

# *«Современные методы очистки сточных вод»*

*Студент IV курса  
2 группы ФФК и БЖ  
Петров Р.С.*

В настоящее время разработано много способов очистки сточных вод, различающихся как природой процессов, которые положены в их основу, так и технологическими параметрами



# Методы обработки сточных вод

Механические

Химические

Физико-химические

Физические

Биохимические



## Методы обработки сточных вод

### Механические

Отстаивание
Очистка в гидроциклонах
Центрифугование
Фильтрация
Микрофильтрация

### Химические

Окисление
Восстановление
Нейтрализация
Осаждение
Комплексообразование

### Физико-химические

Флокуляция, коагуляция
Флотация, электрофлотация
Ионообмен, сорбция
Экстракция
Дистилляция, вымораживание
Электо-, гальванокоагуляция
Мембранный электролиз
Электролиз
Ультра-, нанофильтрация

### Физические

Магнитная обработка
Ультразвуковая обработка
Вибрация
Электромагнитная обработка
Ионизирующее облучение

### Биохимические

Поля фильтрации
Биологические пруды
Аэротенки
Биофильтры
Окислительные каналы

# Механическая очистка сточных вод

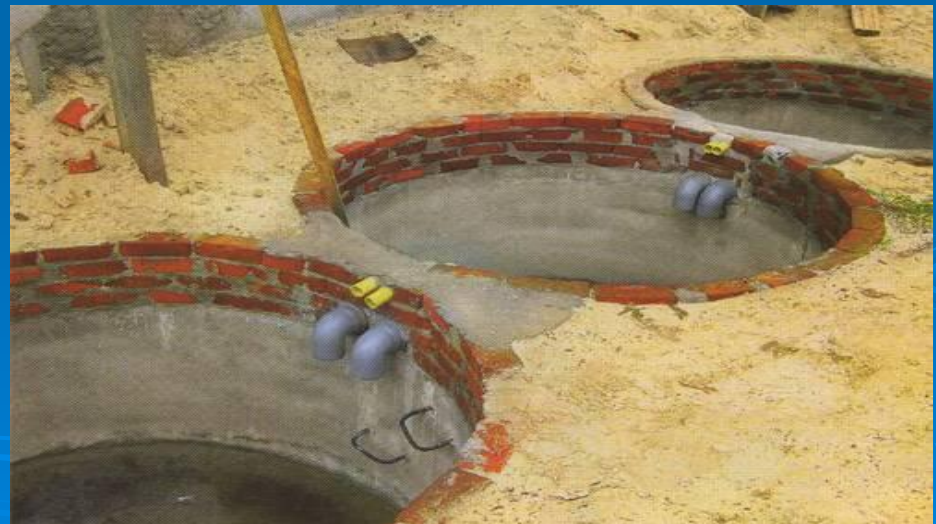


- Фильтрация является наиболее распространенным методом очистки сточных вод от грубодисперсных примесей стоков через слой пористого материала или сетки с подходящим размером отверстий. Очистка стоков фильтрованием особенно актуальна в технологических процессах, использующих оборотную воду.

- **Отстаивание** предназначено для очистки сточных вод от крупнодисперсных примесей (песка и взвесей) и может быть организовано двумя способами: под действием силы тяжести (отстойники) или центробежной силы. Подобные установки водоочистки способны удалять из стоков песок с размером частиц не менее 0,15–0,20 мм. Часто для очистки сточных вод прибегают к организации многокаскадных отстойников, когда частично осветленная на первых стадиях отстаивания вода по напорным коллекторам подается на следующие стадии очистки.

