных примесей имеет ограничения. Нельзя его применять тогда, когда продукты окисления много токсичнее исходных. Так, при сжигании газов, содержащих фосфор, галогены, серу, образующиеся продукты реакции окисления по токсичности во много раз превышают исходный газовый выброс.

Самая распространенная схема термической нейтрализации газовых выбросов – это их прямое сжигание в пламени.

<продолжение>

Примером процесса прямого сжигания является сжигание углеводородов, содержащих токсичные газы. Т.е. сжигание метана, содержащего цианистый водород.

Второй пример – это сжигание водорода, содержащий фосфин, диборан, хлористый водород, моносилан, после эпитаксии (рисунок 5).

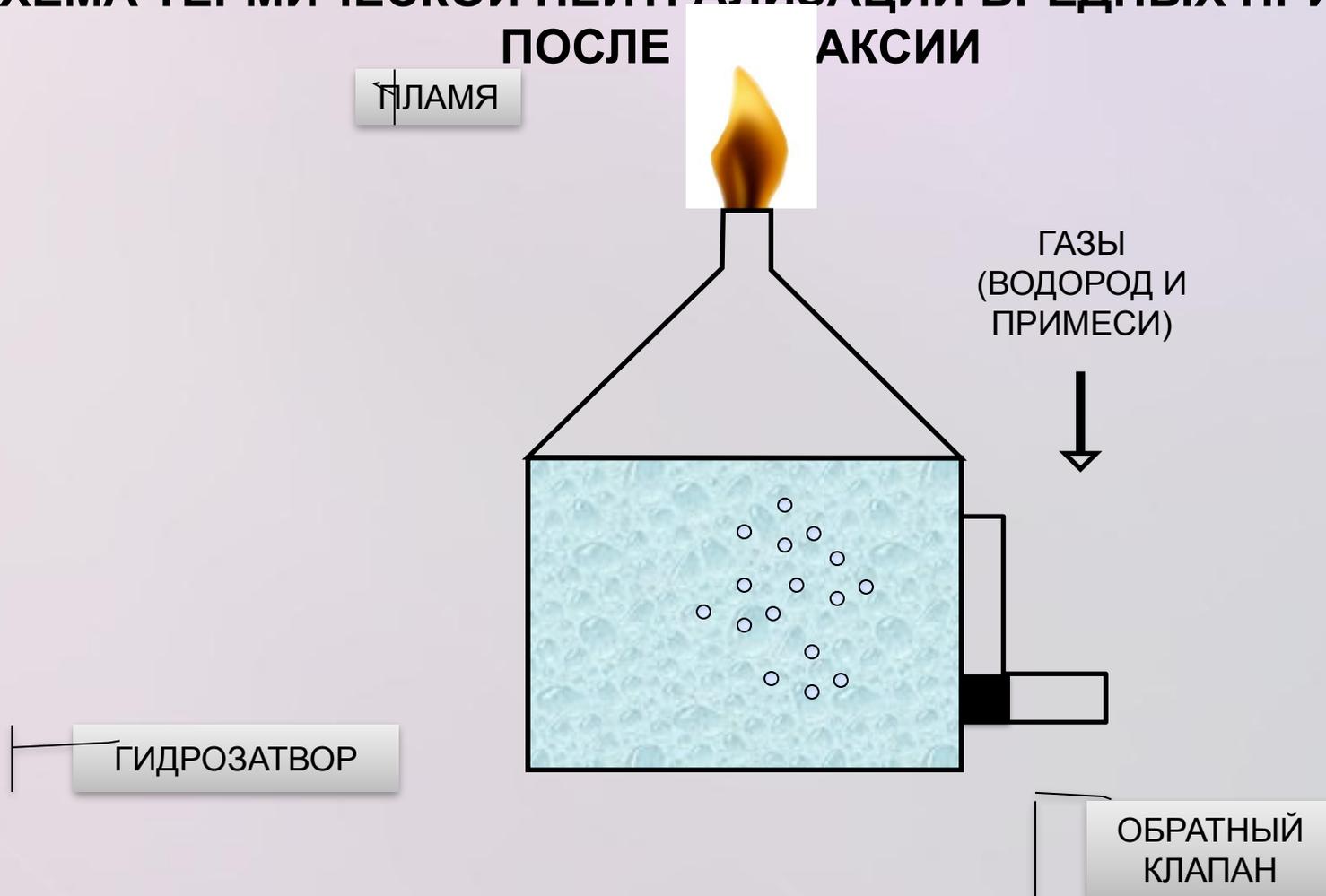
Третий пример – это сжигание паров органических растворителей и окиси азота NO, образующихся в цехах нитрования и в лакокрасочном производстве.

