



ГРУППА КОМПАНИЙ ЛВХ

www.lenaquastroy.ru

info@lenaquastroy.ru; lenaquastroy@inbox.ru

Тел./факс: +7 (812) 648 3281; +7 (812) 677 2682



ЛенАкваСтрой
СИСТЕМЫ ВОДООЧИСТКИ

**Концепция канализационных очистных сооружений
(КОС), предназначенных для обработки
хозяйственно – бытовых стоков
малых населённых пунктов
и производственных предприятий.
Производительность - до 1000 куб. м**

Санкт-Петербург
2018

Оглавление

1. Особенности хозяйственно - бытовых стоков малых населённых пунктов и производственных предприятий.	3
2. Исследование состава и фазово-дисперсных состояний загрязняющих веществ в исходной воде.	5
3. Анализ функциональных возможностей типовых очистных схем при обработке хозяйственно – бытовых стоков малых населённых пунктов и производственных предприятий.	8
4. Общий вид технологической схемы комплексной очистки хозяйственно – бытовых стоков малых населённых пунктов и производственных предприятий.....	11
5. Принцип работы КОС.....	18
6. Отходы очистки.....	20
7. Реагенты и расходные материалы.....	22

1. Особенности хозяйственно - бытовых стоков малых населённых пунктов и производственных предприятий.

В соответствии со среднестатистическими данными, представленными в таблице № 1, канализационные сооружения (КОС) предназначены для очистки сточных вод, как от биогенных, так и техногенных загрязняющих веществ. Одновременное присутствие данных веществ в исходной воде, свойственно для хозяйственно - бытовых стоков малых населённых пунктов и производственных предприятий. Данное свойство объясняется относительно небольшим объёмом поступающей сточной воды и, следовательно, малой степенью разбавления присутствующих в ней техногенных примесей, поскольку полностью исключить их проникновение в канализационные сети - не представляется возможным.

К биогенному типу загрязнений относятся органический углерод, который характеризуется показателями БПК и ХПК; органический фосфор - показатель «фосфаты» и органический азот – показатели «нитриты», «нитраты» и «азот аммонийный».

Техногенные загрязнения характеризуются показателями «железо общее», а так же другие тяжёлые металлы, «нефтепродукты», «СПАВ» и, зачастую, обладают бактерицидными свойствами.

Отметим, что в хозяйственно – бытовых стоках малых населённых пунктов и производственных предприятий концентрация загрязняющих веществ биогенного типа, как правило, незначительна. Среднестатистическое значение БПК в названных стоках (см. Таблица 1) составляет не более 85 (мгО₂/л), что говорит о недостаточной концентрации основных элементов питания для эффективного осуществления процесса биологического окисления сточной воды, а именно об отсутствии в ней необходимого количества органического углерода.

Кроме того, соотношение БПК/ N/ P в данных стоках соответствует ~ 100/ 30/ 7, таким образом, концентрации азота (N) и фосфора (P) значительно выше, чем это требуется по нормам проектирования для сооружений биологической очистки (100/ 5/ 1).

**Среднестатистические показатели хозяйственно – бытовой сточной
воды малых населённых пунктов и производственных предприятий.**

Таблица 1.

Наименование примеси (показатель)	Концентрация в исходной воде	ПДК для водоёмов р/х значения
запах, балл	2	Без запаха
цвет	Светло-серый	Отсутствие
взвешенные вещества, мг/л	186	10 (2)
взвешенные вещества органические, мг/л	143	10 (2)
общая минерализация, мг/л	менее 950	1000
рН	6,5 -7,5	6,5– 8,5
Мутность, мг/л	10 - 50	2
жёсткость, мг-экв/л	Менее 7	Менее 7
кальций, мг/л		
магний, мг/л		
азот аммонийный, мг/л	20 - 23	0,5 (0,39)
азот нитритов, мг/л	1 - 3	0,08
азот нитратов, мг/л	35	40
фосфаты, мг/л	4,5 - 6	0,2
сульфаты, мг/л	менее 180	100
хлориды, мг/л	менее 330	300
карбонаты, мг/л	-	-
железо (тяжёлые металлы), мг/л	1 - 5	0,1
нефтепродукты, мг/л	1 - 10	0,05
натрий, мг/л	менее 250	200
калий, мг/л	менее 60	50
АПАВ, мг/л	5 - 50	0,1
бактериальное заражение, лкп/л	высокое	< 500
БПК, мгО ₂ /л	85	3
ХПК, мгО ₂ /л	143	15

2. Исследование состава и фазово-дисперсных состояний загрязняющих веществ в исходной воде.

Для понимания процессов, протекающих в стоках, необходимо правильно классифицировать фазово-дисперсные состояния веществ, загрязняющих сточную воду, после чего способы и методы их удаления становятся очевидными.

В соответствии с данными Таблицы 1, в исходной воде наблюдается наличие ниже перечисленных загрязняющих веществ, которые характеризуются следующими показателями:

2.1. БПК (менее 85 мгО₂/л), ХПК (менее 143 мгО₂/л).

Значения показателей БПК и ХПК определяются концентрациями практически всех содержащихся в воде примесей: от частиц находящихся во взвешенном состоянии до ионных растворов.

2.2. Взвешенные вещества (186 мг/л).

Концентрация мелкодисперсных взвешенных веществ, находящихся в ультравзвешенном состоянии, как правило, составляет не более 30 (мг/л). Остальная же взвесь укрупняется за счет эффекта естественной коагуляции и поэтому легко отделяется методом гравитационного осаждения в отстойниках.

2.3. Нефтепродукты (1 - 10 мг/л).