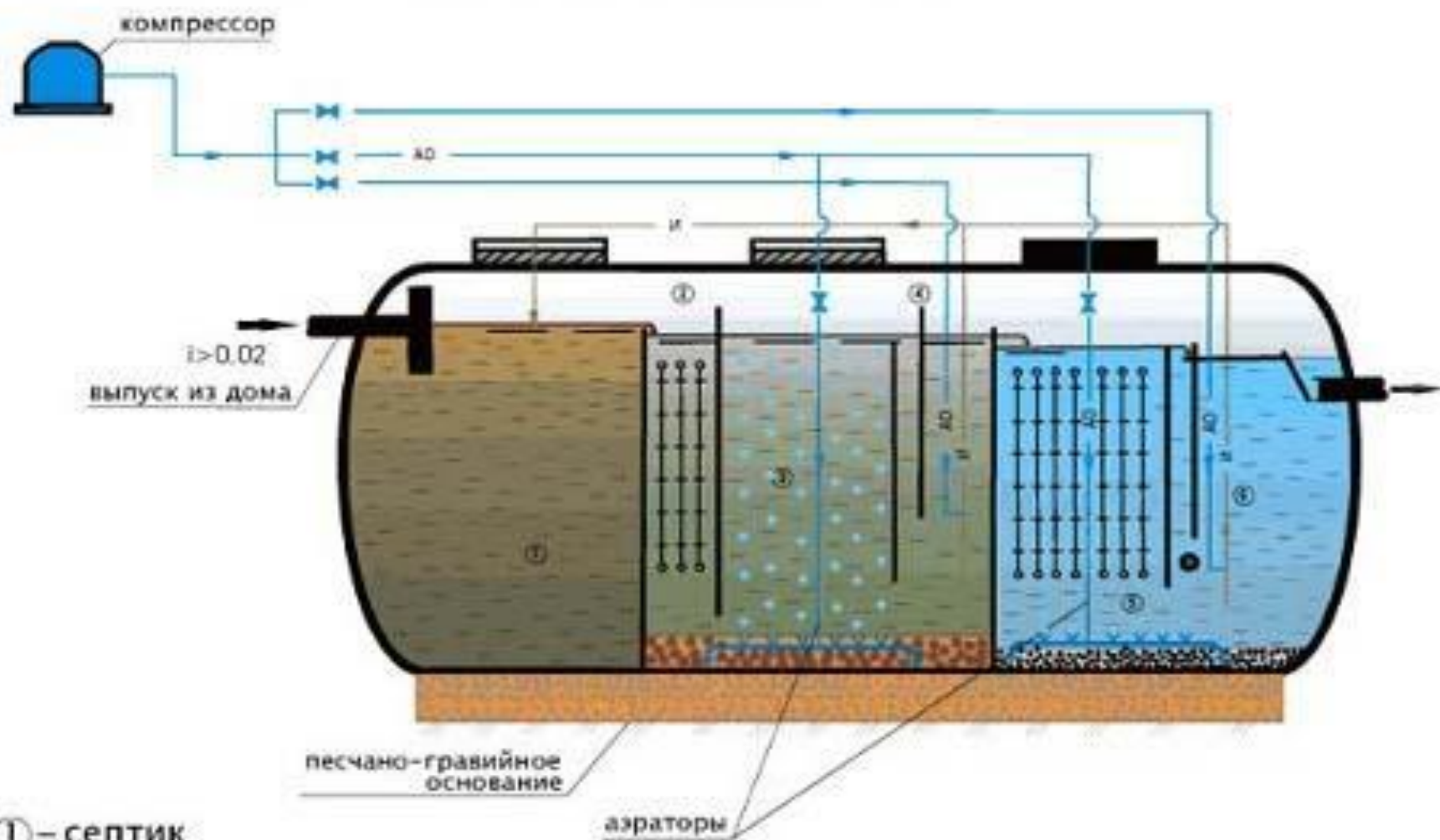


• Система отстаивания



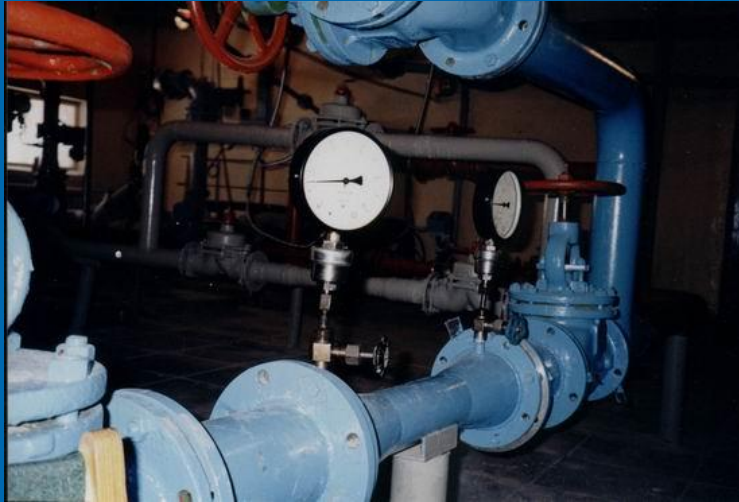
• Колодцы отстойников

# Схема устройства трёхуровневой очистительной установки



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

# Физическая и физико-химическая очистка СТОЧНЫХ ВОД



•Реактор для нейтрализации  
сточных вод

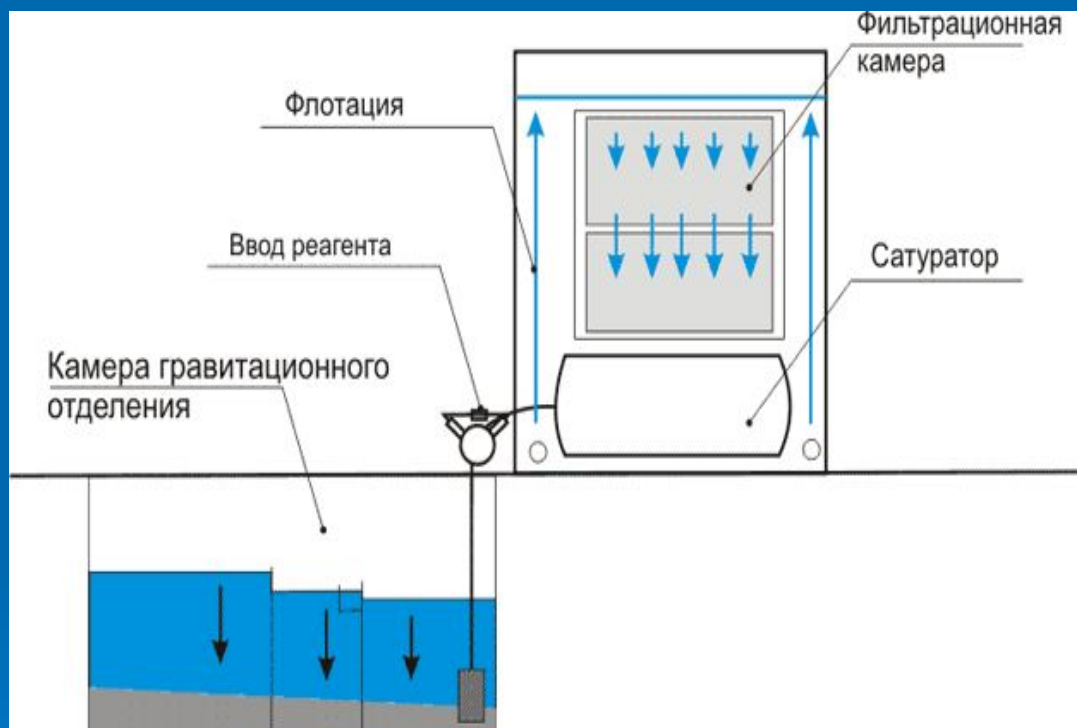


•Станция нейтрализации сточных вод

- Нейтрализация – процесс, основанный на реакции между кислотой и основанием. Как правило, нейтрализации подлежат кислые стоки. В качестве нейтрализующих агентов в данном случае применяют соду, аммиак, известь, мраморную крошку, щелочную золу, шлаки и другие щелочные реагенты

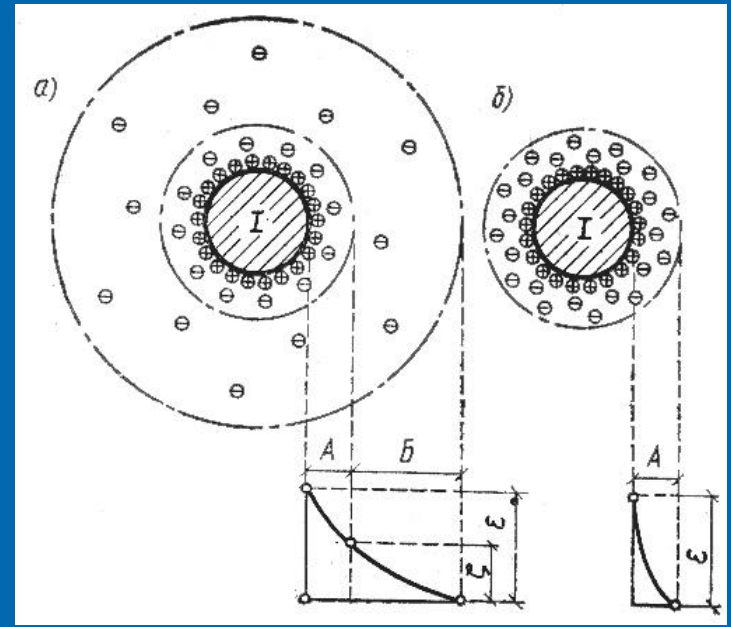


- **Флотация** - перенос загрязняющих сточные воды веществ на поверхность воды с помощью пузырьков воздуха. Затем всплывшие в виде пенных образований примеси удаляются специальными скребками. Воздушные пузырьки для организации флотации могут быть получены посредством механического дробления воздуха с помощью турбин, форсунок и пористых пластин; перенасыщением воды воздухом, а также ее электролизом (электрофлотация)

