

Биологическая очистка и утилизация сточных вод

A. Ратников, генеральный директор
ЗАО СПО «Биострой»



Времена, когда в хозяйстве дачника использовался туалет с ведром, содержимое которого периодически вываливали на компостную кучу, кажется, постепенно уходят. В современных загородных домах появился водопровод, а вместе с ним и ватерклозет. Но если в городской квартире не нужно думать, куда «всё» девается, когда мы смыываем унитаз, ситуация в собственном доме — совсем другая. Стоки приходится или накапливать и периодически вывозить на сливные станции, или же подвергать биологической очистке в специально построенных сооружениях. Кроме того, необходимо прокладывать канализационные сети и утилизировать очищенные стоки.

Решение этих вопросов требует специальных знаний, получить которые не всегда возможно — «серёзная» литература малодоступна и в основном освещает вопросы, связанные с проектированием больших станций очистки, а популярные издания часто просто переписывают рекламные проспекты производителей очистных агрегатов, не вдаваясь в «ненужные» подробности.

Предлагаемые несколько публикаций об автономных системах канализации призваны помочь читателям разобраться с названными проблемами. Первая статья посвящена общим вопросам биологической очистки и утилизации очищенных вод. В последующих статьях речь пойдёт об основных сооружениях автономных систем биологической очистки, их строительстве и инженерных решениях по отведению сточных вод.

Биологическая очистка канализационных стоков основана на способности микроорганизмов разрушать органические вещества (загрязнения). Различают анаэробный и аэробный процессы биологической очистки стоков. Анаэробный процесс — это разрушение органических веществ микроорганизмами без кислорода, аэробный — в присутствии кислорода.

Существует две основные схемы биологической очистки: с применением сооружений с естественными или искусственно созданными условиями.

Естественное разрушение органики протекает в почве и в водоёмах. Если количество органических веществ, поступающих в почву или водоём, невелико, то микроорганизмы справляются со своей задачей. Когда же органики слишком много, процессы окисления угнетаются, почва и водоёмы загнивают.

Среди искусственных очистных сооружений можно выделить два типа: аэрационные (аэротенки, реакторы), в которых окисление ускоряется за счёт подачи в них воздуха, и септики различных модификаций. Интенсификация процессов окисления в этих сооружениях помогает сократить занимаемые канализационными системами площади и выделение дурнопахнущих веществ в атмосферу.

Главная задача сооружений биологической очистки — удаление из воды органики. Поэтому главный показатель при проектировании указанных сооружений — биологическая потребность в кислороде (БПК). Он показывает, сколько кислорода необходимо для окисления органики, находящейся в стоках.

Современные аэрационные очистные сооружения, кроме того, рассчитывают на биологическое удаление азота и химическое удаление фосфора. А удаление всего остального — не более чем полезный сопутствующий эффект, практически не поддающийся расчёту из-за сложности протекающих процессов. Очень грубо его можно свести к поглощению загрязнений поверхностью активного ила (тех самых микроорганизмов, разрушающих органические загрязнения) и сопутствующим биохимическим реакциям. Приведу сильно сокращённый перечень загрязнений из приложения 3 Методических рекомендаций по очистке [1].

Из этой выборки можно понять, что для каждого вещества в стоках есть некоторое пороговое значение и если содержание этого вещества окажется больше, то биоценоз (в данном случае — совокупность бактерий) очистного сооружения не выдержит — он погибнет или будет сильно угнетён. Кроме того, эффективность удаления каждого из перечисленных веществ в системах биологической очистки постоянна и на неё практически нельзя воздействовать с целью увеличения.

В стоках присутствуют и загрязнения, вообще не задерживаемые биологическими очистными сооружениями. В Методических рекомендациях [1] приведён список из 63 таких веществ.

Таблица 1.
Перечень загрязняющих веществ,
удаляемых из сточных вод
на сооружениях биологической очистки.

Вещество	Максимальная концентрация для биологической очистки, мг/л	Эффективность удаления, %
Алюминий	5	50
Аммонийный азот (ион)*	45	30
Висмут	15	65
Железо Fe(+3)	5	65
Жиры (растительные и животные)	50	60
Марганец (+2)	30	—
Медь	0,5	65
Нефть и нефтепродукты в растворимом и эмульгированном виде	15	70
Никель	0,5	40
Ртуть	0,005	50
Свинец	0,1	40
СПАВ (анионные)	20	65
Фенол	15	80
Формальдегид	100	65
Фосфаты*	20	30
Хром (+3)	2,5	65
Хром (+6)	0,1	50
Цинк	1	60
Этиловый спирт	14	70

* Эффективность удаления аммонийного азота и фосфора дана для существующей обычной технологии биологической очистки. При использовании специальных технологий (схем с нитрификацией–денитрификацией, реагентного или биологического удаления фосфатов и др.), эффективность удаления может быть повышена до 95–98%.

