

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Институт «Архитектурно-строительный»  
Кафедра «Градостроительство, инженерные сети и системы»

ВКР МАГИСТРА  
ПРОВЕРЕНА  
Рецензент  
И.А. Кузнецов (И.О.Ф.)

\_\_\_\_\_ 20\_\_г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой  
Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 20\_\_г.

Проект реконструкции канализационных очистных сооружений  
посёлка Татыш

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА  
ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР

Руководитель ВКР магистра  
Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 20\_\_г.

Автор ВКР  
магистр группы АС-391  
Е.А. Савушкина

\_\_\_\_\_ 20\_\_г.

Нормоконтролер  
Е.В. Николаенко

\_\_\_\_\_ 20\_\_г.

Челябинск  
2021

## АННОТАЦИЯ

Савушкина Е.А. Выпускная квалификационная работа «Проект реконструкции канализационных очистных сооружений поселка Татыш» – Челябинск: ЮУрГУ, ГИСС, 2021. – 67 с.– 8 листов ф.А1 – библи. 21 назв

В выпускной квалификационной работе разработан план мероприятий по реконструкции очистных сооружений канализации поселка Татыш.

В пояснительной записке приведены характеристики существующей системы водоотведения, предложена новая канализационная станция, подобрано и рассчитано основное оборудование очистных сооружений. Также рассмотрена экономическая целесообразность проведения мероприятий по реконструкции для выбранного объекта.

<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дат</i>	<i>ЮУрГУ-08.04.01.2021.305-04.023ПЗ ВКР</i>			
<i>Зав.</i>		<i>Ульрих</i>			<i>Пояснительная записка к ВКР</i>	<i>Стади</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Руковод.</i>		<i>Ульрих</i>				<i>ВКР</i>	<i>6</i>	<i>67.</i>
<i>Разрабо</i>		<i>Савушкина</i>				<i>ЮУрГУ</i>		
<i>Провери</i>		<i>Ульрих</i>				<i>Кафедра ГИСuС</i>		
<i>Н. контр</i>		<i>Николаенко</i>						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР .....	11
1.1 Технологии очистки сточных вод .....	11
1.2 Строительство и проектирование очистных сооружений канализации.....	16
1.3 Основные требования к реконструкции КОС .....	20
1.4 Наилучшие допустимые технологии интенсификации КОС .....	24
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ РЕКОНСТРУКЦИИ .....	31
2.1 Исходные данные по объекту реконструкции. ....	31
2.2 Географические условия. ....	32
2.3 Геологические условия.....	33
2.4 Изменение антропогенной нагрузки на КОС.....	33
3 РАСЧЕТ И ПОДБОР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОС ТАТЫШ.....	37
3.1 Выбор технологии и оборудования для реконструкции.....	37
3.2 Расчет сооружений механической очистки.....	39
3.2.1 Расчёт решёток .....	40
3.2.2 Расчет песколовки.....	42
3.3 Выбор сооружений биологической очистки. ....	44
3.3 Обработка осадка. ....	51
3.5 Выбор сооружений доочистки и обеззараживания сточных вод.....	53
3.6 Прогнозируемый эффект очистки сточных вод.....	56
4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ .....	57
4.1 Расчет экономической целесообразности реконструкции.....	57
4.1.1 Определение годовых затрат на материалы.....	57
4.1.2 Определение годовых затрат на тепловую энергию и топливо .....	58
4.1.3 Определение фонда заработной платы.....	59
4.1.4 Социальные отчисления.....	59
4.1.5 Стоимость воды на собственные нужды .....	60
4.1.6 Амортизационные отчисления .....	60
4.1.7 Расчет годовых эксплуатационных затрат .....	62
4.1.8 Расчет себестоимости 1 м <sup>3</sup> воды.....	63

ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	66

					ЮургУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

## ВВЕДЕНИЕ

В населенных пунктах и на промышленных предприятиях ежедневно образуются загрязнения, связанные с повседневной деятельностью человека. Загрязнения образуются от физиологических отбросов, получающиеся в процессе жизнедеятельности людей и животных, а также при мытье продуктов питания, кухонной посуды, стирке белья, мытье помещений и поливке улиц.

Бытовые сточные воды содержат большое количество органических загрязнений, способных быстро гнить и служить питательной средой для различных бактерий, в том числе и патогенных. Поэтому для поддержания санитарного благополучия необходимо своевременно удалять сточные воды за пределы жилой зоны и производить их очистку.

Очистные сооружения должны обеспечить очистку стоков от загрязняющих веществ до предельно допустимых концентраций, установленных для сброса в водоём, не причиняя при этом ущерба здоровью людей и не нарушая жизнь водоёма.

Большинство инженерных систем и сооружений водоотведения были построены и введены в эксплуатацию в 70—80 гг. XX в. в соответствии с существовавшими в те годы нормативными требованиями и технологиями к строительству этих систем и сооружений.

Учитывая высокую степень изношенности оборудования, используемого в системах очистки, необходима реконструкция очистных сооружений. От качества очистки воды напрямую зависит безопасность окружающей среды, а также санитарно-эпидемиологическая ситуация в регионе, поэтому реконструкция очистных сооружений водоотведения является в настоящее время весьма важной и актуальной задачей.

Целью данной работы является разработка проекта по реконструкции канализационных очистных сооружений поселка Татыш.