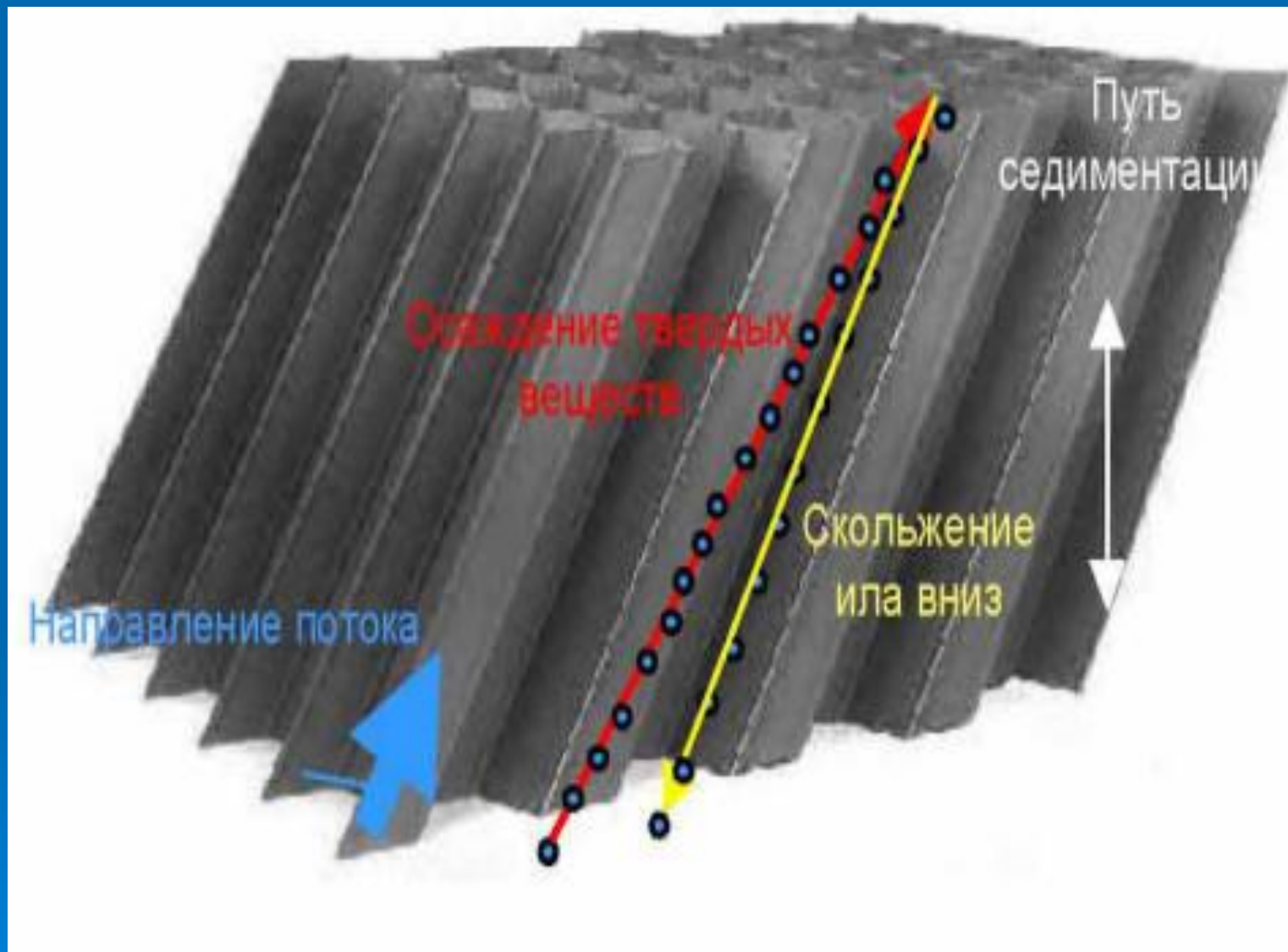


•Флотационная очистка сточных вод

•Флотационное оборудование очистки промышленных сточных вод

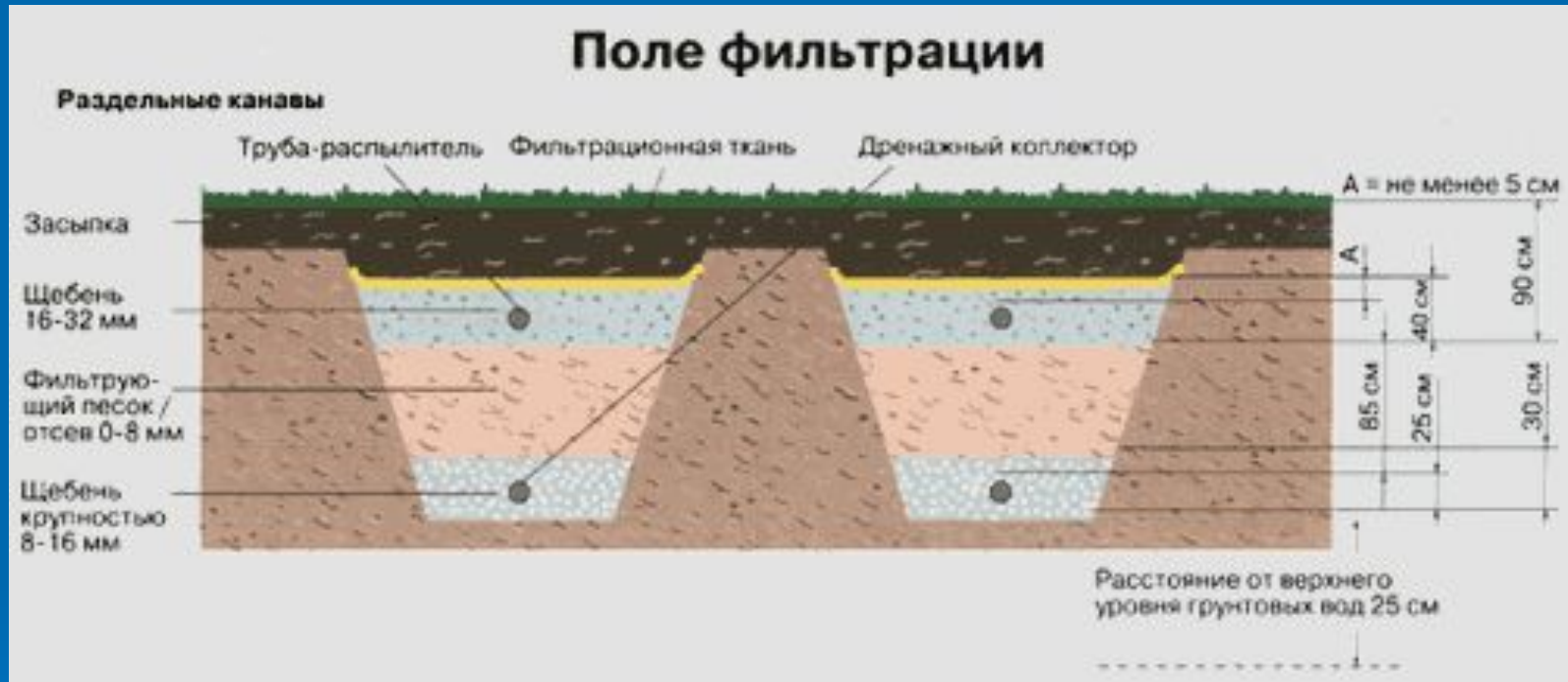


□ Коагуляция и флокуляция - взаимодействия загрязняющих стоки веществ (коллоидных и мелкодисперсных частиц) либо с минеральными соединениями (коагуляция), либо с высокомолекулярными веществами (флокуляция). В качестве коагулянтов используются в основном соли алюминия (III) и железа (III), которые в результате гидролиза переходят в малорастворимые формы в виде гидроксидов этих металлов

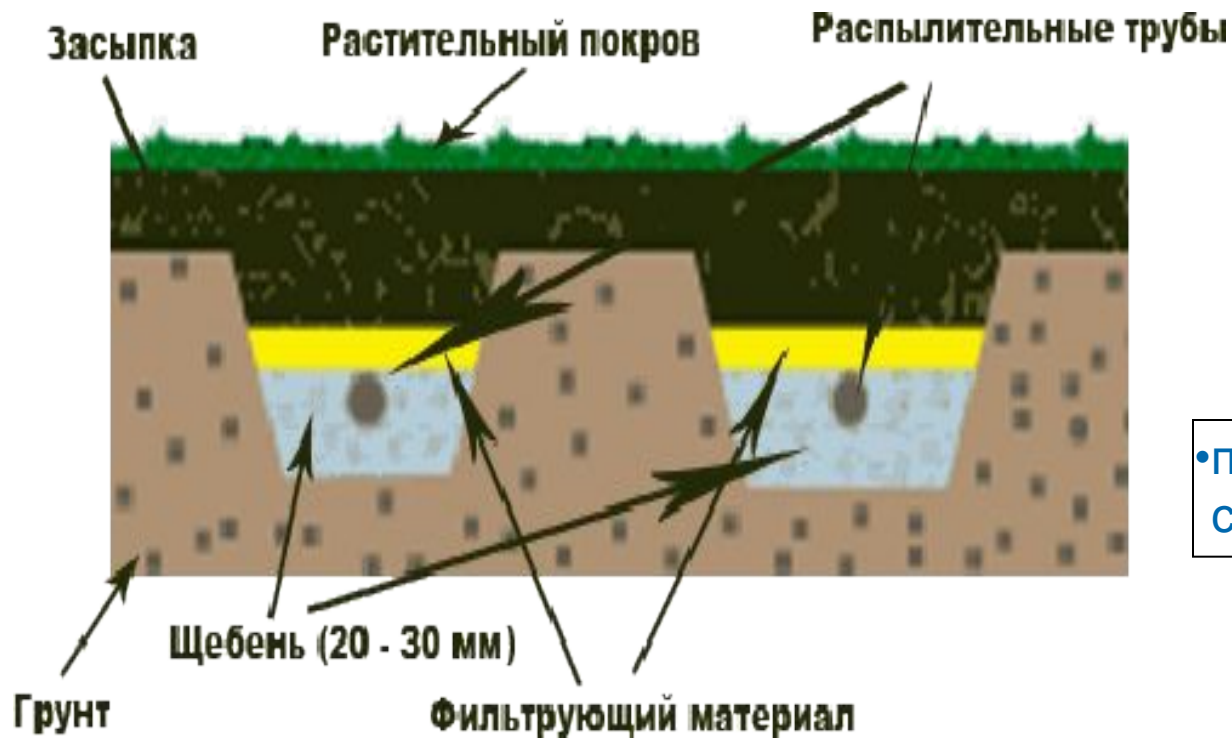


