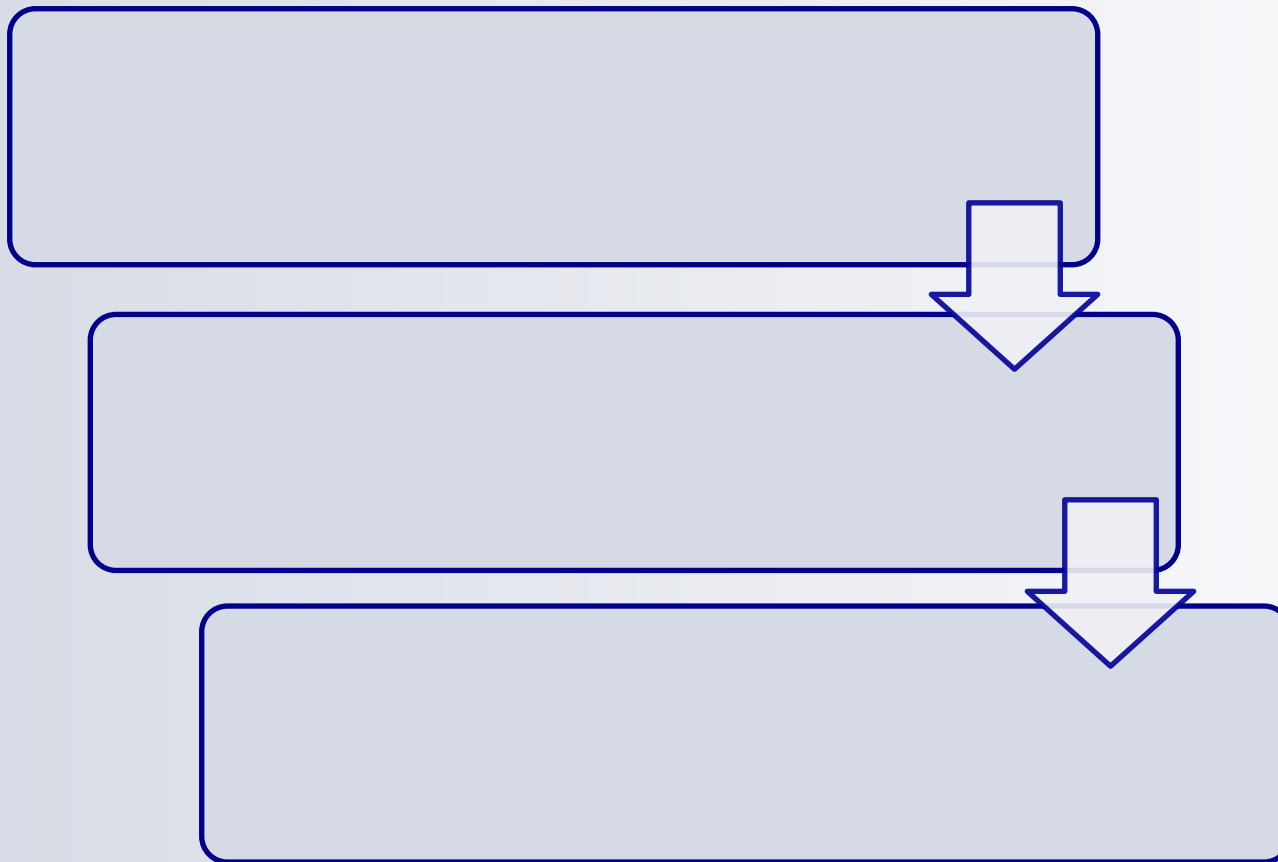
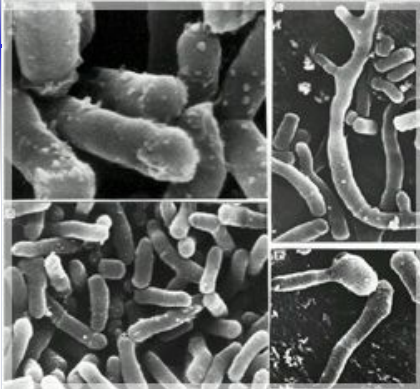


производства – проблемы и решения



# Особенности биохимических производств, вызывающие их повышенную экологическую опасность



## Микробиологические производства:

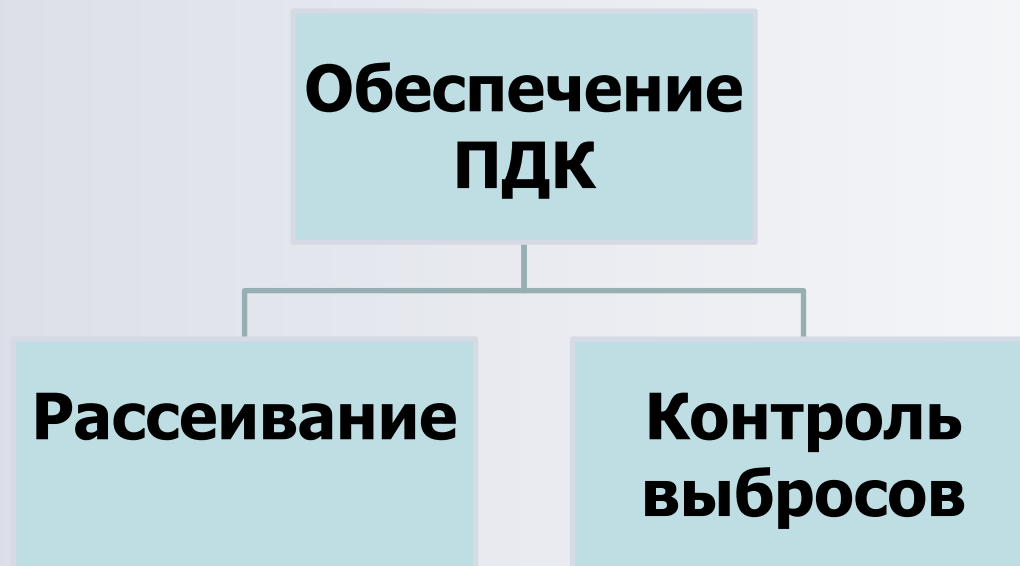
- использование в больших количествах живых микроорганизмов,
- применение в производстве веществ, являющимися питанием для дикоживущих микроорганизмов