Нефтепродукты в воде могут содержаться в следующих фазово-дисперсных состояниях: грубодисперсные пленки, эмульсии, микроэмульсии и молекулярные растворы. Соотношение между концентрациями грубодисперсных пленок, легко отделяемых в нефтеловушках и отстойниках, и эмульсий с микроэмульсиями зависит от степени турбулизации исходной воды. При естественном поступлении стоков в приемную емкость (самотек) концентрации эмульсий и микроэмульсий не превышают 3 - 5 (мг/л). В случае принудительной подачи исходной воды с помощью центробежных насосов концентрации названных загрязнений могут значительно возрасти. Концентрация молекулярно растворенных нефтепродуктов не превышает величину 0,3 (мг/л) [Предел растворимости нефти в воде]. Если время контакта нефтепродуктов и воды превышает один месяц, то предел растворимости данного загрязнения увеличивается до 3 - 5 (мг/л) за счёт естественного биологического окисления, причем названные примеси относятся к постколлоидному состоянию

(высокомолекулярные растворы аналогичные СПАВ).

Остаточная концентрация нефтепродуктов должна соответствовать величине 0,05 (мг/л), т.е. должна быть ниже предела растворимости нефти в воде в естественных условиях.

2.4. pH (6,5 - 7,5).

Величина водородного показателя соответствует нейтральной среде.

2.5. Железо общее (1 - 5 мг/л).

В заданном диапазоне pH, железо находится в воде в четырех состояниях:

- трехвалентное железо, представляет собой нерастворимую гидроксид Fe(OH)₃, которая содержится в воде в виде взвешенных частиц, ультравзвеси и коллоидного раствора;
- двухвалентное железо Fe²⁺ находится в виде ионного раствора.

2.6. Марганец.

При заданном значении pH марганец находится в состоянии ультравзвешенных и коллоидных частиц, представляющих собой нерастворимую гидроксид, а также в виде ионного раствора.

2.7. Азот аммонийный (20 - 23 мг/л).

Одним из наиболее трудно отделяемых загрязнений является органический азот, который образует в сточной воде достаточно сложную систему равновесий. В сточной воде **одновременно присутствуют** молекулярно-растворенные вещества, имеющие аминогруппы (амины), молекулярно растворенный аммиак и азот аммонийный в ионной форме. Сумма концентраций данных загрязнений характеризует общее количество органического азота. Равновесное соотношение между концентрациями аминов, аммиака и ионов аммония целиком и полностью зависит от pH базовой воды, а самое главное от ее собственного щелочного резерва (щелочности – Щ). Другими словами, соотношение между концентрациями аминов, аммиака и ионов аммония определяется **индивидуальными** особенностями базовой воды хозяйственно-питьевого назначения и является специфичным для каждого конкретного объекта.

Итак, при заданном значении pH азот аммонийный находится в сточной воде в шести состояниях:

- NH₄⁺ - ион аммония соответствует состоянию ионного раствора;
- NH₃ – газообразный аммиак находится в виде молекулярного раствора;
- NH₂R – вещества, содержащие аминогруппы, могут находиться в воде во взвешен-

ном, ультравзвешенном, коллоидном, постколлоидном и молекулярно растворенном состояниях.

2.8. СПАВ (5 – 50 мг/л).

Данные вещества образуют с водой высокомолекулярные растворы соответствующие постколлоидному состоянию.

2.9. Фосфаты (4 - 6 мг/л).

При заданном значении рН данные загрязнения соответствуют ультравзвешенному, коллоидному и ионно растворенному PO_4^{3-} состояниям.

2.10. Хлориды (до 330 мг/л), сульфаты (до 180 мг/л).

Названные примеси находятся в состоянии ионных растворов Cl^- , SO_4^{2-} .

2.11. Кальций, магний.

Данные вещества находятся в виде ионных растворов Ca^{2+} , Mg^{2+} .

2.12. Натрий (до 250 мг/л), калий - (до 60 мг/л).

Названная примесь находится в виде ионного раствора Na^+ , K^+ .

2.13. Фенол (до 0,002 мг/л), жиры (до 0,8 мг/л).

Названные вещества находятся в виде высокомолекулярных растворов (постколлоидное состояние).

2.14. Сухой остаток (до 950 мг/л).

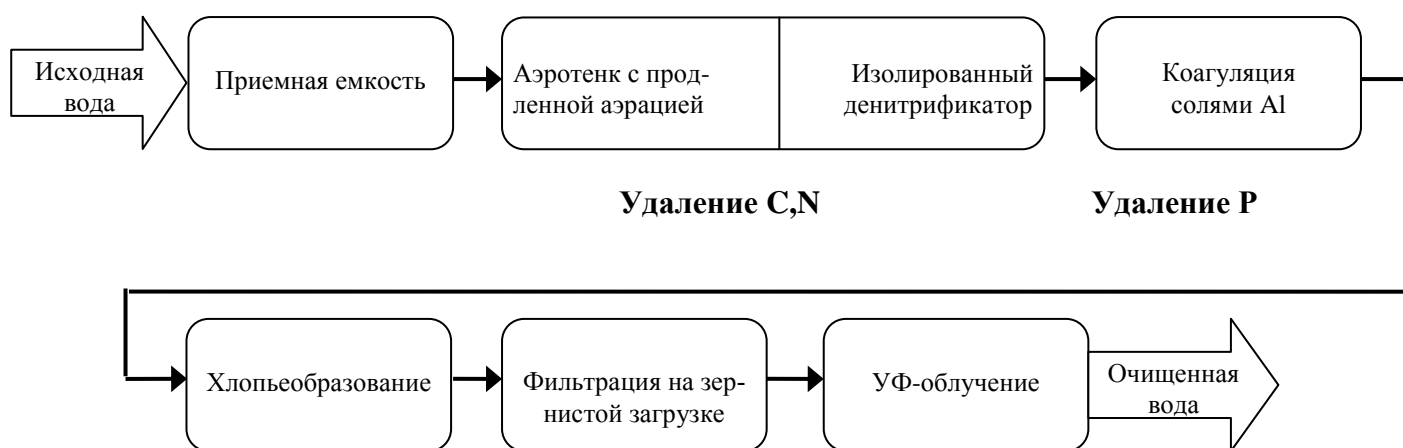
Солевой состав сточных вод, в основном, определяется катионами Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} и анионами Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^- .