•Схема коагуляции

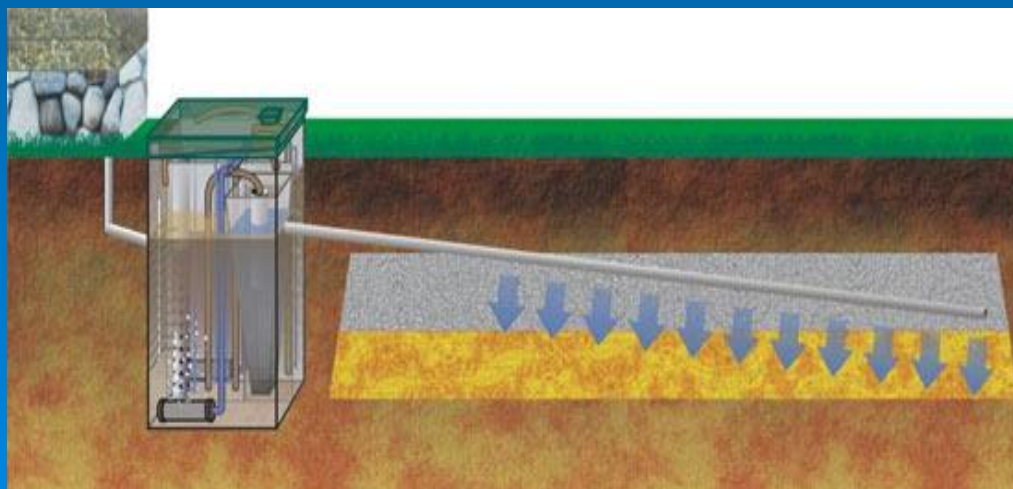
# Химическая и биохимическая очистка СТОЧНЫХ ВОД



- **Поля фильтрации** - представляют собой специализированные земельные участки, выделенные для сброса на них загрязненных сточных вод и населенные почвенными аэробными МО. Попадая в почву, вредные органические вещества подвергаются окислительному действию МО, в результате чего образуется  $CO_2$  и  $H_2O$  (здесь же могут проходить и процессы нитрификации). При этом, параллельно с окислением органического вещества, происходит синтез биомассы микроорганизмов.



