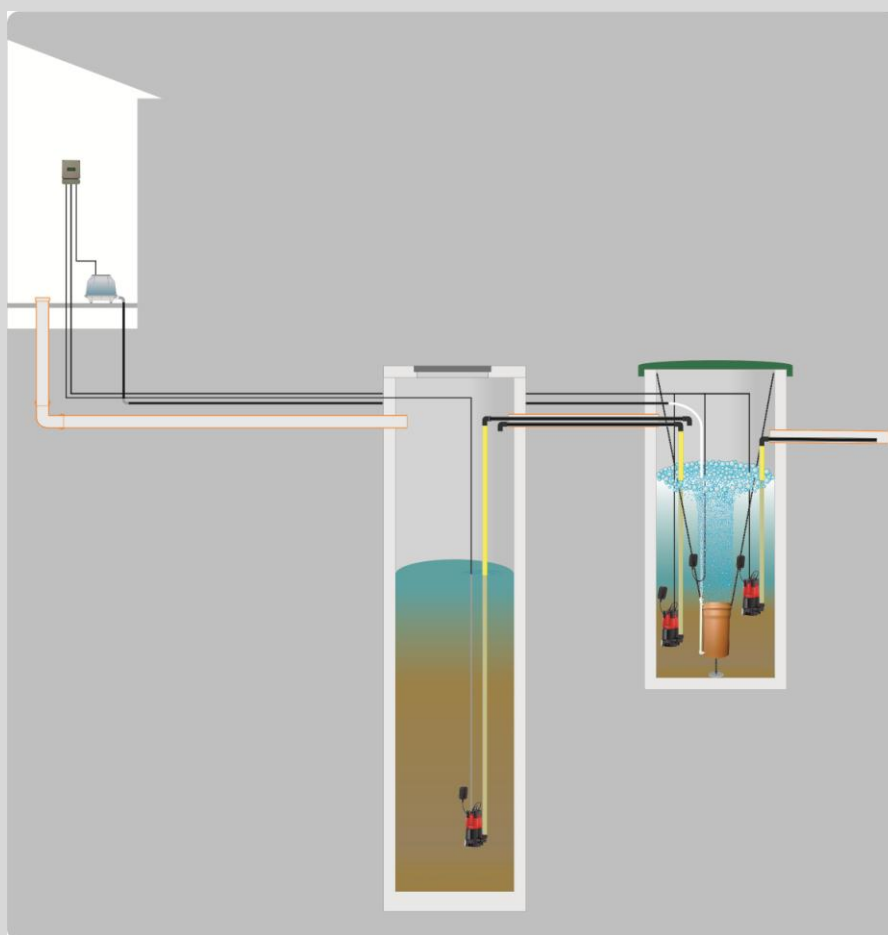


# Современные методы очистки бытовых стоков и сооружения биологической очистки

Доклад на семинаре 7.05.2014



## **В**ступление

Практика показывает, что большинство наших потенциальных клиентов имеют весьма смутное представление о том, что представляют собой современные очистные устройства, на что они действительно способны и на каких принципах работают. Для подавляющего большинства все они имеют одно название: **септик**.

Но правильно ли это?

Чем в действительности отличается септик от биофильтра, аэротенка или поля фильтрации?

Что вообще означает понятие «качество очистки», каковы его критерии и от чего оно зависит?

Наконец, какими критериями следует руководствоваться при выборе очистного сооружения, которых сегодня на рынке пруд пруди, а продавцы наперебой расхваливают именно свой товар?

Почему одно и то же очистное устройство у одного пользователя работает исправно, а у другого вызывает массу нареканий?

Как не заблудиться в этом многоголосии и сделать осознанный выбор?

Обо всем этом мы попытаемся с возможной краткостью поговорить на этих страницах. Но вначале, как всегда, немного теории. Давайте посмотрим, что нам сегодня говорит современная наука.

Итак, по порядку:

- ✓ [Классификация сточных вод](#)
- ✓ [Действующие нормативные документы](#)
- ✓ [Канализация и ее основные сооружения](#)
- ✓ [Состав сточных вод](#)
- ✓ [Принципы очистки сточных вод](#)
- ✓ [Биологическая очистка СВ](#)
- ✓ [Сооружения естественной биологической очистки СВ](#)
- ✓ [Растворение и потребление кислорода](#)
- ✓ [Биологическая очистка СВ в искусственных условиях](#)

## **К**лассификация сточных вод

Сточными принято называть воды, использованные на бытовые, производственные или другие нужды и загрязненные при этом дополнительными примесями, изменившими их первоначальный химический состав и физические свойства, а также воды, стекающие с территории населенных пунктов и промышленных предприятий в результате выпадения атмосферных осадков или поливки улиц.

