

Защита атмосферного воздуха от загрязнений

Вредные вещества могут находиться в воздухе как в парообразном виде, так и в виде аэрозолей – твердых или жидких частиц, взвешенных в воздухе. Туманы – аэрозоли с жидкой дисперсной фазой. Пыль – аэрозоли с твердой дисперсной фазой.

По принципу действия различают:

- сухие пылеуловители,
- мокрые пылеуловители,
- фильтры,
- электрофильтры.



Основные показатели

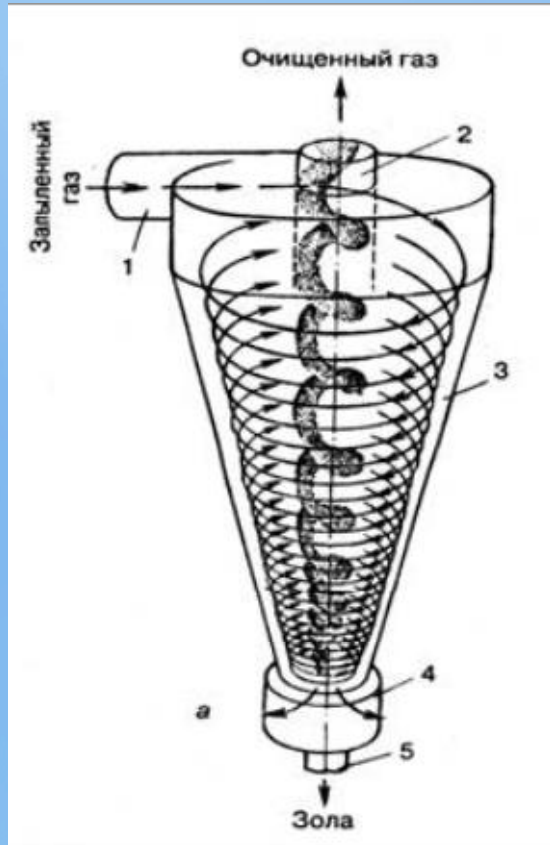
- *Эффективность очистки*
$$\eta = \frac{C_{вх} - C_{вых}}{C_{вх}}$$

- *Общая эффективность*
$$\eta = 1 - (1 - \eta_1) \cdot (1 - \eta_2) \cdot \dots \cdot (1 - \eta_n)$$

- *Коэффициент проскока*
$$K = \frac{C_{вых}}{C_{вх}}$$

- *Общая эффективность очистки связана с коэффициентом проскока частиц*
$$K = 1 - \eta$$

Сухие пылеуловители



Циклон

- Очистка от крупных частиц диаметром более 50–100 мкм;
- степень очистки составляет не выше 40–50%.
- Метод пригоден лишь для предварительной, грубой очистки газов.