- поле фильтрации для системы дренажа



- Отвод очищенной воды на поле фильтрации или в дренаж

- **Ионообменный метод** - фильтрация очищаемых стоков через ионообменные смолы (иониты). Среди ионитов различают сильно- и слабокислотные катиониты и сильно- и слабоосновные аниониты, а также аниониты, содержащие специфические комплексообразующие группы. Проходя через ионит, загрязняющие стоки вещества, включающее катионную группу, вступает в реакцию обмена с катионитом и оседает на нем. И наоборот, загрязняющие сточные воды вещества, в составе которых есть специфические анионные группы, связывается с анионитами. Преимущество - позволяет целенаправленно выделить определенные вещества из стоков и провести регенерацию ионообменных смол.



- Ионообменные смолы для систем водоподготовки и очистки сточных вод



- Ионообменный фильтр для очистки сточных вод от ионов хрома



- Аэробное окисление в биологических прудах - процесс минерализации органических веществ под действием МО, обитающих в воде. Строительство биологических прудов целесообразно как для доочистки сточных вод, так и для очистки воды рек, впадающих в водохранилища.

□ В аэротенках и биофильтрах разложение микроорганизмами проходит в искусственных сооружениях. Здесь удастся подобрать и поддерживать в течение длительных промежутков времени оптимальные условия для жизнедеятельности МО, активизируя процесс минерализации. Очистка на биофильтрах имитирует почвенные условия, а очистка в аэротенках – условия водоемов. Аэротенки представляют собой достаточно глубокие (от 3 до 6 м) резервуары, снабженные устройствами для аэрации. Здесь обитают колонии МО (на хлопьевидных структурах активного ила), расщепляющие органические вещества.



•Аэротенк для очистки сточных вод на Сестрорецких очистных сооружениях



# Очистка сточных вод от маслопродуктов

- ▣ Отстаивание основано на закономерностях всплывания маслопродуктов в воде по тем же законам, что и осаждение твёрдых частиц. Процесс отстаивания осуществляется в отстойниках и маслоловушках.
- ▣ Очистка флотацией заключается в интенсификации процесса всплывания маслопродуктов при обволакивании их частиц пузырьками воздуха. В основе этого процесса лежит молекулярное слипание частиц масла и пузырьков тонкодиспергированного в воде воздуха. Образование агрегатов «частица -пузырьки воздуха» зависит от интенсивности их столкновения друг с другом, химического взаимодействия находящихся в воде веществ, избыточного давления воздуха в сточной воде и т.п.

# Аэробные и анаэробные ступени очистки

- Современная стратегия очистки сточных вод: использование химических реагентов для очистки сточной воды свести к минимуму, а по возможности применять биологический метод с чередованием аэробных и анаэробных ступеней.
- В последние годы биологическая обработка сточных вод в анаэробных условиях (помимо аэробных), как дополнительная стадия очистки при глубоком удалении соединений азота и фосфора, широко применяется в мире и наблюдается тенденция расширения этой практики. Объясняется это не только тем, что получены положительные результаты при использовании данной технологии, но также тем, что анаэробная очистка сточных вод имеет ряд преимуществ перед аэробной.

# Аэробные системы очистки

Продолжение

Биореактор	Принцип действия и конструкция	Схема
Традиционный биореактор метанового брожения (метантенк)	Герметичные металлические или железобетонные емкости в виде вертикальных цилиндров. Медленное перемешивание газом или механически. Полная замена субстрата в течение 10—20 сут	
Контактный биореактор	Аппарат полного перемешивания, но имеет отстойник (сепаратор биомассы, которая возвращается в биореактор). Полная замена субстрата в течение 5—15 сут	
Биореактор «кипящего» слоя	Вертикальный цилиндр; стоки подаются снизу со скоростью, обеспечивающей образование кипящего слоя носителя (например, песка) с биомассой	
Анаэробный фильтр	Вертикальный цилиндр с насадкой твердого пористого носителя, к которому прикрепляется анаэробная микрофлора. Стоки подаются снизу или сверху и проходят через слой насадки	
Биореактор со слоем биомассы (активного ила)	Сточные воды равномерно распределяются по площади нижней части реактора и направляются вверх со скоростью, обеспечивающей образование гранул биомассы в виде рыхлого слоя, в верхней части имеется устройство для разделения твердой, жидкой и газообразной фаз	

# Характеристика анаэробов и анаэробных процессов:

## «+»

- анаэробы обладают высокой устойчивостью к токсикантам
- разлагают сложные ксенобиотики, хлорорганические соединения, алифатические гидрокарбонаты, лигнин, фенол, серосодержащие соединения и пр.
- при шоковом токсическом воздействии восстановление анаэробного ила занимает от нескольких часов до нескольких суток
- при анаэробном процессе биоценоз выдерживает прекращение подачи питания в течение месяца и удовлетворительно функционируют в условиях неравномерного притока сточных вод
- анаэробный процесс устойчив к высокому содержанию органики
- анаэробный способ извлечения энергии характеризуется тем, что свободный кислород в нем не принимает участия, а органические субстраты окисляются только за счет отщепления водорода. Освободившийся водород либо присоединяется к продуктам распада того же самого органического вещества, либо выделяется в газообразном состоянии

## «-»

- применение анаэробного процесса для очистки сточных вод самостоятельно (без сочетания с аэробной стадией) недостаточно эффективно, т.к. степень очистки по БПК<sub>5</sub> невысокая (60-75 %)
- в самостоятельном анаэробном процессе не удаляется азот- и фосфорсодержащая органика

## Характеристика аэробов и аэробных процессов :

### «+»

- в аэробном процессе удаляется органический азот и обеспечивается нитрификация, а для удаления фосфора необходимо сочетание анаэробной и аэробной стадии очистки сточных вод
- высокие скорости протекания процессов

### «-»

- при шоковом токсическом воздействии восстановление анаэробного ила происходит за недели и месяцы
- при аэробном процессе биоценоз плохо выдерживает прекращение подачи питания, аэробы чувствительны к голоданию и неравномерному притоку сточных вод
- присутствие восстановителей в больших концентрациях подавляет аэробный процесс
- аэробный процесс всегда лимитирован количеством кислорода. Кислородный дефицит не позволяет обеспечить удовлетворительное окисление трудноокисляемых ксенобиотиков и высококонцентрированных по органическим и биогенным веществам сточных вод

- Отмеченные возможности аэробных и анаэробных процессов позволяют сделать вывод о необходимости последовательно сочетать их в установках биологической очистки: устройство анаэробного реактора (после осветления сточной воды в первичном отстойнике) должно предшествовать реактору с аэробным процессом. Это является необходимым условием, позволяющим обеспечить:



- • Устойчивые процессы очистки сточных вод с недостаточным или избыточным содержанием в них органических веществ;
- • Удовлетворительное разложение загрязняющих веществ в присутствии ПАВ, хлорных соединений и других токсикантов;
- • Глубокое удаление биогенных веществ.

# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Выбор соответствующего метода очистки сточных вод, загрязненных красителями, определяется их

- *концентрацией,*
- *химическим строением,*
- *качеством и количеством примесей,*
- *требованиями, предъявляемыми к очищенной воде.*



•Очистка сточных вод, содержащих красители

Современная классификация методов очистки сточных вод от загрязнений основывается на физико-химической природе и характере сил воздействия на примеси. Выбор метода и схемы очистки зависит от

- состава,
- концентрации и объема стоков,
- медико-биологических и технологических требований к очищаемой воде,
- требуемых материальных и энергетических ресурсов,
- экономических показателей.

Модульный принцип построения технологической схемы очистки воды, позволяет оперативно и гибко изменять технологическую схему в зависимости от возникающих задач, за счет возможности подключения модулей.





Основываясь на современных подходах к проблемам водоочистки, группа компаний «БК-308» предлагает модульную систему очистки воды на предприятиях текстильной промышленности, предназначенную для переработки 100 м<sup>3</sup> загрязненной воды в час, с использованием препаратов фирмы “Hydrodepur”, Италия. Ее можно отразить следующей технологической схемой:

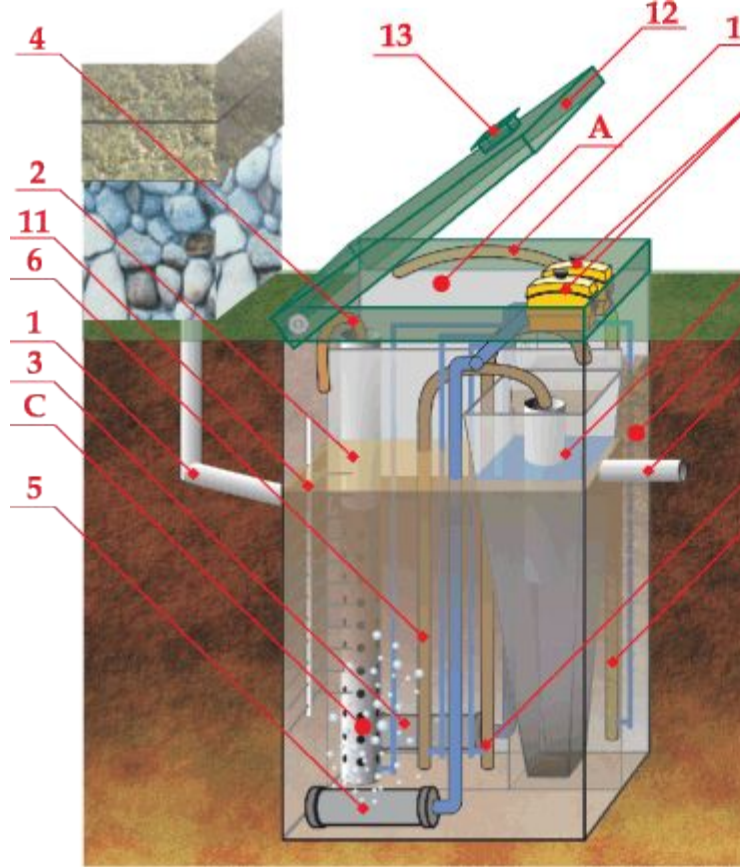


## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ДАЧАХ И В КОТТЕДЖЕХ

Чтобы обеспечить Вашу дачу или коттедж чистой водой, можно установить септик для дома, который является основным составляющим элементом локальных очистительных сооружений (локальная канализация).



- **Септик для коттеджа** - представляет собой резервуар, который служит подземным отстойником очистки бытовых примесей.



### Принципиальная схема устройства аэрационных станций «ТОПАС»

- А - приемная камера
- В - аэротенк
- С - стабилизатор ила
- 1 - ввод стоков
- 2 - фильтр крупных фракций
- 3 - аэратор приемной камеры
- 4 - эрлифт
- 5 - аэратор аэротенка
- 6 - эрлифт рециркуляции
- 7 - вторичный отстойник (пирамида)
- 8 - эрлифт рециркуляции
- 9 - эрлифт стабилизированного ила
- 10 - компрессоры
- 11 - устройство сбора неперерабатываемых частиц
- 12 - крышка аэрационной станции
- 13 - воздухозаборник
- 14 - выход очищенной воды
- 15 - шланг откачки ила

*в конструкцию станции могут быть внесены изменения*

Преимуществом септика для дачи является:

- то, что он не вредит окружающей среде,
- уменьшает затраты на строительство благодаря удобству обслуживания и длительному сроку службы,
- не распространяет неприятный запах как обычная канализация на даче.