В зависимости от происхождения, вида и качественной характеристики примесей СВ подразделяют на три основные категории: бытовые (хозяйственно-фекальные), производственные (промышленные) и дождевые (атмосферные).

Здесь мы рассмотрим только вопросы, связанные с транспортировкой, очисткой и

утилизацией бытовых стоков загородных домов, расположенных на не канализованных территориях, поэтому на них и остановимся более подробно.

К бытовым СВ относят стоки от кухонь, туалетов, душевых, бань, прачечных, столовых, больниц, а также хозяйственные воды, образующиеся при мытье помещений.

[\(назад\)](#)

**Д**ействующие нормативные документы и некоторые нормативные показатели  
Для дальнейшего рассмотрения нам понадобятся некоторые понятия и нормативные показатели, установленные действующими нормативными документами, которыми руководствуются при расчетах и качественной оценке объемов и степени очистки стоков. Рассмотрим некоторые из них.

Основной документ, определяющий порядок проектирования, конструирования очистных сооружений и выполнения расчетов – СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

СНиП 2.04.01-85. «Внутренний водопровод и канализация зданий». Устанавливает нормы водопотребления для жителей домов с различными системами водоснабжения.

Для домов с разными типами газовых водонагревателей и с различной оснащённостью сантехническими приборами такие нормы установлены в размере 150...210 л/человека в сутки. Европейские нормы водопотребления составляют 150 л/человека в сутки.

СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» - устанавливает применительно к теме нашего разговора требования к условиям отведения сточных вод в водные объекты, а также устанавливает нормативы очистки стоков, но них несколько позже.

[\(назад\)](#)

## **К**анализация и ее основные сооружения

Система канализации малоэтажного дома – довольно сложное инженерное сооружение, в любом случае требующее для своей корректной работы проведения предварительных расчетов и разработки проекта. Иллюстративной частью проекта является схема канализации.

Схемой канализации называют технически обоснованное проектное решение принятой системы канализации с учетом местных условий и перспектив развития объекта канализования.

Схема включает в себя трассировку сетей, определение глубины их заложения, состав и места расположения основных сооружений.

Современная наружная канализационная сеть малоэтажного дома, как правило, монтируется из пластиковых (ПВХ) труб диаметром 110 или 150 мм. Чаще всего диаметра 110 мм для этих целей вполне достаточно.

В большинстве случаев наружная сеть является самотечной, т.е. безнапорной.

При отсутствии в цокольных этажах индивидуального дома сантехнических приборов глубина выпуска из дома канализационных труб 50 см является достаточной. Стремиться к

чрезмерному заглублению выпуска не следует, т.к., с учетом уклона закладки в грунт канализационных труб для самотечного транспортирования стоков, это может потребовать лишних земляных работ и дополнительного заглубления очистных сооружений.

Уклон при укладке самотечных канализационных труб выбирают с таким расчетом, чтобы скорость течения воды в них была достаточной для самоочищения, т.е. такой, чтобы твердые фракции стоков в процессе транспортирования по трубе не выпадали в осадок. Минимальной расчетной скоростью (критической или самоочищающей) называют наименьшую допустимую скорость течения, при которой обеспечивается самоочищение труб и коллекторов. Для труб диаметром 110...150 мм эта скорость составляет 0,7 м/с.

Для обеспечения названной скорости течения минимальный уклон при укладке канализационных труб диаметром 110...150 мм должен составлять 0,7...1,0%, т.е. от 7 до 10 см на 10 погонных метров. Этот уклон достаточен для самоочищения труб.

При длине канализационной трубы от выпуска до очистного сооружения до 70 м (на практике значительно больше) и соблюдении рекомендованного уклона утепление трубам не требуется практически при любых зимних температурах, возможных в нашей стране. К числу основных сооружений наружной канализационной системы индивидуального дома следует отнести:

- очистное сооружение
- выпуск
- смотровые колодцы
- контрольные колодцы
- трубопроводная канализационная сеть

[\(назад\)](#)

## **С**остав сточных вод

По своей природе загрязнения делят на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

По физическому состоянию - на нерастворимые примеси, коллоидные и растворимые частицы.

### **Минеральные загрязнения:**

- песок
- глинистые частицы
- шлак
- растворы минеральных солей, кислот и щелочей
- минеральные масла
- железо, кальций, магний, кремний, калий и др.

Эти загрязнения практически не разлагаются средствами очистки стоков и выпадают в накопителях канализационной системы в виде твердого осадка.

**Органические загрязнения** могут быть растительного или животного происхождения

**Растительные загрязнения:**

- остатки растений, плодоовощей и злаков
- бумага
- масла растительные

Основной химический элемент этого рода загрязнений – **углерод**. Эти загрязнения, как правило, окисляются или разлагаются средствами очистки на более простые неорганические соединения.