3. Анализ функциональных возможностей типовых очистных схем при обработке хозяйственно – бытовых стоков малых населённых пунктов и производственных предприятий.

Очистка хозяйственно – бытовых стоков, отличающихся обилием содержащихся в них загрязняющих веществ, представляет собой сложную многофакторную задачу, завершить которую в одно действие невозможно в принципе, поэтому данная проблема решается посредством комбинирования (сочетания) различных методов очистки.

Наличие широкого спектра различных примесей присутствующих практически в каждом стоке (см. п.п. 1 и 2 настоящего документа), приводит к необходимости поэтапного использования различных методов очистки в рамках единой технологии.

С учётом существующих пределов каждого из методов очистки, а также их надёжности, с точки зрения получения конечного результата, наиболее популярной стала следующая технологическая схема (см. рис.1).



Биоокисление

Рис.1.

Исключение любого из указанных методов обработки делает невозможным получение требуемого качества очищенной воды практически по всему спектру имеющихся загрязнений.

Слабыми звеньями данной технологии с точки зрения очистки хозяйственно – бытовых стоков малых населённых пунктов и производственных предприятий являются биологическое окисление и коагуляция солями алюминия.

Присутствие в исходной воде загрязнений техногенного характера, таких как: тяжёлые металлы и нефтепродукты; приводит к задержке (вплоть до полной остановки) роста микроорганизмов и, как следствие, к снижению качества биологически окисленной воды.

Качество очистки методом биологического окисления также значительно зависит от величины исходного биогенного загрязнения: при уровне показателя БПК₅ < 100 мгО₂/л рост микроорганизмов замедляется из-за недостатка питающей среды. На рост микроорганизмов большое влияние оказывает и температура очищаемой воды.

В целом, аэротеночное хозяйство представляет собой тонкую, капризную биосистему, которая отличается функциональной инерционностью и слабой управляемостью, когда любое случайное присутствие бактерицидных примесей в исходной воде способно на длительное время полностью вывести из строя сооружения биологической очистки. Таким образом, для обеспечения эффективной работы КОС требуются большие материальные затраты и, особенно, присутствие квалифицированного обслуживающего персонала.

Введение раствора сульфата алюминия в очищаемый поток требует больших производственных площадей для размещения реагентного хозяйства. Кроме того, для очистной системы, использующей данную схему коагуляции, расход сульфата алюминия составляет 75 – 150 кг/сут. **К примеру**, для получения реагентным методом в обрабатываемой воде концентрации, предположим, 10 (г/м³) ионов алюминия (Al³⁺) необходимо ввести ~ 152 (г/м³) сульфата 18 водного или ~ 6,2 (л/м³) его 2,5% раствора. При производительности очистной системы, допустим, 700 (м³/сут) расход реагента составляет ~ 107 (кг/сут) сульфата 18 водного или ~ 4300 (л/сут) его 2,5% раствора. После введения в очищаемую воду 10 (г/м³) Al³⁺, за счет гидролиза его ионов с поглощением гидроксильных групп OH⁻, теоретический водородный показатель обработанной воды составит менее 3 единиц. На практике рН, как правило, соответствует 4,5 - 5,5, в зависимости от собственного щелочного запаса исходной воды. Таким образом, обработанная среда приобретает кислотные свойства, следовательно, требуется введение дополнительного реагента, например, NaOH для нейтрализации воды, обработанной сульфатом алюминия.

Таким образом, в процессе реагентной коагуляции изменяется ионный состав очищаемой воды, а именно: увеличивается концентрация анионов SO₄²⁻ (сульфаты) на ~ 65 (мг/л) при ПДК сульфатов в очищенной воде 100 (мг/л), а так же в процессе нейтрализации обработанного стока повышается концентрация катионов Na⁺.

Поэтому, зачастую в целях снижения затрат на обслуживание КОС, коагуляцию временно исключают из технологии, а имеющиеся ёмкости хлопьеобразования используют для естественного отстаивания воды. В результате, основная нагрузка приходится на скорые фильтры, что быстро выводит их из строя.

Использование ультрафиолетовых ламп на потоке воды, содержащей загрязнения, малопродуктивно, так как остаточные примеси отражают ультрафиолетовые лучи, следовательно, окисление остаточных растворов и уничтожение болезнетворных микроорга-

низмов, присутствующих в воде, в этом случае, трудновыполнимо.

Различные схемы очистки хозяйственно и промышленно – бытовых сточных вод методом биологического окисления наиболее профессионально представлены в пособии:

Яковлев С. В. и др.

«Очистка производственных сточных вод»;

Москва; Стройиздат;

1985 г.