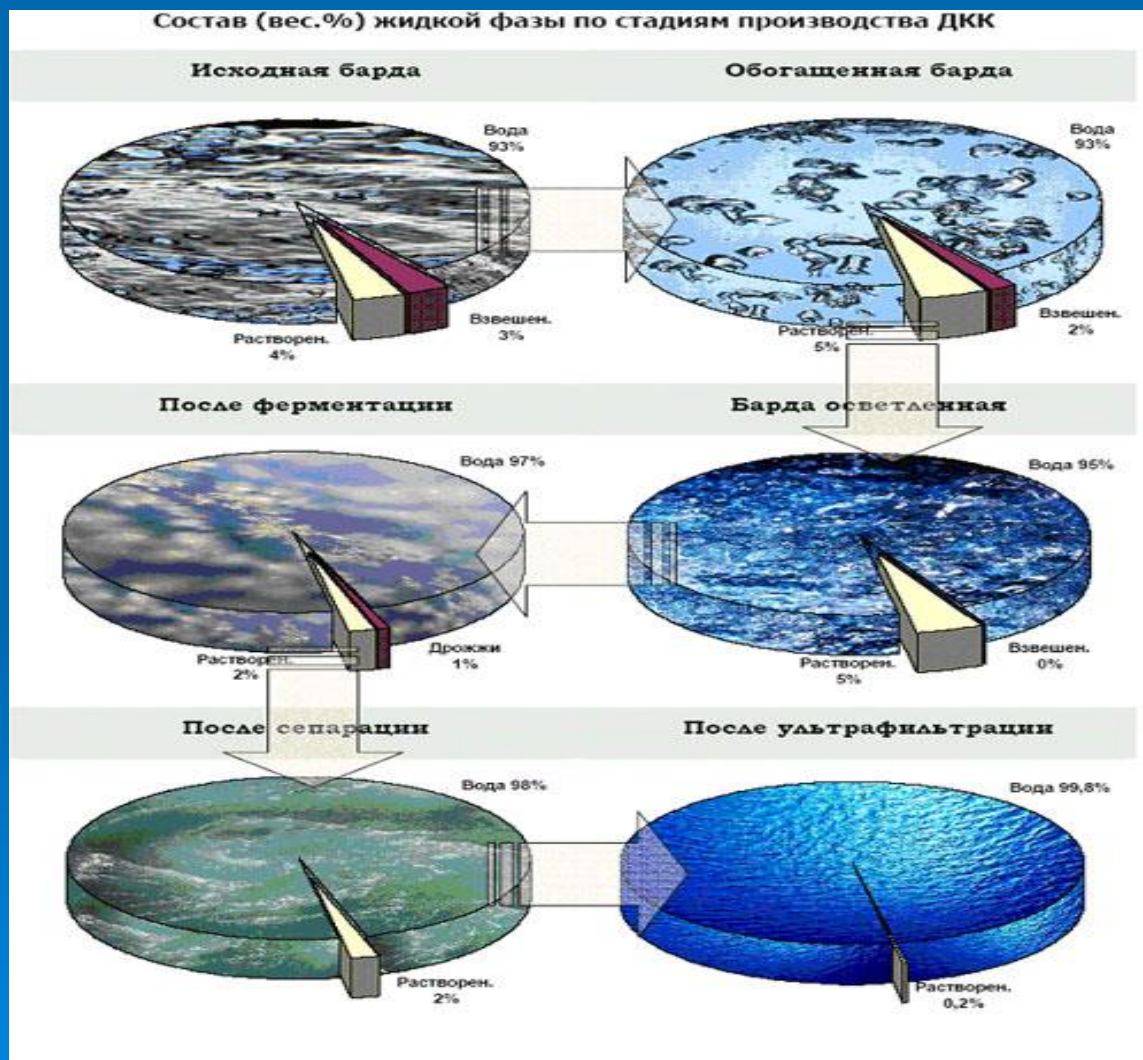
Система канализации для коттеджа с биофильтром достигает 90-95% качественной очистки. Применение данного метода позволяет обеспечить эффективную очистку сточных вод, даже в сложных грунтовых условиях:

1. Низкая фильтрующая способность почвы,
2. Высокий уровень грунтовых вод,
3. Наличие на дачном участке водозаборной скважины.

Ассортимент септиков для дачи из различных материалов очень широк:

*металлические,  
бетонные,  
стеклопластиковые  
и полимерные.*

# Современный метод очистки фильтрата послеспиртовой барды



К настоящему времени достаточно хорошо разработаны технологии, основанные на биологической переработке послеспиртовой барды. Биологическая очистка таких стоков традиционными аэробными методами с использованием аэротенков или биофильтров, имеет много положительных качеств:

- удаление биогенных элементов стоков,
- более полная очистка сточных вод по БПК,
- большая устойчивость к токсичным примесям,
- простота конструкции,
- безопасность



•Аэробный метод очистки с использованием аэротенков

*Однако биологическая очистка этим методом, несмотря на имеющиеся у них положительные качества, обладает рядом недостатков:*

- — необходимость разбавления высококонцентрированных отходов для обеспечения **стабильной работы сооружений очистки сточных вод**, что ведет к увеличению объемов перерабатываемых стоков и очистных сооружений, потребляемой технологической воды, энергозатрат на прокачивание сточной воды;
- — высокие **энергозатраты на аэрацию сточных вод** (до 70-80% совокупных энергозатрат на очистку стоков);
- — образование вторичных отходов: избытка биомассы (активного ила, биопленки), утилизация или захоронение которой также является экологической проблемой;
- — необходимость введения дополнительных количеств биогенных элементов в случае их дефицита в перерабатываемом потоке; их несбалансированное добавление ведет к дополнительному загрязнению окружающей среды;
- — сложность обеспечения требуемых нормативов содержания остаточных загрязнений в случае **очистки без разбавления сточной воды**, особенно жестких в России вследствие холодного климата и низкой самоочищающей способности природных экосистем.

*Технология переработки барды путем ее анаэробного сбраживания в метантенках и последующим упариванием метановой бражки и сушкой получаемого концентрата, предполагает получение высокобелкового продукта и биогаза.*

## **Основным недостатком данной схемы являются:**

- — экстенсивность вследствие медленного протекания процесса биологического разложения;
- — необходимость использования под оборудование очистки сточных вод (метантенков) значительных площадей;
- — повышенный расход тепла на обогрев анаэробного реактора, особенно в холодной климатической зоне;
- — нестабильность анаэробного брожения и метанообразования вследствие недостаточно высокого для этих процессов содержания органических веществ в очищаемом стоке;
- — необходимостью утилизации взрывоопасных газов
- — невозможность обеспечения требуемых нормативов содержания остаточных загрязнений в очищенной воде.