**Загрязнения животного происхождения:**

- физиологические выделения людей и животных
- остатки мускульных и жировых тканей животных
- клеевые вещества и др.

Эти загрязнения разлагаются биологическими или химическими средствами очистки, а также частично окисляются. Они характеризуются значительным содержанием азота. Кроме того, в таких СВ содержатся фосфор, сера и водород.

**Бактериальные и биологические загрязнения** обусловлены наличием в СВ различных микроорганизмов:

- дрожжевых и плесневых грибов
- мелких водорослей и бактерий (в т.ч. болезнетворных – возбудителей брюшного тифа, дизентерии и др.).

Этот вид загрязнений присущ, главным образом, бытовым сточным водам. В процессе биологической очистки и окисления в аэротенке степень биологического загрязнения стоков значительно (до 95%) снижается, а при дальнейшем попадании в грунт под воздействием почвенного биоценоза и вовсе стремится к нулю.

Примерное соотношение видов загрязнений в бытовых стоках:

- минеральные вещества – 42%
- органические – 58%

[\(назад\)](#)

## **П**ринципы очистки сточных вод

В настоящее время существует три основных принципа очистки бытовых СВ в локальных очистных системах:

1. Естественная биологическая очистка (поля фильтрации, биологические пруды)
2. Искусственная биологическая очистка (аэротенки и биофильтры различных типов)
3. Физико-химическая очистка (чаще всего применяется для очистки СВ от вахтовых поселков с временным пребыванием персонала и для других объектов с периодическим пребыванием людей).

**К сооружениям естественной биологической очистки относятся:**

- септики
- поля фильтрации
- биологические пруды

[\(назад\)](#)

## **Биологическая очистка СВ**

**Б** Современная наука исчисляет возраст нашей планеты в 4,5...5 млрд лет. Первыми обитателями нашей планеты были бактерии, которые поселились на ней около 3,5 млрд лет назад. Они подготовили планету к появлению всех остальных форм жизни, и продолжают контролировать их по сей день. Нет такого места на поверхности Земли, где бы не было бактерий. Количество их несметно, видов великое множество, но задача у каждого из них своя. День за днем в процессе своей жизнедеятельности эта невидимая невооруженному глазу армия ведет неутомимую работу по регулированию всех форм органической жизни на Земле. Одним из важнейших для нас видов такого регулирования является утилизация органических соединений – продуктов жизнедеятельности других форм жизни.

Первые бактерии на Земле были **анаэробами**, которые для своей жизнедеятельности не нуждаются в кислороде воздуха, т.к. в момент их появления на планете свободного кислорода еще не было.

Затем появились **аэробные** бактерии, которые могут существовать только при наличии среды, содержащей свободный кислород.

Любая органика является пищей для бактерий. За миллиарды лет совместного существования бактерии прекрасно поделили между собой эту пищу.

**Аэробные бактерии** окисляют азот аммонийных солей, в результате чего образуются вначале соли азотистой кислоты, или нитриты, а при дальнейшем окислении – соли азотной кислоты, или нитраты, т.е. происходит процесс **нитрификации**. Поэтому аэробные бактерии называют **нитрифицирующими**. Нитрификация имеет большое значение в утилизации органики (в т.ч. и очистке СВ), т.к. этим путем накапливается запас кислорода, который в дальнейшем может быть использован для окисления органических безазотистых веществ, когда для этого процесса уже полностью израсходован весь свободный (или растворенный) кислород.

Связанный кислород отщепляется от нитритов и нитратов под действием **анаэробной группы бактерий – денитрифицирующей**, и вторично расходуется для окисления органического вещества. Этот процесс называется **денитрификацией**. Он сопровождается выделением в атмосферу свободного азота в форме газа.

Процесс нитрификации является конечной стадией минерализации азотсодержащих органических загрязнений. Наличие нитратов в очищенных СВ служит одним из показателей степени полноты их очистки.

Все существующие на сегодняшний день устройства биологической очистки СВ основаны на одном и том же принципе, копирующем естественно-природные процессы: создания в

локальном объеме благоприятных условий для быстрого развития в нем нитрифицирующего и денитрифицирующего биоценоза, производящего очистку стоков. Отличаются эти устройства друг от друга только конструктивом и организацией процессов.  
[\(назад\)](#)

## **С**ооружения естественной биологической очистки сточных вод

### **Септики**

Септик представляет собой проточный резервуар, в котором из сточной воды при ее медленном движении выпадают взвешенные вещества. Выпавший осадок находится в резервуаре от 6 до 12 месяцев, в течение которых он подвергается анаэробному разложению. Скорость анаэробных процессов очистки крайне мала и чувствительна к воздействию различных ингибирующих (замедляющих) факторов. Чтобы обеспечить малую скорость движения сточной воды и возможность длительного пребывания осадка, объем септиков должен быть **достаточно большим**.

