

Введение

Сточные воды образуются в результате хозяйственно–бытовой деятельности человека. Они попадают в воды водоемов, рек, морей и океанов, где и сосредотачивается все многообразие вредных веществ, производителем которых вольно или невольно является человек.

Утилизация и обезвреживание сточных вод составляет одну из самых важных экологических проблем настоящего времени и в этом направлении наработано множество разнообразных технологических приемов, в основе которых лежат физико–химические или биохимические процессы деградации вредных компонентов сточных вод.¹

Интенсивное строительство канализационных сетей началось в Европе в XIX веке, однако, централизованное отведение сточных вод привело к локальному росту загрязнения водоемов. Поэтому в Англии еще в 1861 г. был издан закон об очистке сточных вод от фекальных и гниющих веществ перед выпуском их в реки. Самые ранние разработки по детоксикации сточных вод – методы почвенной очистки. Этот метод основан на способности самоочищения почвы. Осуществляется такая очистка на полях орошения или полях фильтрации. Однако для очистки сточных вод в естественных условиях требуется отчуждение значительных площадей плодородной земли. Степень очистки сточных вод снижается в зимнее время в силу замедления биологических процессов при низких температурах. Бытовые сточные воды содержат большое количество патогенных бактерий и яиц гельминтов, более 50% которых, попадая в почву и на овощи, сохраняют жизнеспособность длительное время. Поэтому использование сооружений естественной биологической очистки сокращается как в нашей стране, так и в ряде индустриально развитых стран зарубежья.

¹ Сафонов, В. Д. Очистка поверхностных сточных вод / В. Д. Сафонов // Экология производства. – 2013.

Биологическая очистка интенсивно протекает в искусственно созданных условиях. Этот процесс можно контролировать и регулировать, а, следовательно, интенсифицировать.

Именно возможность регулирования степени очистки привела к созданию многообразных технологических приемов, критерием эффективности которых являются достигаемая степень очистки, т.е. экологический фактор и стоимость очистки – экономический фактор. В общем случае, зная принцип метаболизма микроорганизмов, можно добиться любой степени очистки, но ограничением по организации той или иной технологии может являться ее стоимость, которая, прежде всего в период эксплуатации очистных сооружений зависит от энергозатрат и численности обслуживающего персонала.

Высокое и стабильное качество очистки сточных вод могут обеспечить аэрационные сооружения, в которых сорбцию и деструкцию осуществляют микроорганизмы (активный ил) находящиеся во взвешенном состоянии в очищаемой сточной воде.

Вместе с тем аэротенки, окислительные каналы, аэрируемые пруды имеют следующие недостатки: значительный расход электроэнергии (0,4–0,6 кВт/ч на 1 м³ городских сточных вод) ненадежность работы воздуходувок, вентиляторов высокого давления, механических аэраторов в длительной эксплуатации; ухудшение качества очистки в зимнее время из-за охлаждения обрабатываемой жидкости при аэрации холодным воздухом. В последние годы широкое распространение в мире получили многосекционные схемы с активным илом производящие одновременно очистку сточных вод от органических загрязняющих веществ и трансформацию соединений азота. Сочетание аэробных и анаэробных зон позволяет осуществлять процессы нитрификации и денитрификации. Но для большинства поселков и городов средней и северной части России эти схемы недостаточно рациональны, так

как низкие температуры исходных сточных вод в холодное время года (12–17°C), которые в течение процесса имеют тенденцию к понижению (в среднем на 2–5°C) оказывают неблагоприятное влияние на активность бактерий нитрификаторов.

В атмосфере повышенного риска находится персонал очистных сооружений канализации. При определенных сочетаниях влаги в атмосфере, температуры воздуха и направленности ветра болезнетворная микрофлора длительное время сохраняет свою жизнедеятельность и попадает в населенные пункты (зоны санитарной охраны не являются достаточным препятствием).

Рост городов приводит к новым проблемам: необходимости прокладки новых коллекторов, повышению энергозатрат на подачу сточных вод на очистные сооружения. Одним из современных методов решения задач очистки сточных вод от больших населенных пунктов, является частичная или полная децентрализация систем водоотведения. Однако в ряде случаев реализация этого метода затруднена, из-за сложности отчуждения значительных площадей под строительство громоздких очистных сооружений и невозможности выдерживать требуемые размеры санитарно-защитных зон. Очистные сооружения будущего должны иметь минимальные размеры, быть экологически безопасными при их размещении в городской черте, а качество очищенных сточных вод должно позволять использовать их на технические нужды города.

Недостаток чистых природных вод и высокая потребность промышленности в воде определяют необходимость продолжения работ по дальнейшему совершенствованию систем очистки. В этих условиях разработка новых технологических решений, обеспечивающих высокое и стабильное качество очистки сточных вод, является актуальной и востребованной.

Целью решения проблемы является повышение качественной и надежной работы очистных сооружений, а также минимизация негативного воздействия на окружающую среду. Для достижения целей предполагается решить следующие задачи:

1. Модернизация цеха механического обезвоживания осадка сточных вод
2. Модернизация технологической сети биологически очищенных стоков, доведение фактической мощности очистных сооружений до 10 000 м³/сут

В результате выполнения работ будет увеличена пропускная способность системы очистных сооружений и созданы условия для подключения строящихся (реконструируемых) объектов недвижимости к системам вод отведения.

1. Обзор литературы

1.1. Методы очистки сточных вод

Городские сточные воды обрабатываются на сооружениях механической и биохимической или биологической очистки. Технология очистки сточных вод развивается в направлении интенсификации процессов биохимической очистки, проведения последовательно процессов биохимической и физико-химической очистки, конечной целью которых является повторное использование глубоко очищенных сточных вод.

Бытовые сточные воды содержат растворимые и нерастворимые вещества (взвешенные вещества). Взвешенные примеси подразделяются на твердые и жидкие, они образуют с водой дисперсные системы, которые можно классифицировать на грубодисперсные с размерами частиц более 0,1 мм (суспензии, эмульсии). Коллоидные системы с частицами размером 0,1 мм; и растворы с частицами соизмеримыми с отдельными молекулами и ионами.

Процесс очистки делится на 4 этапа:

- Механический
- физико–химический (флотация, ионообмен и т.д.)
- био–химический (биологический)
- химический (дезинфекционная–хлорирование)

Механическая очистка

Механическую очистку сточных вод применяют преимущественно как предварительную. Механическая очистка обеспечивает удаление взвешенных веществ из бытовых сточных вод. Задачи механической очистки заключаются в подготовке воды к физико–химической и биологической очисткам.

При механической очистке из сточной воды удаляются загрязнения, находящиеся в ней главным образом в нерастворенном и частично коллоидном состоянии. Крупные отбросы, тряпки, бумага, остатки овощей и фруктов и различные производственные отходы задерживаются решетками. Отбросы, задержанные на решетках, направляются в дробилки. Применяют также решетки–дробилки, в которых одновременно задерживаются и дробятся крупные отбросы.

Сооружения, в которых при отстаивании сточных вод выпадают тяжелые частицы, называются песколовками.

Фильтрацию применяют для задержания более мелких частиц. В фильтрах для этих целей используют фильтровальные материалы в виде сеток, слоя зернистого материала или химических материалов, имеющих определенную пористость. При прохождении сточных вод через фильтрующий материал на его поверхности или в поровом пространстве задерживается выделенная из сточной воды взвесь.

Механическую очистку как самостоятельный метод применяют тогда, когда осветленная вода после этого способа очистки может быть использована в технологических процессах производства или спущена в водоемы без нарушения их экологического состояния. Во всех других случаях механическая очистка служит первой ступенью очистки сточных вод.

Основная масса загрязнений минерального происхождения (песок, шлак и др.) удельный вес частиц которых значительно выше удельного веса воды, осаждается в песколовках. Песок из песколовки направляется обычно в виде песчаной пульпы на песковые площадки, где он обезвоживается и периодически удаляется.

Основная масса загрязнений органического происхождения, находящаяся во взвешенном состоянии, выделяется из сточной жидкости в отстойниках. Вещества, удельный вес которых больше удельного веса воды, падают на дно. Вещества более легкие, чем вода (жиры, масла, нефть, смолы), всплывают на поверхность и их отделяют от сточной жидкости. На некоторых станциях перед отстойниками устраивают специальные сооружения—преаэраторы, в которых сточные воды кратковременно аэрируют, чтобы повысить эффект осветления в отстойниках. Отстойники можно заменять биокоагуляторами, в которых осуществляются кратковременная аэрация и отстаивание. Применяются также осветлители с естественной аэрацией.

К сооружениям механической очистки можно отнести септики, двухъярусные отстойники и осветлители—перегниватели, в которых осветляется жидкость и обрабатывается выпавший осадок. Механическая очистка сточных вод является окончательной стадией в том случае, если по местным условиям и в соответствии с санитарными правилами сточные воды

можно спустить после дезинфекции в водоем. Чаще же механическая очистка – предварительная стадия перед биохимической очисткой.

Биологическая (биохимическая) очистка

Биохимические методы очистки основаны на использовании жизнедеятельности микроорганизмов, которые окисляют органические вещества, находящиеся в сточных водах в растворенном состоянии. Биохимическим методом удается почти полностью освободиться от органических загрязнений, остающихся в воде после механической очистки.

Сооружения для биологической (биохимической) очистки сточных вод могут быть разделены на два основных типа:

1. Сооружения, в которых биологическая очистка осуществляется в условиях, близких к естественным
2. Сооружения, в которых очистка сточных вод осуществляется в искусственно созданных условиях

К первому типу относятся поля орошения, или поля фильтрации, и биологические пруды. Сточная жидкость очищается на них довольно медленно за счет запаса кислорода в почве и в воде биологических прудов, а также вследствие жизнедеятельности микроорганизмов–минерализаторов, окисляющих попадающие в почву и воду органические загрязнения.

Ко второму типу сооружений относятся биологические фильтры и аэротенки. В этих сооружениях искусственно создаются условия, при которых процессы очистки сточных вод идут значительно интенсивнее.

Перед спуском в водоем очищенную сточную воду следует дезинфицировать для обезвреживания и уничтожения оставшихся болезнетворных микроорганизмов.

Физико–химическая очистка

Данный метод используют для очистки от растворенных примесей, а в некоторых случаях и от взвешенных веществ. Многие методы физико–химической очистки требуют предварительного глубокого выделения из сточной воды взвешенных веществ, для чего широко используют процесс коагуляции.

К физико–химическим методам очистки сточных вод относятся сорбция, аэрация, коагуляция, экстракция, эвапорация, флотация, электролиз, ионный обмен, кристаллизация.²

Сорбция протекает на поверхности твердого тела (сорбента), погруженного в жидкость, содержащую растворенные вещества. В результате этого процесса погруженное тело поглощает растворенные вещества.

Способность загрязнений растворяться в какой-либо иной жидкости, не смешивающейся со сточными водами, используется в экстракционном методе очистки. Этот процесс основан на том, что если такую жидкость добавить к очищаемым сточным водам, то находящиеся в них загрязнения начнут растворяться в добавленной жидкости. Если последнюю удалить из сточных вод, то загрязненность стоков уменьшается. Таким образом извлекают фенолы, жирные кислоты.

Аэрация – это окисление растворенных загрязнителей кислородом воздуха, перевод летучих веществ в газовую фазу. Принудительная дегазация сточных вод производится в аппаратах трех основных видов: посадочных, барботажных и вакуумных. При помощи аэрации удаляют сероводород, сульфиды, поверх–постно–активные вещества (ПАВ).

Флотация – это удаление загрязнителей мелкими пузырьками воздуха, которыми насыщают воду, за счет прилипания к пузырькам частиц

² Экология очистки сточных вод физико-химическими методами / Н. С. Серпокрылов [и др.]

загрязнителей–нефтепродуктов, жиров, волокон и всплывания затем флотируемых частиц–пузырьков на поверхность воды. Эти всплывшие на поверхность сточной воды пузырьки воздуха образуют пенообразный слой, насыщенный флотируемым веществом.

Флотация в десятки раз повышает скорость всплывания частиц загрязнителей сточной воды. Наибольшее распространение получила напорная флотация, при которой необходимо для образования пузырьков. Воздух сначала растворяется в воде под давлением, а затем при снижении давления до атмосферного. Затем выделяется в виде мельчайших пузырьков, насыщающих всю массу воды. При этом способе флотации пузырьки воздуха как бы зарождаются непосредственно на поверхности частиц загрязнителей, благодаря чему повышается степень увлечения этих частиц.

Для ускорения процесса удаления из воды взвешенных части производят коагулирование примесей. В качестве коагулянтов используются сернокислый и алюминий, сернокислое железо, сернистоокисное железо, хлорное железо и алюминат натрия. При введении в воду этих коагулянтов образуются гелеобразные хлопья гидроокиси алюминия и гидроокиси железа, которые захватывают коллоидные взвешенные частицы сточной жидкости и быстро оседают на дно отстойника.

Для ускорения осаждения грубодисперсных примесей в дополнение к коагулянтам добавляют флокулянты, которые способствуют образованию крупных и прочных хлопьев (активированная кремниевая кислота, полиакриламид и др.).

Если сточные воды загрязнены органическими примесями, то в качестве коагулянтов применяют активный ил, т. е. при этом происходит биокоагуляция.

Ионный обмен производится на катионообменных и анионообменных смолах. Это – процесс обмена между ионами, находящимися в растворе, и ионами, присутствующими на поверхности твердой фазы–ионита.

Очистка производственных сточных вод методом ионного обмена позволяет извлекать и утилизировать ценные примеси (соединения мышьяка, фосфора, а также хром, цинк, свинец, медь, ртуть и другие металлы), ПАВ и радиоактивные вещества, очищать воду до предельно допустимых концентраций с последующим её использованием в технологических процессах или системах оборотного водоснабжения.

Метод эвапорации основан на отгонке загрязнений (летучих веществ) с циркулирующим водяным паром и на последующей его отмывке от загрязнений раствором щелочи. Эвапорационные методы применяют для очистки сточных вод коксохимических и химических заводов, заводов синтетического каучука и др.

Выпаривание сточных вод применяют для увеличения концентрации солей в сточных водах и ускорения их последующей кристаллизации, а также для обезвреживания небольших количеств высококонцентрированных сточных вод (например, радиоактивных).