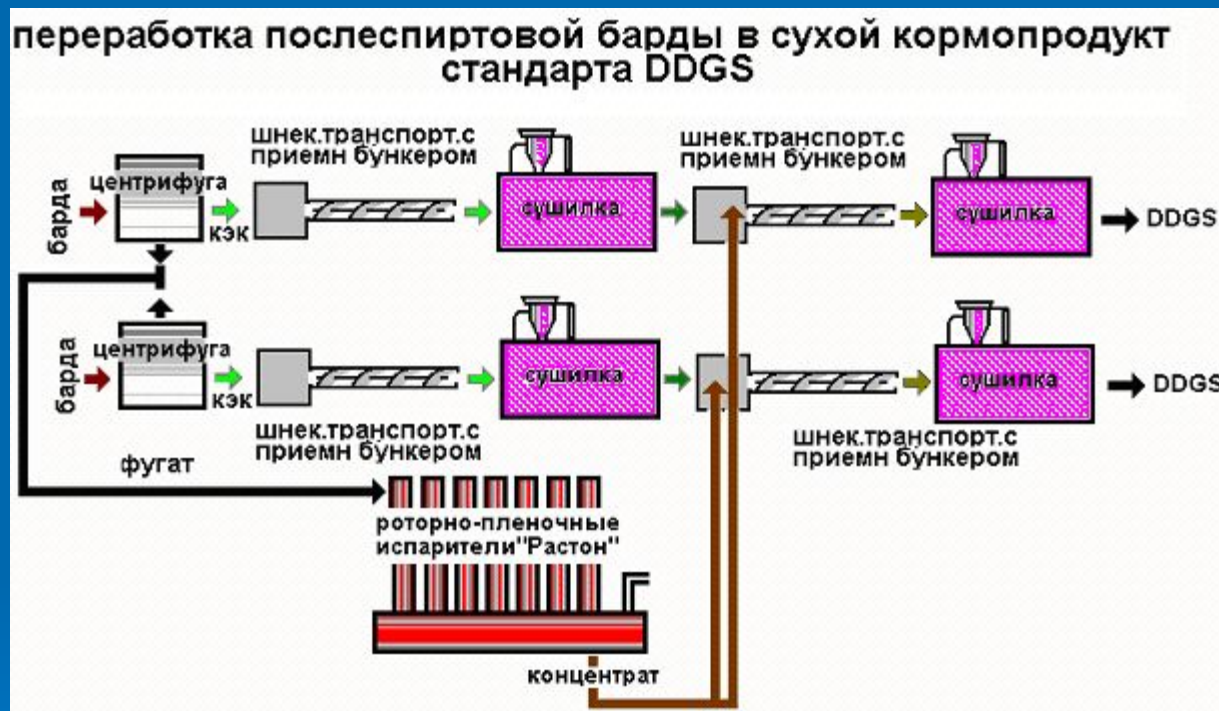
Актуальной является задача разработки дешевой, эффективной и безотходной системы очистки сточных вод, а также исследование возможностей интенсификации процесса очистки стоков.



•Оборудования цеха сушки  
послеспиртовой барды

- Однако имеющихся на сегодня практических наработок, касающихся применения данных технологий очистки, ориентированных на переработку и утилизацию послеспиртовой барды явно не достаточно для широкого внедрения их на производства, и, таким образом, требуют предварительного проведения серьезных научно-исследовательских и конструкционных разработок.

Схема, предлагаемая коллективом компаний «НПП МЕДИАНА-ЭКО» не затрагивает имеющееся и нормально функционирующее оборудование для разделения послеспиртовой барды на твердую и жидкую части, а также линии сушки для получения продукта стандарта DDG. Все внимание сосредоточено на жидкой части – фильтрате.



- Технология очистки вторичной барды, представляющей собой грязную воду, содержащую мелкодисперсные взвеси и растворенные примеси, предполагает использование биоочистки стоков, в основе которой лежит использование биореактора, отличающегося от прочих предлагаемых на сегодня типов подобного водоочистного оборудования повышенной интенсивностью процесса биосинтеза.

Другой отличительной особенностью предлагаемого биореактора следует считать возможность соответствующей регулировки рабочих параметров в ответ на изменения объема стока, подаваемого на линию очистки сточных вод.



•ВЫНОСНАЯ РАЗДЕЛИТЕЛЬНАЯ  
МЕМБРАНА

- Мембранное разделение грубого фугата (фильтрата) позволяет практически полностью исключить выбросы и вернуть очищенную воду в рецикл. Данный метод очистки сточных вод, несмотря на необходимость соблюдения высокой производственной и технологической дисциплины, обладает наибольшими конкурентными возможностями для массового внедрения в бардоочистное производство.

## Преимущество мембранных процессов очистки стоков:

- могут использоваться и для очистки, и для концентрирования одновременно;
- являются ресурсосберегающими, энергосберегающими, а также экологически чистыми;
- представляют собой малосточные технологии;
- обладают относительной простотой аппаратного оформления;
- могут протекать в герметичных и асептических условиях;
- позволяют концентрировать очень вязкие среды;
- являются безреагентным способом очистки сточных вод, вследствие чего перерабатываемые стоки не подвергается дополнительным химическим воздействиям.

Таким образом, жидкая среда путем применения технологии комплексной очистки стоков преобразуется в активный ил, перерабатывающийся в итоге в сухое твердое топливо, а также очищенную воду, которая может возвращаться в производство, либо сбрасываться в открытые водоемы.

- *Представленная технология очистки обладает рядом неоспоримых преимуществ:*
- **1. Высокое качество очистки стоков от органических компонентов** (показатели ХПК и БПК сводятся к менее 3 мг О<sub>2</sub>/л), а также микробиологии (общее микробное число менее 50 кл./мл).
- **2. Уменьшение энергопотребление на единицу объема перерабатываемых сточных вод** (более 15% по сравнению с традиционными биологическими методами очистки стоков).
- **3. Меньшее количество времени**, необходимое для очистки единицы объема перерабатываемых стоков (более 10-15% по отношению к сходным технологиям).
- **4. Снижение занимаемой сооружениями очистки сточных вод площади** на единицу перерабатываемых стоков (более 30%, чем того требуют современные линии биологической очистки стоков).
- **5. Возможность получения твердого биотоплива для реализации населению.**



*цех по производству барды*

Следует заметить, что применение данной технологии переработки жидких стоков наряду с утилизацией послеспиртовой жидкой барды **позволяет перерабатывать сточные воды, образующиеся при пивоварении.**

Кроме того предлагаемая технология, состоящая из модулей, является универсальной, поскольку позволяет путем изменения характера и сочетания применяемых блоков очистного оборудования (особенно относящегося к первичному этапу переработки отходов) наряду с очисткой послеспиртовой барды также осуществлять **утилизацию целого ряда пищевых стоков.**

- При этом очевидно, что благодаря гибкому масштабируемому переходу предлагаемой технологии в границах ее мощностного режима, позволяет **подстраивать ее под очистку сточных вод различного объема и характера**, и, таким образом, решать задачи водоочистки различных по производительности пищевых предприятий.



## Источники:

1. **«Современные технологии очистки сточных вод» статья/ С. Обыденков .-2008.**
2. **Статья «СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ» (Международная научно-техническая конференция "Современные технологии и оборудование текстильной промышленности" (Текстиль - 2008)/Волянский О.В., Ковальчукова О.В.(Группа компаний «БК-308»).-2009**
3. **Медиана-эко: очистка промышленных стоков 2008**
4. **<http://mediana-eco.ru/innovations/>**