1- тангенциальный патрубок

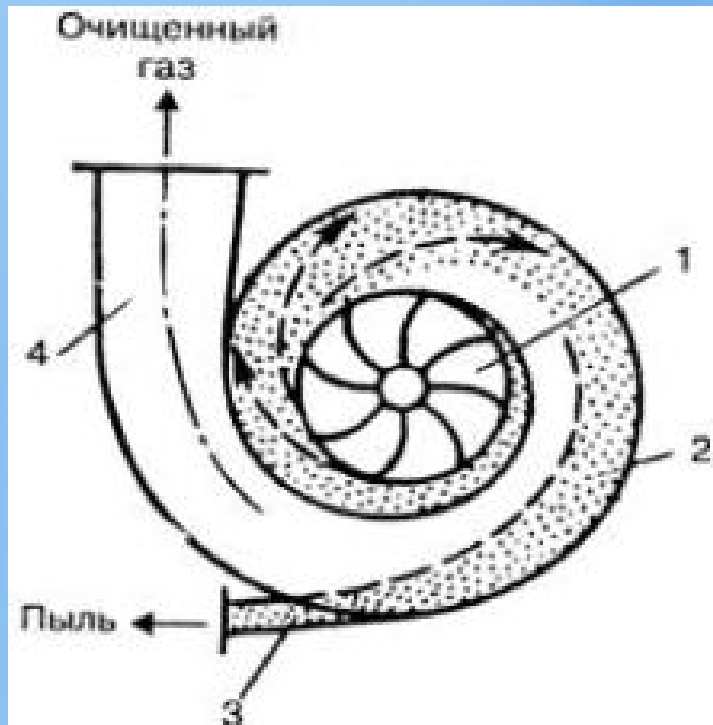
2 - труба

3- внутренняя стенка корпуса

4 - индивидуальные бункер-накопитель

5 – трубопровод

Аппараты центробежного действия

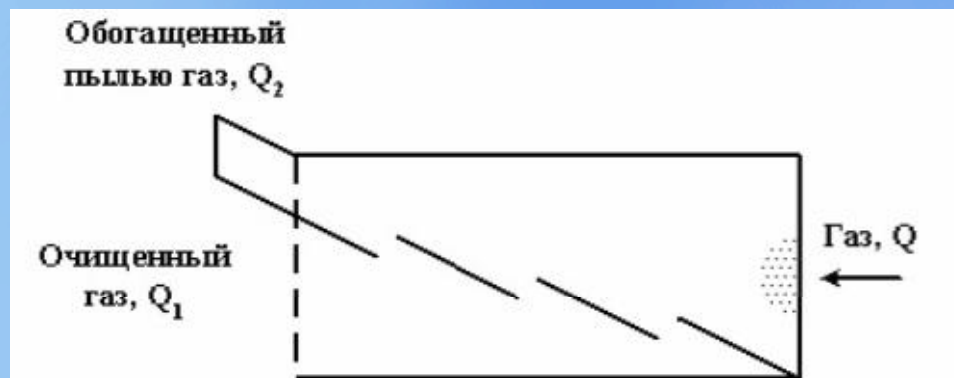


*Сухой пылеуловитель
ротационного типа*

Высокая эффективность очистки воздуха такими аппаратами достигается при улавливании сравнительно крупных частиц пыли (свыше 20-40 мкм).

- 1 - колесо*
- 2 - стенка спиралеобразного кожуха*
- 3 - выхлопное отверстие*
- 4 - выхлопная труба*

Жалюзийные пылеотделители



Позволяют производить разделение газового потока на очищенный и обогащенный пылью газ

$$Q_1 = (0,8 \dots 0,9) \cdot Q, \text{ а } Q_2 = (0,1 \dots 0,2) \cdot Q.$$

- Простота конструкция;
- Хорошо komponуются в газоходах;
- Обеспечивают эффективность очистки 0,8 и более для частиц размером более 20 мкм. Жалюзийные пылеотделители хорошо зарекомендовали себя в системах очистки дымовых труб от крупнодисперсной пыли при температуре 450–600°С.

Мокрые пылеуловители

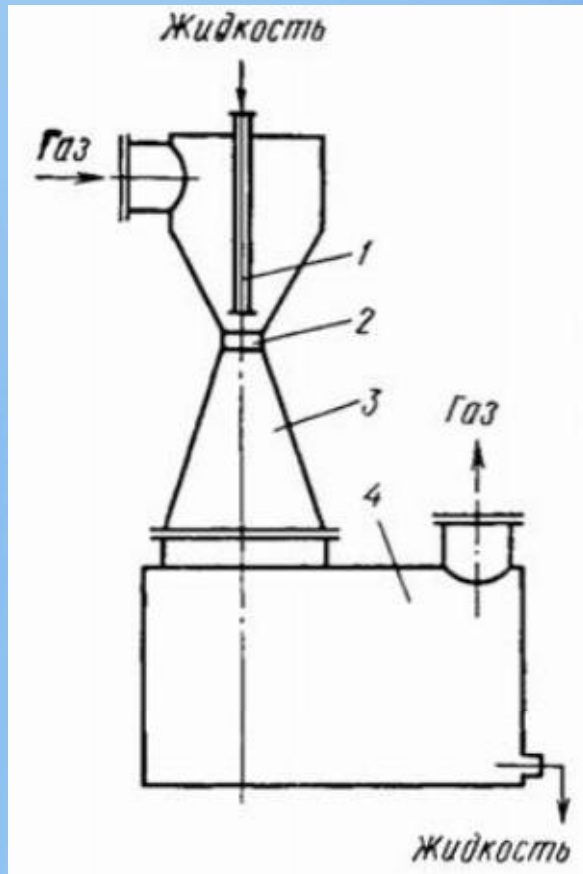
- Очистка газов и воздуха от мелкодисперсной пыли с диаметром частиц d более $(0,3...1,0)$ мкм,
- Очистка от пыли взрывоопасных и имеющих высокую температуру газов нашли мокрые пылеуловители.