## Химико-фармацевтические производства (100 кг отходов на 1 кг продукта!)

- многостадийность синтезов;
- применение избытка одного из реагентов без регенерации;
- широкое использование приемов введения различных групп (Cl, NO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> и т. п.) только для того, чтобы заместить их потом на другие;
- многостадийные схемы очистки продуктов.



- **Отходы производства** - разнообразные по составу и физико-химическим свойствам остатки, характеризующиеся или нет потребительской ценностью и являющиеся вторичными материальными ресурсами
- **Предельно-допустимая концентрация (ПДК)** – это такое содержание вредного вещества в ОС, которое при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства (ПДК рабочей зоны, ПДК м.р. (максимально-разовая), в мг/м<sup>3</sup>)
- **Предельно-допустимый выброс (ПДВ)** – это объем загрязняющего вещества, выбрасываемый источником за единицу времени, превышение которого ведет к превышению ПДК в среде, окружающей источник.





# Защита атмосферы от промышленных загрязнений (очистка отходящих газов)



Промышленные газовые выбросы:

- **организованные** (поступают в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы и трубы, что позволяет применять для очистки от загрязняющих веществ соответствующие установки)
- **неорганизованные** (поступают в атмосферу в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушений герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта)
- **нагретые**
- **холодные,**
- **выбрасываемые без очистки**
- **выбрасываемые после очистки.**

# 1

- Для микробиологических процессов, основанных на жизнедеятельности аэробных микроорганизмов, **расходуется огромное количество воздуха**, прежде всего на стадиях ферментации и сушки биопрепаратов.

- Воздух, выходящий из ферментатора, **содержит большое количество живых микроорганизмов**.

При культивировании дрожжей в 1 м<sup>3</sup> воздуха, выходящего из ферментатора, содержится  $(3.4-3.6) \times 10^6$  клеток м/о.

Даже непатогенные микроорганизмы, поскольку они имеют в своем составе белки, чуждые для человеческого организма, могут быть достаточно сильными аллергенами

- Кроме микроорганизмов в воздухе микробиологических производств содержатся пыль, влага и пр.
- Предприятиями химической промышленности выбрасываются пыль, содержащая неорганические и органические вещества и газы: CO<sub>2</sub>, CO, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HF, HCl, H<sub>2</sub>S и др.

# 1

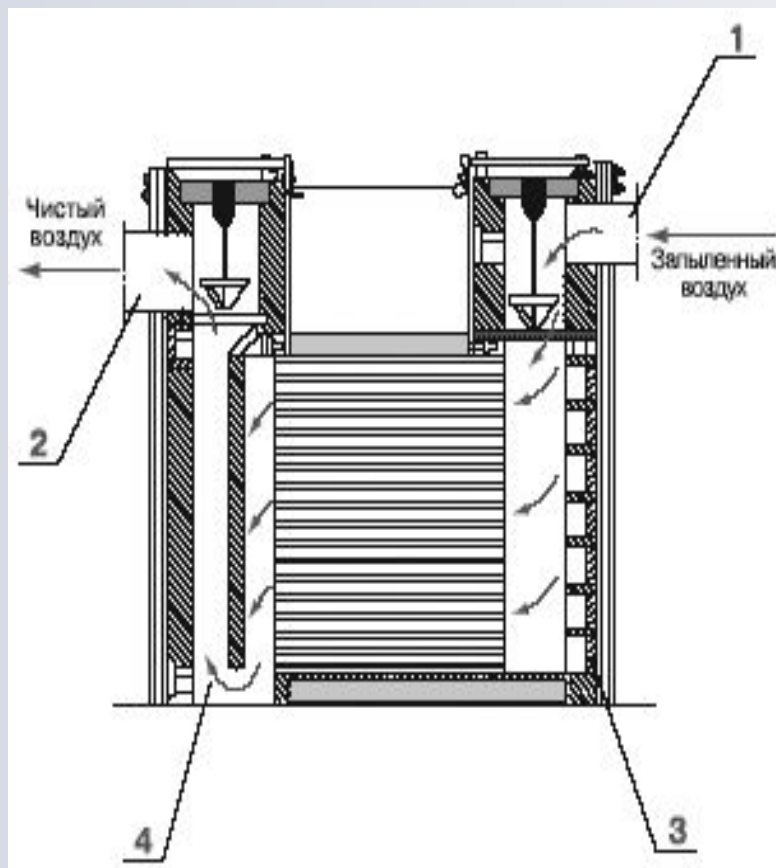


## Способы удаления взвешенных примесей из воздуха

- **«сухая» очистка**, основана на оседании частиц под действием силы тяжести или на действии инерционных сил при изменении направления движения воздуха;
- **«мокрая» очистка**, основана на орошении воздуха водой или пропускании его через слой воды;
- **пропускание воздуха через фильтры**, в которых задерживается пыль, влага и микроорганизмы (включая стерилизацию).
  - сетки из нержавеющей стали или пластмасс (сепарируется около 99% воды);
  - фильтрующие элементы из микроволокон тонкого боросиликатного стекла с высокой стерилизующей способностью (до 99.999%), улавливающие частицы более 0.6 мкм.
- **электрическая очистка газов** - осаждение взвешенных в газе частиц в электрическом поле.