В соответствии с опытными данными, предел качества по БПК для названного метода при глубокой очистке воды составляет от 6 до 15 мгО₂/л, а не 3 мгО₂/л, что соответствует современным нормативам для сброса в водоёмы рыбохозяйственного значения. С учётом того, что в исходной воде присутствуют техногенные примеси (см. Таблица 1 настоящего документа), остаточное значение БПК в очищенных стоках, в этом случае, превышает 20 мгО₂/л.

Остаточная концентрация азота аммонийного в очищенной воде должна быть не более 0,5 (0,39) (мг/л). Однако, предел качества очистки методом нитри – денитрификации для аммония составляет 1,5 – 5 (мг/л). Остаточную концентрацию азота аммонийного в очищенной воде, соответствующую значению 0,5 (0,39) мг/л, можно гарантировать только при последовательном использовании методов сорбции и катионообмена.

Что касается удаления техногенных примесей до остаточных концентраций соответствующих ПДК для водоёмов рыбохозяйственного значения, отметим следующее:

- остаточная концентрация нефтепродуктов в очищенной воде, соответствующая значению 0,05 мг/л, может быть гарантирована только при использовании сорбции, так как предел растворимости нефти в воде составляет 0,3 мг/л;

- остаточная концентрация СПАВ в очищенной воде, соответствующая значению 0,1 мг/л, может быть гарантирована также только при использовании сорбентов;

- остаточная концентрация железа в очищенной воде, соответствующая значению 0,1 мг/л, может быть гарантирована только при использовании катионообменной смолы.

Вывод. Стремительный рост антропогенного загрязнения воды и, как следствие, усиление правовых мер защиты окружающей среды, выраженное в перманентном ужесточении экологических требований к качеству очищенных стоков, выявили ситуацию, которая ограничивает применение существующих типовых схем при очистке хозяйственно – бытовых стоков малых населённых пунктов и производственных предприятий. Выше показано, что в данном случае использование названных схем становится не эффективным.

4. Общий вид технологической схемы комплексной очистки хозяйственно – бытовых стоков малых населённых пунктов и производственных предприятий.

Исходный сток целесообразно накапливать в приемной емкости. Приемная емкость предназначена для:

- улавливания крупных включений с помощью фильтровальной решетки, размещаемой в месте поступления исходной воды;
- первичного отделения загрязнений методом отстаивания;
- усреднения химического и ионного состава поступающих стоков;
- аккумуляирования сточных вод с целью сглаживания пикового расхода.

Для более глубокой предварительной очистки стока наиболее эффективно последовательное использование отстаивания в приёмной ёмкости и отдувки в специальном резервуаре аэрации с целью извлечения ПАВ и растворенных газов (аммиак, CO₂ и др.), а также для начального окисления прочих загрязнений атмосферным кислородом.

В приёмно – аварийной ёмкости, а так же в резервуаре аэрации могут протекать и процессы биологического окисления загрязняющих включений, при условии, что названным процессам не будут препятствовать недостаток питания или наличие значительных концентраций техногенных примесей (бактерицидных веществ) в исходном хозяйственно – бытовом стоке.

Для окончательного удаления из воды биогенных составляющих (БПК₅, ХПК, азот аммонийный) имеет смысл воспользоваться методом химического окисления путём дозированной подачи раствора окислительного агента (перекись, ГПХ и т. д.) в поток очищаемой воды, т.к. остаточное значение БПК для предварительно очищенного стока (см. выше) составляет не более 25 (мгО₂/л).

Остаточные загрязнения после этапа предварительной очистки составляют продукты окисления в виде коллоидных образований и ультравзвешенные частицы. Их выделение с помощью контактных осветлителей или фильтрующих устройств (скорох фильтров), без **предварительного укрупнения**, не представляется возможным. Кроме того, из воды следует удалить органический фосфор. Укрупнение данных загрязнений и удаление фосфатов осуществляется посредством использования **коагулянта** (см. п. 3 настоящего документа).

В качестве коагулянта, помимо раствора солей алюминия (**реагентная коагуляция**), возможно непосредственное введение в поток очищаемой воды анодно - растворённого алюминия электрохимическим способом (**электрокоагуляция**).

Применение электрокоагуляции является более предпочтительным, особенно в локальных, небольших очистных системах, так как электрокоагуляторы отличаются компактностью и простотой управления, в процессе эксплуатации максимально надежны и требуют меньших трудозатрат при их обслуживании. **Кроме того, после осуществления процесса электрокоагуляции солевой (ионный) состав (сухой остаток) и pH обработанной воды практически не изменяются.** Следует отметить, что коагуляция загрязнений (укрупнение) является **ядром** всего процесса очистки, т.к. от эффективности её проведения всецело зависит работоспособность всех последующих очистных устройств.

Таким образом, с точки зрения конструкторско-технологической и технико-экономической целесообразности, реагентную коагуляцию необходимо заменить электрокоагуляцией, которая считается наиболее универсальным методом и обладает неоспоримыми преимуществами. Но повсеместному применению данного метода препятствует один, но очень существенный недостаток, а именно, **пассивация** пластин (электродов) в электрокоагуляторах.

После введения ионов алюминия в очищаемую воду необходимо некоторое время для завершения процесса гидролиза ионов металла, в результате чего в объёме воды проявляются гелеобразные структуры (гидроокись, которая называется «хлопья»). Поверхность хлопьев обладает высокой адгезионной совместимостью с продуктами окисления, а так же с мелкодисперсными и коллоидными частицами. Названные частицы налипают на поверхность хлопьев (укрупняются), после чего осаждаются совместно с ними и образуют нерастворимый осадок. Кроме того, ионы алюминия образуют нерастворимые и малорастворимые соединения (фосфат алюминия, алюмосиликаты и т.д.), таким образом, выводятся из раствора **фосфаты** и силикаты, которые затем удаляются из воды при отстаивании и контактном осветлении (фильтровании). Перечисленные процессы протекают в резервуаре хлопьеобразования.