Испарение, в отличие от выпаривания, осуществляется с открытой поверхности жидкости и происходит практически при любой температуре. Площадь испарительных площадок рассчитывают в зависимости от климатических и грунтовых условий.

Кристаллизация основана на различной растворимости содержащихся в сточной воде веществ, зависящей не только от их вида, но и от температуры растворителя, т. е. сточных вод. При изменении температуры сточных вод получают перенасыщенные растворы находящихся в них веществ, а затем их кристаллы. На этом принципе основан метод выделения из сточной воды

кристаллов загрязняющего вещества, образующихся при естественном или искусственном ускорении испарения. Кристаллизацию применяют при обработке небольших количеств концентрированных сточных вод.

При электролизе сточных вод происходит либо разрушение органических веществ путем их электрохимического окисления на аноде, либо регенерация кислот, щелочей, металлов. Возможно также удаление из сточных вод тонкодисперсных примесей (масел, жиров, нефтепродуктов), которые адсорбируются образующимся при электролитическом растворении стальных анодов осадком гидроокиси железа.³

Как правило, электролизу подвергаются концентрированные отработанные растворы: от травления изделий из черных и цветных металлов, производства титановых белил, полировочных растворов и т. д.

Дезинфекция сточных вод

Для окончательного обеззараживания сточных вод предназначенных для сброса на рельеф местности или в водоем применяют установки ультрафиолетового облучения.

Для обеззараживания биологически очищенных сточных вод, наряду с ультрафиолетовым облучением, которое используется, как правило, на очистных сооружениях крупных городов, применяется также обработка хлором в течение 30 минут.

Хлор уже давно используется в качестве основного обеззараживающего реагента практически на всех очистных городах России. Поскольку хлор довольно токсичен и представляет опасность очистных предприятий, многих городов России, уже активно рассматривают другие реагенты для обеззараживания сточных вод, такие как гипохлорит, дезавид и озонирование.

³ Панов, В. П. Теоретические основы защиты окружающей среды : учебное пособие / В. П. Панов, Ю. А. Нифонтов, А. В. Панин ; под ред. В. П. Панова, 2008

Важным этапом при очистке сточных вод является механическое обезвоживание осадка. На данный момент существует несколько технологий обезвоживания с помощью камерных фильтр–прессов, с помощью ленточных прессов и с помощью центрифуг (декантеров). Каждая технология имеет свои плюсы и минусы (занимаемая площадь, энергопотребление, стоимость и т.д.). При обезвоживании обычно используют реагент (флокулянт) для увеличения эффективности обезвоживания. В настоящее время широкое применение получает использование центрифуг для обезвоживания. Качество разделения жидкой и твердой фракции самое высокое из вышеупомянутых технологий.

В процессе очистки сточных вод в сооружениях механической и биологической очистки скапливаются большие массы осадка. Осадок из первичных отстойников подвержен гниению, и его нельзя использовать без предварительной обработки, поэтому в комплексе очистных сооружений предусматривают специальные сооружения для обработки осадков. К ним относят септики, двухъярусные отстойники и осветлители–перегниватели, а также метантенки, в которых осадок только перегнивает.

Так как обработанный ил имеет очень высокую влажность, его подсушивают на иловых площадках. В последнее время осадки обезвоживают механическими способами на вакуум–фильтрах, затем применяют термическую сушку, а так же центрифугирование.

Возможно также использование городских сточных вод в сельском хозяйстве, очищенных на сооружениях искусственной биологической очистки.

1.2. Оборудование для очистных сооружений

Установка локальных очистных сооружений предназначена для очистки сточных вод бытового происхождения от органических загрязнений при отсутствии централизованной системы канализации. Очистное оборудование

предназначено для организации оборотного водоснабжения до показателей, при которых очищенные бытовые стоки можно будет сбросить на рельеф местности. Кроме домов, данные очистные сооружения могут быть эффективно использованы для очистки хозяйственно–бытовых вод от кафе, ресторанов и других объектов общественного питания. В настоящее время индивидуальные очистные сооружения приобретают все большую популярность в силу своей экономичности, функциональности, безопасности для окружающей среды и независимости от централизованных систем канализации.⁴

В зависимости от количества сточных вод, подлежащих очистке, рекомендуются следующие типы очистных сооружений:

Для механической очистки:

1. Решетки

Решетки применяют для задержания из сточных вод крупных примесей. Решетки являются сооружениями, подготовляющими сточные воды к дальнейшей, более полной очистке. Прозоры между стержнями решеток должны быть меньше, чтобы задерживать как можно больше грубых отбросов с целью облегчения работы отстойников. Скорость протока сточных вод между стержнями решетки не должна превышать 1 м/сек.

Решетки должны устанавливаться на всех очистных станциях независимо от способа подачи на них сточных вод самотеком или под напором после насосной станции.

Решетки подразделяются:

- неподвижные;
- подвижные;
- совмещенные с дробилками.

⁴ [Oborudovanie-dlya-ochistnyh-sooruzhenij?no_redirect=1](#)

Более широкое применение имеют неподвижные решетки. Неподвижная решетка представляет собой металлическую раму, внутри которой установлен ряд параллельных стержней, поставленных на пути движения сточной воды.

Очистка решеток от задержанных ими отбросов производится регулярно вручную.

Ручная очистка решетки допускается на небольших очистных станциях при количестве отбросов, задерживаемых решетками, менее $0,1 \text{ м}^3/\text{сутки}$. При ручной очистке отбросы по мере их накопления регулярно (несколько раз в день) поднимаются по решетке металлическими граблями и сбрасываются на дренированную площадку. Удаление отбросов для обезвреживания в этом случае должно производиться в закрытых контейнерах.

Механизированная очистка решеток производится движущимися граблями, зубцы которых входят в прозоры между стержнями решетки. Пластины граблей прикреплены к шарнирно – пластинчатым цепям, расположенным с двух сторон решетки и приводимым в движение от электродвигателя.

При количестве задерживаемых отбросов более $0,1 \text{ м}^3/\text{сутки}$ и механизированной очистке решеток следует устанавливать дробилки для измельчения отбросов. Измельченная масса подается в провод от первичных отстойников, в метантенки или канал перед решетками. При количестве отбросов более 1 т/сутки предусматривается резервная дробилка. Транспортирование отбросов от решеток к дробилкам должно быть механизировано.

Размеры решетки определяют по расходу сточных вод, по принятой ширине прозоров между стержнями решетки и ширине собственно стержней, а также по средней скорости прохождения воды через решетку.

Эффект работы канализационных решеток во многом зависит от правильности их расчета, заключающегося в определении размера решеток и потерь напора в них.

При отсутствии дробилки отбросы с решеток обезвреживаются:

- 1) обсыпкой землей или торфом в местах, отведенных для этой цели по согласованию с органами Государственного санитарного надзора;
- 2) переработкой с домовыми отбросами в биотермических камерах;
- 3) обезвоживанием на ручном или механическом прессе с последующим их сжиганием с примесью дешевого топлива. В теплое время года отбросы с решеток посыпаются хлорной известью во избежание привлечения мух. Вывоз их производится не реже чем через 3–4 суток.

Для монтажа и ремонта решеток, дробилок и другого оборудования необходимо предусматривать в помещении решеток подъемно–транспортные устройства.

2. Песколовки

Песколовки предназначены для задержания минеральных примесей, содержащихся в сточной воде. Необходимость предварительного выделения минеральных примесей обуславливается тем, что при раздельном выделении из сточной жидкости минеральных и органических загрязнений облегчаются условия эксплуатации сооружений, предназначенных для дальнейшей обработки воды и осадка отстойников, метантенков и др.

Принцип действия песколовки основан на том, что под влиянием сил тяжести частицы, удельный вес которых больше, чем удельный вес воды, по мере движения их вместе с водой в резервуаре выпадают на дно. Песколовки должны быть рассчитаны на такую скорость движения воды, при которой выпадают только наиболее тяжелые минеральные загрязнения, мелкие же органические частицы не должны осесть. Песколовки обычно рассчитываются на задержание песка крупностью 0,25 мм и более. Установлено, что при горизонтальном движении воды в песколовке скорость

должна быть не более 0,3 и не менее 0,15 м/с при скорости движения более 0,3 м/с песок не будет успевать осаждаться в песколовке, при скорости менее 0,15 м/с в песколовке будут осаждаться органические примеси, что крайне нежелательно.

Песколовки делятся на горизонтальные, в которых вода движется в горизонтальном направлении, с прямолинейным или круговым движением воды, вертикальные, в которых вода движется вертикально вверх, и песколовки с винтовым (поступательно–вращательным) движением воды. Последние в зависимости от способа создания винтового движения могут подразделяться на тангенциальные и аэрируемые. Широко применяются горизонтальные песколовки, вертикальные песколовки используются редко.

Горизонтальные песколовки, в которых вода движется в горизонтальном направлении, с прямолинейным или круговым движением воды.⁵

Горизонтальная песколовка состоит из рабочей части, где движется поток, назначение которой необходимо собирать и хранить выпавший песок до его удаления.

При поступлении в песколовку городских сточных вод, в составе которых находятся преимущественно бытовые воды, количество задержанного в песколовке песка на одного человека составляет 0,02 л/сут. при влажности осадка 60% и объемной массе его 1,5 т/м³.

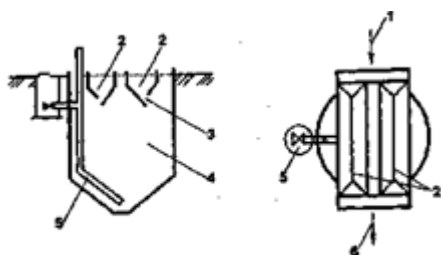
Песколовки очищают различными способами. При незначительных расходах сточных вод, поступающих на станцию, песколовки можно очищать насосом, который откачивает песок с водой из приемка, расположенного в головной части песколовки. На очистных станциях песок из песколовки обычно удаляют с помощью гидроэлеваторов и специальных механизмов – шнеков, скребков и др.

⁵ <http://polyfactory.ru/peskouloviteli/?yclid=2565823248692939721>

3. Двухъярусные отстойники

Двухъярусные отстойники применяются для очистки бытовых сточных вод и близких к ним по составу производственных сточных вод. В них происходит выделение взвешенных веществ, сбраживание и уплотнение выпавшего осадка. Применяют их на станциях пропускной способностью не более 10 000 м³/сут.

Отстойники представляют собой как сооружения цилиндрической или прямоугольной формы с коническим или пирамидальным днищем. В верхней части сооружений расположены осадочные желоба, а в нижней, гнилостная камера. Осадочный желоб выполняет функции горизонтального отстойника. В этом желобе вследствие небольшой скорости движения из воды выпадает большая часть взвешенных и незначительная часть коллоидных веществ. Внизу осадочного желоба по всей его длине устроена щель, через которую выпавший осадок проваливается вниз в иловую камеру. Нижние грани осадочного желоба перекрывают одна другую на 0,15 м. Такое устройство щели предотвращает возможность заражения осветленной воды продуктами гниения, которые выделяются при брожении осадка.



Двухъярусный отстойник:

1 – подача сточных вод; 2 – осадочные желоба; 3 – продольные щели; 4 – септическая часть; 5 – иловая труба; 6 – выпуск осветленной воды⁶

Двухъярусные отстойники применяются на небольших и средних очистных станциях. Осадок, выпавший в иловую камеру, сбраживается под

⁶ <http://akveduk.net/ochistka-stochnyx-vod-pri-pomoshhi-aerotenkov/>

влиянием анаэробных бактерий, которые расщепляют сложные органические вещества (жиры, белки, углеводы) первоначально до кислот жирного ряда, а затем разрушают их до конечных, более простых продуктов: метана, углекислоты и частично сероводорода. Нормально процесс анаэробного разрушения органических веществ протекает в щелочной среде ($pH > 7$).

В двухъярусных отстойниках не предусматривается искусственный подогрев осадка. Температура в них поддерживается естественно в пределах $10-15^{\circ}\text{C}$, поэтому процесс перегнивания осадка занимает длительное время (60–180 дней). Для такого длительного хранения осадка иловую камеру следует делать большого размера.

Для биологической очистки применяют:

1. Аэротенки

Аэротенк представляет собой резервуар, в котором медленно движется смесь активного ила и очищаемой сточной жидкости.

Для лучшего и непрерывного контакта они постоянно перемешиваются путем подачи сжатого воздуха или с помощью специальных приспособлений. Для нормальной жизнедеятельности микроорганизмов–минерализаторов в аэротенк должен непрерывно поступать кислород воздуха. Активный ил представляет собой биоценоз микроорганизмов–минерализаторов, способных сорбировать на своей поверхности и окислять в присутствии кислорода воздуха органические вещества сточной жидкости. Хороший активный ил имеет компактные хлопья средней крупности.

Эффект очистки в аэротенках, качество и окислительная способность активного ила определяются составом и свойствами сточных вод, гидродинамическими условиями перемешивания, температурой и активной реакцией среды, наличием элементов питания и другими факторами.

Качество ила обуславливается многими факторами. При прочих равных условиях оно зависит от соотношения между массой активного ила (по сухому веществу) и массой загрязняющих веществ, находящихся в очищаемой воде. Это соотношение характеризует нагрузку на ил, которая выражается количеством извлеченных из сточных вод загрязнений по БПК, приходящихся на 1 г беззольного вещества активного ила. Как правило, 1 г ила сохраняет свою нормальную активность при нагрузке на него 200–400 мг кислорода. При более высоких нагрузках (1000–1200 мг/л), т. е. при работе аэротенков на неполную очистку, активный ил обязательно регенерирует.

Различают понятия:

- нагрузка на ил;
- окислительная способность ила.

Нагрузка на ил характеризует количество поданных загрязнений, а окислительная способность – количество снятых (переработанных) загрязнений.

Показатель качества активного ила – его способность к оседанию, которая оценивается иловым индексом, представляющим собой объем активного ила, мл, после 30-минутного отстаивания 100 мл иловой смеси, отнесенный к 1 г сухого вещества ила.

Смесь сточной жидкости с активным илом должна аэрироваться на всем протяжении аэротенка. Это необходимо не только для того, чтобы обеспечить микроорганизмы-минерализаторы достаточным количеством кислорода воздуха, но и для поддержания ила во взвешенном состоянии. Кислород нагнетается в аэротенк воздуходувками или засасывается из атмосферы при сильном перемешивании содержимого аэротенка.