Принцип действия мокрых пылеуловителей заключается в осаждении частиц пыли на поверхность капель или пленки жидкости за счет сил инерции и броуновского движения.

С учетом конструктивных особенностей мокрые пылеуловители разделяют на:

- скрубберы Вентури;
- форсуночные и центробежные скрубберы;
- аппараты ударно-инерционного типа;
- барботажно-пенные аппараты и др.

Скруббер Вентури



Высокая эффективность очистки аэрозолей со средним размером частиц 1...2 мкм при начальной концентрации примесей до 100 г/куб. м.

- 1 - центробежные форсунки
- 2 - сопло Вентури
- 3 - диффузорная часть сопла
- 4 - камера

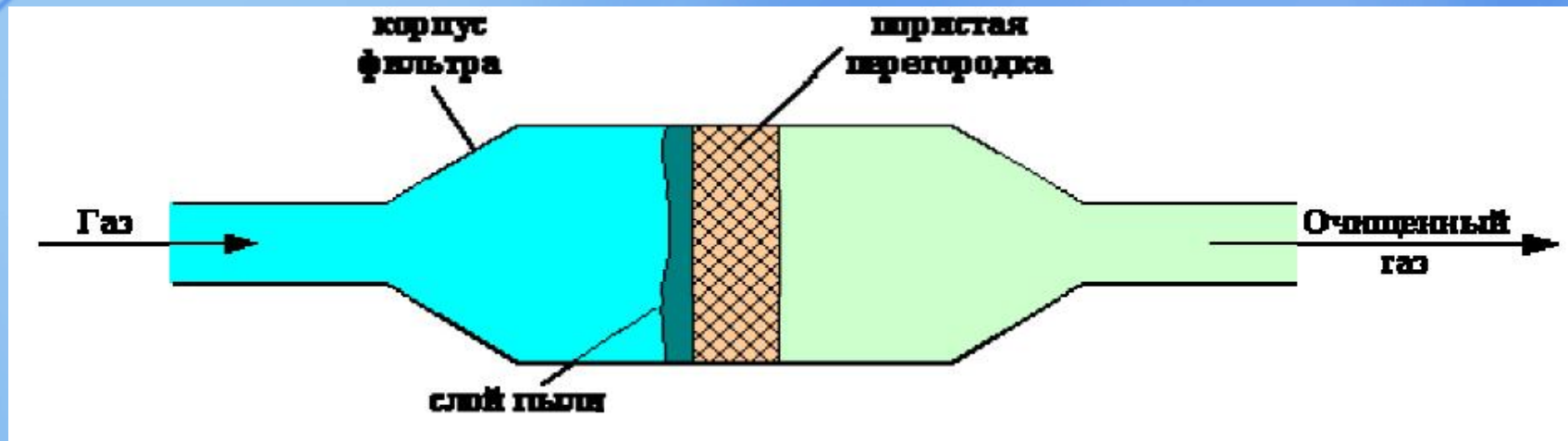
Достоинства:

- более высокая эффективность по сравнению с сухими механическими пылеуловителями инерционного типа;
- возможность использования при высокой температуре и повышенной влажности газов;
- работы на взрывоопасных газах;
- улавливание вместе с взвешенными твердыми частицами паров и газообразных компонентов.

Недостатки:

- значительные затраты энергии при высоких степенях очистки;
- получение уловленного продукта в виде шлама, что часто затрудняет и удорожает его последующее использование;
- необходимость организации оборотного цикла водоснабжения (отстойники, перекачивающие насосы и т. п.);
- образование отложений в оборудовании и газопроводах;
- коррозионный износ оборудования и газопроводов при очистке газов, содержащих агрессивные компоненты.