После осаждения хлопьев, вода из резервуара хлопьеобразования направляется в контактный осветлитель (скорый зернистый фильтр). Остаточные хлопья отделяются на поверхности зернистой загрузки и образуют намывной (псевдофильтрующий) слой, при прохождении которого, очищаемая вода получает дополнительное осветление. **В настоящее время наиболее эффективным загрузочным материалом является фильтроагрегат (AG) на основе дегидратированного алюмосиликата. Фильтроагрегат отличается от других загрузок относительно малой плотностью, повышенной грязеемкостью и механической прочностью, поэтому в процессе промывки обратным потоком воды, материал эффективно освобождается от загрязнений, выделенных в его объеме, тем самым практически полностью восстанавливается его гидропроницаемость и грязеемкость.**

Контактно осветленная вода поступает в сорбционный фильтр для извлечения остаточных молекулярно растворенных загрязнений таких как: нефтепродукты, СПАВ, аммиак, остаточные окислительные агенты и т. д.

После сорбции вода подается на катионитовый фильтр, где осуществляется удаление остаточных ионов аммония NH_4^+ и металлов Al^{3+} , Fe^{2+} (железо, алюминий), находящихся в воде.

При извлечении из воды ионов тяжелых металлов методом ионообмена более целесообразно использовать К-катионит, нежели Na-катионит, т.к. атомарная масса иона калия ближе к усредненной атомарной массе тяжелых металлов. В соответствии с поставленной задачей, катионит должен извлекать только ионы аммония и тяжелых металлов (NH_4^+ , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Al^{3+} и т.д.). Однако, данному процессу препятствует наличие в сточной воде катионов солей жесткости (Ca^{2+} и Mg^{2+}), что приводит к необоснованным затратам на реагенты и утилизацию дополнительных объемов отработанных растворов. Таким образом, катионообменная загрузка должна обладать высокой селективностью на фоне солей жесткости по извлечению ионов аммония и ионов тяжелых металлов. Другими словами, из воды, обработанной на данной загрузке, должны полностью извлекаться перечисленные ионы, при этом концентрации катионов кальция и магния практически не изменяются. **Наиболее соответствующей данному требованию является загрузка марки «НЛ».**

В качестве реагента для восстановления ионообменной активности калий - катионитовой смолы используется раствор KCl. Отработанный раствор аккумулируется в специальном баке, где затем производится его регенерация.

Очищенная вода подвергается окончательному обеззараживанию на установке УФ - облучения, после чего может быть сброшена в водоем рыбохозяйственного значения.

Для удобства представим последовательности методов очистки, необходимые для гарантированного удаления основных примесей до ПДК водоёмов рыбохозяйственного значения, в виде таблицы.

Таблица 2.

Последовательность методов очистки.

Наименование примеси (показатель)	Концентрация в исходной воде	ПДК для водоёмов р/х значения	Необходимая последовательность методов очистки до ПДК
Запах, балл	2	Без запаха	Отдувка (аэрация) сорбция
Цвет	Светло-серый	Отсутствие	Коагулирование (при необходимости окисление) хлопьеобразование контактно осветление
Взвешенные вещества, мг/л	186	10 (2)	Отстаивание или/и циклонирование

Взвешенные вещества органические, мг/л	143	10 (2)	Коагулирование хлопьеобразование контактное осветление	
Сухой остаток, мг/л	менее 950	1000	Обессоливание	
pH	6,5 -7,5	6,5– 8,5	Нейтрализация	
Мутность, мг/л	10 - 50	2	Коагулирование хлопьеобразование контактное осветление	
Жёсткость, мг-экв/л	Менее 7	Менее 7	Умягчение	
Кальций, мг/л			Умягчение	
Магний, мг/л			Умягчение	
Азот аммонийный, мг/л	20 - 23	0,5 (0,39)	Биообработка с про- длённым циклом аэрации (нитри – денитрификация) сорбция катионообмен (об- ратный осмос)	Окисление сорбция катионообмен (обратный осмос)
Азот нитритов, мг/л	1 - 3	0,08	Биообработка с про- длённым циклом аэрации (нитри – денитрификация)	Окисление
Азот нитратов, мг/л	35	40	Биообработка с про- длённым циклом аэрации (нитри – денитрификация)	Анионообмен (обратный осмос)
Фосфаты, мг/л	4,5 - 6	0,2	Коагулирование хлопьеобразование контактное осветление	
Сульфаты, мг/л	менее 180	100	Обессоливание	
Хлориды, мг/л	менее 330	300	Обессоливание	
Карбонаты, мг/л	-	-	Умягчение	
Железо (тяжёлые металлы), мг/л	1 - 5	0,1	Окисление (восстановление) коагулирование хлопьеобразование контактное осветление (при необходимости катионообмен)	
Наименование примеси (показатель)	Концентрация в исходной воде	ПДК для водоёмов р/х значения	Необходимая последовательность методов очистки до ПДК	
Нефтепродукты, мг/л	1 - 10	0,05	Отстаивание коагулирование хлопьеобразование сорбция	
Натрий, мг/л	менее 250	200	Обессоливание	
Калий, мг/л	менее 60	50	Обессоливание	
АПAB, мг/л	5 - 50	0,1	Отдувка (аэрация) сорбция	
Бактериальное заражение, лкп/л	высокое	< 500	Обеззараживание	
БПК, мгО ₂ /л	85	3	Биообработка и (или) окисление коагулирование	

			хлопьеобразование контактное осветление сорбция
ХПК, мгО ₂ /л	143	15	Биообработка и/или окисление коагулирование хлопьеобразование контактное осветление сорбция

На основании положений, изложенных выше, представим технологическую схему комплексной очистки хозяйственно – бытовых стоков малых населённых пунктов и производственных предприятий в виде рисунка (см. рис. 2).