В соответствие с целью основными задачами данной работы являлось:

- Изучить основные требования к реконструкции канализационных очистных сооружений (КОС),
- Изучить наилучшие допустимые технологии интенсификации КОС;
- Изучить работу существующих очистных сооружений канализации поселка Татыш;

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Подобрать и рассчитать основное технологическое оборудование КОС поселка Татыш.
- Рассчитать экономическую целесообразность реконструкции.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

# 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Технологии очистки сточных вод

Очистка сточных вод – комплекс мероприятий, направленный на последовательное удаление загрязнений, содержащихся в бытовых, производственных и атмосферных сточных водах, с последующим выпуском очищенной воды в водоем или на специальные площадки (карты).

Загрязнения, содержащиеся в сточных водах, бывают минерального, органического, и бактериального происхождения и могут находиться в растворенном, коллоидном и нерастворенном состоянии [1]. К минеральным загрязнениям относят песок, глинистые частицы, растворенные неорганические соли и другие вещества. Органические загрязнения можно разделить на загрязнения растительного и животного происхождения. Это очистки овощей, бумага, гуминовые вещества, остатки растений, продукты жизнедеятельности людей и животных и т.п. К загрязнениям бактериального происхождения относят различные бактерии, грибки, которые могут являться возбудителями многих заболеваний.

Очистка сточной воды осуществляется на очистных станциях канализации. Технология и тип очистных сооружений выбирается на основании требований к качеству очищенной сточной воды, а также на основании технико-экономических сравнений [2].

Основные методы для очистки сточных вод:

- механические;
- биологические (или биохимические);
- химические и физико - химические;
- электрохимические;
- глубокая очистка (доочистка после полной биологической очистки),
- термического обезвреживания;
- обеззараживания и обработка осадка.

*Традиционная очистная станция* – комплекс отдельных сооружений, в которых по ходу движения сточная вода постепенно очищается от крупных, а затем более мелких загрязнений. Такие очистные сооружения включают в себя сооружения механической и биологической очистки, сооружения обработки осадка, доочистки,

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

обеззараживания и выпуска очищенной воды [3]. Блок-схема классических канализационных очистных сооружений представлена на рисунке 1.1.1

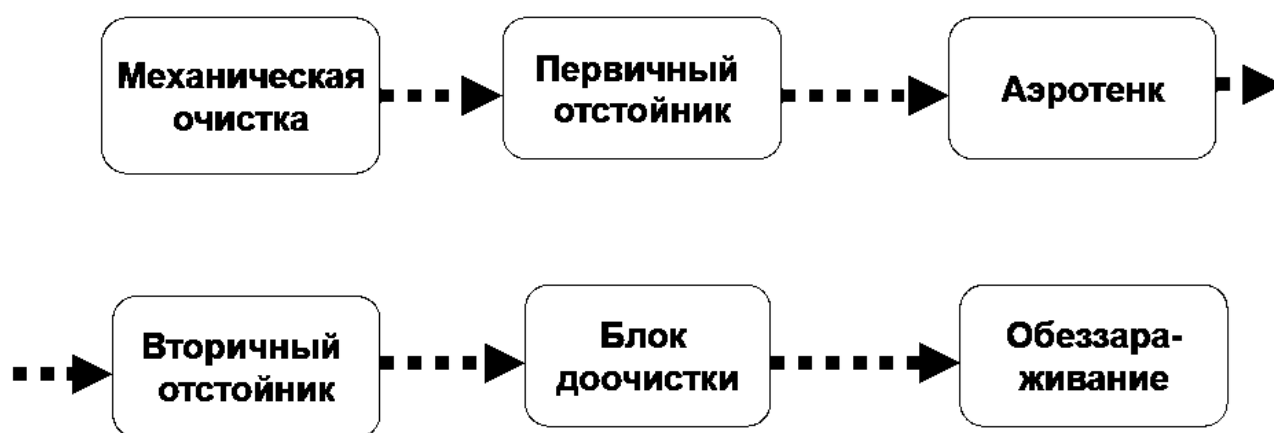


Рисунок 1.1.1 – Блок-схема классических канализационных очистных сооружений (КОС)

Задача механической очистки – извлечь из воды взвешенные нерастворимые твердые частицы и грубодисперсные примеси, путем процеживания, отстаивания и фильтрования.

Механическая очистка сточных вод может быть, как предварительной, так и окончательной стадией водоподготовки. Окончательной она может быть только в том случае, если по местным условиям и в соответствии с санитарными правилами сточные воды можно спустить после дезинфекции в водоем.

Биологические методы очистки стоков основаны на использовании жизнедеятельности микроорганизмов, которые окисляют органические вещества, находящиеся в сточных водах в коллоидном и растворенных состояниях. [2]

Сооружения для биологической очистки сточных вод могут быть разделены на два типа:

1. Сооружения, где биологическая очистка протекает в естественных условиях (поля фильтрации и биологические пруды). В таких сооружениях сточная жидкость очищается за счет кислорода, находящегося в почве и вследствие жизнедеятельности микроорганизмов-минерализаторов, которые окисляют органические загрязнения, попадающие в почву и воду.

2. Сооружения, где биологическая очистка протекает в искусственно созданных условиях (биологические фильтры и аэротенки). В этих сооружениях создаются условия, которые способствуют интенсификации процессов очистки сточных вод.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Биологическими методами удается практически полностью очистить воду от органических загрязнений, остающихся после механической очистки. Для обезвреживания и удаления оставшихся болезнетворных микроорганизмов, очищенную воду перед выпуском следует обеззаразить.