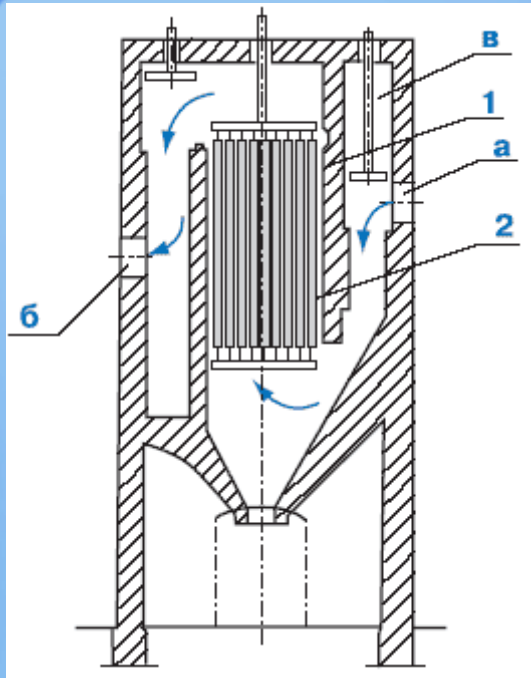
Фильтры



Типы зернистых фильтров:

- **зернистые насыпные фильтры**, в которых улавливающие элементы не связаны жестко друг с другом (песок, гальку, шлак, дробленые горные породы, древесные опилки, кокс, крошку резины, пластмасс и графита и другие материалы);
- **жесткие пористые фильтры**, в которых зерна прочно связаны друг с другом в результате спекания, прессования или склеивания и образуют прочную неподвижную систему (пористая керамика, пористые пластмассы).

Электрофилтры



1 – коронирующие электроды;
2 – пластинчатые осадительные электроды;
а – входной газопровод;
б – выходной газопровод;
в – камера.

Достоинства:

- высокая степень очистки (до 99 %);
- возможно применение при высоких температурах;
- системы пылеулавливания с применением электрофилтров могут быть полностью автоматизированы.

Недостатки:

- большие капитальные затраты на сооружение (металлоемки и занимают большую площадь);
- высокая чувствительность процесса электрической очистки к отклонениям от заданного технологического режима;
- не применяются, если очищаемый газ представляет собой взрывоопасную смесь.

Защита водного бассейна

В сточных водах могут содержаться следующие виды примесей:

- механические примеси органического и минерального происхождения;
- стойкие и летучие нефтепродукты;
- эмульсии;
- растворенные токсичные соединения органического и неорганического происхождения (ионы металлов, фенолы, цианиды, сульфиды и др.)

Методы очистки

- 1. Деструктивные** - разрушение загрязняющих веществ путем их окисления или восстановления. Продукты распада удаляются из воды в виде осадков или газов, или остаются в ней в виде растворимых минеральных солей.
- 2. Регенеративные** - извлечение и утилизация веществ из воды. Редко воду при этом можно сразу сбрасывать в водоемы. Обычно необходима доочистка деструктивными методами.

Обычно очистка сточных вод
проходит через следующие стадии:

- **механическая очистка**
(удаление взвешенных и коллоидных частиц);
- **удаление растворенных химических соединений**
физико-химическими, химическими,
электрохимическими, биологическими методами или их
комбинацией.

Методы очистки от механических примесей

1. *Процеживание* – первичная стадия обработки стоков. Осуществляется пропусканием сточных вод через решетки и волокноуловители.
2. *Отстаивание* – предназначено для выделения из сточных вод нерастворимых или частично растворимых (коллоидных) механических загрязнений органического или минерального происхождения. Этот процесс основан на закономерностях осаждения твердых частиц в жидкостях.

Очистка *отстаиванием* осуществляется в:

- **песколовках** (вертикальных или горизонтальных), которые задерживают частицы до 250 мкм.
- **отстойниках** (горизонтальных, вертикальных, радиальных и комбинированных), в которых выделяются осаждающиеся или всплывающие механические загрязнения.