# 1

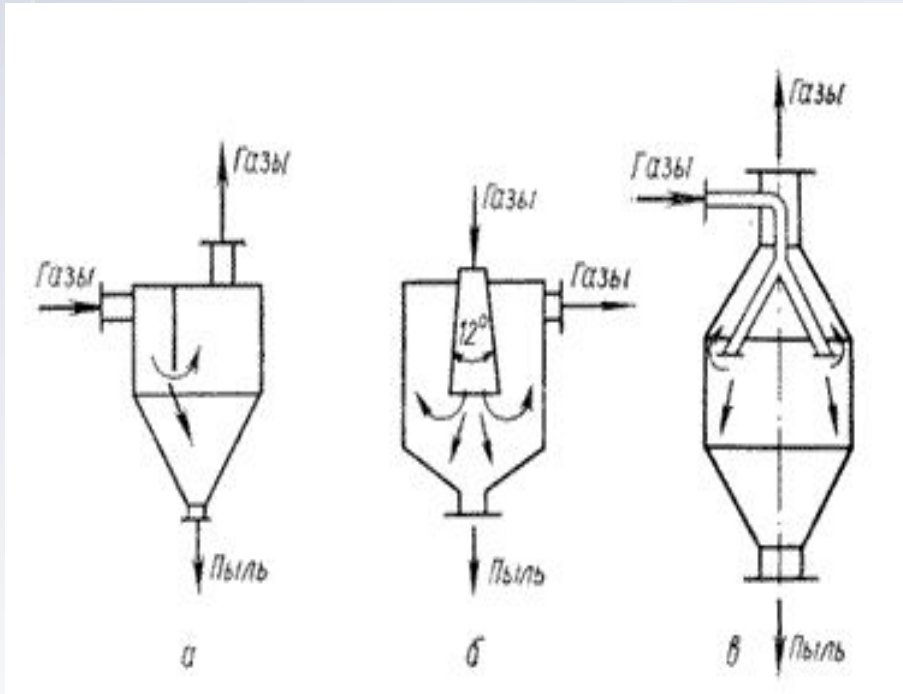
## Оборудование для «сухой» очистки



- 1 **пылеосадительные камеры**, принцип которых основан на действии силы тяжести (рис. 7.1);
- 1 - входной патрубков;
  - 2 - выходной патрубков;
  - 3 - корпус;
  - 4 - бункер взвешенных частиц.

# 1

# Оборудование для «сухой» очистки



2 **инерционные пылеуловители**, принцип которых основан на использовании силы инерции (рис 7.2)

Схема инерционных пылеуловителей различными способами подачи и разделения газового потока

- а - камера с перегородкой;
- б - камера с расширяющимся конусом;
- в - камера с заглубленным бункером

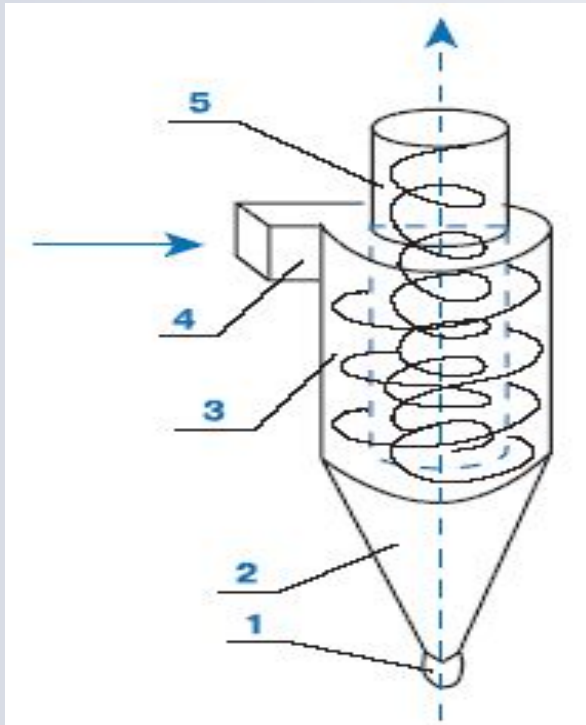


# 1



## Оборудование для «сухой» очистки

- **ЦИКЛОНЫ** - пылеуловители, принцип которых основан на действии центробежных сил (рис.7.3):



- 1-пылевывпускное устройство
- 2-конусная часть
- 3-цилиндрическая часть
- 4-входной патрубков
- 5-выхлопная труба

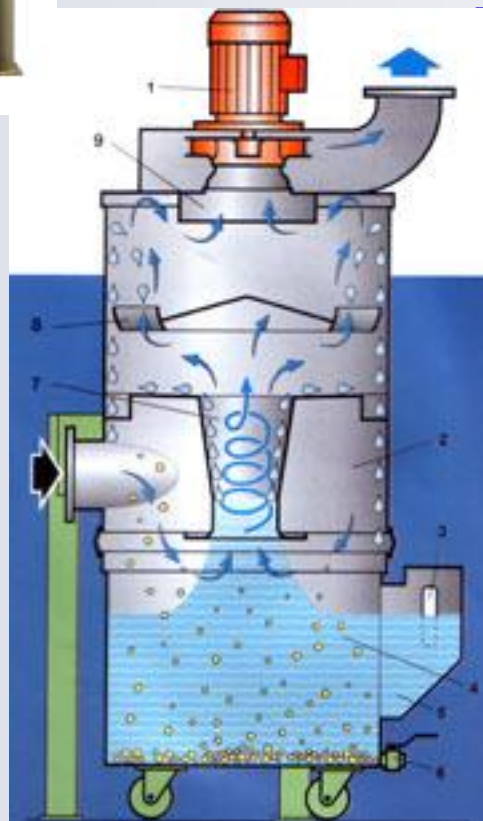
Коэффициент улавливания  
пыли 85-95%

# 1



## Аппараты «мокрой» очистки (скрубберы)

- Полые и насадочные;  
барботажные и пенные;  
аппараты ударноинерционного  
типа;  
центробежного типа;  
динамические и турбулентные  
промыватели