К сооружениям механической очистки при традиционных технологиях обработки сточных вод относят такие сооружения, как решетки, песколовки, отстойники.

Решетки предназначены для задержания крупных загрязнений, тряпок, бумаги, мусора. Они представляют собой наклонно или вертикально установленные параллельные круглые или прямоугольные металлические стержни, укрепленные на металлической раме. Решетки по способу очистки бывают механическими и простейшими, где очищение, в отличие от механического, идет ручным способом.

Отбросы, задерживаемые на решетках, отправляются в дробилку для измельчения. Существуют такие решётки, где одновременно задерживаются и дробятся твердые частицы, они называются решетки – дробилки. Измельченные отходы в виде пульпы сбрасываются в канал перед отстойниками.

Взвешенные частицы минерального происхождения, удельный вес которых значительно выше удельного веса воды, осаждаются в песколовках. Принцип их действия основан на том, что частицы под влиянием сил тяжести, по мере движения их вместе с водой в резервуаре выпадают на дно. В песколовках оседают только наиболее тяжелые минеральные загрязнения, поэтому они должны быть рассчитаны на такую скорость, которая бы позволяла это осуществить.

Песколовки бывают горизонтальные (вода движется в горизонтальном направлении), с прямолинейным или круговым движением воды, вертикальные (вода движется вертикально вверх), а также песколовки с поступательно – вращательным (винтовым) движением воды, которые в свою очередь подразделяются на тангенциальные и аэрируемые. Наиболее распространенный вид песколовки в практике – горизонтальные.

Песок, задерживаемый в песколовках, чаще всего удаляется с помощью гидроэлеваторов и затем в виде песчаной пульпы перекачивается в специально устраиваемые песковые площадки. Песковые площадки – это земельные площадки, разбитые на карты с ограждающими валами высотой 1-2 м. [4] Профильтрованная вода собирается и перекачивается в канал перед песколовками, а обезвоженный песок вывозится автомашинами.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Основная масса более мелкой взвеси, преимущественно органического характера, выделяется из сточной воды в отстойниках. Взвешенные вещества под действием силы тяжести выпадают на дно, а вещества более легкие чем вода (жиры, нефть, масла), всплывают на поверхность и их отделяют от сточной жидкости. Для повышения эффекта осветления иногда устраивают перед отстойниками специальные сооружения – преаэраторы, в которых сточные воды кратковременно аэрируют.

Отстойники бывают вертикальные, радиальные, горизонтальные, с вращающимся сборно - распределительным устройством, двухъярусные и т.д. Вид отстойника выбирается исходя из выбранной технологической схемы и пропускной способности сооружений.

Осадок, образовавшийся в процессе отстаивания в сооружении, удаляется и направляется в метантенк, где под воздействием анаэробных микроорганизмов происходит процесс сбраживания осадка.

После отстойника сточные воды попадают на сооружения биологической очистки, в которых окисляются оставшиеся после механической очистки органические загрязнения.

Состав сооружений биологической очистки зависит от расхода сточных вод. При малых расходах используются биологические фильтры, представляющие собой сооружения, в которых процесс биологической очистки сточных вод протекает в искусственно созданных условиях.

Для задержания биологической пленки из тела биологического фильтра после него устраивается вторичный отстойник.

При больших расходах сточных вод в схеме биологической очистки используются аэротенки. Они представляют собой резервуар, в котором медленно движется смесь активного ила и очищаемой сточной жидкости. Содержимое аэротенков постоянно перемешивается воздухом.

Активный ил – это колонии аэробных микроорганизмов, способных сорбировать на своей поверхности и окислять органические вещества сточной жидкости. Смесь воды и ила поступает из аэротенка во вторичный отстойник, где идет отделение ила от воды, и основная его масса возвращается обратно, а очищенная сточная жидкость обеззараживается в контактном резервуаре и затем сбрасывается в водоем. Избыток активного ила отводится в илоуплотнитель, где его объем уменьшается. Уплотненный ил перекачивают в метантенк, для

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сбраживания, а затем утилизируют на специальные площадки – иловые карты, где осадок подвергается сушке [8].

Очистные сооружения не до конца удовлетворяют нормативные требования к сбросу сточных вод, поэтому в схеме предусматривают доочистку. Широкое распространение в качестве сооружений для доочистки получили песчаные фильтры, двух- и многослойные, а также контактные осветлители. Микрофильтры используются редко. Для снижения концентрации трудно окисляемых веществ, возможно применение метода сорбции, например, активированным углем, и химическим окислением, например, путем озонирования. Снижение концентрации солей возможно методами обессоливания, применяемыми в практике водоподготовки.

Для полного освобождения сточных вод от болезнетворных бактерий и вирусов, необходимо применение специальных методов обеззараживания.

