

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Холматов Ихтиёр Рахматович

ФарПИ магистранти

Нўмонов Машрабжон Баходиржон ўғли

ФарПИ ҚМБКИЧ кафедра ассисенти

Аннотация: Человечество с давних времён осознавало ценность воды и понимало необходимость её очистки. Прежде чем вернуть воду природе, человек древности отстаивал её в резервуарах. Расслаиваясь, верхний слой воды возвращался в природу, а осадок служил удобрением. Ещё много тысячелетий назад человечество заметило способность воды к самоочищению. Нам, людям современности, конечно, понятны химические процессы разложения на простейшие вещества и обеззараживание с помощью солнечного ультрафиолета. Принцип биологических очистных сооружений придуман самой природой. Однако в настоящее время развитие человеческой цивилизации идёт такими прогрессирующими темпами, что у нас просто нет времени на ожидание очистки стоков естественным способом. Вторая проблема, стоящая перед современным человеком, это рост потребления водных ресурсов, а соответственно и рост количества стоков, рост объёмов воды, которые нужно вернуть природе. У нас нет таких площадей и территорий для того, чтобы стоки самоочищались в естественных условиях. Время и пространство — это те факторы, которые человек ставит во главу угла, взяв за основу метод природной биологической очистки сточных вод, ускорив его способом принудительной (искусственной) аэрации.

Ключевые слова: Биологическая очистка, сточных вод, анаэробный процесс, аэробный процесс, поля фильтрации, аэротенк, реакторы, септик, биофильтр, реагент, микроорганизм, биопруды.

Keywords: Biological treatment, waste water, anaerobic process, aerobic process, filtration fields, aerotank, reactors, septic tank, biofilter, reagent, microorganism, biological breeds.

Биологическая очистка сточных вод — очистка, основанная на способности микроорганизмов разрушать (минерализовать) содержащиеся в сточных водах органические вещества (загрязнения). Различают анаэробный и аэробный процессы биологической очистки стоков. Анаэробный процесс очистки сточных вод — процесс разрушения органических веществ микроорганизмами при отсутствии кислорода воздуха. Аэробный процесс очистки сточных вод — процесс разрушения органических веществ микроорганизмами в присутствии кислорода воздуха.

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

Сравнительная характеристика эффективности естественных и искусственных методов биологической очистки бытовых сточных вод:

Таблица №1.

Метод биологической очистки	Уменьшение содержания, * %				
	БПК ₅	азота	фосфора	калия	бактерий
Искусственный	87,5	37,5	29,3	18,0	88,8
Почвенный	94,3	81,6	96,6	76,7	97,1
Повышение степени очистки в естественных условиях по сравнению с искусственными, раз	1,1	2,2	3,3	4,3	1,1
* за 100% принято содержание (по каждому показателю) в неочищенных сточных водах					

Процессы естественного разрушения органических веществ протекают в почве и водоемах. При этом в почве преобладают анаэробные процессы, а в водоемах — аэробные. Если количество органических веществ не велико, то почва и водоемы справляются с процессом биологического окисления своими силами. Когда органики много, процессы окисления не усиливаются, а угнетаются, почва и водоемы загнивают. Биологического окисления сточных вод можно добиться, если создать условия, способные интенсифицировать процесс. Такие условия создаются на полях фильтрации (не путать с подземными полями фильтрации) и биопрудах.

Разновидности способов биологической очистки. Все способы биологической очистки делятся на естественные и искусственные.

Таблица №2.

Естественные	Искусственные
Дренажные или фильтрационные поля	Биофильтры
Биопруды	Метатенки (анаэробные реакторы)
	Аэротенки (аэробные реакторы)
	фильтрующие колодцы
	песчано-гравийные фильтры
	каналы циркуляционного окисления
	Станции биологической очистки