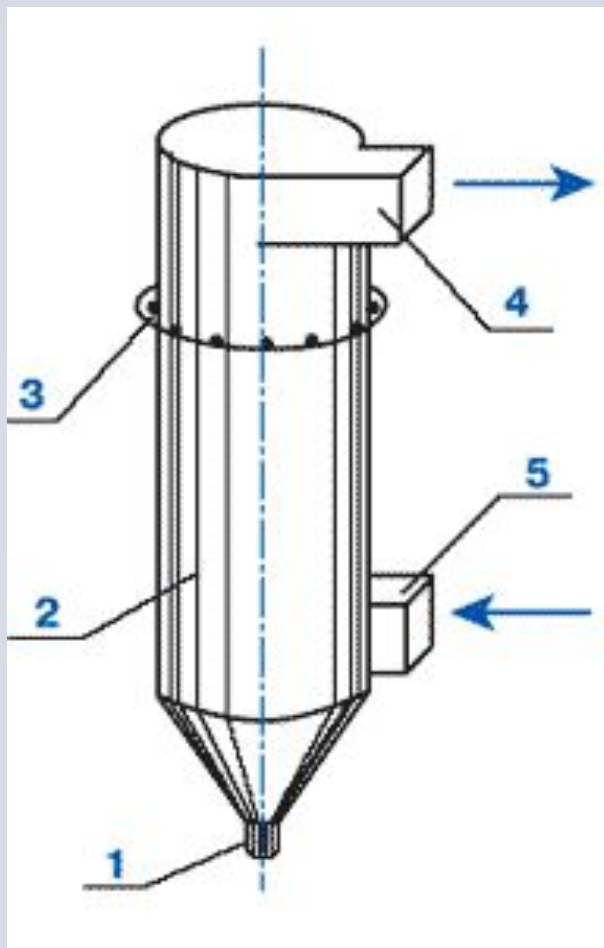
Устройство полого скруббера (рис.7.4)

- 1 - Вентилятор с двигателем
- 2 - Верхняя часть с тангенциальным входом
- 3 - Контрольное водомерное стекло
- 4 - Выдвижная тележка для шлама
- 5 - Емкость уровня воды
- 6 - Кран для слива воды
- 7 - Внутренняя труба Вентури
- 8 - Каплеотделитель
- 9 - Выпрямитель

Степень очистки 90-92%  
для частиц с диаметром более 10 мкм

# 1

## Аппараты «мокрой» очистки



- **Циклон с водной пленкой** (рис.7.5)  
1-пылевывпускное устройство  
2-цилиндрическая часть  
3-сопла  
4-выход очищенного воздуха  
5-входной патрубок

Степень очистки для пыли размером частиц до 5 мкм - 88-89%, для пыли с более крупными частицами - 95-100%.

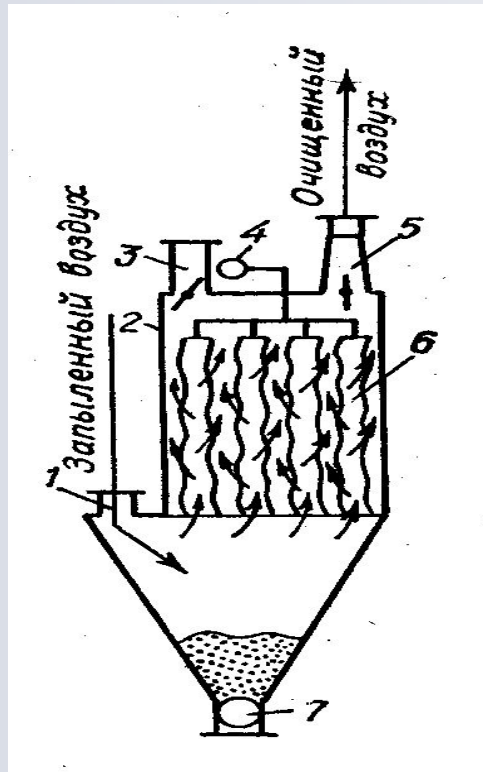
1



## Аппараты фильтрующего типа

Рис. 5.5. Схема рукавного  
фильтра:

- 1-штуцер для подачи  
запыленного воздуха,
- 2- корпус,
- 3-штуцер для подачи чистого  
воздуха для продувки  
рукавов,
- 4-встряхивающее устройство,
- 5-штуцер для отвода  
очищенного воздуха,
- 6-фильтрующие рукава,
- 7-шнек для удаления пыли.