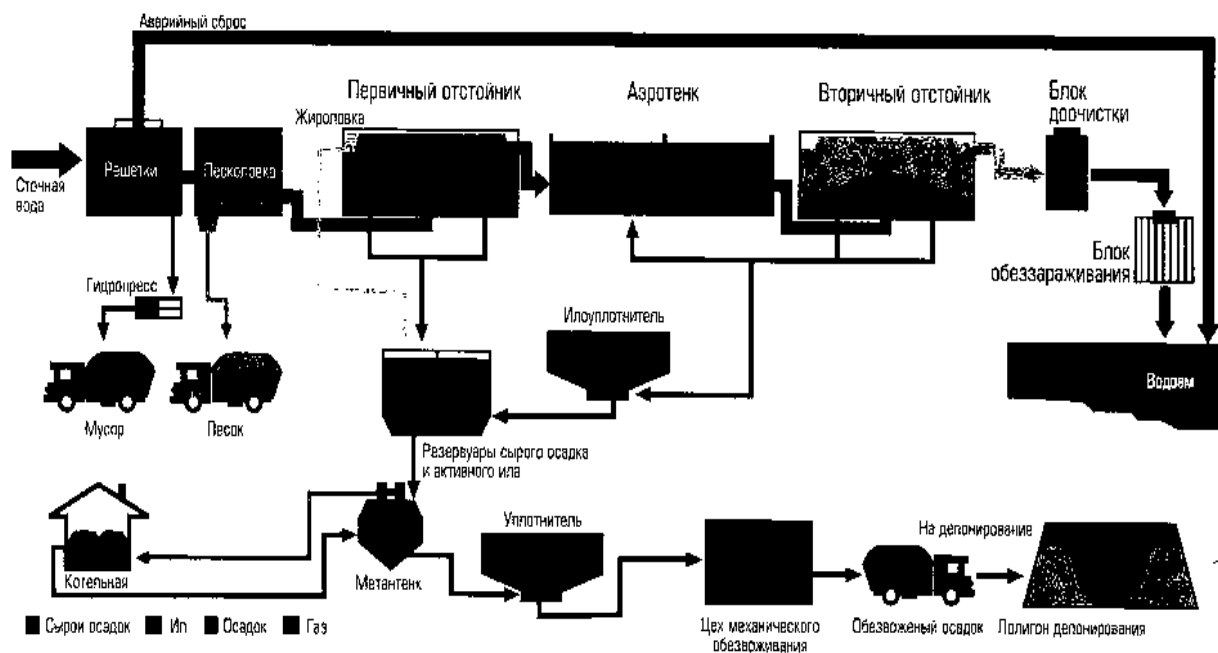


Рисунок 1.1.2 – Традиционная схема очистки сточных вод

*Блочные очистные сооружения* – очистные сооружения для очистки сточных вод, состоящие из отдельных модулей, объединенных в единое здание или отдельно стоящие блоки.

Для канализации в малых населенных пунктах чаще всего создаются блочные системы водоотведения малой производительности. Они создаются в районах со сравнительно низкой плотностью населения при территориальной отдаленности

населенных пунктов, а также для пионерских лагерей, домов отдыха, санаториев, кемпингов, садоводческих товариществ и дач.

Преимущество блочных очистных сооружений заключается в их компактности, опрятном внешнем виде, быстром монтаже и наладке, длительном сроке службы и отсутствия отрицательных внешних факторов очистки (шума и запаха). Последнее достигается за счёт использования, кроме основного очистного, дополнительного оборудования.

Выбор метода очистки и подбор состава сооружений представляют собой сложную технико – экономическую задачу и зависят от ряда факторов: необходимой степени очистки сточных вод, рельефа местности, энергетических факторов, характера грунтов, мощности водоема и т.д. [2]

## 1.2 Строительство и проектирование очистных сооружений канализации

Решение о проектировании и строительстве канализационных очистных станций принимают исходя из развития и размещения соответствующих отраслей, развития и размещения производительных сил по экономическим районам. При проектировании очистных станций следует применять новейшие достижения науки и техники с тем, чтобы строящиеся, реконструируемые и расширяемые очистные станции ко времени ввода их в эксплуатацию имели высокие показатели по производительности, надежности, долговечности и качеству очистки сточных вод, низкую себестоимость эксплуатации и обеспечили бы безопасность, нормальные условия труда обслуживающего персонала, а также охрану окружающей среды от загрязнения.

*Проектирование очистных сооружений* – основа при строительстве очистных установок канализации, учитывающая особенности размещения и работу комплекса очистки сточных вод, к которым предъявляются технические, экономические и другие требования.

Проектные решения очистных сооружений сточных вод должны соответствовать высоким современным техническим требованиям, предусматривать возможность кооперирования и учитывать перспективное развитие и расширение очистных станций. От принятых проектных решений зависит объем строительных и монтажных работ, экономические

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

показатели по строительству и эксплуатации возводимых и реконструируемых очистных станций, и сооружений.

Стоимость водоснабжения и канализации (без внутренних устройств) обычно составляет по населенным пунктам 6-15% общего объема капиталовложений в городское хозяйство, по промышленным объектам 10-30% общей стоимости объекта.

Водоснабжение и канализация являются часто решающими факторами при планировании и размещении предприятий и населенных мест, их реконструкции и развитии.

С целью достижения наиболее экономичных решений техническому проектированию очистных станций должны предшествовать комплексные разработки районной планировки и схем развития и размещения промышленности, генеральных планов развития городов и промышленных предприятий, технико-экономических обоснований (ТЭО) схемы комплексного использования и охраны водных и земельных ресурсов, ТЭО районной схемы комплексного водоснабжения и канализации. ТЭО разрабатывается как предпроектная стадия для подтверждения экономической целесообразности и хозяйственной необходимости проектирования и строительства крупных и сложных канализационных систем и, в том числе, очистных станций.

В проектах канализационных очистных станций должны учитываться основные решения, принятые схемой канализации и разработанные в составе районной планировки административных и промышленных районов, схем генеральных планов промышленных узлов, генеральных планов и проектов планировки и застройки населенных пунктов, и их промышленных районов.