Кстати, под очисткой на биологических сооружениях понимают и сепарацию, в результате которой образуется относительно чистая вода и загрязнённый осадок. Поэтому, когда вы читаете в рекламе об «очистке на 98%», надо понимать, что если вода освободилась на 98% от загрязнений, то основная их часть сконцентрировалась в осадке.

Утилизация очищенных вод. Сбрасывать очищенные стоки можно в водоём, на рельеф (в канаву) или в грунт. Для каждого из этих способов есть свои нормативы очистки, но для сброса в водоём и на рельеф они значительно строже.

Сброс в почву полностью замыкает круговорот веществ в биосфере, давая растениям возможность использовать многие элементы стоков для своего роста. Именно поэтому при сбросе в грунт воду не надо чистить «слишком хорошо», поскольку тогда она будет очищаться и от полезных веществ.

Количество загрязняющих воду веществ для определения их концентрации в бытовых сточных водах принимают по **таблице 2**.

Зная норму водоотведения* на одного человека, по данной таблице можно примерно определить концентрацию основных загрязнителей в стоках.

Какова же норма водоотведения и от чего она зависит? Есть нормативные документы, устанавливающие её в зависимости от степени благоустройства жилья, в частности СНиП 2.04.01–85* [2] и различные территориальные строительные нормы. Величина удельного водоотведения, кроме

* Нормой водоотведения (или удельным водоотведением) называется среднесуточное (за год) количество воды, расходуемое на 1 жителя, пользующегося системой водоотведения (л/сут·чел).

Таблица 2.
Количество загрязняющих воду веществ от одного жителя

Показатель	Количество загрязняющих веществ от одного жителя, г/сут
Взвешенные вещества	65
БПК _{полн} неосветлённой жидкости	75
БПК _{полн} осветлённой жидкости	40
Азот аммонийных солей N	8
Фосфаты Р ₂ O ₅	3,3
В том числе от моющих веществ	1,6
Хлориды Cl	9
Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	2,5

того, зависит от времени года, дня недели, привычек конкретных людей. Согласно указанному выше документу эта норма колеблется от 95 до 360 л на человека в сутки. Но среднестатистическая норма для среднестатистического загородного дома составляет примерно 200 л. Эту цифру обычно и используют в расчётах.

Если жители канализированного дома просто живут в нём, стирая бельё, готовя пищу, умываясь, чистя зубы, принимая ванну и пользуясь унитазом (только в целях личной гигиены, а не для слива в него разных химических веществ), то сточные воды будут называться бытовыми или хозяйственно-бытовыми. Это достаточно стабильный по составу и давно изученный сток. Он характеризуется такими интегральными показателями, как взвешенные вещества, жиры, СПАВ — синтетические поверхностью-активные вещества (в основном моющие средства), БПК и ХПК (биологическая и химическая потребность в кислороде — показатели, описывающие количество различной органики в стоках через потребность в кислороде на её окисление).

Кроме того, в сточных водах присутствуют ионы тяжёлых металлов (медь, цинк, марганец и т.д.), а также биогенные элементы (азот, фосфор, калий). Это очень схематичная и упрощённая классификация. Однако она позволяет разобраться в существе вопроса и понять, какие загрязнения есть в стоке.

Очевидно, какую бы очистку для сточных вод мы не предусмотрели, все загрязняющие вещества (и многие другие, не вошедшие в перечень Госстроя России, но присутствующие в сточной воде) в той или иной концентрации будут находиться и в очищенном стоке.

Так куда же утилизировать этот очищенный сток? Вариантов немного: в водоём, в грунт или на рельеф (в канаву, овраг). Как выбрать, куда? Овраг и канава — это половинчатое решение. Сброс в канаву, впадающую в водоём, с точки зрения норматива на качество сброса — это всё равно, что прямо в него, а в замкнутый овраг лучше вообще не сбрасывать, если не знаете, куда из него потекут ваши стоки. Остаются водоём и грунт.

Окончательный выбор способа утилизации для конкретного участка зависит от следующих параметров:

- наличия места для устройства очистных сооружений с учётом соблюдения санитарно-защитных зон;
- вида грунта на участке;
- характера рельефа участка;
- уровня грунтовых вод;
- характера использования верхнего водоносного гори-

зонта, вступающего в контакт со сточными водами, поглощаемыми грунтом;

— наличия водоёма, в который можно сбросить очищенные стоки, требования местных органов природоохраны и санэпиднадзора к качеству их очистки;

— климатических условий региона строительства.