Отличительная особенность аэротенка как сооружения биологической очистки в том, что процесс очистки можно регулировать до необходимой по

местным условиям степени. Чем продолжительнее процессы аэрации, чем больше воздуха и активного ила, тем лучше очищается вода.

2. Вторичный отстойник

Вторичные отстойники предназначены для задержания активного ила, поступающего вместе с очищенной водой из аэротенков, или для задержания биологической пленки, поступающей с водой из биофильтров.

Вторичные отстойники бывают вертикальные, горизонтальные и радиальные. Для очистных станций небольшой производительности обычно применяют вертикальные, а для больших и средних станций горизонтальные и радиальные вторичные отстойники.

Вертикальные вторичные отстойники конструктивно не отличаются от первичных отстойников, но имеют меньшую высоту.

Принцип действия вторичных отстойников:

Во вторичном отстойнике происходит осаждение и сгущение активного ила. Смесь сточной воды и активного ила подводится подающим трубопроводом в центральный цилиндр, где осуществляется снижение скорости потока до критической величины, при которой частицы ила начинают падать в осадочную часть отстойника. Сгущенный ил при помощи иловой трубы подаётся обратно в аэротенк. Отстоявшаяся вода через погружную стенку и переливную грань собирается в сточном желобе и по отводящему трубопроводу перетекает в реципиент.

Конструкция вторичного отстойника. Вторичный отстойник это бетонный или стальной резервуар с вмонтированным в него внутренним оборудованием. Стальной корпус сваривается прямо на месте установки из подготовленных заранее составных частей. Внутреннее оборудование вторичного отстойника полной заводской готовности крепится к мостику для обслуживания. Эрлифты крепятся к корпусу отстойника. Эрлифт удаления

плавающего ила, аналогично, как и обдувочное устройство, крепится к регулируемому кронштейну над отстойником. Подающий и отводящий трубопровод с фасонными частями выполняются из не пластифицированного полипропилена, соединяются при помощи колец, что позволяет осуществлять не только любое пространственное решение притока и стока, но и регулировку высоты установки сборного желоба.

Для обеззараживания применяют хлораторную установку.

Сточные воды, прошедшие биологическую очистку на установке и доочистку на песчаном фильтре, перед выпуском в водоем хлорируются.

Доза хлора устанавливается в процессе эксплуатации из расчета так, чтобы после 30-минутного контакта остаточный хлор был равен около 0,5 мг/л, в отдельных случаях по требованию Государственного санитарного надзора до 1–2 мг/л. Сточные воды, которые проходят доочистку на полях фильтрации и биологических прудах, хлорированию не подвергаются.

Для обеззараживания воды применяется хлор в газообразном состоянии и в виде соединений (хлорная известь, гипохлориты и др.).

Испарение жидкого хлора должно производиться только в змеевиковых испарителях, которые представляют собой вертикальные цилиндрические аппараты с размещенными внутри змеевиками, по которым проходит жидкий хлор.

Установка на хлоропроводах трубчатых испарителей или других емкостей запрещается. Перед подачей хлора в испарители необходимо: проверить подготовку испарителей для приемки жидкого хлора; убедиться, что хлораторщики и все работающие в хлораторной предупреждены о начале подачи хлора; хлорный вентиль на линии подачи хлора в испаритель открывать медленно, создавая давление в хлоропроводе не выше 0,4 МПа; подогрев змеевика производить только водой с температурой не более 40–50 °С. На эжекторы хлораторов должна бесперебойно подаваться Вода под

давлением не менее 0,4–0,5, но не более 0,7 МПа. На случай прекращения подачи воды необходимо предусмотреть вторичное питание или установку подкачивающего насоса. Отбор воды для других целей из линии эжекторов запрещается.

Все линии хлораторной установки при их замене должны выподняться из хлоростойких материалов.

1.3 Технологическое оформление очистных сооружений

Очистные сооружения, комплекс инженерных сооружений в системе канализации населённого места или промышленного предприятия, предназначенный для очистки сточных вод от содержащихся в них загрязнений. Целью очистки является подготовка сточных вод к использованию к спуску в водоёмы. Производственные сточные воды, как правило, подвергаются вначале очистке на локальных очистных сооружениях для снижения концентрации загрязнений, извлечения и утилизации находящихся в них полезных веществ, а также для подготовки этих вод к очистке на общезаводских очистных сооружениях (если это необходимо).

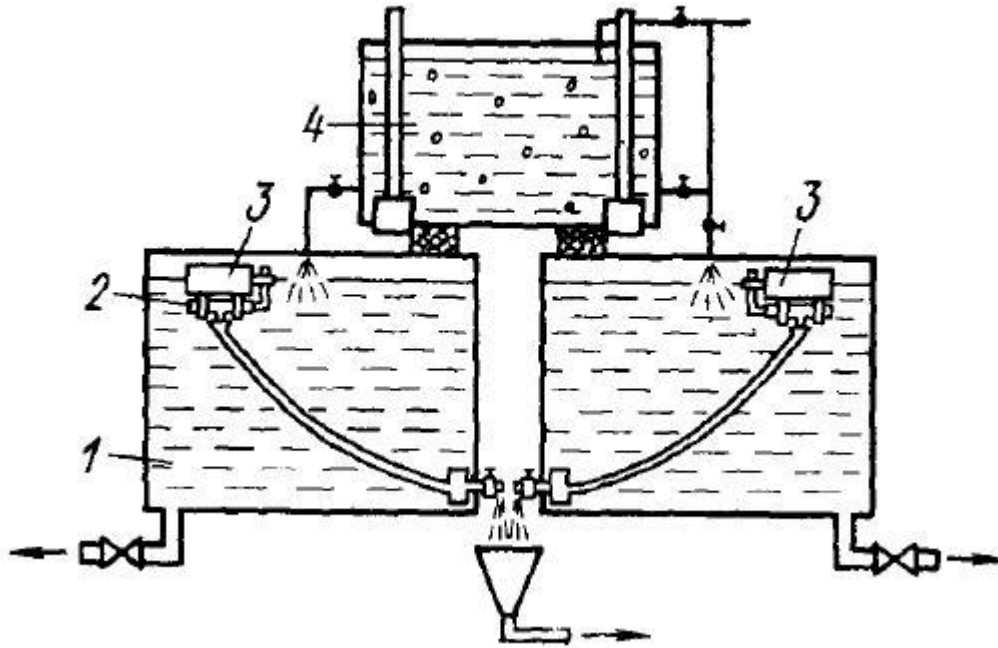
После локальной очистки или обработки на общезаводских очистных сооружениях сточные воды могут быть снова использованы в технологическом процессе. В отдельных случаях очищенные производственные воды спускаются в водоёмы либо (без полной очистки) в городские канализационные системы. В зависимости от загрязнённости и требуемой степени очистки сточных вод в состав очистных сооружений могут включаться сооружения механической, биологической, физико-химической и дополнительной очистки.

Органические загрязнения, содержащиеся в сточных водах в виде коллоидов и растворённых веществ, удаляются на 90–95% сооружениями биологической очистки.

Химические методы очистки основаны главным образом на том, что при введении в сточную воду растворов некоторых реагентов образуются хлопья, способствующие осаждению взвешенных веществ. Сооружения физико-химической очистки состоят из устройств для приготовления и дозировки реагента (при реагентной очистке), смесителей для смешения сточных вод с реагентом, камер реакции для первоначального хлопьеобразования, отстойников, в которых выпадают в осадок взвешенные вещества и частично коллоиды. Помимо реагентной очистки, к физико-химическим методам относятся электрохимические, гиперfiltrация, окисление и др. Дополнительной очистке сточные воды подвергаются (в случае надобности) после биологической очистки; при этом используются в основном фильтрация, реагентная обработка и другие методы, обеспечивающие удаление оставшихся органических взвешенных веществ, фосфора и азота.

Последний этап обработки сточных вод – их дезинфекция (обеззараживание) воздействием хлора на бактериальные загрязнения, оставшиеся после биологической, химической или дополнит, очистки. Сооружения для дезинфекции – хлораторы, контактные резервуары (в виде первичных отстойников).

В процессе очистки сточных вод в отстойниках накапливается осадок; он плохо сохнет, издаёт неприятный запах и опасен в санитарном отношении. Сброженный (перегнивший) осадок лишён этих отрицательных свойств, поэтому применяются сооружения для обработки и обезвреживания осадка – септики, двухъярусные отстойники, метантенки, иловые площадки, вакуум-фильтры, центрифуги и фильтр – прессы.



Установка для обеззараживания воды хлорной известью 1 - расходный бак, 2 - оттарированная шайба, 3 - поплавко-дозатор, 4 - растворный бак⁷

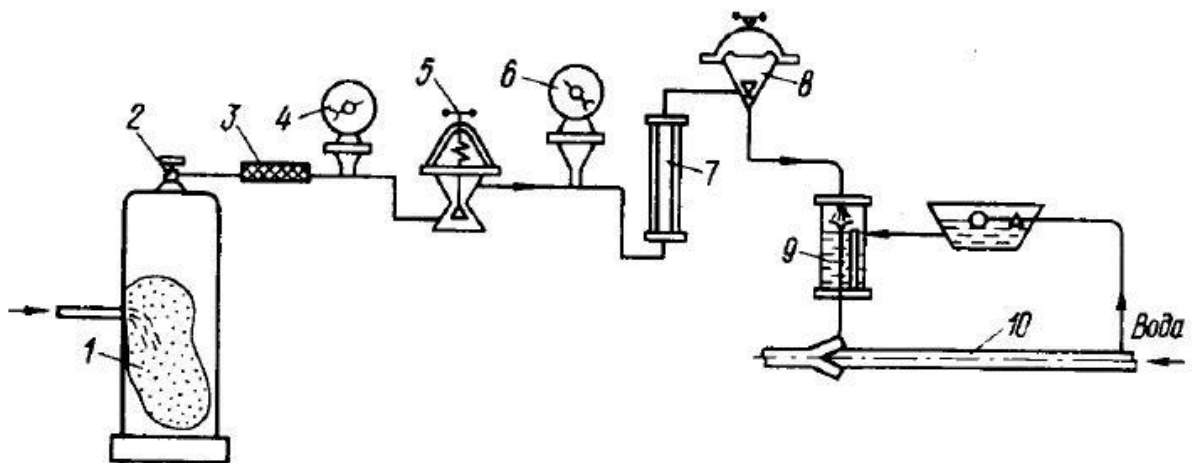


Схема вакуумного хлоратора 1 - промежуточный баллон, 2 - вентиль, 3 - фильтр, 4,6 - манометры, 5 - понижающий редуктор, 7 - измеритель расхода хлора, 8 - предохранительный клапан, 9 - смеситель, 10 - эжектор⁸

⁷ Источник: <http://refleader.ru/jgernauijgigepol.html>

⁸ Источник: <http://refleader.ru/jgernauijgigepol.html>

2 Объекты и методы исследования

2.1 Общая характеристика бытовых сточных вод

Сточные воды – воды, отводимые системой труб или каналов (система канализации) после использования в процессе бытовой или производственной деятельности человека. Они также образуются в результате выпадения атмосферных осадков и стока поливочных вод на территориях населенных мест и промышленных предприятий.

В зависимости от происхождения, вида и качественной характеристики примесей сточные воды подразделяют на:

- бытовые (хозяйственно–фекальные);
- производственные (промышленные);
- дождевые (атмосферные);
- городские сточные воды, они представляют собой смесь бытовых и промышленных сточных вод.

Бытовые сточные воды загрязнены физиологическими выделениями человека, домовым мусором бытовыми, кухонными отходами. Характер их образования определяет высокую загрязненность микрофлорой широкого видового состава: бактерии и вирусы, в патогенные, дрожжевые и плесневые грибки, цисты простейших, яйца гельминтов и др. Количество бактерий в 1 мл бытовых сточных вод исчисляется миллионами и десятками миллионов, коли – титр $10^5 - 10^7$.

Бытовые сточные воды содержат разнообразные органические (58%) и минеральные (42%) вещества, количество которых пропорционально численности населения, пользующегося канализацией. В составе бытовых сточных вод выделяют различные нерастворимые примеси: крупную взвесь (размер частиц более 100 мкм) и суспензии, эмульсии, пену (размер частиц от 100 до 0,1 мкм), коллоидные примеси (размер частиц от 0,1 до 0,001 мкм) и

растворенные вещества – молекулярнодисперсные частицы (размер менее 0,001 мкм).

Поверхностный сток с территорий населенных пунктов и промышленных площадок (дождевые сточные воды) является серьезным фактором загрязнения водных объектов. Его бактериальная загрязненность в начале дождя и загрязненность органическими веществами находятся на уровне бытовых сточных вод; для него характерно высокое содержание нефтепродуктов и взвешенных веществ.

Канализационные системы, как правило, заканчиваются выпуском сточных вод в водные объекты или на почву. С целью охраны окружающей среды сброс не обезвреженных сточных вод в водные объекты запрещен.

Обезвреживание сточных вод состоит в их очистке и обеззараживании. Среди существующих методов очистки сточных вод – механические, физические, физико–химические, химические, биологические.

В основе механических и химико–механических приемов очистки сточных вод лежат процессы реагентной коагуляции, флокуляции и отстаивания. Коагуляцию загрязнений производят и путем создания в токе жидкости постоянного электрического поля. Основой химических методов очистки является преобразование токсичных соединений в нетоксичные, перевод растворенных веществ в нерастворимые с последующим осаждением. В некоторых случаях с помощью химических методов удается удалить из сточных вод продукты, имеющие товарную ценность.

Указанные процессы протекают в сооружениях, которые в зависимости от целевого назначения называют отстойниками, нефтеловушками, жироловками и т.д. Широкий диапазон различий в кинетике осаждения (всплывания) загрязнений различных сточных вод определяет разнообразие конструкций и параметров сооружений.

Биологические методы очистки основаны на окислении и минерализации содержащихся в сточных водах растворенных органических веществ при участии микроорганизмов. Для обеззараживания, рекомендуют хлорирование, озонирование, которые обеспечивают освобождение от патогенных бактерий, но обладают рядом недостатков с гигиенической точки зрения. Перспективным методом обеззараживания, является обработка потоком ускоренных электронов.

Органы государственного санитарного надзора контролируют состояние водных объектов в створах хозяйственно–бытового водопользования ниже сброса сточных вод.