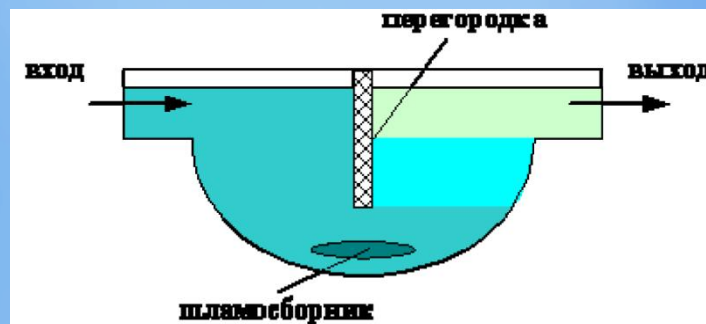


Схема вертикальной песколовки

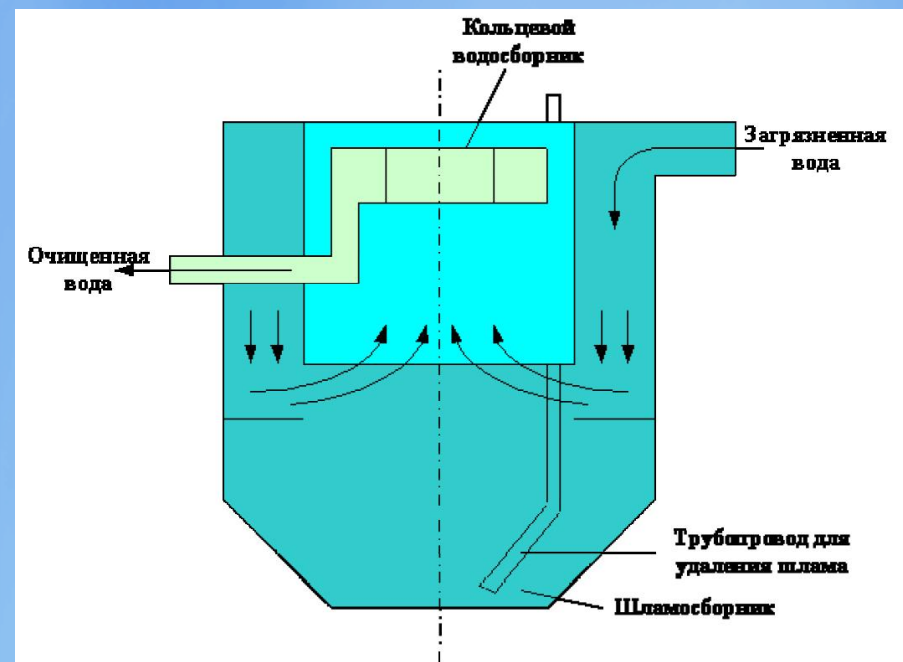
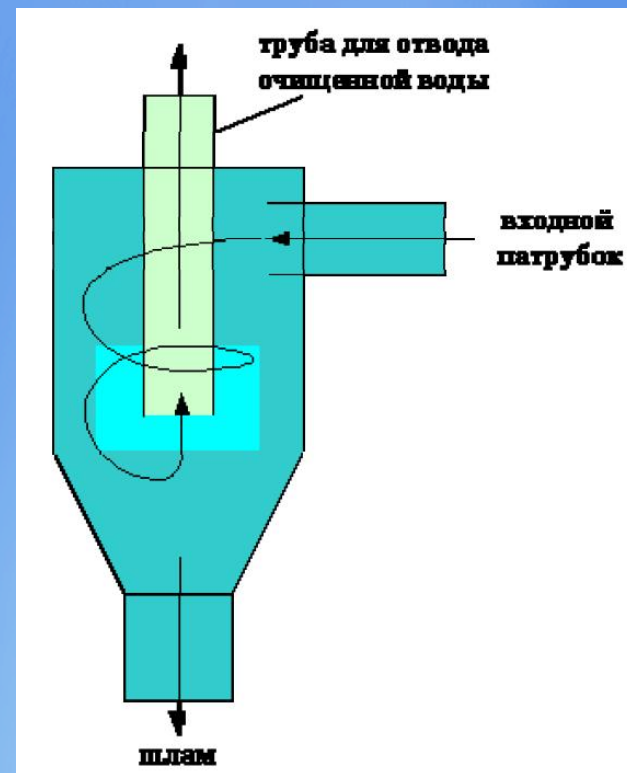


Схема вертикального отстойника

3. *Отделение механических примесей в поле действия центробежных сил*

осуществляется в открытых или напорных гидроциклонах, многоярусных гидроциклонах или центрифугах.



4. *Фильтрация* – предназначено для очистки от тонкодисперсных механических загрязнений с небольшой концентрацией.

В качестве фильтрующего материала применяют кварцевый песок, керамзит, графит, полимерные материалы, а также сетки, нетканые материалы на основе синтетических волокон и т.д.

По скорости очистки фильтры подразделяются на:

- **медленные фильтры** (0,2–0,5 м/ч): фильтрование через пленку (осадок) загрязняющих веществ, образующуюся на поверхности зернистого слоя.
(+) высокая степень очистки,
(-) громоздки, производительность невысока, сложна очистка фильтрующего материала.
- **скоростные фильтры** (2–15 м/ч): фильтрование происходит через пленку в толще слоя, образованную за счет прилипания к зернам фильтрующего материала. Такие фильтры могут быть однослойными и многослойными. Промывка зерен очищенной водой.