При прочих равных условиях почвенная утилизация малых объёмов сточных вод дешевле и экологичнее.

Если же сточные воды по каким-либо причинам всё же будут сбрасываться в водоём (например, если загородный дом стоит на болоте, а делать фильтрующие насыпи нет желания или для них нет места или если рядом есть водозаборная скважина или колодец и стоки могут попасть в питающие их грунтовые воды), очищать стоки придётся до норматива, в некоторых случаях более жёсткого, чем для питьевой воды. Очевидно, что такая степень очистки требует дополнительных мероприятий и вложений.

Посмотрим, до какого качества нужно чистить сток, если будет выбран почвенный способ утилизации. Для этого обратимся к нормативным документам. Методические рекомендации [1] дают нам усреднённые характеристики качества бытового стока, отводимого абонентами жилищного фонда населённых пунктов. По взвешенным веществам эта характеристика составляет 110 мг/л.

В то же время согласно правилам строительства для Московской области [3] «Концентрация взвешенных веществ в сточной воде после септиков не должна превышать 100 мг/л. При работе фильтрующих сооружений в режиме доочистки — 20...30 мг/л.»

Как видим, от септика много не требуют. Если он снимет 40–60% взвеси, то на выходе из него получится от 40 до 70 мг/л взвешенных веществ. То есть это уже ближе к режиму доочистки, а не очистки.

Таким образом, при правильном устройстве септика и сооружений почвенной фильтрации вполне возможно отвести сточные воды в грунт, не нарушая действующих нормативов, так как в них нет перечня допустимых концентраций, как в нормативе для сброса в водоём.

Нужно оговориться, что нормативы содержат иные ограничения. Например, минимальные санитарные разрывы между очистными сооружениями и водозаборами. Определяют размеры этих разрывов гидрогеологические службы. Но заказать и оплатить натурные изыскания должен застройщик. Бряд ли это по карману среднестатистическому жителю загородного дома. Как же быть при отсутствии таких изысканий? Обратимся к нормативным документам. Так, в ТСН ЭК-97 МО [3] приведена **таблица** величин этих разрывов.

Согласно этих норм для индивидуальных систем водоотведения при ограниченном земельном участке с песчаным или супесчаным грунтом санитарные разрывы могут быть уменьшены до 30, 15 и 19 м при расположении сооружений почвенной очистки соответственно по течению, против и перпендикулярно течению грунтовых вод. Вполне можно воспользоваться этими усреднёнными нормами.

А как же быть жителям других областей? Нужно смотреть местное законодательство. Очень часто местные нормы со-

Таблица 3.
Санитарные разрывы между водозаборными сооружениями и сооружениями почвенной очистки в зависимости от их производительности и расположения по отношению к направлению потока грунтовых вод.

Производительность сооружений, м ³ /сут	Расположение очистных сооружений, м		
	по течению	против течения	перпендикулярно течению
До 4	40–50	20–25	25–30
До 8	75–80	25–30	30–35
До 12	80–85	30–35	35–40
До 25	85–100	35–40	40–50

держат те же самые слова и цифры. Для страховки полезно согласовать место размещения фильтрующих колодцев с местными санитарными органами.

Таким образом, при использовании для очистки и сброса сточных вод септика и сооружений почвенной фильтрации с последующим почвенным же поглощением стоков достаточно соблюсти два условия: правильно рассчитать и построить сооружения; выдержать требуемые размеры санитарных разрывов. Всё это может сделать сам застройщик с привлечением малоквалифицированной рабочей силы.

Совершенно иначе выглядит ситуация, если сброс сточных вод будет осуществляться в водоём. К качеству воды поверхностных водоёмов предъявляют очень жёсткие требования. Нормативы для питьевой воды и для воды водоёма практически совпадают, а рыбохозяйственные нормативы жёстче норматива для питьевой воды.

Некоторые нормативы (для объектов хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых**) установлены в документе ГН 2.1.5.1315-03 [4]. В нём указаны предельно допустимые концентрации 1356 веществ. Санитарные органы постоянно расширяют этот список и ужесточают требования к концентрациям химических веществ, оформляемые в виде дополнений к данным гигиеническим нормативам.