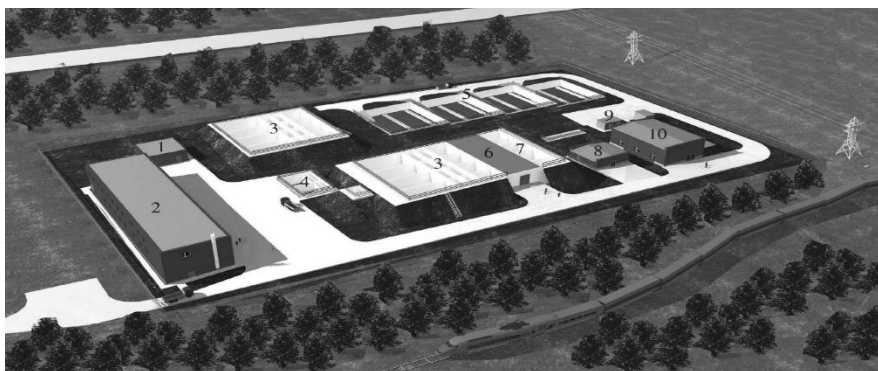
(биореакторы)

Поля фильтрации — это земельные участки с песчаными почвами, супесями и суглинками, подготовленные для естественной биологической очистки сточных вод фильтрацией через почвенные горизонты. В почве присутствуют как аэробные, так и анаэробные микроорганизмы (аэробы — на поверхности почвы, анаэробы — в толще земли), соответственно, осуществляются оба процесса очистки. В связи с тем, что этот естественный и простой метод очистки бытовых стоков требует больших площадей и ему сопутствует неприятный запах, в настоящее время поля фильтрации почти не используют.

Биопруды в наших климатических условиях применяют в основном для доочистки сточных вод в летнее время (дело в том, что при низкой температуре воды биологические процессы замедляются, а при температуре, близкой к нулю, вообще практически не идут). Очистка сточных вод в искусственных условиях также предполагает аэробный и анаэробный процессы. Иногда по отдельности, иногда в сочетании. На отечественном рынке малых очистных сооружений в основном присутствуют два типа очистных сооружений: аэрационные биологические очистные сооружения (аэротенки, реакторы) и септики различных модификаций и комбинаций процессов. Искусственные условия позволяют интенсифицировать процесс очистки, сократив занимаемые площади и выделение плохопахнущих веществ в атмосферу. Автоматизация аэрационных сооружений упрощает (но не удешевляет) эксплуатацию. Аэротенки и септики часто используют совместно с биофильтрами, представляющими собой искусственные сооружения, процесс очистки в которых протекает аналогично процессу очистки на полях фильтрации. Разница в том, что биопленка на полях фильтрации образуется на поверхности земли, а в биофильтре — в толще загрузки, на ее поверхности. Можно сказать, что биофильтр — это «свернутое», компактное поле фильтрации. В отличие от биофильтра, где создаются условия, интенсифицирующие процесс биологического окисления в почве, аэротенк представляет собой сооружение, где интенсифицируется процесс, происходящий в водоемах. Интенсификация осуществляется за счет подачи воздуха. Понятно, что это в основном аэробный процесс. Итак, аэротенки (реакторы), биофильтры и септики — это искусственные сооружения, моделирующие и интенсифицирующие естественные процессы, происходящие в почве (биофильтры и септики) и водоеме (аэротенки).

Напомню, что все очистные сооружения автономных систем канализации используют биологический способ очистки, т. е. в них размножаются микроорганизмы, разрушающие органические загрязнения. Органические загрязнения бывают растительного и животного происхождения. К растительным относятся остатки растений, плодов, овощей, злаков, бумаги, растительные масла и т. д. Основным химическим элементом этого типа загрязнений является углерод. К

загрязнениям животного происхождения относятся физиологические выделения людей и животных, остатки мускульных и жировых тканей животных, клеевые



вещества и т. д. Они характеризуются довольно значительным содержанием азота.