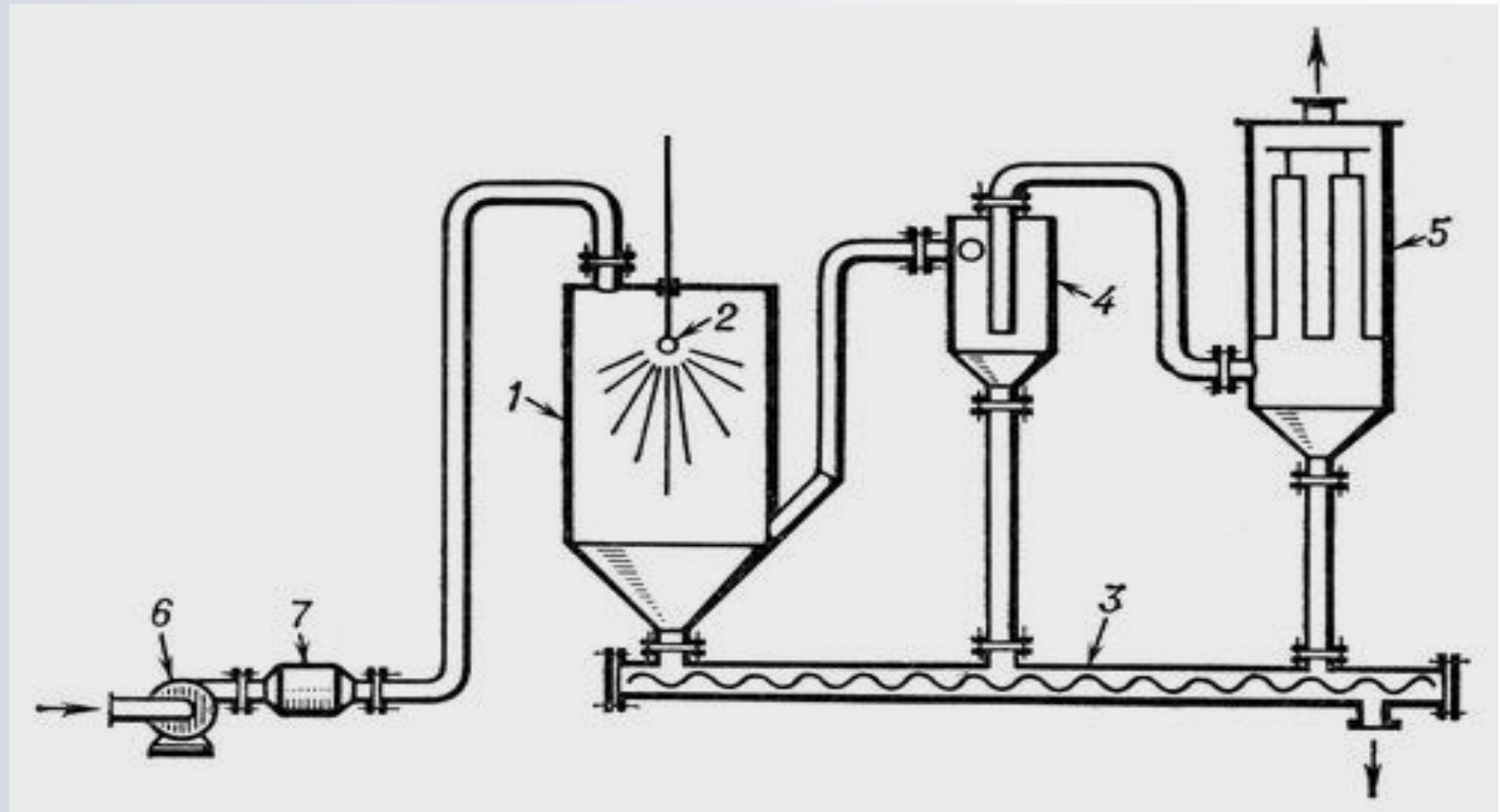
# 1



## Методы обезвреживания отходящих газов от газообразных или парообразных токсичных веществ

- **абсорбция** (вода, органические растворители, не вступающие во взаимодействие с извлекаемым газом),
- **адсорбция** (пористые тела),
- **каталитические методы** (основаны на химических превращениях токсичных компонентов в нетоксичные на поверхности твердых катализаторов),
- **термические методы** для обезвреживания газов от легкоокисляемых, токсичных, а также дурнопахнущих примесей (основаны на прямом сжигании).

**На практике установки для очистки – это многоступенчатые схемы, представляющие собой комбинацию различных способов очистки.**





# Защита гидросферы от промышленных загрязнений (очистка сточных вод)

- **Сточная вода** – это вода бывшая в производственном употреблении, а также прошедшая через загрязненную территорию.  
В производстве образуются различные категории сточных вод:
- образующиеся при протекании химических реакций (загрязнены исходными веществами и продуктами реакций);
- воды, находящиеся в виде свободной или связанной влаги в сырье и выделяющиеся в процессе переработки, промывные воды;
- маточные водные растворы;
- водные экстракты и абсорбенты;
- воды охлаждения;
- др. сточные воды: мытье тары и оборудования, воды с вакуум-насосов.

# 2

**Содержание некоторых ЗВ в сточных водах микробиологических предприятий колеблется в следующих пределах (в мг/л):**

**взвешенные вещества – 1000-2000,  
азот – 150-250, фосфор – 30-50 и др.**

- На крупных заводах система очистки сточных вод является продолжением технологического процесса производства.
- В цехах, а иногда и на установках, создаются локальные системы очистки, которые предназначены для очистки сточных вод, используемых в системах повторного и оборотного водоснабжения.

Наиболее перспективный путь уменьшения потребления свежей воды – это создание оборотных и замкнутых систем водоснабжения.



# Способы очистки СТОЧНЫХ ВОД



- 1. механические:** заключаются в механическом отделении нерастворимых грубодисперсных примесей методом процеживания, отстаивания или фильтрования
  - крупные легко осаждающиеся примеси процеживаются через **механизированные решетки**,
  - зернистые минеральные загрязнения осаждаются в **песколовках, отстойниках**,
  - более мелкие частицы и масляные пленки отделяются на фильтрах с зернистым материалом – **песчаные фильтры** или ультрафильтрацией (**обратный осмос**).