2.2 Инвентаризация выделяющих загрязняющих веществ

Инвентаризацию выбросов загрязняющих веществ, проводят все действующие предприятия, организации, учреждения независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, производственная деятельность которых связана с выбросом загрязняющих веществ в атмосферу.

Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) является систематизацией сведений о распределении источников выбросов на территории, количестве и составе выбросов.

Основной целью инвентаризации является выявление и учет источников загрязнения, определение количественных и качественных характеристик выбросов загрязняющих веществ для:

- подготовки исходных данных для нормирования выбросов и установления нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов ЗВ (ПДВ и ВСВ) предприятий;

- подготовки исходных данных для оценки загрязнения;

- контроля за соблюдением установленных нормативов выбросов;
- ведения статистической отчетности о выбросах;
- разработки и установления технических нормативов выбросов (ТНВ) вредных (загрязняющих) веществ для передвижных и стационарных источников выбросов от технологических процессов и оборудования;
- оценки экологичности используемых технологий;
- формирования компьютерной базы данных об ИЗА в разрезе

Результат анализа сточных вод.

Место отбора пробы – приемная камера.

Объем пробы – 3,0 литра.

Таблица 1 – Инвентаризационная ведомость

№ пп	Показатели	Ед. изм.	До очистки	После очистки	ПДК
1	рН		7,77	7,29	6,5
2	Температура	Град.	20	19	–
3	Запах	Баллы	2	1	–
4	Цвет		серый	Св. серый	–
5	Сухой остаток	мг/л	670,0	560,0	717
6	Взвешенные вещества	кг/ч	15,828	1,773	365
7	Прозрачность	см	5,0	9,0	<10
8	Прозрачность после 2ч отстоя	см	5,5	9,5	<10
9	Нитраты	кг/ч	0,165	0,068	45
10	Нитриты	кг/ч	0,008	0,001	3,3
11	Азот аммония	кг/ч	0,151	0,065	2
12	Хлориды	кг/ч	0,992	0,025	350

Таблица 1 – Инвентаризационная ведомость

13	СПАВ	кг/ч	0,005	0,00016	0,5
14	Фосфаты	кг/ч	0,071	0,001	5,3
15	Железо	кг/ч	0,05	0,001	0,3

2.3 Модернизация очистных сооружений

На территории п. Новый г. Томска в 2005 году было построено очистное сооружение сточных вод для промышленных объектов, пропускной способностью 5 000 м³/сут.

Для модернизации очистных сооружений, можно предложить увеличение мощности очистного сооружения в 2 раза, для жителей п. Новый, численностью населения 2100 человек. Т.к. нет централизованной системы канализации и каждый, из построенных в поселке домов, нуждается в создании канализации для очистки сточных вод.

Итак, для решения этой проблемы необходима поэтапная замена изношенного оборудования на новое оборудование, отвечающее современным требованиям энергосбережения, модернизация технологической сети биологически очищенных стоков.

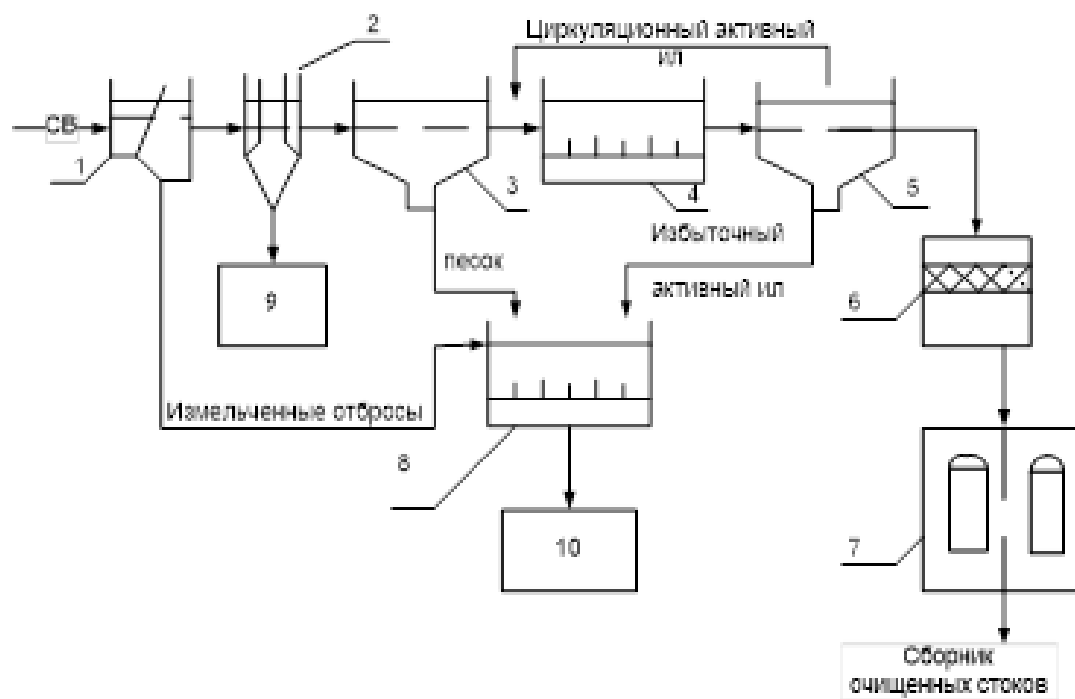
Целью решения проблемы является повышение качественной и надежной работы очистных сооружений, а также минимизация негативного воздействия на окружающую среду. Для достижения целей предполагается решить следующие задачи:

1. Модернизация цеха механического обезвоживания осадка сточных вод
2. Модернизация технологической сети биологически очищенных стоков, доведение фактической мощности очистных сооружений до 10 000 м³/сут

В результате выполнения работ будет увеличена пропускная способность системы очистных сооружений и созданы условия для подключения строящихся (реконструируемых) объектов недвижимости к системам вод отведения.

2.4 Описание технологической схемы

Технологическая схема бытовых сточных вод п. Новый



1 – решетки с механизированной очисткой; 2 – горизонтальные песколовки с круговым движением воды; 3 – первичный радиальный отстойник; 4 – аэротенк–вытеснитель с регенератором; 5 – вторичный радиальный отстойник; 6 – блок доочистки; 7 – блок обеззараживания; 8 – аэробный стабилизатор; 9 – песковые площадки; 10 – иловые площадки.

Сточные бытовые воды от населения п. Новый собираются в насосную станцию и подаются по напорному трубопроводу на очистные сооружения канализации. В грабельном помещении установлена механизированная вертикальная решетка для задержания крупных отбросов.

Освобожденные от крупных отбросов стоки поступают в песколовку, где происходит осаждение минеральных и крупных органических примесей (песок, шлак, зола и др.), которые вручную удаляются на песковую площадку для просушивания.

Освобожденные от крупных примесей стоки поступают в распределительную чашу, а затем в двухъярусные отстойники для осаждения взвешенных веществ.

Осадок, выпавший в осадочных желобах, через щели сползает в септическую камеру, где происходит его сбраживание. Сброженный осадок под гидростатическим давлением через иловую трубу самотеком попадает на иловые площадки для обезвоживания.

Осветленная вода из сборных лотков поступает в сборную камеру двухъярусных отстойников, из которых самотеком поступает на аэротенк, где при помощи активного ила и кислорода воздуха происходит ее биологическая очистка.

Процесс работы аэротенка выглядит примерно так: вода попадает в специальный резервуар (аэротенк), в который в то же время активно подается воздух. В жидкости находятся взвешенные частицы, на которых начинают особенно активно развиваться аэробные бактерии. Результат их жизнедеятельности – окисление органических веществ, содержащихся в воде, и образование частиц плодородного ила. Этот ил поглощает вредные вещества, а микробы, которые содержатся в сточных водах, погибают или становятся активными агентами ила.

Затем вода поступает во вторичные отстойники, которые задерживают выносимую биопленку.

Вторичные отстойники применяются в комплексе сооружений биологической очистки сточных вод и служат для осаждения активного ила после биофильтра.

После вторичного отстойника вода поступает на обеззараживание в хлораторную установку. Обеззараженная вода поступает в приемный

резервуар насосной станции и далее по напорному трубопроводу подается в пруд.

3 Расчет и анализ

3.1 Материальный баланс

3.1.1. Расчет материального баланса песколовки.

Расход сточных вод равен: $R_{сут} = g \cdot n$,

Где $g = 200$ л/чел·сут, норма водоотведения на одного человека в сутки,

$n = 2100$ чел. – количество жителей п.Новый.

$$R_{сут} = 200 \cdot 2100 \cdot 10^{-3} = 567 \text{ м}^3/\text{сут} = 23625 \text{ кг/час} = 23,625 \text{ м}^3/\text{час}$$

1. Определяем объем удаляемого осадка из решетки

$$V_{осад.} = n \cdot \omega_{осад} / 1000, \text{ м}^3/\text{сутки},$$

где $\omega_{осад}$ – количество задерживаемого осадка в песколовке 0,02л на одного человека в сутки.

$$V_{осад.} = 2100 \cdot 0,02 / 1000 = 0,042 \text{ м}^3/\text{сутки}$$

2. Определяем количество удаляемого осадка при влажности $W = 60\%$ и плотности $\rho = 1500$ кг/м³

$$G^{60\%} = V_{осад.} \cdot \rho / 24 = 0,042 \cdot 1500 / 24 = 2,625 \text{ кг/час}$$

3. Определяем количество взвешенных веществ, удаляемых с осадком из песколовки

$$C_{в.в.+ос.} = G^{60\%} \cdot (100 - W) / 100 = 2,625 \cdot (100 - 60) / 100 = 1,05 \text{ кг/час}$$

4. Определяем количество воды, удаляемой с осадком из песколовки

$$G_{вода+ос} = G^{60\%} \cdot W / 100 = 2,625 \cdot 60 / 100 = 1,575 \text{ кг/час}$$

5. Определяем количество сточной жидкости на выходе из песколовки

$$Q^2_{\text{ст.ж.}} = Q^1_{\text{ст.ж.}} - G^{60\%} = 23625 - 2,625 = 23622,375 \text{ кг/час}$$

6. Определяем концентрацию взвешенных веществ на выходе из песколовки

$$C^2_{\text{в.в.}} = C^1_{\text{в.в.}} - C_{\text{в.в.+ос.}} = 15,829 - 1,05 = 14,779 \text{ кг/час}$$

7. Определяем количество воды, содержащейся в сточной воде на выходе из песколовки

$$G_{\text{вода}} = Q^1_{\text{ст.ж.}} - \sum C_i^{\text{вх.песк.}} = 23625 - 17,271 = 23607,729 \text{ кг/час}$$

8. Определяем количество воды на выходе из песколовки за вычетом воды, удаляемой с осадком

$$G^2_{\text{вода}} = G^1_{\text{вода}} - G^1_{\text{вода+ос.}} = 23607,729 - 1,575 = 23606,154 \text{ кг/час}$$

Таблица 2 - Материальный баланс песколовки

№	Приход	кг/ч	%	№	Расход	кг/ч	%
1	Сточная вода, в том числе:	23625	100	1	Сточная вода, в том числе:	23622,375	100
	1.1. Вода	23607,729	99,93		1.1. Вода	23606,154	99,92
	1.2. Взвешенные вещества	15,828	0,07		1.2. Взвешенные вещества	14,779	0,06
	1.3. Нитраты	0,165	0,0007		1.3. Нитраты	0,165	0,0007
	1.4. Нитриты	0,008	0,00004		1.4. Нитриты	0,008	0,00004
	1.5. Азот аммонийный	0,151	0,0006		1.5. Азот аммонийный	0,151	0,0006

	1.6. Хлориды	0,992	0,004		1.6. Хлориды	0,992	0,004
	1.7. СПАВ	0,005	0,00002		1.7. СПАВ	0,005	0,00002
	1.8. Фосфат	0,071	0,0003		1.8. Фосфат	0,071	0,0003
	1.9. Железо	0,05	0,0002		1.9. Железо	0,05	0,0002
				2	Осадок, в т.ч.	1,05	100

Таблица 2 - Материальный баланс песколовки

					2.1. Взвешенные вещества		40
					2.2. Вода	1,575	60
	Итого:	23625	100		Итого	23625	100

3.1.2 Расчет материального баланса первичного отстойника

Эффективность очистки первичного отстойника принимаю равной

$$\mathcal{E}_{\text{п.о.}} = 40\%.$$

1. Определяем концентрацию взвешенных веществ в осадке первичных отстойников

$$C_{\text{взв.в.}}^3 = C_{\text{взв.в.}}^2 \cdot \mathcal{E}_{\text{п.о.}}$$

где $C_{\text{взв.в.}}^2$ – концентрация взвешенных веществ на выходе из песколовки, кг/ч

$$C_{\text{взв.в.}}^3 = 14,779 \cdot 0,4 = 5,912 \text{ кг/час}$$

2. Определяем количество осадка при влажности $W=95\%$

$$G^{95\%} = G_{\text{взв.в.}} \cdot 100 / (100 - W) = 5,195 \cdot 100 / (100 - 95) = 118,24 \text{ кг/час}$$

3. Определяем содержание воды в осадке первичного отстойника

$$G^2_{\text{вода+ос}} = (G^{95\%} \cdot W) / 100 = 118,24 \cdot 95 / 100 = 112,328 \text{ кг/час}$$

4. Определяем количество сточной жидкости на выходе из первичного отстойника

$$Q^3_{\text{ст.ж.}} = Q^2_{\text{ст.ж.}} - G^{95\%},$$

где $Q^2_{\text{ст.ж.}}$ – количество сточной жидкости на выходе из песколовки равное количеству сточной жидкости на входе в первичный отстойник – 23607,729 кг/ч

$$Q^3_{\text{ст.ж.}} = 23607,729 - 118,24 = 23489,489 \text{ кг/час}$$

5. Определяем концентрацию взвешенных веществ на выходе из первичного отстойника

$$C^4_{\text{взв.в}} = C^2_{\text{взв.в}} - C^3_{\text{взв.в}} = 14,779 - 5,912 = 8,867 \text{ кг/час}$$

6. Определяем количество воды в сточной жидкости на выходе из первичного отстойника

$$G^3_{\text{воды}} = G^2_{\text{вода}} - G^2_{\text{вода+ос.}} = 23606,154 - 112,328 = 23493,826 \text{ кг/час}$$