[1] *Общий вид станции биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод поселка на 20 000 жителей: 1 — трансформаторная подстанция; 2 — административно-бытовой корпус с гаражом; 3 — блок емкостей (преаэраторы, аэротенки, вторичные отстойники); 4 — песковая площадка; 5 — аварийные иловые площадки; 6 — галерея технологического оборудования; 7 — блок емкостей (фильтры доочистки, контактные резервуары, резервуары чистой воды); 8 — здание электролизной установки; 9 — очистные сооружения поверхностного стока с площадки станции; 10 — цех механического обезвоживания осадка.*

Возможно, малоподготовленный читатель удивится, но специалистам давно известно, что биологические очистные сооружения рассчитываются только на удаление из воды органики (БПК — биохимическая потребность в кислороде — показатель, описывающий количество органики в стоках через потребность в кислороде на ее окисление) и взвешенных веществ. Современные аэрационные очистные сооружения также рассчитываются на биологическое удаление азота (процесс нитри-денитрификации) и химическое удаление фосфора. Вы спросите: а как же остальное? А удаление всего остального — не более чем полезный сопутствующий эффект, расчету практически не поддающийся из-за невероятной сложности протекающих процессов. Очень грубо его можно свести к поглощению загрязнений поверхностью активного ила (тех самых микроорганизмов, разрушающих органические загрязнения) и сопутствующим биохимическим реакциям.

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

Таблица №3. [2]

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
Мочевина (карбамид)	По БПК	–
Нефть и нефтепродукты в растворимом и эмульгированном виде	15	70
Никель	0,5	40

Окончание таблицы №4.

Вещество	Максимальная концентрация для биологической очистки, мг/л	Эффективность удаления, %
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.), требующих реконструкции очистных сооружений, эффективность удаления может быть повышена до 95—98 %.

Из этой выборки можно понять, что для каждого вещества в стоках есть некоторое пороговое значение и если содержание этого вещества окажется больше, то биоценоз очистного сооружения не выдержит — погибнет или будет сильно угнетен. Кроме того, каждое из перечисленных веществ имеет свой процент

эффективности удаления. Его нельзя рассчитать и на него практически нельзя воздействовать с целью его увеличения.

В стоках присутствуют и загрязнения, вообще не задерживаемые биологическими очистными сооружениями. В методических рекомендациях приведен список из 63 таких веществ (в действительности их гораздо больше, но эти 63 вещества — наиболее часто встречающиеся). Кстати, под очисткой на биологических сооружениях понимают, кроме того, и сепарацию, при которой образуется относительно чистая вода и относительно загрязненный осадок. Поэтому, когда вы читаете в рекламе об «очистке на 98 %», надо понимать, что вода если и освободилась на 98 % от загрязнений, то основная их часть сконцентрировалась в осадке.

По утверждениям микробиологов, из всех функций микроорганизмов самой важной для жизни на Земле является та, которую они выполняют, участвуя в круговороте углерода. Микроорганизмы поддерживают динамическое равновесие углекислоты между процессами фиксации ее зелеными растениями и выделения во внешнюю среду вследствие минерализации органических соединений, скапливающихся в воде и почве.

Окисление углеродсодержащих органических веществ в идеале проходит до образования углекислоты и воды, азотсодержащих органических веществ через образование нитритов и нитратов до атомарного азота, выделяющегося в атмосферу. Проще говоря, микроорганизмы перерабатывают органику, присутствующую в канализационных стоках, минерализуют ее с образованием газов, переводят в формы, усвояемые растениями, замыкая тем самым пищевую цепочку. Еще проще можно сказать, что микроорганизмы перерабатывают фекальные стоки в ценные удобрения и чистую воду.

Биологическую обработку стоков осуществляют микроорганизмы, самостоятельно устанавливающие степень очистки. Им нужно не мешать, а по возможности помогать. Насколько велика должна быть помощь, зависит от того, как глубоко надо очистить стоки, а это, в свою очередь, зависит от места их сброса.

Сбрасывать можно в водоем или грунт. Для того и другого есть свои нормативы очистки, но для водоема они значительно строже, чем для грунта. Между тем 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 «очень сильно», поскольку тогда она будет очищаться от полезных веществ.