Ещё раз отметим, что в представленной схеме не исключаются процессы анаэробного окисления загрязнений в приёмно – аварийной ёмкости и аэробного окисления в резервуаре аэрации, при условии, что названным процессам не будут препятствовать недостаток питания или наличие техногенных примесей (бактерицидных веществ) в исходном хозяйственно – бытовом стоке. Однако, в представленной схеме, процессы биологического окисления не имеют настолько ключевого значения, как в существующих типовых схемах, поэтому случайное или намеренное подавление жизнедеятельности сообщества микроорганизмов не приводит к выходу из строя КОС в целом. При этом функциональная нагрузка перераспределяется на устройства химического окисления, электрокоагуляции, контактного осветления, сорбции и катионообмена, но качество очищенной воды остаётся неизменным. Таким образом, канализационные очистные сооружения, реализующие представленную технологию, отличаются от типовых схем функциональной гибкостью, а так же возможностью технологического управления процессом очистки.

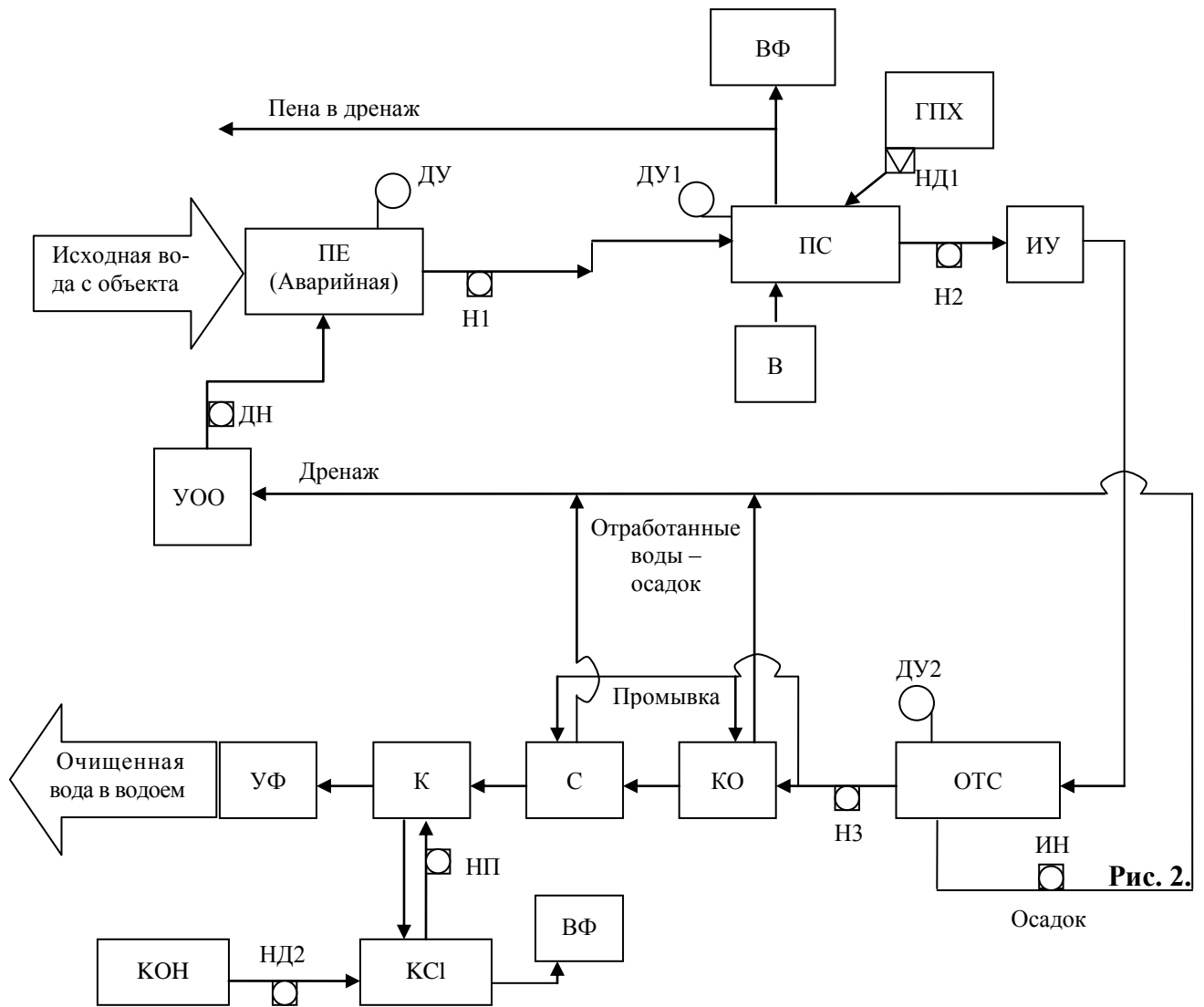


Рис. 2.

Перечень элементов технологической схемы.