В районных схемах канализации разрабатываются технико-экономические обоснования (ТЭО) схемы канализации, входящие в состав районной планировки и схем размещения производительных сил административных районов; схемы канализации промышленных районов или узлов для установления наиболее рационального и экономического комплексного плана строительства систем водоснабжения, канализации и гидротехнических условий, ТЭО и схемы следует составлять в соответствии с указаниями.

ТЭО и схемы канализации должны быть увязаны в части комплексного использования водных ресурсов со схемами развития ирригации и сельскохозяйственного водоснабжения, гидроэнергетики, водного транспорта,

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

рыбного хозяйства, а также с генеральной схемой комплексного использования и охраны водных ресурсов РФ.

При разработке ТЭО должны быть определены на расчетные сроки, следующие данные:

- ориентировочные объемы сбрасываемых в водоемы сточных вод и их характеристика;
- принципиальные решения отвода и методов очистки сточных вод с учетом необходимых мероприятий по санитарной и рыбной охране водоемов;
- площадки для размещения очистных станций;
- возможности использования очищенных сточных вод для производственного водоснабжения или на орошение;
- места выпуска очищенных вод в водоемы и аварийных выпусков.

Задание на проектирование на стадии проекта составляет заказчик при непосредственном участии проектной организации в соответствии с перспективным планом развития проекта канализования.

Задание на проектирование должно содержать основные данные и необходимые указания, направляющие работу проектировщиков. Оно утверждается теми же организациями, которые будут утверждать проект.

Проектирование очистных станций может осуществляться в две стадии – разработка проектной документации и рабочих чертежей или в одну стадию – разработка рабочего проекта, т. е. проектной документации одновременно с рабочими чертежами. В одну стадию проектируют обычно технически несложные объекты, строительство которых предполагается вести по типовым или по повторно применяемым индивидуальным проектам.

Задания на проектирование на стадии проекта и рабочего проекта должны содержать все данные, необходимые для принятия архитектурных и конструктивных решений по основным зданиям, сооружениям и сетям, и определения сметной стоимости строительства. Задания на разработку рабочих чертежей должны, как правило, соответствовать решениям, принятым в техническом проекте.

Перед началом проектирования очистных сооружений сточных вод главный инженер проекта выдает отделам проектной организации задание по установленной форме, в котором указываются основные данные объекта

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

(наименование, шифр, стадия проектирования и т. д.), а также перечень исходных материалов.

Расчетные показатели необходимой степени очистки сточных вод в целях охраны водоемов от загрязнений на различные уровни развития и на далекую перспективу определяют в следующей последовательности:

- выявляют источники питьевого водоснабжения и возможные источники загрязнения водоемов;

- определяют количество сточных вод, поступающих от населения и промышленных предприятий, количественную и качественную характеристику загрязнений от всех водопользователей, а также возможность совместной очистки бытовых и производственных вод;

- определяют расчетную эффективность очистки производственных сточных вод на локальных установках и остаточное количество загрязнений, допускаемых к приему на общегородскую очистную станцию;

- выявляют количество загрязнений, поступающих на общегородскую очистную станцию;

- выбирают и согласовывают с государственными органами водного, санитарного и рыбного надзора место выпуска сточных вод;

- рассчитывают самоочищающуюся способность водоема; определяют количество загрязнений, допускаемых к сбросу в водоем без нарушения его санитарного режима, составляют прогноз качества воды в водоеме на различные уровни развития и разрабатывают технические мероприятия по охране водоема от загрязнения и истощения;

- обосновывают метод очистки сточных вод и составляют технологическую схему очистной станции.

На основании анализа расчетных показателей определяется метод и степень очистки сточных вод на общегородской очистной станции. Остаточное количество загрязнений, поступающих в водоем с очищенными сточными водами, позволяет дать прогноз качеству воды в водоеме на различные расчетные уровни, наметить мероприятия по защите водоемов от загрязнения, а также разработать методы очистки сточных вод, разработать технологическую схему очистки сточных вод и обработки осадков, выбрать и рассчитать конструкции сооружений и оборудования для общегородской очистной станции.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основные принципиальные решения по выбору технологической схемы очистки сточных вод, размещения и компоновки очистных станций, выбору конструкции сооружений, оборудования разрабатываются и согласовываются в соответствии с основными действующими инструкциями и положениями.

### 1.3 Основные требования к реконструкции КОС

*Реконструкция систем и сооружений водоотведения* — это восстановление, совершенствование и модернизация существующих сетей водоотведения и сооружений на них, насосных станциях и очистных сооружениях с использованием передовых технологий и оборудования для улучшения условий эксплуатации и улучшения показателей их работы, удовлетворяющих современным нормативным требованиям [6].

Основные направления реконструкции систем и сооружений водоотведения:

- Капитальный ремонт и частичная модернизация существующих очистных сооружений по существующим чертежам;
- Восстановление и модернизация существующих систем и сооружений по исполнительной документации;
- Интенсификация работы очистных сооружений за счет применения современных технологических решений;
- Реконструкция систем и сооружений водоотведения с улучшением качественных показателей работы.

При выполнении работ, связанных с реконструкцией систем и сооружений водоотведения необходимо стремиться к минимизации капитального строительства и максимальному использованию существующих систем и сооружений.

Следует учитывать, что для достижения более высоких показателей по отведению и обработке сточных вод, помимо нестандартных решений, на стандартных системах и сооружениях следует в максимальной степени использовать современные достижения в науке и практике водоотведения.