# 2

## Способы очистки СТОЧНЫХ ВОД



2. **физико-химические**: основаны на изменении физического состояния загрязнений, что облегчает их удаление из сточных вод (коагуляция, флотация, ионообменный метод и др.).
3. **химические**: основаны на химическом взаимодействии реагентов с растворенными в сточных водах веществами (реакции конденсации, окисления, нейтрализации), в результате которого образуются нетоксичные вещества, растворимые соединения переходят в нерастворимые и т.д.

# Способы очистки СТОЧНЫХ ВОД



4. **термические:** в результате которых сточные воды полностью уничтожаются при высокой температуре с получением нетоксичных продуктов сгорания и твердого остатка. Применяются для обезвреживания промышленных сточных вод, содержащих токсичные органические и минеральные вещества.
5. **биологические:** основаны на способности микроорганизмов использовать в качестве питательного субстрата многие органические и некоторые неорганические соединения, содержащиеся в сточной воде. **Для предприятий микробиологической промышленности данный способ является основным.**

# 2

**В процессе БХО сточных вод часть окисляемых микроорганизмами веществ используется в процессах биосинтеза (образование биомассы - активного ила или биопленки), а другая часть превращается в безвредные продукты окисления (вода, углекислый газ и др.).**

Биологическая очистка может проводиться в **аэробных** и **анаэробных** условиях при непрерывном культивировании микроорганизмов **глубинным** или **поверхностным** способом.

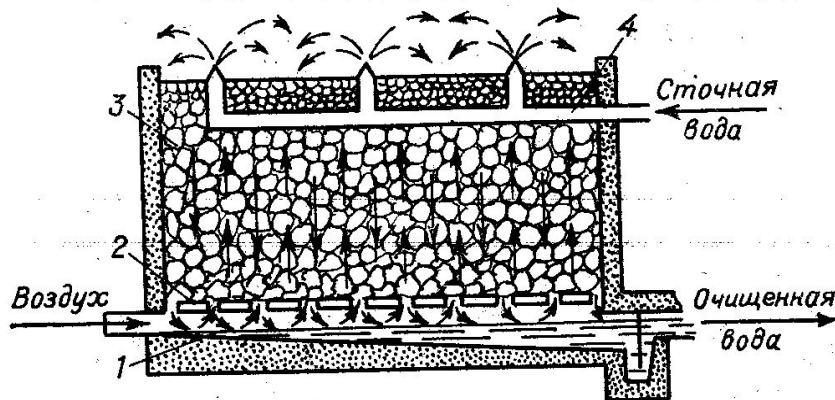
# Биологические фильтры (аэробное поверхностное культивирование)



Классификация биофильтров по конструктивной особенности загрузочного материала:

- объемная загрузка (загрузочный материал- гравий, шлак, керамзит, щебень и др.)
- плоскостная загрузка (пластмассы, асбестоцемент, ткани, металл).

Рис.7.6. Схема работы биофильтра:



- 1-дно,  
2-решетка,  
3-фильтрующий материал,  
4-водораспределит. устройство.

# 2

## Очистка сточных вод в аэротенках (аэробное глубинное культивирование)



Рис. 7.7. Схема установки "Аэротенк - вторичный отстойник".

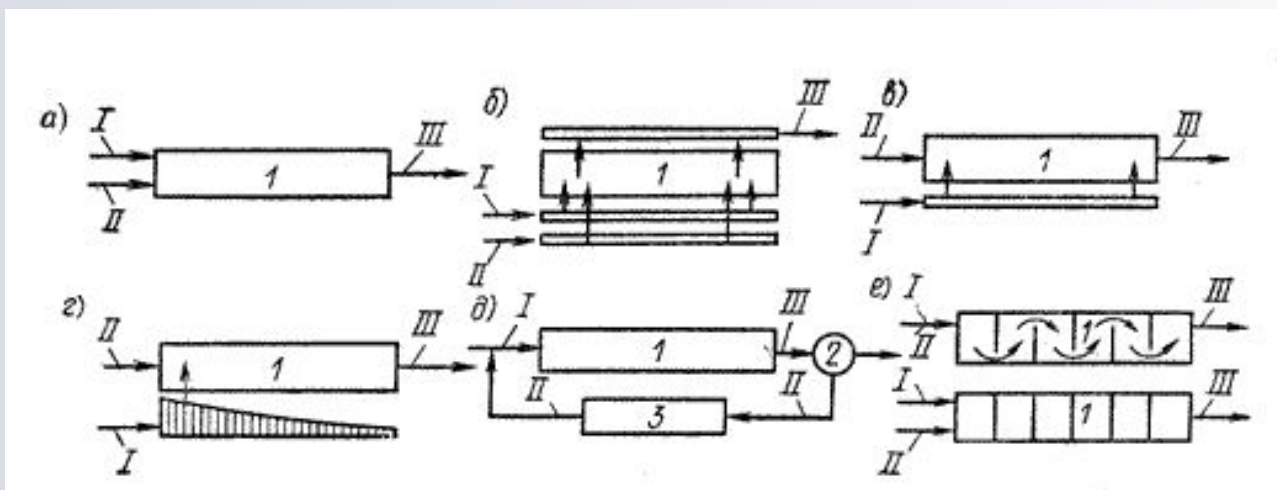
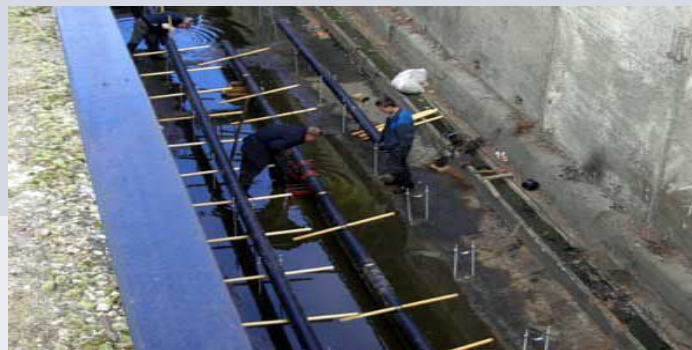
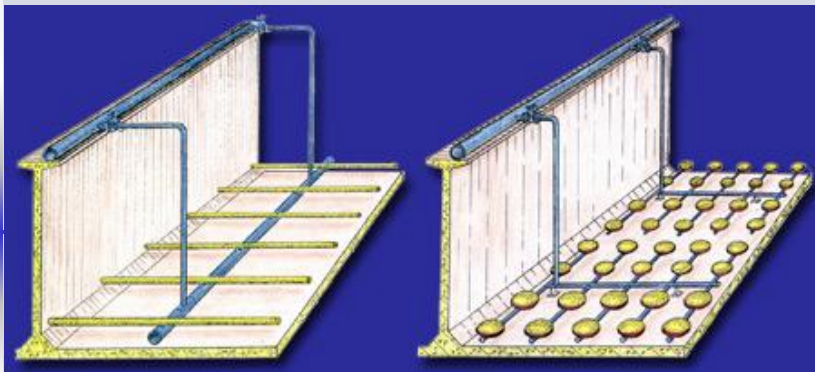