Таблица 3 – Материальный баланс первичного отстойника

№	Приход	кг/ч	%	№	Расход	кг/ч	%
1	Сточная вода, в том числе:	23622,37 5	100	1	Сточная вода, в том числе:	23504,13 9	100
	1.1.Вода	23606,15 4	99,93		1.1.Вода	23493,82 6	99,92
	1.2. Взвешенные вещества	14,779	0,07		1.2. Взвешенные вещества	5,912	0,06

1.3. Нитраты	0,165	0,0007		1.3. Нитраты	0,165	0,0007
1.4. Нитриты	0,008	0,0000		1.4. Нитриты	0,008	0,0000
		4				4
1.5. Азот аммонийный	0,151	0,0006		1.5. Азот аммонийный	0,151	0,0006
1.6. Хлориды	0,992	0,004		1.6. Хлориды	0,992	0,004
1.7. СПАВ	0,005	0,0002		1.7. СПАВ	0,005	0,0002

Таблица 3 – Материальный баланс первичного отстойника

1.8. Фосфат	0,071	0,0003		1.8. Фосфат	0,071	0,0003
1.9. Железо	0,05	0,0002		1.9. Железо	0,05	0,0002
			2	Осадок, в т.ч.	118,24	100
				2.1. Взвешенные вещества	5,912	40
				2.2. Вода	112,328	60
Итого:	23622,37	100		Итого	23622,37	100
	5				5	

3.1.3. Расчет материального баланса аэротенка

Количество сточной жидкости на входе в аэротенк из первичного отстойника равен $Q^3_{ст.ж} = 23504,139 \text{ кг/ч}$

1. Определим количество циркулирующего ила, подаваемого в аэротенк из первичного отстойника

$$G^{a.и.} = Q^3_{ст.ж} \cdot R_i,$$

где $R_i = 0,6$ – степень рециркуляции активного ила, при самотечном удалении иловой смеси

$$G^{a.и.} = 23504,139 \cdot 0,6 = 14096,296 \text{ кг/час}$$

2. Определяем количество активного ила по сухому остатку

$$G_{\text{и}}^{\text{сух}} = G^{\text{а.и.}} \cdot C_{\text{и}} / 1000,$$

где $C_{\text{и}} = 7 \text{ кг/м}^3$ – концентрация ила в смеси из вторичного отстойника

$$G_{\text{и}}^{\text{сух}} = 14096,296 \cdot 7 / 1000 = 98,674 \text{ кг/час}$$

3. Определяем количество воды в смеси из вторичного отстойника

$$G_{\text{вода}}^4 = G^{\text{а.и.}} - G_{\text{и}}^{\text{сух}} = 14096,296 - 98,674 = 13997,622 \text{ кг/час}$$

4. Определяем прирост активного ила

$$P_i = \sum C_i^{\text{вх}} - \sum C_i^{\text{вых}},$$

где $\sum C_i^{\text{вх}} = 7,399 \text{ кг/ч}$ – суммарное содержание загрязняющих веществ на входе в аэротенк,

$\sum C_i^{\text{вых}} = 6,83 \text{ кг/ч}$ – суммарное содержание загрязняющих веществ на выходе в аэротенк.

$$P_i = 7,399 - 6,83 = 0,569$$

Таблица 4 – Данные биологической очистки

Наименование веществ	Количество ЗВ на входе в сточные воды, кг/ч	Количество ЗВ на выходе из сточных вод, кг/ч
Взвешенные вещества	5,912	5,471
Нитрат	0,165	0,956
Нитрит	0,008	0,004
Азот аммонийный	0,151	0,078
Хлорид	0,992	0,057
СПАВ	0,05	0,177

Фосфат	0,071	0,085
Железо	0,05	0,002
Итого	7,399	6,83

Таблица 5 – Материальный баланс аэротенка

№	Приход	кг/ч	%	№	Расход	кг/ч	%
---	--------	------	---	---	--------	------	---

Таблица 5 – Материальный баланс аэротенка

1	Сточная вода, в том числе:	37722,65	100	1	Сточная вода, в том числе:	37722,65	100
	1.1. Вода	23504,139	62,31		1.1. Вода	23493,737	62,3
	1.2. Взвешенные вещества	5,912	0,07		1.2. Взвешенные вещества	5,471	0,06
	1.3. Нитраты	0,165	0,0007		1.3. Нитраты	0,956	0,0007
	1.4. Нитриты	0,008	0,00004		1.4. Нитриты	0,004	0,00004
	1.5. Азот аммонийный	0,151	0,0006		1.5. Азот аммонийный	0,078	0,0006
	1.6. Хлориды	0,992	0,004		1.6. Хлориды	0,057	0,004
	1.7. СПАВ	0,005	0,00002		1.7. СПАВ	0,177	0,00002
	1.8. Фосфат	0,071	0,0003		1.8. Фосфат	0,005	0,0003
	1.9. Железо	0,05	0,0002		1.9. Железо	0,002	0,0002
	1.10. Ил	14096,296	37,3		1.10. Активный ил	14096,296	37,39
					1.11. Воздух	125,2	0,33
	Итого:	37722,65	100		Итого	37722,65	100

						65	
--	--	--	--	--	--	----	--

3.1.4. Расчет материального баланса вторичного отстойника

1. Количество иловой смеси, поступающей во вторичный отстойник

$$Q_{\text{ил.см.}}^4 = Q_{\text{ст.ж.}}^3 + \sum C_i^{\text{вых}} + G^{\text{а.и.}} + P_i = 23489,489 + 6,83 + 14096,296 + 0,569 = 37593,184$$

2. Определяем количество осаждаемых веществ

$$C_{\text{в.в.}}^6 = C_{\text{в.в.}}^5 \cdot \Theta_{\text{в.о.}},$$

где $C_{\text{в.в.}}^5$ – концентрация взвешенных веществ на входе во вторичные отстойники равная концентрации взвешенных веществ на выходе из аэротенка = 5,471 кг/ч,

Эффективность осветления принимаем $\Theta_{\text{в.о.}} = 40\%$

$$C_{\text{в.в.}}^6 = 5,471 \cdot 0,4 = 2,188$$

3. Осадок вторичных отстойников по сухому веществу

$$G_{\text{ос.сух.в.о.}} = G_{\text{взв.ос.в.о.}} + G_{\text{изб.ил}} = 2,188 + 0,569 = 2,757 \text{ кг/час}$$

4. Количество осадка при влажности $\omega = 99,5\%$

$$G_{\text{ос.в.о.}} = G_{\text{ос.сух.}} \cdot 100 / (100 - \omega) = 2,757 \cdot 100 / (100 - 99,5) = 551,4 \text{ кг/час}$$

5. Содержание воды в осадке вторичного отстойника

$$G_{\text{в.ос.в.о.}} = G_{\text{ос.в.о.}} \cdot 0,995 = 551,4 \cdot 0,995 = 548,643 \text{ кг/час}$$

6. Количество сточной жидкости на выходе из первичного отстойника

$$G_{\text{ж.в.о.вых}} = Q_{\text{ил.см.}}^4 - G^{\text{а.и.}} - G_{\text{ос.в.о.}} = 37593,184 - 14096,296 - 551,4 = 22945,488 \text{ кг/час}$$

В том числе выносимые взвешенные вещества:

$$C^7_{\text{ВЗВ.В}} = C^6_{\text{ВЗВ.В}} - C^5_{\text{ВЗВ.В}} = 5,471 - 2,188 = 3,283 \text{ кг/час}$$

$$\text{Воды: } G_{\text{В.В.О.ВЫХ}} = G_{\text{Ж.В.О.ВЫХ}} - \sum C_{i \text{ ВЫХ}} = 22945,488 - 4,572 = 22940,916 \text{ кг/час}$$

Таблица 6 – Материальный баланс вторичного отстойника

№	Приход	кг/ч	%	№	Расход	кг/ч	%
---	--------	------	---	---	--------	------	---

Таблица 6 – Материальный баланс вторичного отстойника

1	Сточная вода, в том числе:	37593,18	100	1	Сточная вода, в том числе:	37593,18	100
	1.1. Вода	23489,48	62,31		1.1. Вода	22940,84	62,3
		9				6	
	1.2. Взвешенные вещества	5,471	0,07		1.2. Взвешенные вещества	3,283	0,06
	1.3. Нитраты	0,965	0,0007		1.3. Нитраты	0,956	0,0007
	1.4. Нитриты	0,004	0,0000		1.4. Нитриты	0,004	0,0000
			4				4
	1.5. Азот аммонийный	0,078	0,0006		1.5. Азот аммонийный	0,078	0,0006
	1.6. Хлориды	0,057	0,004		1.6. Хлориды	0,057	0,004
	1.7. СПАВ	0,177	0,0000		1.7. СПАВ	0,177	0,0000
			2				2
	1.8. Фосфат	0,005	0,0003		1.8. Фосфат	0,005	0,0003
	1.9. Железо	0,002	0,0002		1.9. Железо	0,002	0,0002
	1.10. Ил	14096,29	37,3		1.10. Активные ил	14096,29	37,39
		6				6	
	1.11. Прирост ила	0,569	0,33		1.11. Избыток ила	551,4	0,001

Итого:	37593,18	100	Итого	37593,18	100
	4			4	

3.1.5. Расчет материального баланса контактного резервуара

Таблица 7 – Результаты обеззараживания сточных вод

Таблица 7 – Результаты обеззараживания сточных вод

Наименование веществ	Количество ЗВ на входе в резервуар, кг/ч	Количество ЗВ на выходе из резервуара, кг/ч
Взвешенные вещества	3,283	1,773
Нитрат	0,956	0,068
Нитрит	0,004	0,001
Азот аммонийный	0,078	0,065
Хлорид	0,057	0,025
СПАВ	0,177	0,163
Фосфат	0,002	0,001
Железо	0,002	0,001
Итого	5,072	2,097

1. Количество окислителя, поступающего в контактный резервуар $G_{ок} = 0,340$ кг/ч

2. Определяем количество осадка в контактном резервуаре

$$G_{ос}^{к.р.} = \sum C_i^{вх} - \sum C_i^{вых},$$

где $\sum C_i^{вх} = 5,072$ кг/ч – суммарное количество ЗВ на входе,

$\sum C_i^{вых} = 2,097$ кг/ч – суммарное количество ЗВ на выходе.

$$G_{oc}^{к.р.} = 5,072 - 2,097 = 2,975 \text{ кг/час}$$

3. Количество осадка при влажности $\omega = 95\%$

$$G_{oc}^{к.р.} = G_{осад.}^{к.р.} \cdot 100 / (100 - 95) = 2,975 \cdot 100 / (100 - 95) = 59,5 \text{ кг/час}$$

4. Содержание воды в осадке контактного резервуара

$$G_{в.ос.к.р.} = G_{oc}^{к.р.} \cdot 0,95 = 59,5 \cdot 0,95 = 56,525 \text{ кг/час}$$

Таблица 8 – Материальный баланс контактного резервуара

№	Приход	кг/ч	%	№	Расход	кг/ч	%
1	Сточная вода, в том числе:	22945,82 8	100	1	Сточная вода, в том числе:	22945,82 8	100
	1.1. Вода	22940,84 6	99,9		1.1. Вода	22883,89 1	99,7
	1.2. Взвешенные вещества	3,283	0,014		1.2. Взвешенные вещества	1,773	0,007
	1.3. Нитраты	0,956	0,004		1.3. Нитраты	0,068	0,0003
	1.4. Нитриты	0,004	0,0000 1		1.4. Нитриты	0,001	0,0000 1
	1.5. Азот аммонийный	0,078	0,0004		1.5. Азот аммонийный	0,065	0,0003
	1.6. Хлориды	0,057	0,0002		1.6. Хлориды	0,025	0,0001
	1.7. СПАВ	0,177	0,0008		1.7. СПАВ	0,163	0,0007
	1.8. Фосфат	0,085	0,0003		1.8. Фосфат	0,001	0,0000 1
	1.9. Железо	0,002	0,0004		1.9. Железо	0,001	0,0000 1
	1.10.	0,340	0,0015		1.10. Хитическ	0,34	0,002

Химический реагент				ий реагент		
				1.11.Мин. осадок	59,5	0,28
Итого:	22945,82 8	100		Итого	22945,82 8	100

Таблица 9 – Общий материальный баланс

Приход	кг/ч	%	Расход	кг/ч	%
Сточная вода на очистку	23625	99,4	Очищенная вода	22345,82 8	94,1
Воздух	125,3	0,6	Шлам	804,742	5,9
Итого	23750,30	100	Итого	23750,30	100

3.2. Тепловой баланс

3.2.1. Тепловой расчет отстойника

Теплота потока воды, приходящийся в отстойник :

$$Q_{\text{прих.}} = G \cdot C_p \cdot t,$$

В зимнее время температура воды в отстойнике 15⁰С

$$C_p = 4,19 \text{ КДж/кг} \cdot \text{К},$$

$$Q_{\text{прих.}} = 23622,375 \cdot 4,19 (19+273) = 28901503,36 \text{ КДж/ч}$$

Теплота воды, выходящей из отстойника

$$Q_{\text{расх.}} = 23504,139 \cdot 4,19 (15+273) = 28362914,61 \text{ КДж/ч}$$

Потери теплоты

$$Q_{\text{потери}} = Q_{\text{прих}} - Q_{\text{расх}}$$

$$Q_{\text{потери}} = 28901503,36 - 28362914,61 = 538588,75 \text{ КДж/ч}$$

Потери теплоты составляют 1,86% от теплоты воды, которая пришла в отстойник.

В летнее время температура воды в отстойнике 19⁰С

$$Q_{\text{прих.}} = 23622,375 \cdot 4,19 (23+273) = 29297414,37 \text{ КДж/ч}$$

Теплота воды, выходящей из отстойника

$$Q_{\text{расх.}} = 23504,139 \cdot 4,19 (20+273) = 28855326,33 \text{ КДж/ч}$$

Потери теплоты

$$Q_{\text{потери}} = Q_{\text{прих}} - Q_{\text{расх}}$$

$$Q_{\text{потери}} = 29297414,37 - 28855326,33 = 442088,04 \text{ КДж/ч}$$

Потери теплоты составляют 1,51%.