В то же время в последние годы мы наблюдаем увеличение загрязнения водоёмов и возрастание реально достигнутой степени очистки сточных вод. Возникла парадоксальная ситуация. Качество воды водоёма уже не удовлетворяет нормативу, его загрязнение гораздо выше разрешённых значений. Как быть в данной ситуации со сточными водами? Очищать их до степени загрязнения водоёма или до требуемого норматива, разбавляя «грязную» воду рек «чистыми» стоками?

В России пошли по второму пути. И если у вас есть сточные воды, которые необходимо сбросить, придётся их чистить до норматива той категории водоёма, в который осуществляется сброс. И не важно, что вода в реке грязнее норматива. Будете разбавлять воду, «оз-

**СанПиН 2.1.5.980-00 [5] устанавливает две категории водопользования: хозяйственно-питьевая и культурно-бытовая. К первой категории относится использование водных объектов или их участков в качестве источника питьевого и хозяйствственно-бытового водопользования, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности. Ко второй категории относится использование водных объектов или их участков для рекреационного водопользования. Требования к качеству воды, установленные для второй категории водопользования, распространяются также на все участки водных объектов, находящихся в черте населённых мест.



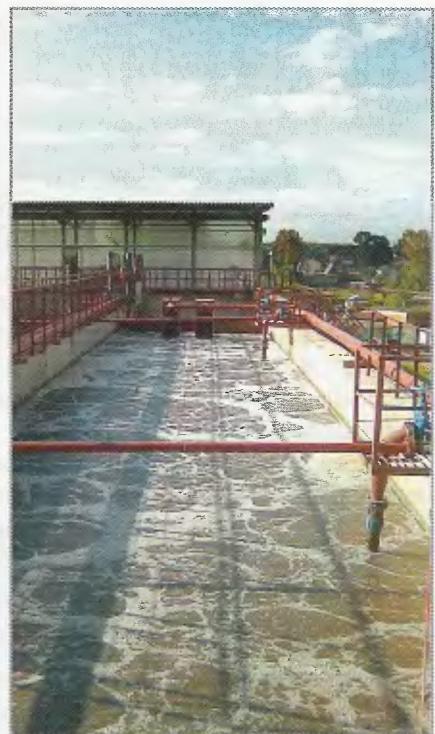
Строительство самодельного бетонного септика.



Бетонный септик в завершающей стадии строительства.



Септик из стеклопластика.



Станция биологической очистки посёлка.

доровляя» реку своим стоком.

Но есть также и другая категория водопользования — рыбохозяйственная, нормативы для которой установлены в Перечне рыбохозяйственных нормативов [6]. Этот документ одобрен научно-техническим советом Главрыбвода, согласован с Госкомэкологией России и утвержден комитетом Российской Федерации по рыболовству.

Какие же водоёмы считаются рыбохозяйственными? Да практически все. Это следует из п. 1 «Положения об охране рыбных запасов» [7], в соответствии с которым все водоёмы, которые используются или могут быть использованы для промысловой добычи рыбы и других водных животных и растений, или имеют значение для воспроизводства запасов промысловых рыб, считаются рыбохозяйственными.

Вопрос «Почему в России существуют две параллельные системы нормирования (на самом деле получается больше — есть ещё морские воды)?» —

рриториальный. Для решения споров по отнесению водоёмов к той или иной категории нет законного механизма, кроме обращения в судебные органы в каждом конкретном случае.

Как же узнать требуемую степень очистки? Очень просто — получить технические условия (разрешение) на сброс сточных вод в конкретный водоём и в конкретном месте. В них должны присутствовать перечень загрязняющих веществ и разрешенные именно вам их концентрации при сбросе. Процедуру получения этих документов лучше поручить профessionалу. Собственнику жилья или застройщику самостоятельно не стоит заниматься узкоспециальными вопросами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по расчёту количества и качества принимаемых сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населённых пунктов. Российская ассоциация водоснабжения и водоотведения. М., 2001.
2. СНиП 2.04.01-85. Внутренний водопровод и канализация зданий.
3. ТСН ЭК-97 МО. Технические правила и нормы строительства, эксплуатации и контроля работы сооружений систем водоотведения объектов малоэтажной застройки на территории Московской области.
4. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
5. СанПиН 2.1.5.980-00. Водоотведение населённых мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
6. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение: утв. Комитетом РФ по рыболовству. М., 1999.
7. Положения об охране рыбных запасов и о регулировании рыболовства в водоёмах СССР: утв. Постановлением СМ СССР 15.09.58 № 1045: с изм. 10.12.65, 10.12.69, 25.10.74, 22.07.79, 2.10.81, 12.0787.