Перед проведением проектных работ с целью определения основных направлений проведения реконструкции необходимо выполнить предварительные работы, которые предполагают выполнение комплексных предпроектных

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



изысканий по определению состояния объекта водоотведения по следующим параметрам:

- количество и качество сточных вод;
- баланс водоснабжения и водоотведения;
- состояние строительных конструкций;
- оценка ранее принятых технологических решений;
- рельеф местности и существующие геологические условия;
- геоподоснова с изучением всех инженерных коммуникаций.

После выполнения этих работ возможно приступить к разработке рекомендаций по реконструкции систем и сооружений водоотведения.

В практике градостроительства города подразделяются на крупнейшие, крупные, средние, малые и поселки городского типа [6].

С определенной долей условности города также можно классифицировать по числу жителей или по количеству сточных вод, поступающих на очистные сооружения:

1) крупнейшие города (мегаполисы) с населением более 1 млн человек и количеством сточных вод свыше 0,4 млн м<sup>3</sup>/сут.;

2) крупные города с населением от 100 тыс. до 1 млн человек и количеством сточных вод от 25 до 400 тыс. м<sup>3</sup>/сут.;

3) средние города с населением 50-100 тыс. человек и количеством сточных вод от 10 до 25 тыс. м<sup>3</sup>/сут.;

4) малые (небольшие) города и поселки городского типа с числом жителей от 3 до 50 тыс. человек (с возможной градацией 3-10 тыс. человек, 10-20 тыс. человек и 25...50 тыс. человек), при этом расчетное количество сточных вод изменяется в достаточно широком диапазоне от 0,5 до 10...15 тыс. м<sup>3</sup>/сут.

Методы реконструкции очистных сооружений средних и малых городов в значительной мере отличаются от приемов реконструкции комплексов очистки сточных вод крупных и крупнейших городов, что, прежде всего, зависит от коэффициента неравномерности поступления на очистные сооружения сточных вод и санитарно-химических показателей стока.

Наличие промышленных предприятий в меньшей степени оказывает влияние на качественные характеристики сточных вод в крупном городе, чем в небольшом городе или населенном пункте.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Анализ причин, которые оказывают влияние на эффективность существующих систем водоотведения представлен на рисунке 1.3.1

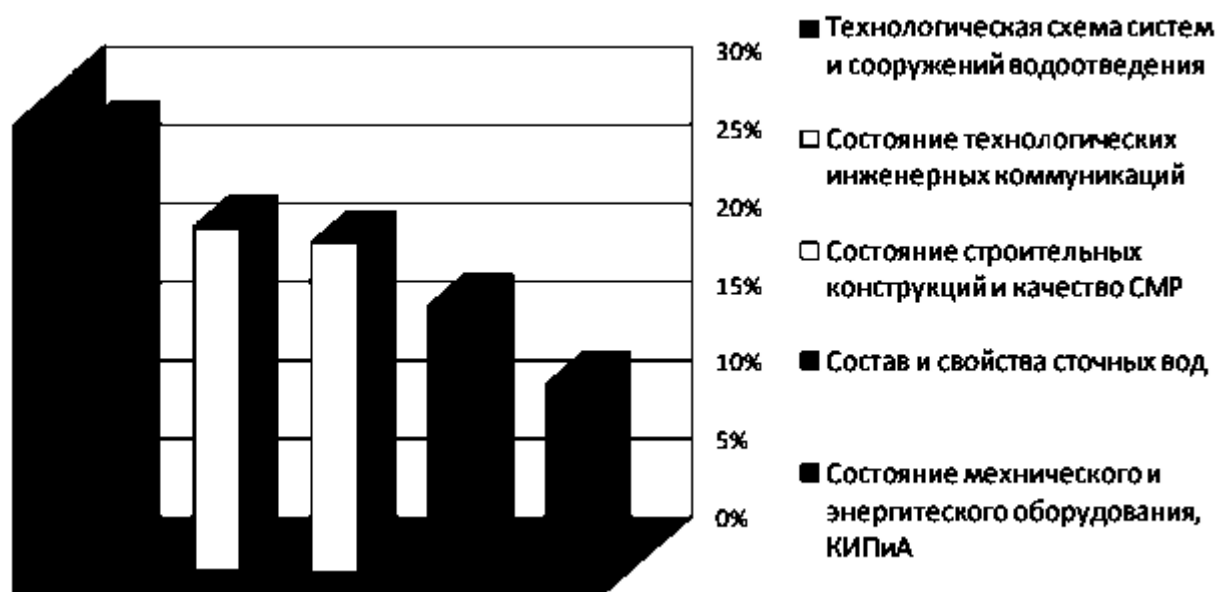


Рисунок 1.3.1 – Факторы, влияющие на эффективность работы систем водоотведения

Технологическая схема перекачки и очистки сточных вод, эксплуатация и квалификация обслуживающего персонала являются основной причиной неудовлетворительной работы сооружений водоотведения. Устаревшая технология (рассчитанная на основании уже отмененных нормативных документов) и невысокое качество проектирования очистных сооружений (например, неверно определенные объемы сооружений и коммуникаций) определяют эффективность их работы.

Другим важным обстоятельством является отсутствие у большей части обслуживающего персонала специальной подготовки по эксплуатации насосных станций и очистных сооружений, что является следствием отсутствия системы подготовки специалистов-операторов водоотведения в специализированных учебных заведениях, а также системы повышения квалификации и переподготовки кадров для эксплуатации систем и сооружений водоотведения.