**Поэтому он годится только для предварительной обработки сточных вод.**

**Достоинство септиков** состоит в том, что процент задержания в них нерастворенных веществ довольно высок.

**Недостатки септиков:** вследствие непрерывного поступления в них свежих порций осадка распад органического вещества, как правило, идет лишь до образования жирных кислот без последующего превращения их в метан и углекислоту. Накопление кислот вызывает еще большее замедление процесса сбраживания.

Мельчайшие пузырьки газа (метана, диоксида углерода и частично сероводорода), выделяющиеся в результате сбраживания осадка, поднимаются вверх и увлекают за собой иловые частицы, которые образуют на поверхности стоков септика уплотненную корку. Толщина корки обычно колеблется от 20 до 40 см, но может достигать и больших значений. Всплывающие и опускающиеся частицы осадка, насыщенные гнилостными газами, соприкасаясь с очищаемой водой в септике, снова загрязняют ее, затрудняя дальнейшую очистку. Сточная вода, выходящая из септика, приобретает неприятный резкий запах сероводорода и кислую реакцию.

Очистка такой воды иногда более затруднительна, чем очистка сырых стоков. Под влиянием сероводорода не защищенные стенки железобетонного септика быстро разрушаются.

Для улучшения условий эксплуатации и уменьшения выноса взвешенных веществ септики делят на две или три камеры поперечными перегородками с отверстиями. При расходах СВ до 5 м<sup>3</sup>/сутки рекомендуется применять однокамерный септик. При больших объемах – двух- и трехкамерный.

Для бытовых СВ расход выпадающего осадка с влажностью до 95% достигает **0,8 л/сутки** на одного человека. В нижних слоях влажность выпавшего осадка вследствие уплотнения доходит до 85%. Кроме того, в септиках происходит распад ила в среднем на 30%. Таким образом, объем иловой части септика на одного человека при сроке перегнивания 180 дней с учетом содержания 20% осадка, остающегося при чистке септика, составляет **60,5 л**.

Для упрощения эксплуатации септиков длительность пребывания ила в установках малого объема может составлять до 1 года, что приводит к увеличению объема септической части. Из сказанного выше следует, что правильные септики по габаритам **не могут быть небольшими** и на это следует обращать внимание при их выборе.

Таким образом, главной особенностью любого септика является медленная анаэробная (денитрифицирующая) очистка стоков. В септиках практически нет аэрации, следовательно, нет и нитрификации. По этой причине полной очистки СВ в септиках получить невозможно ни при каких условиях, и отводимая из них вода требует последующей доочистки с использованием нитрифицирующих бактерий.

Продавцы септиков (а сегодня септики делают все, кто умеет делать бочки) рекомендуют отводить воду из септика для окончательной очистки на поле фильтрации или поле орошения.

Обработанные в септиках СВ могут быть использованы в агрикультурных целях. Однако характерный запах на поле при этом будет присутствовать постоянно.

### ***Поля орошения и фильтрации***

Отвод вод на поле орошения или фильтрации – это метод почвенной очистки или доочистки СВ, основанный на способности почвы к самоочищению.

***Полями орошения*** называются специально подготовленные и спланированные земельные участки, предназначенные для очистки сточных вод и для выращивания на них сельскохозяйственных культур.

Если земельные участки предназначаются только для очистки СВ, то они называются ***полями фильтрации***.

Очистка СВ в обоих случаях происходит в результате совокупности сложных физико-химических и биологических процессов. Сущность процесса очистки состоит в том, что при фильтрации СВ через почву в ее верхнем слое задерживаются взвешенные и коллоидные вещества, образующие на поверхности частичек почвы густозаселенную микроорганизмами пленку. Эта пленка адсорбирует на своей поверхности растворенные органические вещества, находящиеся в СВ.

Используя кислород, проникающий из атмосферы в поры почвы, аэробные микроорганизмы (которых нет в септике) переводят органические вещества в минеральные соединения. Таким образом, наличие кислорода является необходимым условием нормального хода процесса. Так как с точки зрения кислородного режима верхние слои почвы (20...30 см)



находятся в более благоприятных условиях, то именно в этих слоях и происходят наиболее интенсивное окисление органических веществ и процесс нитрификации.

По мере углубления количество кислорода в почве быстро уменьшается и, наконец, наступает зона анаэробнозиса, где окисление органических веществ, проникающих сюда в виде растворов, происходит только за счет процесса денитрификации, т.к. в зону анаэробнозиса СВ попадают с большим запасом нитритов. Отсюда вытекают специфические требования, которые предъявляются к отводимой под поля орошения или фильтрации территории, к свойствам грунтов, а также к качеству и объему СВ, которая может быть очищена на единице площади. Но эту тему оставим специалистам.