Таблица 10 – Тепловой баланс первичного отстойника

№	Приход	КДж/ч	№	Расход	КДж/ч
1.	Тепло, приходящее со сточной водой	29297414,37	1.	Тепло, уходящее со сточной водой	28855326,33
			2.	Потери	442088,04
Итого		29297414,37	Итого		29297414,37

3.2.2. Тепловой расчет для аэротенка

Тепло поступающее в аэротенк

$$Q_{\text{прих.}} = G \cdot C_p \cdot t$$

$$Q_{\text{прих.}} = 23493,826 \cdot 4,19 (20+273) = 28842965,36 \text{ КДж/ч}$$

Тепло, уходящее из аэротенка

$$Q_{\text{расх.}} = G \cdot C_p \cdot t$$

$$Q_{\text{расх.}} = 23493,737 \cdot 4,19 (20+273) = 28842356,1 \text{ КДж/ч}$$

Потери теплоты

$$Q_{\text{потери}} = Q_{\text{прих}} - Q_{\text{расх}}$$

$$Q_{\text{потери}} = 28842965,36 - 28842356,1 = 609,26 \text{ КДж/ч}$$

Потери теплоты составляет 0,005%

3.3. Расчет аэротенка

Данные:

$g_w = 23,625 \text{ м}^3/\text{час}$ – максимальный часовой расход сточных вод;

$L_{\text{ен}} = 50 \text{ мг/л}$ – БПК сточных вод до аэротенка;

$L_{\text{ех}} = 5,8 \text{ мг/л}$ – БПК сточных вод после аэротенка;

$t_l = 25^\circ\text{C}$ – температура сточных вод летняя;

$t_{\text{ср.год}} = 20^\circ$ – температура сточных вод среднегодовая;

$a_i = 3 \text{ г/л}$ – доза активного ила для полного окисления.

Расчеты аэротенка произведены на основании.

1) Удельная скорость окисления мг БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества ила в 1 час:

$$\rho = \rho_{\text{max}} \cdot \frac{L_{\text{ех}} \cdot c_o}{L_{\text{ех}} \cdot c_o + K_i \cdot c_o + K_o \cdot L_{\text{ех}}} \cdot \frac{1}{1 + \varphi \cdot a_i} [1],$$

где $\rho_{\text{max}} = 85 \text{ мг/(г*час)}$ – максимальная скорость окисления, принимаемая по табл.40;

$c_o = 2 \text{ мг/л}$ – средняя концентрация растворенного кислорода;

$K_i=33$ мг/л – константа, характеризующая свойства органических загрязняющих веществ, принимаемая по табл.40;

$K_o=0,625$ – константа, характеризующая влияние кислорода, мг O_2 /л, и принимаемая по табл.40;

$\varphi=0,07$ – коэффициент ингибирования продуктами распада активного ила, л/г, принимаемый по табл.40;

$$\rho = \frac{5,8 * 2}{855,8 * 2 + 33 * 2 + 0,65 * 5,8} * \frac{1}{1 + 0,007 * 3} = 9,8 \text{ мг/(г*час)}$$

2) Период аэрации t_{atm} ч, в аэротенках, работающих по принципу смесителей, следует определять по формуле:

$$t_{atm} = \frac{L_{en} - L_{ex}}{a_i \cdot (1-s) \cdot \rho} \cdot \frac{15}{T_w} [2],$$

где L_{en} – БПК_{полн} поступающей в аэротенк сточной воды (с учетом снижения БПК при первичном отстаивании), мг/л;

L_{ex} – БПК_{полн} очищенной воды, мг/л;

a_i – доза ила, г/л;

s – зольность ила;

ρ – удельная скорость окисления, мг БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества ила в 1 ч.

$$t_{atm} = \frac{50 - 5,8}{3(1 - 0,3) * 9,8} * \frac{15}{20} = 1,6 \text{ час}$$

3) Нагрузку на ил g_i , мг БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества ила в сутки, надлежит рассчитывать по формуле:

$$g_i = \frac{24 \cdot (L_{en} - L_{ex})}{a_i \cdot (1-s) \cdot t_{atm}} [3],$$

$$g_i = \frac{24 \cdot (50 - 5,8)}{3(1 - 0,3)1,6} = 315,7 \text{ мг}/(\text{г} \cdot \text{сут})$$

4) Степень рециркуляции активного ила в аэротенках:

$$R_i = \frac{a_i}{\frac{j_i}{1000} - a_i} [4],$$

где $j_i = 80 \text{ см}^3/\text{г}$

$$R_i = \frac{3}{\frac{1000}{80} - 3} = 0,32;$$

5) Доза ила в регенераторе a_r , г/л:

$$a_r = a_i \cdot \left(\frac{1}{2R_i} + 1 \right) [5],$$

$$a_r = 3 \cdot \left(\frac{1}{2 \cdot 0,32} + 1 \right) = 7,69 \text{ г}/\text{л};$$

6) При проектировании аэротенков с регенераторами продолжительность окисления органических загрязняющих веществ t_o , ч:

$$t_o = \frac{L_{en} - L_{ex}}{R_i \cdot a_r \cdot (1-s) \cdot \rho} \cdot \frac{15}{T_w} [6],$$

$$\frac{50 - 5,8}{0,32 \cdot 7,69(1 - 0,3)9,8} \cdot \frac{15}{20}$$

$t_0 = 2$ часа

7) Продолжительность регенерации t_r , ч:

$$t_r = t_o - t_{at} [7],$$

$$t_r = 2 - 1,6 = 0,4 \text{ час}$$

8) Вместимость аэротенка W_{at} , м³:

$$W_{at} = t_{at} \cdot (1 + R_i) \cdot g_w [8],$$

$$W_{at} = 1,6 * (1 + 0,32) * 23,625 = 50 \text{ м}^3$$

9) Вместимость регенератора W_r , м³:

$$W_r = g_w \cdot t_r \cdot R_i [9],$$

$$W_r = 23,625 * 0,4 * 0,32 = 3,02 \text{ м}^3$$

10) Общий объем W_o , ч:

$$W_o = W_{at} + W_r = 50 + 3,02 = 53,02 \text{ м}^3 [10]$$

11) Прирост активного ила P_i , мг/л:

$$P_i = 0,8 \cdot c_{cdp} + K_g \cdot L_{en} [11],$$

где $c_{cdp} = 270,535$ – концентрация взвешенных веществ, поступающих в аэротенк, мг/л;

$K_g = 0,3$ – коэффициент прироста для производственных сточных вод.

$$P_i = 0,8 * 270,535 + 0,3 * 50 = 231,43 \text{ мг/л}$$

Принимаем 3-х коридорный аэротенк.

Рабочая глубина, $H_{at} = 4\text{м}$; $N_{кор} = 3\text{м}$; $B_{at} = 4\text{м}$; $L_{at} = 10\text{м}$.

Выбираем среднепузырчатые аэраторы–щелевые и дырчатые трубы.

12) Удельный расход воздуха g_{air} , $\text{м}^3/\text{м}^3$ очищаемой воды, при пневматической системе аэрации надлежит определять по формуле:

$$g_{air} = \frac{g_o \cdot (L_{en} - L_{ex})}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_T \cdot K_3 \cdot (c_a - c_o)} [12],$$

где $g_o = 1,1$ – удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК_{полн}, принимаемый при очистке до БПК_{полн} 0,5 мг/л;

$K_1 = 0,75$ – коэффициент, учитывающий тип аэратора и принимаемый для среднепузырчатой и низконапорной;

K_2 – коэффициент, зависимый от глубины погружения аэраторов h_a и принимаемый по табл. 43;

$$h_a = H_{at} - 0,3 = 4 - 0,3 = 3,7 \text{ м} [13]$$

$$K_2 = 2,08.$$

K_T – коэффициент, учитывающий температуру сточных вод, который следует определять по формуле:

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (T_w - 20) [14],$$

$$K_T = 1 + 0,02 \cdot (25 - 20) = 1,1;$$

здесь T_w – среднемесячная температура воды за летний период, °С;

K_3 – коэффициент качества воды, принимаемый для производственных сточных вод – по опытным данным, при их отсутствии допускается принимать $K_3 = 0,7$;

c_a – растворимость кислорода воздуха в воде, мг/л, определяемая по формуле:

$$C_a = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) \cdot C_T [15],$$

где C_T – растворимость кислорода в воде в зависимости от температуры и атмосферного давления, принимаемая по справочным данным;

h_a – глубина погружения аэратора, м;

T,°C	22	24	26	28
CT,мг/л	8,67	8,33	8,02	7,72

$$C_T = 8,18 \text{ мг/л};$$

$$C_a = \left(1 + \frac{3,7}{20,6}\right) \cdot 8,18 = 9,65 \text{ мг/л};$$

C_o – средняя концентрация кислорода в аэротенке, мг/л, допускается принимать 2 мг/л;

$$g_{air} = \frac{1,1 \cdot (50 - 5,8)}{0,75 \cdot 2,08 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot (9,65 - 2)} = 5,3 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Площадь аэрируемой зоны для пневматических аэраторов включает просветы между ними до 0,3 м.

13) Интенсивность аэрации j_a , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ надлежит определять по формуле:

$$j_a = \frac{g_{air} \cdot H_{at}}{t_{am}} [16],$$

где H_{at} – рабочая глубина аэротенка, м;

t_{am} – период аэрации, ч.

$$j_a = \frac{5,3 * 4}{2} = 10,6 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 * \text{час})$$

14) Количество воздуха в аэротенке Q_{air} , м³/час:

$$Q_{air} = g_{air} * g_w = 5,3 * 23,625 = 125,2 \text{ м}^3 / \text{час}.$$

3.4. Механический расчет основного аппарата

Исходные данные:

L – длина коридора 10 м;

H – рабочая глубина 4 м;

B – ширина коридора 4 м;

γ – объемный вес грунта 1,7 т/м³;

f – коэффициент внутреннего трения грунта 0,58;

Тип арматуры – сетка;

φ – коэффициент использования арматуры 1,1;

Стены и днище аэротенка изготовлены из железобетона одной марки

Ru_1 – расчетное сопротивление бетона 100 кг/см²;

Ru_2 – расчетное сопротивление арматуры 800 кг/см²;

E_0 – модуль упругости грунта 200 кг/см³;

E – модуль упругости железобетона 2×10^{10} ;

Определяем оптимальную высоту ячейки по условию минимальной стоимости:

$$H_{onm} = \sqrt[3]{\frac{\delta_o \cdot \sqrt{1,5 \cdot K \cdot V \cdot Ru}}{4 \cdot (R+1)}} \cdot \frac{C_1}{C_2}, [1]$$

$$H_{\text{нб}} = \sqrt[3]{\frac{0,60 \cdot \sqrt{1,5 \cdot 8,25 \cdot 160 \cdot 100}}{4 \cdot (25,15+1)}} \cdot \frac{1}{1} = 1,37 \text{ м};$$

$$K = \frac{L}{B} = \frac{10}{4} = 2,5$$

$$V = H \cdot B \cdot L = 4 \cdot 4 \cdot 10 = 160 \text{ м}^3 [3]$$

$$\delta_{cm} = \sqrt[3]{H} = \sqrt[3]{4} = 1,59 \text{ м}, [4]$$

$$\delta_o = 0,0945 \cdot B \cdot \sqrt[3]{H} = 0,0945 \cdot 4 \cdot \sqrt[3]{4} = 0,60 \text{ м}; [5]$$

В последующие формулы подставляем полученное, новое значение высоты ячейки Н. Производим перерасчет размеров сооружения при новом значении Н.

$$B^i \cdot L = \frac{V}{H} = \frac{160}{1,37} = 116,8 \text{ м};$$

Отсюда B^i равно $116,8/10 = 11,7$;

$$C^i = K \cdot B^i = 2,5 \cdot 11,7 = 29,25 \text{ м};$$

Определяем давление грунта на низ стены аэротенка:

$$g_i = n \cdot \gamma_{\text{ад}} \cdot \dot{I} \cdot \mu_a = 1,1 \cdot 1,7 \cdot 1,37 \cdot 0,37 = 0,94 \text{ м}; [8]$$

$$\mu_a = \frac{\operatorname{tg}(45 - \frac{\phi}{2})}{\operatorname{tg}((45 - \frac{\phi}{2}) + \phi) \times (1 - \operatorname{tg} \alpha \times \operatorname{tg}(45 - \frac{\phi}{2}))} [9]$$

$$\phi = \operatorname{arctg} f = \operatorname{arctg} 0.58 = 30^\circ$$

$$\mu_a = \frac{\operatorname{tg} 30^\circ}{\operatorname{tg}(30^\circ + 1,1) \times (1 - \operatorname{tg} 10^\circ \times \operatorname{tg} 30^\circ)} = 0,37$$

при $n = 1,1$ действует только постоянная нагрузка.

Определяем наибольшие прогибы стен и моменты, действующие на стены ячейки аэротенка:

Находим отношение большей стороны к меньшей:

$$H/B^i = 1,37/11,7 = 0,12;$$

По табличным данным определяем $K_i = 0,14$ и $\beta_i = 0,1235$ прогиб стены:

$$W = K_i \cdot \frac{g_{\max} \cdot H^4}{2 \cdot 10^{10} \cdot 1,59^3} = 0,14 \cdot \frac{4 \cdot 1 \cdot 10^4 \cdot 1,37^4}{2 \cdot 10^{10} \cdot 1,59^3} = 3,96 \cdot 10^{-6};$$

Наибольший момент:

$$M_{\text{но}}^i = \beta_i \cdot g_{\max} \cdot H^2 \cdot B^i = 0,1235 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 10^4 \cdot 1,37^2 \cdot 11,7 = 10,84 \cdot 10^4 \text{ Нм};$$

Находим отношение большей стороны к меньшей:

$$C^i/H = 29,25/1,37 = 21,35;$$

По табличным данным получаем те же значения $K_i = 0,14$, $\beta_i = 0,1235$

$$M_{\text{ст}}^2 = \beta_i \cdot g_{\max} \cdot H^2 \cdot C^i = 0,1235 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 10^4 \cdot 1,37^2 \cdot 29,25 = 27,12 \cdot 10^4 \text{ Нм};$$

Определяем оптимальную площадь арматуры для каждой стены ячейки.