Очистка сточных вод от маслосодержащих примесей

В зависимости от концентрации и
состава примесей производится:

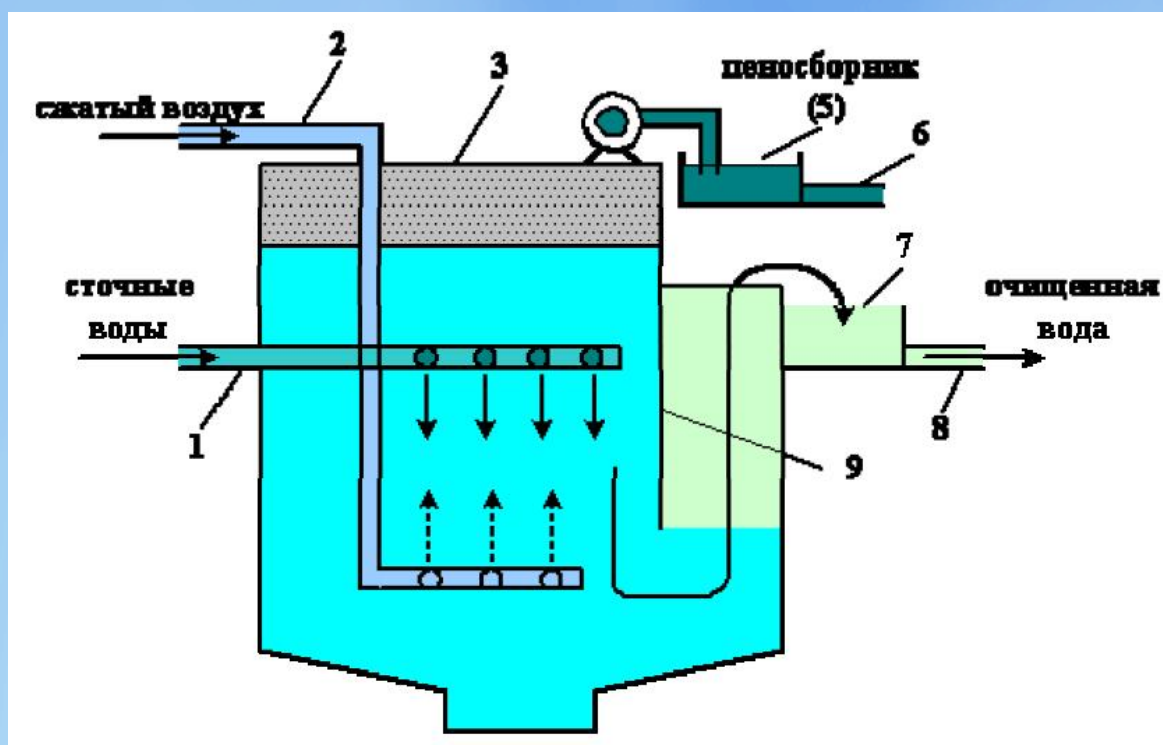
- отстаиванием;
- обработкой в гидроциклонах;
- флотацией;
- фильтрованием.

Отстаивание.

Частицы масел с плотностью меньшей плотности воды всплывают на поверхность и образуют пленку, которая удаляется специальными скребками.

Флотация.

Метод, основанный на различной смачиваемости частиц.



Очистка от металлов и их солей

Методы очистки:

- реагентные;
- ионообменные;
- сорбционные;
- электрохимические методы (гиперфльтрация, электрокоагуляция, электролиз, электродиализ);
- биохимическую очистку.

К химическим (реагентным) методам относятся:

- **коагуляция** – процесс укрупнения частиц загрязняющих веществ и объединения их в агрегаты (в качестве коагулянтов выступают соли железа, алюминия, глина, зола);
- **флокуляция** – добавление для агрегации веществ высокомолекулярных соединений. В результате образуются хлопья гидроксида алюминия и железа, в результате увеличивается скорость осаждения;
- **нейтрализация** – смешение кислых и щелочных стоков и добавление реагентов.