**Существенным недостатком** этого способа очистки является зависимость качества очистки от температуры воздуха, что весьма критично для относительно небольших площадей полей фильтрации частного домовладения. При температуре почвы +6°C процесс очистки существенно замедляется. В зимнее время единственной возможностью отведения СВ становится намораживание слоя на поверхности поля фильтрации, что для условий частного домовладения является весьма хлопотным делом.

Как уже было сказано, бытовые СВ содержат значительное количество патогенных бактерий и яиц гельминтов. Поэтому при устройстве и эксплуатации полей орошения должны соблюдаться определенные санитарные требования. В частности, запрещается орошать неочищенными СВ поля при выращивании на них овощей, употребляемых в пищу в сыром виде.

Предварительное отстаивание СВ в септике выделяет из нее 50% общего числа бактерий и яиц гельминтов вместе с взвешенными веществами. Таким образом, отстоенная СВ в бактериальном отношении представляет меньшую опасность.

А вот при искусственной биологической очистке СВ число бактерий и возбудителей глистных заболеваний снижается на 90...95%, т.е., санитарная опасность при орошении такой водой стремится к нулю.

### **Биологические пруды**

БП представляют собой искусственно созданные водоемы для биологической очистки СВ, основанной на процессах, которые происходят при самоочищении водоемов.

БП, как правило, устраивают при отсутствии хорошо фильтрующих почв для устройства полей фильтрации или полей орошения, как самостоятельные сооружения для очистки СВ. Могут они быть использованы и в сочетании с другими очистными сооружениями в качестве устройств доочистки.

БП делают небольшой глубины – от 0,5 до 1,0 м. Это позволяет создать значительную поверхность соприкосновения воды с воздухом и обеспечить прогрев всей толщи воды, а также ее хорошее перемешивание.

Таким образом, создаются благоприятные условия для массового развития водных организмов, в частности, планктонных водорослей, которые ассимилируют биогенные элементы и в результате процесса синтеза обогащают воду кислородом, необходимым для окисления органических веществ.

БП обеспечивают более высокий эффект бактериального самоочищения, чем сооружения искусственной биологической очистки. Так, число кишечных палочек в прудах снижается на 95,9...99,9% начального содержания. Содержание яиц гельминтов в воде, прошедшей биологические пруды, ничтожно мало.

Нормальная эксплуатация БП происходит в теплое время, т.к. при температуре воды ниже +6°C очистная способность микроорганизмов резко снижается. При дальнейшем понижении температуры, и особенно после образования ледового покрова, когда проникновения кислорода в воду не происходит, процесс окисления органического вещества практически полностью прекращается. В этот период может происходить лишь намораживание сточной воды.

Применение БП в условиях частного домовладения, как правило, ограничено не достаточно большой площадью приусадебного участка, а также необходимостью управления процессом намораживания стоков на поверхность пруда в зимнее время.

[\(назад\)](#)

## **Р**астворение и потребление кислорода

Для очистки СВ, которая наиболее успешно проходит в аэробных условиях, как это видно из вышесказанного, необходимо наличие кислорода для окисления органического вещества, входящего в состав загрязнений СВ. Израсходованный на это кислород пополняется, в основном, за счет растворения его из атмосферного воздуха. Таким образом, в канализационных очистных сооружениях одновременно протекают два процесса: потребление кислорода и его растворение.

Установлено, что минерализация органического вещества, происходящая в результате его окисления при содействии микроорганизмов-минерализаторов или так называемого биохимического окисления, совершается в две фазы: в первой фазе окисляются углеродсодержащие вещества, дающие в результате углекислоту и воду, во второй – азотсодержащие вещества сначала до нитритов, а затем до нитратов.

Установлено, что при достаточном содержании кислорода скорость окисления в первой (углеродистой) фазе, или скорость потребления кислорода при неизменной температуре в каждый момент пропорциональна массе органического вещества, находящегося в воде.

Следовательно, по мере окисления органического вещества, если нет поступления новых загрязнений, скорость окисления все время уменьшается, стремясь к нулю.

Из этого понятно, что достигнуть полного окисления всего органического вещества теоретически не возможно, т.к. требуемое для этого время должно быть равно бесконечности.

Этому же закону подчиняется процесс растворения кислорода в воде. Кислород, как и всякий другой газ, может растворяться в воде лишь до определенного, насыщающего воду, объема. Этот объем зависит от температуры и давления: чем температура выше, тем растворимость ниже, чем давление выше, тем растворимость выше.