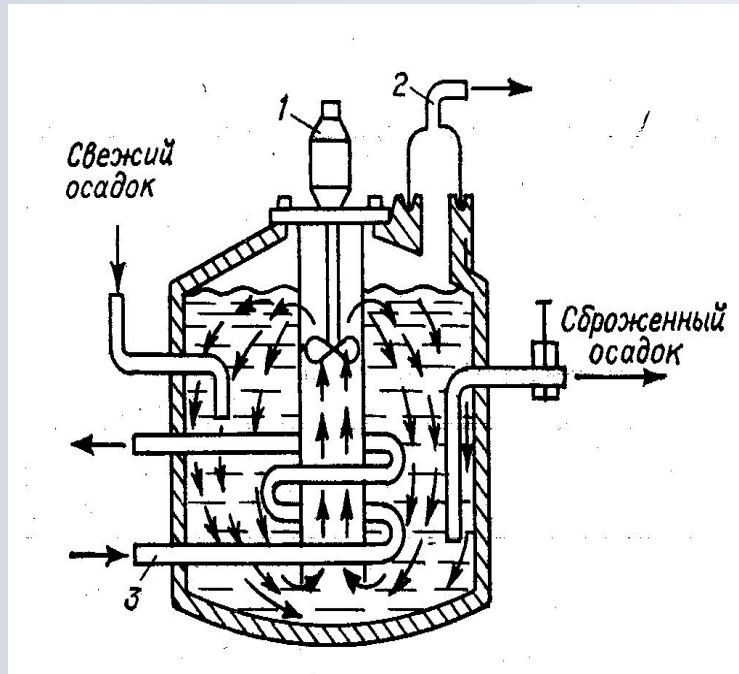
Рис. 7.8. Схемы аэротенков:

а - вытеснители; б - смесители; в - с рассредоточенным впуском воды; г - типа АНР; д - с регенераторами; е - ячеечного типа;

I - сточная вода; II - активный ил; III - иловая смесь; 1- аэротенк; 2 - вторичный отстойник; 3 - регенератор.

# 2

## Метановое брожение (анаэробное культивирование)



**Метановое брожение** - анаэробный процесс, осуществляемый сложными ассоциациями микроорганизмов в две фазы:

- сбраживание субстрата до жирных кислот под действием микроорганизмов, обладающих активными ферментными системами для разложения органических веществ субстрата,
- образование из жирных кислот метана и диоксида углерода (биогаза) метанобразующими бактериями.

Рис. 7.9. Метантенк:

- 1-электродвигатель,
- 2-газотводная труба,
- 3-трубопровод горячей воды



## Аэробный метод очистки

## Анаэробный метод очистки

### Область и условия применения

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● только после предварительного осветления (отстаивания)</li><li>● может применяться при невысоких концентрациях загрязнения сточных вод</li><li>● также относительно холодная вода</li><li>● поступление токсичных веществ на очистные сооружения условно разрешено</li><li>● требуется предварительная нейтрализация для щелочных сточных вод</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● можно применять без предварительного осветления (отстаивания)</li><li>● может применяться только при высоких концентрациях загрязнения сточных вод (&gt;2000 мг/л)</li><li>● относительно теплая вода (&gt;25°C)</li><li>● поступление токсичных веществ на очистные сооружения запрещено</li><li>● щелочные сточные воды обрабатываются без предварительной нейтрализации</li></ul> |
|---|--|

### Особенности эксплуатации очистных сооружений

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● непрерывная подача сточных вод на очистные сооружения</li><li>● при жестких требованиях к качеству сточных вод используя несколько ступеней очистки можно получить требуемые значения ПДВ</li><li>● возможно интегрированное снижение содержания в сточной воде N и P</li><li>● образуется большое количество избыточного активного ила</li><li>● из-за этого при применении носителей биомассы большая опасность их засорения</li><li>● небольшая объемная производительность очистных сооружений, потребность в больших производственных площадях</li><li>● высокая трудоемкость обслуживания систем аэрации, обезвоживающего оборудования и т.д.</li><li>● часто сильный неприятный запах</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● могут существовать значительное время без поступления "свежих" сточных вод при жестких требованиях к качеству сточных вод требуется аэробная ступень доочистки</li><li>● не наблюдается значительное снижение содержания в воде N и P</li><li>● образуется очень мало избыточного активного ила</li><li>● нет опасности засорения носителей биомассы</li><li>● высокая объемная производительность очистных сооружений, потребность в малых производственных площадях</li><li>● почти не требуют технического обслуживания</li><li>● отсутствие запаха, так как закрытая емкость</li></ul> |
|--|--|