Коснемся биохимических процессов, происходящих в септике. Без поступления кислорода извне в нем развиваются метанобразующие бактерии, которые перерабатывают загрязнения с выделением минерального осадка и газообразного метана. Этот процесс метановой ферментации протекает в две стадии. На первой — сложные органические вещества разлагаются до более простых: жирных кислот,

спиртов, альдегидов, углекислоты, аммиака и водорода. На второй — метанобразующие бактерии превращают продукты первой фазы в метан, углекислоту и другие газы, образующиеся в малых количествах, а также нерастворимые соединения, выпадающие в осадок. Газы уходят в атмосферу через вентиляционные вытяжки, а азотистые соединения в большей степени вместе с водой поступают в грунт. В водоем сбросить такую воду нельзя — он загниет, изменит трофичность. Азот усиливает рост сине-зеленых водорослей, которые превращают водоем в зловонное болото. А вот в почве азот усваивается корнями растений. Фактически очистка стоков продолжается в почве полей фильтрации, в почве вокруг фильтрующего колодца или в биофильтре, установленном после септика. Сброса в окружающую среду как такового не происходит — полезные вещества усваиваются растениями. Вредные вещества тоже, но тут уже ничего не поделаешь, степень очистки от них фиксирована. К счастью, в бытовых стоках не так много вредных веществ, чтобы представлять опасность.



Рис. №1. Технологическая схема процесса станции биологической очистки сточных вод.

Аэробные процессы разложения широко распространены в природе. Они постоянно протекают в водоемах, содержащих растворенный кислород, или в хорошо аэрируемых и населенных живыми организмами почвах. При круговороте органической материи продукты распада вновь оказываются исходными веществами для образования высших соединений.

В противоположность только что описанным процессам, существует другой путь распада крупных молекул органических веществ на более мелкие частицы — анаэробное разложение. Он совершается лишь в отсутствие кислорода воздуха. Этот процесс известен также под названием «гниение». В нем принимают участие живые организмы. Однако, в то время как в процессе аэробного разложения участвуют многие виды организмов, процессы гниения осуществляются лишь определенными видами бактерий. При поступлении воздуха в достаточном количестве бактерии гниения подавляются другими организмами, поглощающими кислород. Лишь когда эти организмы изза недостатка кислорода погибают, могут размножиться анаэробные бактерии. Конечные продукты процессов гниения не похожи на продукты, образующиеся при аэробном разложении. При гниении происходит процесс восстановления. При этом наряду с твердыми соединениями в качестве конечных продуктов образуются различные газы, такие как метан, углекислый газ,

аммиак и сероводород. В конечном счете образующиеся вследствие анаэробного разложения частицы высокомолекулярных органических соединений вновь используются для синтеза новых белков, жиров и углеводов с помощью растений. Таким образом, мы видим, что при протекании распада по второму пути круговорот органической материи в природе снова замыкается.

Плюсы и минусы всех методов биологической очистки. Эффективность очистки в зависимости от способа.

Таблица №5.

	Занимаемая площадь	Скорость очистки	Потребность в воздухе	Типы загрязнений	Круглогодичная эксплуатация
Поля фильтрации, биопруды	большая	низкая	да	органические	нет
Биологические очистные сооружения	Малая	высокая	да	органические	да

Заключение. Биологическая очистка воды придумана самой природой. Однако развитие нашей цивилизации требует ускорения естественных процессов. В данном случае искусственное вмешательство человека в биологический механизм очистки идёт на пользу природе: Сокращается время очистки воды, в природу возвращаются продукты распада стоков –углекислый газ, вода, метан, избыточный ил служит хорошим удобрением, низкая стоимость, так как для процесса биологической очистки не нужны дополнительные реагенты или устройства, экономия происходит также за счёт сокращения персонала, биологическая очистка сточных вод создаёт естественный цикл природопользования.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. А.А.Ратников. Автономные системы канализации. Теория и практика. Техническая библиотека НП «АВОК» Москва «АВОК-ПРЕСС» 2008г. С/17-18.
- [2]. А.А.Ратников. Автономные системы канализации с септиками и сооружениями подземной фильтрации сточных вод. 2016г. С/43.
- [3]. Иванов В. Ф. Очистка городских сточных вод. Одесса: Одесское отделение научно-технического управления (ОНТУ) ВСНХ УССР, 1926г.
- [4]. В.И.Назарова. Канализация загородного дома. Москва 2011г.