Скорость растворения кислорода в каждый момент обратно пропорциональна степени насыщенности воды кислородом. Это относится лишь к поверхности соприкосновения воды

с кислородом (диффузному слою). Поэтому для того чтобы скорость растворения была одинаковой во всей массе воды, воду необходимо интенсивно перемешивать. Таким образом, сам факт перемешивания воды уже ускоряет процесс растворения кислорода, происходящий вследствие как естественной, так и искусственной аэрации.

### **Биохимическая и химическая потребность в кислороде**

Из выше изложенного становится ясно, что степень загрязненности СВ органическими веществами, содержащимися в растворенном виде и в виде неоседающих взвешенных и коллоидных частиц, может быть определена по содержанию кислорода, потребляемого на биохимическое окисление этих веществ в процессе жизнедеятельности аэробных бактерий. Эта величина носит название биохимической потребности в кислороде, обозначается БПК и численно выражается концентрацией кислорода в мг/л.

В бытовых СВ за первые сутки потребляется около 21% растворенного кислорода, за 5 суток – около 87,5%, а за 20 суток – почти 100%.

Биохимическая потребность в кислороде за 20 суток обозначается БПК<sub>20</sub> или БПК<sub>полн</sub>. БПК<sub>20</sub> используется для расчета очистных сооружений. Нормативы степени очистки установлены в БПК<sub>5</sub>. Так достигнутая степень биологической очистки очистного сооружения, соответствующая БПК<sub>5</sub>=15...20 мг/л считается достаточной для последующего отведения очищенной воды в грунт или сточную канаву.

СанПиН 2.1.5.980-00 устанавливает требования к качеству очистки СВ по этому показателю для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест БПК<sub>5</sub> ≤ 4 мг/л. Для более полной оценки содержания органических веществ в СВ, особенно если она представляет собой смесь бытовых и производственных вод, применяют показатель химического потребления кислорода ХПК. Значение ХПК определяют при нагревании органических соединений с химически чистой концентрированной серной кислотой, к которой добавляют йодат калия или соли хромовой кислоты, отдающие свой кислород на окисление. Для бытовых СВ БПК<sub>20</sub> составляет около 86% ХПК.

Тот же СанПиН 2.1.5.980-00 для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест устанавливает норматив ХПК ≤ 30 мг/л.

Для проектировщиков и разработчиков систем биологической очистки стоков полезно уметь сопоставлять величины БПК<sub>20</sub> (БПК<sub>полн</sub>) и БПК<sub>5</sub>.

Согласно пункту 23.2 приказа Минприроды России от 13.04.2009 № 87 «Об утверждении Методики исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства» при наличии показателей массы сброшенных органических веществ, выраженной в БПК<sub>5</sub>, производится перерасчет этих данных в БПК<sub>полн</sub> по формуле № 13:

$$\text{БПК}_{\text{полн}} = 1,43 \cdot \text{БПК}_5$$

[\(назад\)](#)

## **Биологическая очистка СВ в искусственных условиях**

Для биологической очистки СВ в искусственных условиях применяют аэротенки, биофильтры и аэрофильтры.

В этих сооружениях очистка протекает более интенсивно, чем на полях орошения, полях фильтрации и прудах, потому что искусственным путем создаются лучшие условия для развития и активной жизнедеятельности микроорганизмов.

Методы биологического окисления в искусственных условиях осуществляются в двух основных модификациях: с микроорганизмами, прикрепленными к материалу загрузки фильтра, или со свободно плавающими в обрабатываемой воде.

Первый способ реализуется в сооружениях, называемых биофильтрами. В биофильтрах СВ фильтруется через крупнозернистый материал, покрытый биопленкой, образованной колониями микроорганизмов.

Второй вариант метаболизма в аэробных условиях заключается в создании в резервуаре со СВ взвешенного слоя хлопьев ила, называемого активным, через который протекают СВ.

### **Биофильтры**

Биологический фильтр – сооружение, в котором сточная вода фильтруется через загрузочный материал, покрытый биологической пленкой, образованной колониями микроорганизмов.

БФ состоит из следующих основных частей:

- Фильтрующей загрузки (тела фильтра) из шлака, гравия, керамзита, щебня, пластмасс, асбоцемента, и т.п., помещенной в резервуар
- Водораспределительного устройства, обеспечивающего равномерное с небольшими интервалами орошение СВ поверхности загрузки БФ
- Дренажного устройства для удаления профильтрованной воды
- Воздухораспределительного устройства, с помощью которого поступает необходимый для окислительного процесса воздух

В БФ процессы биологической очистки протекают значительно быстрее, чем на полях орошения или фильтрации. Очевидно, что поскольку движение СВ через слои загрузки осуществляется под воздействием сил гравитации, **это сооружение должно обладать немалыми вертикальными габаритами.**