Одна из серьезных аппаратных проблем, затрудняющих прямое сжигание, связана с тем, что температура факела может достигать 1300 °С.

Система огневого обезвреживания обеспечивает эффективность очистки до 90...99%.

РИСУНОК 5.

**СХЕМА ТЕРМИЧЕСКОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ВРЕДНЫХ ПРИМЕСЕЙ
ПОСЛЕ АКСИИ**



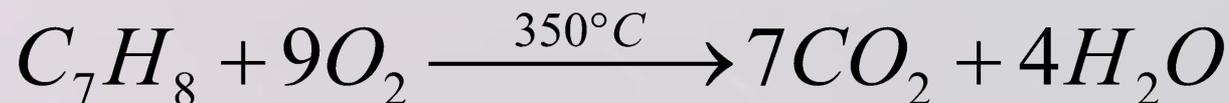
5. КАТАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД:

Используется для превращения токсичных компонентов промышленных выбросов в вещества безвредные или менее вредные для окружающей среды путем введения в систему дополнительных веществ – катализаторов.

В большинстве случаев катализаторами могут быть окись меди, окись марганца, благородные металлы платина, палладий и др.

Такие катализаторы могут полностью окислять примеси этилена, пропилена, бутана, пропана, альдегидов, этилацетона, бензола, толуола, ксилола и другие вещества.

Реакция окисления толуола в присутствии пиромзита (марганцевая руда):



<продолжение>

Эффективность очистки – до 95...98%

Каталитическое окисление выгодно отличается от термического окисления:

- ✓ Кратковременностью процесса (иногда процесс идет доли секунды). Это позволяет резко уменьшить габариты реактора;
- ✓ Температура реакции намного ниже 200...400 °С вместо 800...1200 °С.

§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофильтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

§ 3.8

Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

Снижение токсичности выбросов автотранспорта

В настоящее время применяют двигатели внутреннего сгорания (ДВС):

- ✓ Бензиновые;
- ✓ Дизельные;
- ✓ На газовом топливе (сжатый и сжиженный).

В выхлопных газах ДВС содержатся ядовитые вещества: окись углерода CO и углеводороды C_nH_m .

В настоящее время очень широкое распространение получили каталитические нейтрализаторы ядовитых выхлопных газов.