Поз.	Обозначение	Наименование	Примечание
1	ПС	Резервуар аэрации	Отстойник четырёхсекционный: секция аэрации; секция удаления избыточного ила; контактная секция; переходная секция
2	В	Воздуходувка	
3	ИУ, ИП	Установка электрохимического получения реагентов «ЛВХ ПР-72 РС» (электрокоагулятор)	ИУ- исполнительное устройство; ИП-источник питания ИПК-250
4	ГПХ, НД1	Установка электрохимического получения и дозирования окислительного агента	ГПХ - установка получения раствора окислительного агента (ГПХ); НД1-насос-дозатор полученного раствора
5	ОТС	Емкость хлопьеобразования	Отстойник двухсекционный: секция хлопьеобразования; переходная секция
6	Н1, Н2, Н3	Насос центробежный	Для перекачки воды
7	КО	Фильтр механический засыпной	Контактный осветлитель с загрузкой фильтроагрегатом
8	С	Фильтр сорбционный засыпной	Загрузка - уголь активированный
9	К	Фильтр ионообменный засыпной	Загрузка – К-катионит марки «НЛ»
10	УФ	Блок УФ - облучения	
11	УОО	Устройство обезвоживания твердых отходов (осадков)	Фильтр – пресс и (или) устройство мешочного типа
12	КОН, КС1, НД2	Вспомогательное оборудование для регенерации жидких отходов (растворов)	КОН-резервуар для получения и хранения раствора едкого кали; КС1-резервуар для получения и хранения раствора хлорида калия; НД2-насос-дозатор щелочи
13	ИН	Насос иловый	
14	ДН	Насос дренажный	
15	НП	Насос подачи регенерационного раствора	
16	ПЕ	Приёмно – аварийная ёмкость	
17	ВФ	Воздушный фильтр	
18	ДУ	Датчик уровня кондуктометрический САУ-М6	

5. Принцип работы КОС.

В качестве иллюстрации принципа работы КОС рассматривается вариант очистки и обеззараживания хозяйственно-бытовых вод малых населённых пунктов и производственных предприятий с последующим отводом очищенных стоков в водоемы рыбохозяйственного значения.

КОС функционирует следующим образом:

Сточные воды самотеком поступают в приемно-аварийную емкость ПЕ (см. рис. 2), где производится их аккумуляция;

После срабатывания датчика уровня жидкости ДУ, который включает подающий насос Н1, исходная вода под давлением направляется в резервуар аэрации ПС, где осуществляется его интенсивная продувка сжатым воздухом с целью удаления аммиака, высокомолекулярных ПАВ и других растворенных газов, а так же для окисления примесей атмосферным кислородом. Из отработанного газа сначала удаляется пена, а затем его поток направляется в воздушный фильтр (ВФ) для извлечения аммиака, сероводорода, углекислого газа и т.д. Воздуходувка В и насос-дозатор раствора окислительного агента НД1 включаются автоматически после повышения давления воды в подающем трубопроводе, в следствии чего, срабатывает реле давления РД, которое и запускает указанное оборудование;

После отдувки, вода подвергается отстаиванию с целью удаления продуктов окисления, после чего в её поток подается определенное количество окислительного агента (ГПХ), который синтезируется на специальной установке по его получению и дозированию. В резервуаре аэрации предусмотрена специальная секция, называемая контактной емкостью, в которой осуществляется пребывание воды после введения окислительного агента с целью завершения химических реакций окисления, а так же для ее предварительного обеззараживания;

Предварительно осветленная вода, с помощью насоса Н2, под давлением подается в исполнительное устройство электрокоагулятора ИУ, в котором производится ее насыщение ионами алюминия электрохимическим способом. Насос Н2 и источник питания ИПК-250 включаются автоматически по сигналу с датчика уровня жидкости ДУ1, размещенного в переходной секции ПС;

Вода после электрообработки поступает в отстойник ОТС, где растворенные ионы алюминия гидролизуются с образованием хлопьев. Полученные хлопья имеют объемную, развитую структуру поверхности, обладающую хорошими адсорбционными свойствами. Таким образом, на поверхности хлопьев адсорбируются как мелкодисперсные и коллоидные примеси, так и продукты окисления, после чего полученный ассоциат осаждается с

образованием осадка;

Осадок периодически откачивается путём кратковременного ручного включения илового насоса ИН и подается на устройство для его обезвоживания УОО;

После осаждения хлопьев, вода из отстойника с помощью насоса НЗ под давлением направляется в блок осветления, где первоначально осуществляется выделение остаточных мелкодисперсных хлопьев на поверхности зернистой загрузки (КО);

Контактно осветленная вода поступает в сорбционный фильтр (С) для извлечения остаточных молекулярно растворенных загрязнений, таких как: нефтепродукты, СПАВ, аммиак и т.д.

Насос НЗ включается автоматически по сигналу с датчика уровня жидкости ДУ2, размещенного в переходной секции ОТС;

При возрастании запорного давления на зернистых загрузках засыпных фильтров производится их автоматическая (КО) или ручная (С, К) промывка обратным потоком воды;

Отработанные промывные воды поступают в устройство УОО и после отделения твердых частиц по дренажной системе возвращается в приемную емкость;

Подача воды в дренажную систему производится насосом ДН, который включается автоматически по сигналу с датчика уровня ДУ4, установленного в нижней секции УОО;

После контактного осветления и сорбции, вода подается в калий - катионитовый фильтр (К), где осуществляется замещение остаточных ионов аммония NH_4^+ и металлов Fe^{2+} , Al^{3+} , находящихся в воде, на ионы K^+ ;

В качестве реагента для восстановления ионообменной активности калий - катионитовой смолы используется раствор KCl . Отработанный раствор аккумулируется в специальном резервуаре, где производится его регенерация;

Очищенная вода подвергается окончательному обеззараживанию на установке УФ - облучения, после чего может быть сброшена в водоем рыбохозяйственного значения.