Следующим по своей значимости фактором, оказывающим влияние на проведение реконструкции, является состояние инженерных технических и технологических коммуникаций. Сточная вода, газы, выделяющиеся из нее, и воздух, используемый на очистных сооружениях и в насосных станциях, оказывают агрессивное воздействие на инженерные коммуникации.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Накопленный опыт и научные исследования последних лет свидетельствуют о том, что приоритетным методом улучшения состояния водных ресурсов в Российской Федерации является проведение реконструкции систем и сооружений водоотведения с максимальным использованием существующих сооружений и минимизацией капитальных вложений в новое строительство.

Основные цели, которые преследует реконструкция систем и сооружений представлены на рисунке 1.3.2



Рисунок 1.3.2 – Основные направления реконструкции систем и сооружений водоотведения

Основные этапы реконструкции систем и сооружений водоотведения:

- сбор сведений об объекте водоотведения;
- проведение технического и технологического обследования;
- выполнение поверочных расчетов;
- разработка технических и технологических решений по объекту водоотведения и предварительное их согласование с Заказчиком;
- разработка предпроектных решений по объекту или элементам объекта водоотведения;
- технико-экономическое и экологическое обоснования реконструкции;
- согласование и утверждение предпроектных решений в органах надзора и контроля;
- разработка технической документации;

– строительно-монтажные работы, пуск и наладка, составление технических регламентов, сдача объекта в эксплуатацию.

#### 1.4 Наилучшие допустимые технологии интенсификации КОС

Повышение эффективности работы очистных сооружений требует использования современных методов, сокращающих продолжительность технологического цикла и затраты на удаление загрязнений сточных вод. Одним из способов решить эту задачу является интенсификация процессов обработки стоков.

Повышение производительности и эффективности действующих очистных сооружений может быть достигнуто несколькими путями: строительством дополнительных сооружений по всей технологической линии очистки сточных вод и обработки осадков; расширением одного или нескольких элементов технологической линии, обеспечивающим улучшение работы других сооружений и всего комплекса в целом; интенсификацией технологических процессов очистки сточных вод на существующих очистных сооружениях (предварительная аэрация сточных вод, биокоагуляция загрязнений, увеличение доз активного ила в аэротенках, повышение интенсивности аэрации); переоборудованием отдельных сооружений в более производительные, обеспечивающие более высокий эффект удаления загрязнений в сравнении с применяемыми.

Выбор каждого из указанных путей повышения производительности и эффективности работы очистных сооружений должен быть сделан с учетом конкретной ситуации и технико-экономических соображений.

Ускорение очистки может быть выполнено уже на этапе первичного отстаивания с помощью следующих методов:

- усовершенствование конструкции сооружений;
- использование реагентов;
- флотация.

Оснащение отстойников тонкослойными модулями является хорошим средством, повышающим эффект первичного осветления стоков.

Для увеличения эффективности отстаивания используют тонкослойные (трубчатые или пластинчатые) отстойники. При малой глубине отстаивание протекает быстро, что позволяет уменьшить размеры отстойников. Эффективность трубчатых и полочных отстойников практически одинакова. Высоту

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

тонкослойного пространства рекомендуется принимать 1–2 м, расстояние между пластинами 25–200 мм, длину 0,6–1 м. Тонкослойные блоки могут устанавливаться в корпуса обычных отстойников. Продолжительность очистки в таких отстойниках составляет 4–10 мин. Применение тонкослойных элементов позволяет значительно сократить продолжительность отстаивания и, следовательно, объем отстойников. Тонкослойные отстойники позволяют значительно интенсифицировать процесс осаждения взвесей, на 60% уменьшить площадь застройки и на 25–30% повысить эффект осветления воды по сравнению с обычно применяемыми отстойниками.

Как и обычные отстойники, они имеют водораспределительную, отстойную и водосборную зоны, а также зону накопления осадка. Отстойная зона полочными секциями или трубчатыми элементами делится на ряд неглубоких слоев (до 15 см). Полочные секции монтируются из плоских или волнистых пластин, удобных в эксплуатации. Трубчатые секции требуют повышенного расхода материала, но обладают большей жесткостью конструкции, что обеспечивает постоянство размеров по всей длине; кроме того, они способны работать с более высокими скоростями по сравнению с полочными секциями. Однако, трубчатые секции быстрее заиливаются осадками и труднее поддаются очистке.

На эффект работы отстойников значительно влияет гидравлический режим их работы. Эффективность задержания взвешенных веществ зависит от совершенности конструкции отстойника [13]. Совершенство конструкции связано с условиями входа воды в отстойник, т.е. со скоростью входа воды и величиной заглубления кожуха в радиальные или распределительные перегородки в горизонтальном отстойнике. Оценка гидравлического режима работы отстойника осуществляется по коэффициентам объемного использования и полезного действия отстойников.

Преимущество тонкослойных отстойников заключается в том, что наличие параллельных пластин в его сечении позволяет распределять поступающий поток воды равномерно с сохранением распределения по всей длине. Таким образом, в многоярусных отстойниках коэффициент объемного использования и коэффициент полезного действия гораздо выше.

Тонкослойные отстойники классифицируются по следующим признакам:

- по конструкции наклонных блоков: трубчатые и полочные;
- по режиму работы: периодического (циклического) и непрерывного действия;

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– по взаимному движению осветленной воды и вытесняемого осадка: с прямоточным, противоточным и смешанным (комбинированным) движением.