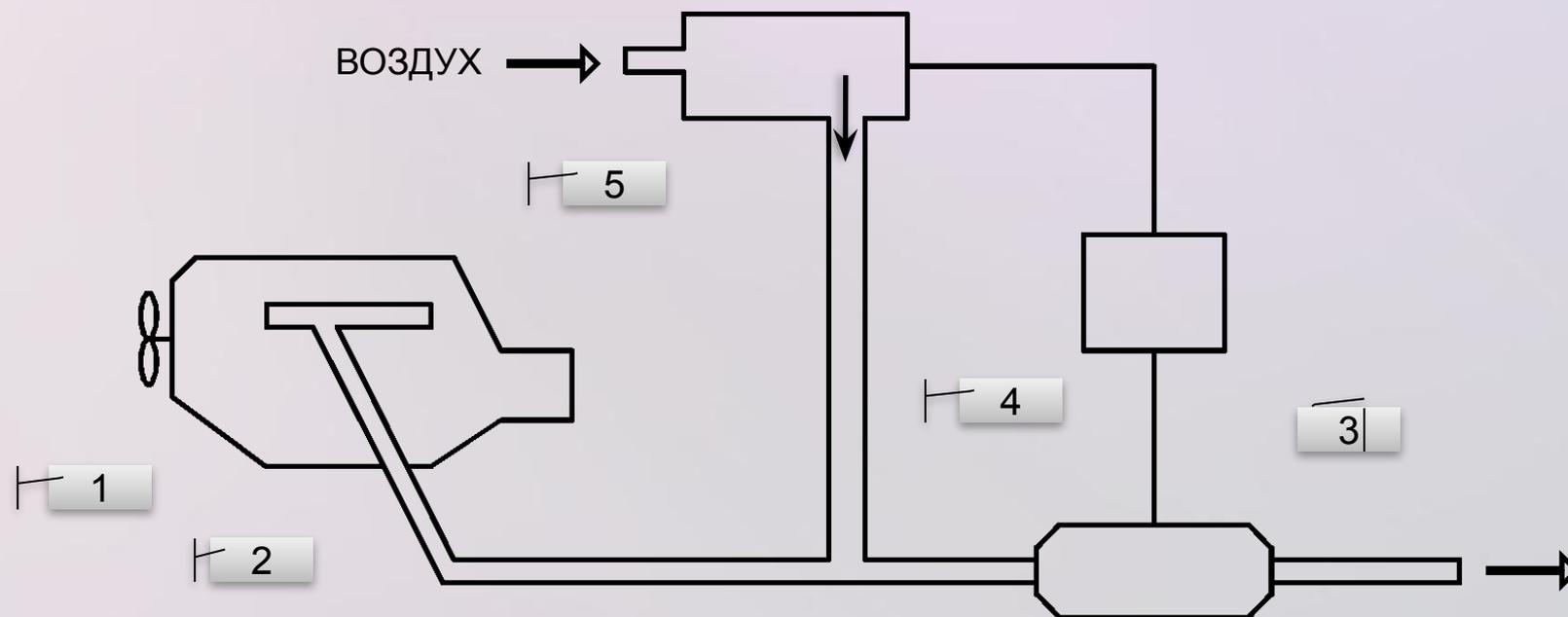
Каталитическая нейтрализация отработавших газов ДВС на поверхности катализатора происходит за счет химических превращений. В результате реакции окисления CO и углеводородов образуются менее вредные для окружающей среды углекислый газ CO₂.

Применяют катализаторы на основе благородных металлов – платина, рутений, радий, придит. Это позволяет примерно в 3 раза уменьшить концентрацию ядовитых веществ в выхлопных газах ДВС.

На рисунке 6 показана схема установки каталитического нейтрализатора в системе ДВС.

РИСУНОК 6.

СХЕМА УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО НЕЙТРАЛИЗАТОРА



Отработавшие газы от двигателя 1 поступают по трубе 2 к каталитическому нейтрализатору 3, а потом выбрасываются в атмосферу.

Для поддержания нужной температуры в нейтрализаторе используется электронный блок 4. Он регулирует каналом 5 подачу воздуха из атмосферы в нейтрализатор.

§ 3.1

Источники и виды загрязнений атмосферы
(воздушного бассейна)

§ 3.2

Классификация методов очистки производственных выбросов

§ 3.3

Сухие пылеуловители

§ 3.4

Электрофильтры

§ 3.5

Фильтры

§ 3.6

Мокрые пылеуловители

§ 3.7

Туманоуловители

§ 3.8

Очистка от газообразных и парообразных загрязнений

§ 3.9

Снижение токсичности выбросов автотранспорта

ТЕМА 3

Защита атмосферы