- **адсорбция** – пропуск очищаемой воды через фильтр с сорбентом, после насыщения которого загрязняющими веществами отделяют сорбент от очищаемой воды отстаиванием.

(Адсорбенты – торф, опилки, зола, шлаки и др.; самый эффективный и дорогой – активированный уголь).

- **ионообменная очистка** - позволяют получать выделенные из сточной воды металлы в виде относительно чистых и концентрированных солей. Для ионообменной очистки сточных вод использую синтетические ионообменные смолы.
- **биохимические методы** могут быть искусственными (биологические фильтры и аэротенки) и естественными (поля фильтрации, биологические пруды).

- Биохимические методы могут быть:
 - искусственные (биологические фильтры и аэротенки)
 - естественные (поля фильтрации, биологические пруды).

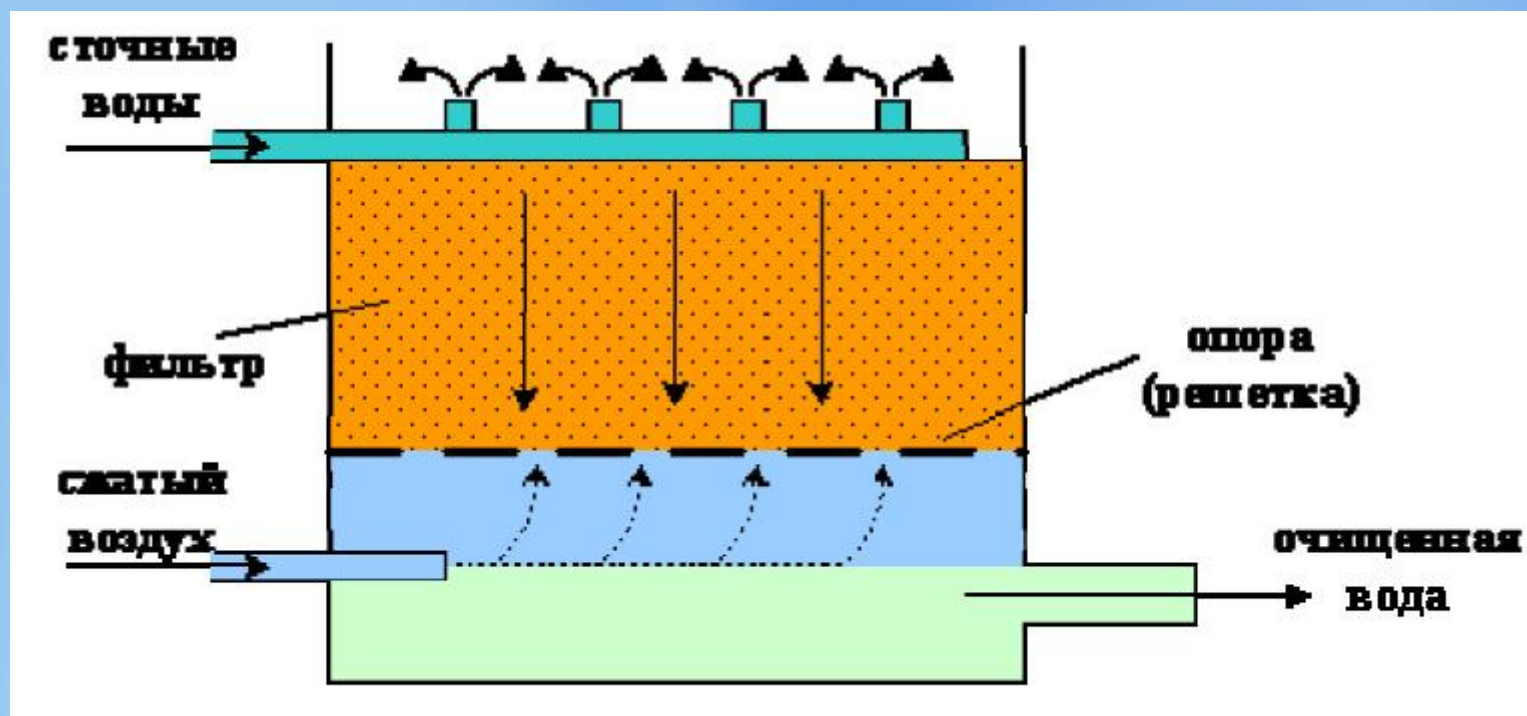


Схема биофильтра

Схема промышленной очистки