Классификация БФ:

- По степени очистки – на БФ, работающие на полную или неполную биологическую очистку. Высокопроизводительные БФ могут работать как на полную, так и на неполную очистку. Малопроизводительные БФ работают только на полную очистку
- По способу подачи воздуха – на БФ с естественной или искусственной подачей воздуха
- По режиму работы – на БФ, работающие с рециркуляцией и без нее. Если концентрация загрязнений в СВ невысока, то рециркуляция не обязательна. При высоких концентрациях – не только желательна, но и обязательна
- По технологической схеме – на БФ одноступенчатые и двухступенчатые
- По пропускной способности – на БФ малой пропускной способности (капельные) и большой пропускной способности (высоконагружаемые)
- По конструктивным особенностям загрузочного материала – на БФ с объемной загрузкой и с плоскостной загрузкой

Капельные БФ имеют низкую нагрузку по воде: 0,5...1 м<sup>3</sup> воды на 1 м<sup>3</sup> фильтра. Капельные БФ предназначены для полной (до БПК<sub>20</sub>=10...15 мг/л) биологической очистки СВ.

**К числу серьезных недостатков капельных БФ** следует отнести то, что их поверхность быстро заиливается и от того эффективность работы резко ухудшается. Необходим контроль и обслуживание, что далеко не всегда удобно и осуществимо в условиях частного домовладения.

**Высоконагружаемые БФ (аэрофильтры).** Отличительная особенность – более высокая, чем в капельных БФ, окислительная мощность. Достигается она благодаря более крупному загрузочному материалу и повышенной в несколько раз нагрузке по воде.

**Недостаток:** необходима большая (до нескольких метров) высота слоя загрузки и конструктивная сложность принудительной аэрации. Кроме того, существует определенная сложность в распределении потоков СВ по поверхности загрузки. Сами емкости БФ имеют довольно сложную многоуровневую конструкцию с искривленной формой днища, лотками, решетками и т.п. Сооружение громоздкое и требует контроля, хотя с точки зрения качества очистки, достаточно эффективное. При длительных перерывах в работе (несколько суток) биопленка высыхает и отмирает. При применении этого способа очистки на малых установках индивидуального использования это требует наличия дополнительной системы орошения загрузки.

### **Аэротенки**

Аэротенки – это обособленные емкости, в которых происходит очистка стоков посредством принудительной аэрации специальными устройствами, которые называются аэраторами. Технологические схемы очистки СВ включают аэротенки одноступенчатые, аэротенки с регенераторами и аэротенки двухступенчатые.

В локальных очистных сооружениях с целью уменьшения размеров и оптимизации конструктивного состава оборудования применяют одноступенчатую технологическую схему.

По этой схеме возможна очистка стоков с применением обычной аэрации, полного и неполного окисления, а также с использованием высоконагружаемых аэротенков. По сравнению с другими сооружениями одноступенчатые аэротенки относительно просты в эксплуатации.

По структуре потоков аэротенки разделяют на:

- аэротенки-вытеснители
- аэротенки-смесители

### **Аэротенки-вытеснители**

Принцип работы аэротенков-вытеснителей основан на аэрационной очистке СВ на протоке, т.е., в процессе движения по отсекам очистного сооружения. При этом движение потоков может быть самотечным или принудительным.

К самотечным конструкциям можно отнести септик «Тверь», где перемещение жидкости последовательно от отсека к отсеку происходит под действием сил гравитации по закону

сообщающихся сосудов. Т.е., каждая последующая порция стоков выталкивается из сливного трубопровода септика равную по объему очищенную порцию, т.к. септик всегда находится в заполненном состоянии: заполнен и приемный отсек, и все остальные. Очистка происходит с помощью аэрации, но ее качество от залпового сброса большого объема стоков не защищено.

Принудительное движение жидкости в сооружениях типа Топас и его многочисленных клонов: Биотал, Юбас, Астра, Юнинос, Тополь и т.п. организовано с помощью мамут-насосов (эрлифтов).

**К числу преимуществ** этих систем можно отнести относительную компактность (все в одном) и достаточно хорошую степень и скорость очистки по сравнению с системами септик-поле фильтрации.

**Недостатки** этих систем отчасти порождены их главным достоинством: компактностью. Стремление сделать конструкцию компактной вступает в непримиримое противоречие с нормами и допустимыми объемами водоотведения, что заставляет производителей предлагать целую линейку очистных сооружений (например, Топас-5, -8, -10, -15, -20, -30, -40, -50, -75, -100, -150), означающую количество пользователей и отличающуюся друг от друга только габаритами в горизонтальной плоскости.