Для стены с отношением H/B^i площадь рабочей арматуры составит:

$$F_a^{onm} = \frac{R_a \cdot B^i \cdot \delta_{cm} \cdot i_1}{W_1} = \frac{800 \cdot 11,7 \cdot 1,59 \cdot 10^5 \cdot 1343628}{734 \cdot 10^9} = 27,24 \text{ м}^2;$$

$$W_1 = R_u \cdot i_1 + C_a \cdot R_u \cdot B^i, H \cdot \text{руб} / \text{м}^2;$$

$$i_1 = (C_6 + C_k \cdot h^i) \phi_6 B^i = (800 + 62800 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}) 1,2 \cdot 11,7 = 13436,28 \text{ руб} / \text{м}^2$$

$$W_1 = (1 \cdot 10^5 \cdot 800 \cdot 13436,28 + 62800 \cdot 10^5 \cdot 11,7) = 734 \cdot 10^9 \text{ Н руб} / \text{м}^2$$

Определяем площадь конструктивной арматуры

$$F_e = F_a^{\tilde{\delta}} (\phi_a - 1) = 27,24(1,1 - 1) = 2,72 \text{ м}^2;$$

для стены C^i/H площадь рабочей арматуры составит:

$$F_a^{onm} = \frac{R_a \cdot C^i \cdot \delta_{cm} \cdot i_2}{W_2}, \text{ м}^2; F_a^{\tilde{\delta}} = \frac{800 \cdot 29,25 \cdot 1,59 \cdot 10^5 \cdot 335907}{2,68 \cdot 10^{12}} = 46,63 \text{ м}^2;$$

$$i_2 = (C_6 + C_k \cdot h^i) \phi_6 C^i = (800 + 62800 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}) 1,2 \cdot 29,25 = 33590,7 \text{ руб} / \text{м}^2;$$

$$W_2 = R_u \cdot i_2 + C_a \cdot R_u \cdot C^i, H \cdot \text{руб} / \text{м}^2;$$

$$W_2 = (1 \cdot 10^5 \cdot 800 \cdot 33590,7 + 62800 \cdot 10^5 \cdot 29,25) = 2,68 \cdot 10^{12} \text{ Н руб} / \text{м}^2$$

$$F_e = F_a^{\tilde{\delta}} (\phi_a - 1) = 46,63(1,1 - 1) = 4,66 \text{ м}^2;$$

Определяем оптимальную толщину стен ячейки:

Определяем толщину стены H/B^i :

$$\delta_{\tilde{\delta}1} = \frac{W_1}{R_{u1} \cdot B^i} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot M_{\tilde{\delta}1} \cdot R_{u1} \cdot B^i}{R_{u2} \cdot i_2 \cdot (2 \cdot W_1 - R_{u2} \cdot i_1)}} =$$

$$\frac{734 \cdot 10^9}{100 \cdot 10^5 \cdot 11,7} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10,84 \cdot 10^4 \cdot 100 \cdot 10^5 \cdot 11,7}{800 \cdot 10^5 \cdot 33590,7 \cdot (2 \cdot 734 \cdot 10^9 - 800 \cdot 10^5 \cdot 1343628)}} = 0,030 \text{ м};$$

Определяем толщину стены C^i/H :

$$\delta_{\bar{n}02}^{\hat{i}i0} = \frac{W_2}{R_{u1} \cdot C^i} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot M_{\bar{n}02} \cdot R_{u1} \cdot C^i}{R_{u2} \cdot i_2 \cdot (2 \cdot W_2 - R_{u2} \cdot i_1)}} =$$

$$\frac{2,68 \cdot 10^{12}}{100 \cdot 10^5} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 27,12 \cdot 10^4 \cdot 100 \cdot 10^5 \cdot 29,25}{800 \cdot 10^5 \cdot 335907 \cdot (2 \cdot 2,68 \cdot 10^{12} - 800 \cdot 10^5 \cdot 1343628)}} = 0,099 \text{ м};$$

Определяем оптимальную толщину стен ячейки и толщину перегородки между секциями:

$$\delta_{\bar{n}03}^{\hat{i}i0} = \frac{W_1}{R_{u1} \cdot B^i} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot M_{\bar{n}01} \cdot R_{u1} \cdot C^i}{R_a \cdot i_2 \cdot (2 \cdot W_1 - R_a \cdot i_1)}} =$$

$$\frac{734 \cdot 10^9}{100 \cdot 10^5 \cdot 11,7} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 10,84 \cdot 10^4 \cdot 100 \cdot 10^5 \cdot 29,25}{800 \cdot 10^5 \cdot 335907 \cdot (2 \cdot 734 \cdot 10^9 - 800 \cdot 10^5 \cdot 1343628)}} = 0,049 \text{ м};$$

Согласно произведенным расчетам:

толщина днища аэротенка равна 0,60м;

толщина боковых стен равна 0,099 м;

толщина перегородки между секциями равна 0,049м, с учетом коэффициента запаса прочности 1,5–2 толщина перегородки между секциями составит: $\delta_{\bar{n}03} = 0,049 \cdot 1,8 = 0,088\text{м}$.

3.5. Подбор вспомогательного оборудования

Вспомогательным оборудованием очистных сооружений бытовых сточных вод являются:

- Решетка;
- Песколовка;
- Первичный отстойник;
- Аэротенк;
- Вторичный отстойник;
- Хлораторная установка;
- Насосная станция дренажных вод;

- Насосная станция рециркуляции;
- Насосная станция перекачки очищенных сточных вод.

Установлена механизированная вертикальная решетка. При количестве задерживаемых отбросов менее $0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$, решетки очищают вручную граблями 1–2 раза в сутки. Снимаемые с решетки загрязнения складываются в приемник и отвозят на свалку.

Продолжительность протока сточных вод при макс. притоке 30сек.

Загрязнения минерального происхождения (песок, шлак, золу и др.) осаждают в сооружении, называемом песколовкой. Их устанавливают перед отстойниками. Размеры песколовки $1,2 \times 2,0 \text{ м}$, глубина $2,10 \text{ м}$.

Отстойники канализационные двухъярусные, диаметром 12 м . Высота общ. $9,4 \text{ м}$. Предназначены для осветления и осаждения из сточной жидкости, нерастворенных веществ и обработки выпавшего осадка путем сбразивания. Продолжительность отстаивания сточных вод в отстойнике $1,5 \text{ часа}$.

Аэротенк, работающий по принципу смесителя, предназначен для биохимической очистки сточных вод. Размеры аэротенка длина – 10 м , ширина – 4 м , глубина – 4 м . Период аэрации – $1,6 \text{ ч}$. Общий объем $53,02 \text{ м}^3$

Вторичный отстойник. Диаметр отстойника – 6 м , высота $4,5 \text{ м}$. Продолжительность отстаивания сточных вод в отстойнике $1,5 \text{ часа}$. Макс. скорость протекания воды через отстойник 05 мм/сек . Удаление активного ила производится два раза в сутки.

Обезвоживание осадков производят на специальных спланированных участках, так называемых иловых площадках, которые ограждены со всех сторон земляными валиками до $1,5 \text{ м}$. Общая площадь иловой площадки – 3600 м^2 .

Иловые насосные станции разделены на три группы насосов:

1. Насос для перекачки очищенных стоков на рециркуляцию в аэротенк. Производительностью 45 м³/час

2. Насос, для подачи циркулирующего активного ила, из вторичных отстойников в двухъярусные. Производительность – 85 м³/час.

3. Насос для перекачивания дренажных вод с иловых площадок. Производительность – 6 м³/час.

4. Результаты проведения исследования

4.1. Ежегодные нормы расхода основных материалов

Расчет обеззараживания сточных вод.

Дезинфицирующее средство «Двухосновная соль гипохлорита кальция».

ТУ 9392-231-00203312-2002 Химическая формула: Ca(OCl)₂·2Ca(OH)₂

Внешний вид двухосновной соли гипохлорита кальция (ДСГК) – порошок или (после уплотнения) порошок с наличием комков от белого до светло-коричневого цвета. Двухосновная соль гипохлорита кальция (ДСГК) негорюча. Однако, как окислитель, при контакте с жидкими маслообразными органическими веществами и пылевидными органическими продуктами может вызвать их загорание.

Срок годности рабочего раствора 14 дней.

Расчетную дозу активного хлора, приняли после механической очистки при эффективности отстаивания свыше 70%.

1. Пропускная способность хлораторной установки по хлору G, кг/ч

$$G = \frac{a \cdot Q}{10^3}$$

Где а – 3 доза активного хлора, г/м³

Q – Очищаемой воды, м³/ч

$$G=0,08 \text{ кг/ч}$$

2. Расход гипохлорита кальция G₁, кг/ч

$$G_1 = \frac{100 \cdot G}{P}$$

где P – 39 массовая доля активного хлора в препарате, %

$$G_1 = \frac{100 \cdot 0,08}{39} = 0,2 \text{ кг/ч}$$

3. Максимальный расход хлорного раствора, л/ч

$$\frac{G_1}{C}$$

где C – 30 л/ч, концентрация гипохлорита кальция в растворе

$$\frac{200}{30}$$

$$q = 7 \text{ л/ч}$$

4. Вместимость рабочего бака, W, м³

$$W = \frac{a \cdot Q}{10000 \cdot b \cdot n}$$

где b – концентрация гипохлорита в растворе, %

n – число растворений в сутки, раз

$$W = 0,03 \text{ м}^3 = 30 \text{ л}$$

Расход гипохлорита кальция по сухому веществу

– 0,8 кг в сутки;

– 24,8 кг в месяц;

– 292 кг в год.

4.2. Ежегодные нормы образования отходов.

Существует ряд нормативов сброса сточных вод, определяющих требования к очистке сточных вод и содержание в них загрязнений, которые

регламентируют «Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», строительные нормы и правила проектирования очистных сооружений. Все эти документы определяют условия отведения сточных вод в водоемы, и их выполнение обязательно для промышленных объектов, министерств и ведомств.

«Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» нормируются показатели качества воды в ближайшем к месту выпуска створе реки, используемом в качестве источника водоснабжения или для культурно–бытовых целей.

Нормативы сточных вод назначаются с учетом процессов самоочищения, протекающих на участке от выпуска сточных вод до расчетного створа, с учетом характера водопользования и водопотребления, категории водоемов, и в большой степени зависит от фоновых загрязнений. В поверхностные водоемы сбрасываются нормативно-чистые воды и воды, прошедшие очистку. Отечественными природоохранными документами нормируется содержание загрязнений в воде хозяйственно–питьевого назначения.

Основные показатели загрязненности сточных вод

Для определения характера и степени загрязненности сточных вод, качество очистки используется ряд показателей.

Органолептические показатели норматива сточных вод:

цвет, вид, прозрачность, мутность, запах. Некоторые вещества обнаруживаются органами чувств человека при очень малых концентрациях (например, хлорфенол – при 0,000004 мг/л). По принятой методике вкус и запах сточных вод определяются для холодной и подогретой до 60°С воды и оцениваются по следующей системе:

0 баллов – запах и привкус не обнаруживаются;

1 балл – обнаруживается лишь опытным лицом с тонким обонянием и вкусом;

2 балла – обнаруживается потребителем;

3 балла – обнаруживается легко, может быть поводом для жалоб;

4 балла – вода неприятна для употребления;

5 баллов – вода совершенно непригодна для питья.

Из запахов различают ароматический, болотный, гнилостный, древесный, землистый, сероводородный и неопределенный запахи. Вода, пригодная для питья, не должна иметь запаха. Появление запаха чаще всего связано с образованием сероводорода при гниении серосодержащих органических веществ или при восстановлении сульфатов. Причиной появления запахов и привкусов воды может быть массовое развитие водорослей в водоеме, откуда производится водозабор. При этом в воду поступают продукты обмена веществ водорослей, придающие воде разнообразные запахи и привкусы.

Физико–химические нормативы сточных вод:

Оптическая плотность, цветность, рН, температура.

Цветность воды выражается в градусах платинокобальтовой или бихромат–кобальтовой шкалы.

Для определения мутности (прозрачности) в качестве стандарта используют суспензию SiO₂.

Потери при прокаливании, зольность твердых примесей характеризуют содержание органической и минеральной частей примесей. Определяют их путем прокаливании пробы (навески) при 500–600°С, при этом большинство соединений, содержащих С, Н, N, S и другие летучие примеси, выгорают. Потери при прокаливании выражают в мг/л, зольность – в % от исходной массы твердого образца. Вместо показателей потерь при прокаливании и

зольности иногда используют показатель «Содержание в пробе летучих и нелетучих примесей».

Плотный остаток – остаток при упаривании нефильтованной воды и высушенный до постоянного веса при 105°C. Сухой остаток – остаток после упаривания и высушивания при 105°C профильтрованной воды. Для описания содержания органических соединений применяют также показатели «Взвешенное органическое вещество» (ВОВ), «Растворенное органическое вещество» (РОВ), общий органический углерод. Жесткость (мг-экв/л). Общая жесткость воды определяется, главным образом, как сумма концентраций ионов Ca_2+ , Mg_2+ в мг-экв/л ($[Ca_2+]/20,04 + [Mg_2+]/12,16$). Мягкая вода имеет жесткость <4 мг-экв/л, вода средней жесткости 4–8 мг-экв/л, жесткая 8–12 мг-экв/л, очень жесткая >12 мг-экв/л.

Содержание железа и марганца. В городских сточных водах допускается содержание Fe до 5–8 мг/л, Mn до 1 мг/л. Воду в качестве питьевой можно использовать, если общее содержание железа не превышает 0,3 мг/л, марганца – 0,1 мг/л.

Содержание хлоридов, сульфатов, силикатов. Концентрация хлоридов может служить контрольным показателем для определения времени нахождения воды в сооружениях, сигналом о несоответствии проб поступающих и очищенных вод, поскольку в процессе прохождения сточной воды по всем очистным сооружениям концентрация хлоридов не изменяется.

Содержание соединений фосфора и азота. Содержание аммонийного и нитратного азота в очищенной воде не должно превышать ПДК. Особенно важно отсутствие NH_4+ , которое вредно для рыб. При использовании процессов биологической очистки сточных вод в аэробных условиях должно быть обеспечено ориентировочно соотношение БПКполн.: N:P=100:5:1. Если в сточных водах это соотношение не выдерживается (N и P меньше

требуемого уровня), то азот и фосфор добавляют в сточные воды (обычно в виде минеральных солей: хлоридов, сульфатов, фосфатов). Щелочность (мг-экв/л) – определяет количество веществ, вступающих в реакцию с сильными кислотами. В зависимости от характера анионов, образующих щелочность, различают гидратную щелочность (обусловленную присутствием ионов OH^-), бикарбонатную (HCO_3^-), карбонатную (CO_3^{2-}), силикатную (HSiO_3^-), фосфатную (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-}) и т.д. Природные воды с рН 7–9 обычно имеют суммарную карбонатную и бикарбонатную щелочность 3–4 мг-экв/л.