6. Отходы очистки.

Большая часть отходов очистки накапливаются в приемной емкости, из которой затем забираются на утилизацию.

В приемной емкости образуются:

- осадки, состоящие из смеси органических и неорганических твердых включений, которые являются биологически окисляемыми веществами;
- плавающий слой окисленных нефтяных и жировых пленок, которые относятся к слаботоксичным, нерастворимым в воде веществам.

В секции осаждения резервуара аэрации может выделяться избыточный активный ил, который так же представляет собой биологически окисляемое вещество.

В отстойнике хлопьеобразования и на контактном осветлителе отделяются коагулированные мелкодисперсные и коллоидные включения, гидроксид железа, гидроксид алюминия, фосфаты. Данный вид отходов представляет собой нерастворимую в воде и малорастворимую в органических кислотах смесь: гидроокисей алюминия ($Al(OH)_3$) и железа ($Fe(OH)_3$) с органическими и неорганическими загрязнениями. Алюминий и железо в нейтральной среде относятся к малоподвижной форме тяжелых металлов, поэтому их концентрации в грунте не лимитируются, т.е. данные отходы являются практически инертными.

Оценку **категории и класс опасности** отходов производим по таблице 5.

Таблица 4.

Категория и класс опасности отходов.

Категория	Характеристики не утилизируемых промышленных отходов по виду содержащихся в них загрязнений	Рекомендуемые методы складирования или обезвреживания	Класс опасности
I	Практически инертные	Использование для планировочных работ	V
II	Биологически окисляемые легкоразлагающиеся органические вещества	Складирование или переработка совместно с твердыми бытовыми отходами	IV
III	Слаботоксичные малорастворимые в воде, в том числе при взаимодействии с органическими кислотами	Складирование совместно с твердыми бытовыми отходами	IV
IV	Нефтемаслоподобные, не подлежащие регенерации в соответствии с действующими указаниями	Сжигание, в том числе совместно с твердыми бытовыми отходами	III
V	Токсичные со слабым загрязнением воздуха (превышение ПДК в 2-3 раза)	Складирование на специальном полигоне промышленных отходов	II
VI	Токсичные	Групповое или индивидуальное обезвреживание на специальных сооружениях	I

Таким образом, осадки и плавающие отходы, получаемые в процессе очистки, принадлежат к I - III категориям, в зависимости от соотношения органических и неорганических веществ в отделенных загрязнениях, другими словами отходы имеют **IV класс опасности**, поэтому после обезвоживания их можно складировать и перерабатывать совместно с твердыми бытовыми отходами (ТБО).

Обезвоживание осадка может осуществляться либо на фильтр – прессе с последующим накапливанием в специальных мешках, либо путём его естественного гравитационного уплотнения непосредственно на поверхности тканого материала **мешочных** фильтров.

Извлечение осадка из ёмкостного оборудования производится с помощью фекальных (иловых) насосов.

- Мешки с обезвоженными загрязнениями вывозятся совместно с ТБО, после чего опорожняются на свалке и могут быть использованы повторно.

- Отработанный сорбент водяного и воздушного фильтров утилизируется совместно с ТБО;

- Отработанный реагент после химической регенерации К – КАТ фильтров, представляющий собой 1,5М раствор NH_4Cl , может быть утилизирован (восстановлен) следующим образом:

- При добавлении раствора щёлочи KOH в раствор NH_4Cl до получения в нём $\text{pH} \geq 11$, образуются водяные растворы KCl и NH_3 (аммиак).

- После **выдувки** аммиака из раствора с помощью сжатого воздуха, раствор KCl используется повторно для регенерации К-КАТ загрузки.

- Отработанный воздух пропускается через поглотитель (сорбент), в котором из него извлекается аммиак.

- Очищенный воздух возвращается в атмосферу.

- Отработанный поглотитель утилизируется совместно с ТБО.

7. Реагенты и расходные материалы.

Перечень расходных материалов и их ориентировочное количество представлены в таблице 6.

Таблица 5.

Перечень расходных материалов.

№ п/п	Наименование	Ед. измерения	Количество MIN (MAX)	Периодичность замены
1	Поваренная соль NaCl ГОСТ 13830-84	т/год	7 - 14	Ежесуточно по 20 (40) кг NaCl
2	Хлористый калий KCl ГОСТ 4568-95	кг/год	300 - 600	Ежемесячно по 25 (50) кг KCl
3.1	Блок электродов системы электрокоагуляции. Материал алюминий Лист АД 10 х 1000 х 2000 ГОСТ 21631-76	кг/год	900 – 1800	Замена через каждые 3 (6) мес.
	или			
3.2	Сульфат алюминия 18 водный	т/год	27 – 54	Ежесуточно по 75 – 150 кг
4	Блок электродов установки ГПХ	шт	2 - 3	Замена через каждые 3 года
5	Фильтрагрегат марки «АГ»	литр/год	750 - 1500	Засыпка 1 раз в год
6	Уголь активированный марки «207С»	м ³ /год	10 - 20	Замена через каждые 6 (12) мес.
7	Сорбент марки «Флам»	т	5 - 10	Замена через каждые 4 года
8	УФ - лампа 40 Вт	шт/год	12	Замена 1 раз в год
9	Щелочь КОН	кг/год	180 - 360	Ежемесячно по 15 (30) кг КОН
10	Соляная кислота HCl	кг/год	30	15 кг каждые 6 мес.

Энергозатраты:

Удельное энергопотребление (среднее) – до 1,1 кВт/м³ очищенной воды.