Проблема кроется в крайне малом объеме приемного отсека, делающего сооружение весьма чувствительным к залповым сбросам стоков. Проблема нарастает по мере удаления сооружения от выпуска, т.к. от уклона, по мере удаления сооружения от дома, увеличивается глубина ввода канализационной трубы в приемный отсек, а фиксированные габариты сооружения по высоте не позволяют закопать его глубже. В результате к каждому из перечисленных вариантов сооружения добавлены еще по одному, с приставкой Long, имеющему несколько увеличенный, но все равно фиксированный габарит по высоте.

Такая конструкция накладывает ограничения на удаленность сооружения от дома (порядка 5 м), что далеко не всегда удобно потребителю. Кроме того, если в доме имеется цокольный этаж с установленными в нем сантехприборами, отведение стоков в такое сооружение становится проблемой, зачастую трудно разрешимой.

Чистка этих узких и глубоких отсеков – занятие не для габаритных пользователей: попробуйте сверху дотянуться до дна отсека глубиной 2,6, а тем более, 3,0 м!

Эффективность очистки на протоке зависит от скорости самого протока: чем она меньше, тем качество очистки выше. В этих сооружениях невысокие скорости потока задаются мамут-насосами, имеющими низкую производительность при очень низком КПД.

Производительность мамут-насоса зависит от перепада высот между отметками уровня подъема и верхнего уровня столба воды над всасывающим патрубком и достигает максимума 35% при значении перепада в несколько десятков метров, т.к. эти насосы были разработаны в конце 18 века для подъема загрязненной воды из затопленных шахт и скважин.

В случае залпового сброса большого объема происходит быстрое переполнение накопительного отсека и перелив неочищенных СВ в другие отсеки с последующим сбросом избытка неочищенных стоков за пределы очистного сооружения.

По этой причине такие очистные сооружения будут эффективными только при аккуратном и умеренно интенсивном использовании.

### ***Аэротенки-смесители***

На российском рынке локальных очистных систем сегодня предлагается только одна система, работающая на аэротенках-смесителях по SBR-технологии последовательно-циклического реактора. Это система, построенная на основе аппаратов глубокой биологической очистки ИНТЕЛБАКТЕР производства компании ИНСИТЭКО.

Очистная система в этом случае устроена довольно просто и состоит из емкостей накопителя и аэротенка. Объем накопителя подбирается таким образом, чтобы гарантированно по максимуму с запасом и кратностью в 3 или 2 суток обеспечить потребности предполагаемого количества пользователей с учетом гостей. При этом место расположения накопителя ограничивается только фантазией пользователя, т.е., может располагаться где угодно.

Аэротенк, как отдельное сооружение, также может быть установлен в любом удобном месте и представляет собой обыкновенную герметичную емкость.

В аэротенке на определенной высоте от днища вывешиваются погружные модули аппарата ИНТЕЛБАКТЕР. Погружные модули представлены аэратором-смесителем и насосами подачи стоков из накопителя, сброса избыточного ила и отведения очищенной воды. В одном из помещений дома устанавливается небольшой по габаритам модуль автоматического управления и малогабаритный мембранный компрессор.

Принцип работы такого очистного устройства, а также его достоинства и недостатки подробно описаны в соответствующих разделах главной страницы сайта [www.intelbacter.ru](http://www.intelbacter.ru).

Коротко подведем итоги. Как видно из вышесказанного:

1. Биологическая очистка бытовых стоков может производиться на сооружениях естественной очистки (септики, поля аэрации/фильтрации, биопруды) и искусственной очистки (аэротенки и биофильтры различных типов).
2. Сооружения искусственной биологической очистки бытовых стоков обладают рядом неоспоримых преимуществ по сравнению с сооружениями естественной биологической очистки.
3. По совокупности потребительских свойств, при строительстве локальных очистных сооружений искусственной биологической очистки, предпочтение следует отдавать аэротенкам.
4. Наиболее выгодным набором потребительских свойств, среди сооружений искусственной биологической очистки, обладают очистные системы, построенные на аэротенках-смесителях, производящих очистку бытовых стоков по технологии последовательно-циклического реактора.
5. Модульные аппараты ИНТЕЛБАКТЕР на сегодняшний день не имеют себе равных по совокупности потребительских свойств, среди прочего оборудования искусственной

биологической очистки бытовых стоков, применяемых как в аэротенках-вытеснителях, так и в аэротенках-смесителях.

«Каждая лягушка свое болото хвалит», - скажете вы. И будете правы. Сайты для того и создают, чтобы хвалить свой товар. Однако выбор в любом случае остается за вами. Надеемся, что информация, которой мы поделились с вами на этих страницах, поможет вам сделать обоснованный, а значит, правильный выбор.

Бестужев Михаил Семенович,  
генеральный директор  
ООО «ИНСИТЭКО»  
7 мая 2014