Суммарный показатель карбонатной и бикарбонатной щелочности используется в оценке качества иловой воды метантенка и выражает содержание CO_2 , гидрокарбонатов и карбонатов. В этом случае при рН воды <4,0–4,3 щелочность равна 0. При определении щелочности иловой воды метантенка при внесении HCl оттитровываются гидроксиды, карбонаты, гидрокарбонаты и низшие жирные кислоты. Щелочность включает содержание первых трех компонентов. Содержание жирных кислот определяется по разнице оттитровывания двух проб с разными индикаторами. Жирные кислоты оттитровываются последними. Содержание синтетических ПАВ. На биоочистку допускается поступление сточных вод с содержанием синтетических ПАВ не более 10–20 мг/л. Суммарная концентрация вредных веществ на выходе из очистных сооружений в долях ПДК не должна превышать 1: $\sum C_i/\text{ПДК}_i \leq 1$, где C_i – концентрация i -го вещества-загрязнителя в воде, мг/л, ПДК_i – предельно допустимая концентрация вещества-загрязнителя в воде, мг/л

Растворенный кислород – один из основных санитарных показателей состояния водоема.

Наиболее часто для оценки показателя общей загрязненности сточных вод органическими соединениями используют показатели ХПК и БПК.

Бактерии группы *E. coli* (кишечной палочки) дольше, чем патогенные микроорганизмы сохраняют жизнеспособность во внешней среде, более устойчивы к действию хлора, чем возбудители большинства инфекций. Появление коли-бактерий сигнализирует о попадании фекальных стоков в воду. По этим причинам они и используются в качестве санитарно-показательных микроорганизмов. Определяют коли-бактерии высевом на питательную среду Эндо. Результат получают в виде коли-индекса (число бактерий группы кишечной палочки в 1 л воды) или коли-титра (мл воды на 1 кишечную палочку). Увеличение содержания санитарно-показательных бактерий при загрязнении водоемов наблюдается прежде, чем становится заметным изменение химических показателей воды, поэтому бактериологические показатели относят к наиболее важным показателям санитарного состояния водоема. По действующему стандарту коли-титр питьевой воды должен быть не менее 333 и соответственно коли-индекс – не более 3.

Для водоемов хозяйственно-питьевого назначения основные нормативы сброса сточных вод: ХПК воды в расчетном створе не должно превышать 15 мг/л, БПКполн.<3 мг/л, содержание растворенного кислорода в пробе, отобранной до 12 ч дня – не менее 4 мг/л, содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться более, чем на 0,25 мг/л по сравнению с концентрацией их в реке до спуска сточной воды. В воде культурно-бытового назначения, предназначенной для купания и отдыха населения, а также водоемов в черте населенных пунктов норматив сброса сточных вод: ХПК<30 мг/л, БПКполн.<6 мг/л, содержание растворенного кислорода в пробе – не менее 4 мг/л, увеличение взвешенных веществ – не более чем на 0,75 мг/л.

4.3. Нормы технологического режима.

Прием сточных вод в канализацию предусматривает выполнения ряды требований. Сточные воды должны поступать в бытовую и

производственную сеть через санитарные приборы, имеющие гидравлические затворы, а в дождевую канализационную сеть – через дождеприемники. Бытовые и загрязненные производственные сточные воды не должны поступать в дождевую сеть.

Прием в бытовую, производственно–бытовую и общесплавную сеть кухонных и хозяйственных домовых отбросов может быть осуществлен только после предварительного измельчения их в мусорных дробилках до размеров частиц 3–5 мм и разжижения водой в отношении 1:8.

Свежевыпавший чистый снег разрешается сплавлять по общественным, бытовым, производственно–бытовым сетям при обеспечении незаиляющих скоростей движения сточных вод и если температура не будет существенно понижаться, замедляя биологических процессов очистки сточных вод.

4.4. Контроль производства и управления технологическим процессом.

Контроль над работой всей станции состоит в определении:

- 1) количества воды, поступающей на сооружения;
- 2) количества получающегося песка, осадка, активного ила и газа;
- 3) расхода воздуха, пара, горячей воды и т. п.;
- 4) расхода электроэнергии на производственные нужды;
- 5) расхода реагентов;
- 6) эффекта работы станции по данным химических и бактериологических анализов поступающей и очищенной сточной воды;
- 7) дозы активного ила в аэротенках.

Очень важно, чтобы фактическое количество воды, поступающей на сооружение, соответствовало расчетному расходу. Замеры количества

сточной воды должны производиться при помощи измерительных устройств самопишущими приборами, а записи их должны расшифровываться ежедневно с подсчетом величины суммарного притока за сутки и колебаний по часам суток. Если все сточные воды подаются на очистные сооружения насосной станцией, оборудованной водомерами, то замер общего притока на очистных сооружениях не производится. Показания водомера насосной станции должны сообщаться на очистную станцию регулярно.

Записи притока сточной воды, а также все другие показатели заносятся в журналы.

Количество сырого осадка измеряют путем наполнения специальных дозирующих камер или приемных резервуаров иловых насосных станций, а количество активного ила объемным способом (по объему дозирующих камер) или по производительности иловых насосов.

Воздух, подаваемый в аэротенки, можно измерять при помощи различного типа воздухомеров. На ряде станций аэрации для этой цели применяют диафрагмы и соответствующие самопишущие дифманометры.

Необходимо производить автоматическое определение свободного растворенного кислорода в воде, которое должно составлять 2 мг/л.

Расход электроэнергии на очистных станциях определяют как по отдельным «цехам» (воздуходувки, иловые насосы, скребковые механизмы отстойников и т.д.), так и по станции в целом. Показания счетчиков работы электродвигателей регулярно заносят в журнал.

Эффект работы станции и отдельных ее сооружений определяют, сравнивая состав сточных вод до поступления и после выхода воды с данного очистного сооружения.

Основными показателями для характеристики состава сточных вод являются: осадок по объему в мл/л, взвешенные вещества по весу

(высушенные при 105°C) в мг/л; прозрачность в см; температура воды; цветность в градусах (по разбавлению дистиллированной водой до исчезновения окраски); окраска; хлориды в мг/л; окисляемость в мг₂/л; БПК_б и БПК_г; растворенный кислород в мг/л; азот аммонийных солей, нитритов и нитратов в мг/л; активная реакция рН.

В особых случаях может представлять интерес для эксплуатации определение количества фосфатов, сульфатов, калия, плотного остатка, потери при прокаливании и уровня радиоактивности. Для бактериологического контроля необходимо определение числа бактерий в 1 мл воды при 37 °С; числа яиц гельминтов в неочищенной и очищенной сточной воде. Для характеристики осадка служат его влажность и зольность, а также химический состав осадка (количество жиров, белков и углеводов в мг/л). При поступлении на станцию больших количеств производственных вод указанный объем анализов должен быть расширен ввиду необходимости определения примесей, характерных для таких вод.

Отбор проб для анализов поступающей на станцию и очищенной сточной воды производится через определенные интервалы в течение суток, устанавливаемые технологом очистных сооружений.

Пробы воды отдельных сооружений берутся с учетом времени прохождения ее через контролируемое сооружение. Так как состав сточной воды меняется по часам суток, то желательно один раз в месяц производить отбор часовых проб. Из них составляют среднесуточную пробу с учетом часовых колебаний притока. Пробы воды для анализов отбираются в установленных технологом местах с постоянной глубины потока.

Температуру сточной воды измеряют в момент отбора проб для анализа и не реже одного раза в сутки. Температуру воздуха записывают три раза в сутки в 7, 12 и 19 ч. Регистрацию температуры воздуха рекомендуется производить с помощью термографов.

Результаты анализов за каждый раз и в среднем за годовой период обрабатывают и сводят в таблицу.

При одновременном отборе проб и замере количества поступающей воды можно подсчитать общее количество основных загрязнений (БПКз, объем осадка или взвешенные вещества при 105 °С и т.д.), поступивших на станцию, а также количество загрязнений, которые не задерживаются станцией.

Показателями работы отдельных сооружений очистной станции являются: для песколовков количество задержанного песка и вынос его; для решеток количество задержанных крупных отбросов; для отстойников количество задержанных взвешенных веществ. Их вынос и повышение прозрачности; для полей орошения формы азота и количество растворенного кислорода; формы азота, количество растворенного кислорода; для аэротенков количество переработанных органических загрязнений, и т.д. Указанный учет должен производиться ежедневно.

Для поддержания в исправности контрольно измерительных приборов на очистной станции должна быть предусмотрена мастерская.

Дистанционное или автоматическое управление очистными сооружениями должно дублироваться ручным управлением, чтобы обеспечить бесперебойную эксплуатацию всех сооружений в случае аварии с источниками питания или выхода из строя отдельных элементов автоматики. Эксплуатация дистанционных или автоматических устройств осуществляется по инструкциям органов коммунальных хозяйств.

В первичных радиальных отстойниках предусматривается автоматическое, по графику, удаление осадка с последующей подачей его на метантенки. Этот процесс осуществляется следующим образом.

Для успешной работы аэротенков необходимо регулировать подачу воздуха в аэротенки в соответствии с содержанием растворенного кислорода в воде и со степенью очистки сточной воды. В аэротенках следует предусматривать установку контрольно–измерительных приборов для замера расхода воздуха, а также для определения содержания растворенного кислорода в начале, середине и конце аэротенка. Производится также измерение и запись количества возвратного активного ила и его концентрация в аэротенке. Измерение температуры сточных вод необходимо производить в подводящем и отводящем лотках.

Для аэротенков отстойников в схемах автоматизации и установки КИП предусматривается измерение концентрации активного ила в отстойной части. Здесь должен проводиться замер верхнего предельно допустимого уровня ила с сигнализацией на диспетчерский пункт. Выпуск избыточного ила из отстойной части должен регулироваться автоматически в зависимости от уровня ила. Автоматическое устройство может быть использовано в работе воздуходувных установок и их силового оборудования.

В работе вторичных отстойников наиболее важным является вопрос автоматизации выпуска активного ила в зависимости от его уровня и влажности.

Необходимыми являются автоматизация отбора проб сточных вод и производства их анализа. Ручной отбор проб сточной жидкости крайне неудобен и несовершенен.

4.5. Размещение технологического оборудования

При производстве работ по монтажу оборудования и трубопроводов необходимо соблюдать требования СНиП по организации строительного производства, СНиП III-4-80, стандартов и технических условий.

Работы по монтажу оборудования и трубопроводов должны производиться в соответствии с утвержденной проектно–сметной и рабочей

документацией, проектом производства работ (ППР) и документацией предприятий–изготовителей.

Прежде всего, на технологической схеме определяются типы и количество агрегатов, направление потоков и их взаимное высотное расположение; группируется оборудование для процессов с аналогичными вредными выделениями; затем технологическое оборудование размещается на чертежах компоновки цеха.

При размещении технологического оборудования следует руководствоваться принципами группировки.

Прежде всего, необходимо выделить оборудование, которое может быть полностью размещено на открытых площадках и то, для которого достаточно соорудить укрытия. Затем следует сгруппировать аппараты и машины, в процессе эксплуатации которых наблюдается значительное выделение пыли, сильная вибрация и выделение агрессивных веществ; объединить в группы аппараты, размещаемые на наружных установках, снабжаемых водой. Все крупногабаритное, тяжелое оборудование должно быть установлено как можно ниже.

Аппараты с высоко расположенными штуцерами, люками, перемишивающими устройствами, обслуживание которых ведется со специальных площадок, должны размещаться так, чтобы их можно было использовать в качестве опор для этих площадок.

В одном помещении не следует объединять оборудование с различными по категории выделениями. При несоблюдении этого принципа приходится снабжать электродвигателем во взрывобезопасном исполнении например насос, перекачивающий воду, но расположенный рядом с углеводородным насосом (например насос, перекачивающий воду, но расположенный рядом с углеводородным насосом)

Вибрирующее оборудование (поршневые компрессоры, дробилки, насосы и т. п.) объединяют и размещают на массивных фундаментах, тщательно изолированных от соседних строительных конструкций.

Основным критерием оценки расположения оборудования является симметричность, стройность, максимальная упорядоченность размещения всех аппаратов и машин. В каждом технологическом помещении они должны образовывать вертикальные и горизонтальные ряды с одним или несколькими основными проходами шириной 1–2 м и удобными подходами к каждому агрегату.

Расстановка аппаратов, на нулевой и других отметках, должна производиться так, чтобы обеспечить возможность прохождения пучков трубопроводов, подвешиваемых к перекрытиям. Этому могут помешать аппараты, по какой-либо причине выдвинутые из общего ряда.

Для проведения чисток, смены изнашивающихся деталей должны быть предусмотрены рабочие площадки и подъемно-транспортное оборудование.

При установке оборудования необходимо соблюдать следующие правила:

- основные проходы по фронту обслуживания щитов управления должны быть шириной не менее 2 м;

- основные проходы по фронту обслуживания и между рядов машин (компрессоров, насосов, местных контрольно-измерительных приборов и т. д.) при наличии постоянных рабочих мест должны быть не менее 1,5 м;

- проходы между компрессорами должны быть не менее 1,5 м, а между насосами – не менее 1 м;

– расположение оборудования на открытом воздухе и внутри здания должно обеспечивать свободный проход к аппаратам, шириной не менее 1 м со всех сторон;

– свободный доступ к отдельным узлам управления аппаратами;

– наличие ремонтных площадок с размерами, достаточными для разборки и чистки аппаратов и их частей (без загромождения рабочих проходов, основных и запасных выходов и площадок лестниц).

Размещение технологического оборудования над вспомогательными и бытовыми зданиями и помещениями и под ними не допускается.

Для предотвращения влияния вибрации, вызываемой работой ряда машин, необходимо соблюдать следующие условия;

– фундаменты под компрессоры должны быть отделены от конструкции здания (фундаментов, стен, перекрытий и т. д.);

– при необходимости должна применяться изоляция фундаментов, предохраняющая их от вибрации, и т. п.