### Отходы

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● проблема утилизации отходов</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● получение энергетически ценного биогаза</li></ul> |
|---|---|

### Денежные затраты

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>● меньшие инвестиционные затраты</li><li>● высокие эксплуатационные издержки</li><li>● аэрация воды, большая потребность в электроэнергии</li><li>● питательные вещества</li><li>● обезвоживание, транспортировка и размещение активного ила</li><li>● тоже самое при небольших объемах сточных вод</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>● часто значительные инвестиционные затраты</li><li>● высокие эксплуатационные издержки</li><li>● небольшая потребность в электроэнергии</li><li>● не требуется питательных веществ</li><li>● очень мало избыточного активного ила</li><li>● рентабельно при относительно больших размерах</li></ul> |
|---|--|

# 2

За рубежом достаточно широко используется метод **упаривания стоков** с использованием термокомпрессоров.

В термокомпрессоре пары испаренной воды сжимаются и направляются в рубашку выпарного аппарата. При этом, в результате сжатия, температура конденсации паров становится выше температуры кипения упариваемой жидкости в кипятильнике, пары конденсируются и возвращают тепло затраченное на испарение обратно.

В процессе использования растворителей на стадиях выделения и очистки образуются загрязненные растворы, которые могут или сжигаться, или подвергаться отгонке растворителей.

## Защита литосферы от промышленных загрязнений (переработка твердых отходов)

Применение твердых промышленных отходов (ТПО):

- для мелиорации кислых (кальцийсодержащие промышленные отходы) и солонцовых почв (сульфаты железа и кальция отходы производства серной кислоты);
- в качестве органических удобрений (осадки сточных вод, не менее 3 лет пролежавшие на иловых площадках);
- в качестве добавок в корма крупного рогатого скота.



# Методы переработки ТПО

- **Механическая, механотермическая и термическая переработка.**

дробление – уменьшение размеров перерабатываемых материалов (щековые, конусные, валковые и др. конструкции дробилок),

измельчение до зерен не более 5 мм (мельницы, дезинтеграторы),

классификация и сортировка – разделение твердых отходов на фракции (решетки, сита, проволочные сетки),

гранулирование – формирование агрегатов шарообразной формы из паст, порошков (барабанные, тарельчатые, центробежные и др. грануляторы, таблеточные машины),

термическая обработка – пиролиз, переплав, обжиг или сжигание (органическая часть отходов переходит в CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>O, HF, HCl, SO<sub>2</sub> и др., неорганика остается в золе).

# 3

## Методы переработки ТПО



- **Обогащение** – используется для ТПО, содержащих черные и цветные металлы (гравитационные, электрические, флотационные, специальные методы).
- **Физико-химическое выделение:** выщелачивание (экстрагирование), растворение, кристаллизация.
- **Захоронение:** Особо токсичные, в том числе и радиационные, не подлежащие переработке ТПО, подлежат захоронению в металлические капсулы, затем в кубы из отвердевшего жидкого стекла, рассчитанные на неопределенно длительный срок хранения. Их помещают под землей в геологических выработках, или в глубоких впадинах морского дна. Это одна из самых серьезнейших и трудноразрешимых проблем охраны ОС, т.к. нет абсолютно безопасных мест изоляции ТПО.

**Мицелиальные отходы (мицелий)** производства антибиотиков (ткани микроорганизмов, твердых остатков питательной среды, вспомогательных фильтрационных веществ (перлиты, древесная мука)) характеризуются

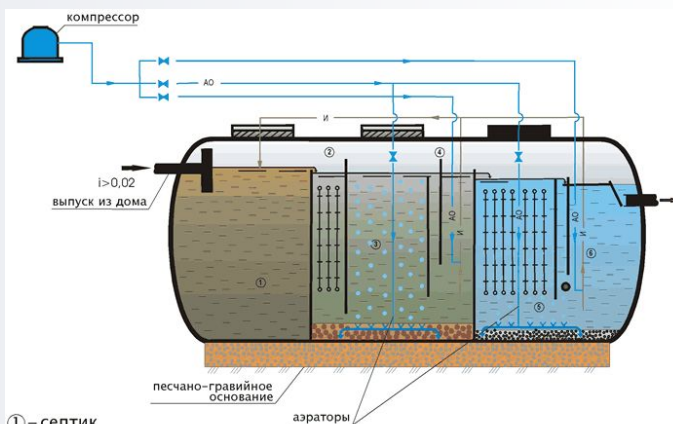
- большим влагосодержанием (60-85%),
  - липкой консистенцией,
  - содержат органические вещества белкового характера.
- Поэтому подвержены быстрому загниванию.



Для сушки и сжигания мицелия применяют различные типы сушилок, например, **распылительные со взвешенным слоем**, **барабанные** (сушка мицелия пенициллина) горячими топочными газами при температуре до 600 0С.

# 3

## Современные подходы к решению проблемы утилизации отходов малотоннажных многоассортиментных производств



- ① – септик
- ② – биореактор
- ③ – аэротенк 1 ступени
- ④ – вторичный отстойник
- ⑤ – аэротенк 2 ступени
- ⑥ – третичный отстойник

- Рис.5.10 Передвижной моноблок для переработки химических отходов, изготовленный фирмой «Maisonneuve»