Поперечное сечение трубчатых секций может быть прямоугольным, квадратным, шестиугольным и круглым. Полочные секции монтируются из плоских или гофрированных листов и имеют прямоугольное сечение. Они выполняются из стали, алюминия и пластмассы (полипропилена, полиэтилена, стеклопластиков). Практическая скорость потока для полочных элементов принимается 5–10 мм/с, для трубчатых элементов – до 20 мм/с. Трубки можно устанавливать с малым (до 5°) и большим (до 45–60°) наклоном. Трубчатый отстойник с небольшим наклоном работает периодически. Сначала проводят отстаивание, затем промывку трубок от осадка. Такие отстойники используются для осветления сточных вод с небольшим содержанием взвесей при расходах от 100 м<sup>3</sup>/сут до 10 тыс.м<sup>3</sup>/сут. Эффективность очистки составляет 80–85%.

ООО "БМТ" разрабатывает и производит вертикальные, наклонные и горизонтальные отстойники, оснащенные тонкослойными модулями собственного производства. Сооружения представлены на рисунке 1.4.1

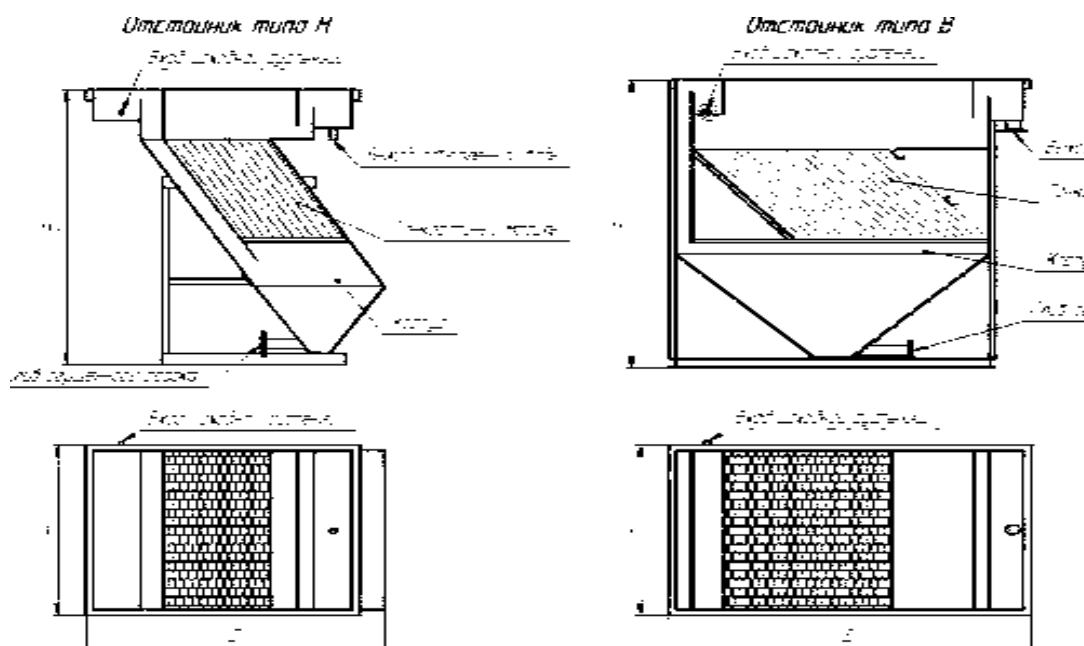


Рисунок 1.4.1 – Отстойники, оборудованные тонкослойными модулями (ООО «БМТ»)

Использование данного оборудования помогает избежать проблем проскока взвешенных частиц, в том числе и коллоидного железа, органики, в результате чего возникает частое забивание осветлительных фильтров. Наличие тонкослойных

элементов обеспечивает наиболее благоприятные условия для эффективного хлопьеобразования, осаждения и выделения из воды содержащихся в ней примесей [13].

Преимущества отстойников, оборудованных тонкослойными модулями:

- простота конструкции;
- малые габариты при высокой производительности;
- повышенная эффективность очистки до 98%;
- уменьшение времени отстаивания на 50–70%;
- самотечное удаление выделяемых загрязнений;
- отсутствие необходимости в постоянном обслуживании.

Интенсифицировать процесс очистки сточных вод от взвешенных веществ можно с помощью введения таких реагентов, как сульфаты алюминия и железа, катионных полиэлектролитов, хлорида трехвалентного железа. При этом минеральные коагулянты могут применяться в сочетании с полиакриламидом. В отдельных случаях также можно выполнять подщелачивание известью или другими щелочными реагентами.

Данные способы позволяют не только обеспечивать эффективное осветление сточных вод, но и удалять существенное количество коллоидных и растворимых органических соединений (включая нефтепродукты, красители, ПАВы и пр.), снижать концентрацию ионов тяжелых металлов и фосфорсодержащих веществ.

Одним из наиболее результативных способов интенсификации первичного отстаивания является флотация. Данная технология позволяет отделять с помощью пузырьков газа взвешенные примеси и формировать из них пену на поверхности жидкости.

Процесс флотации, в свою очередь, также может быть ускорен и оптимизирован различными методами. Наиболее распространенными из них являются:

- обработка коагулянтами и флокулянтами способствует укрупнению частиц загрязнений, их слипанию с последующим образованием хлопьев. Это позволяет наиболее полно извлекать загрязняющие вещества в пенный продукт. В качестве коагулянтов могут применяться реагенты на основе железа и алюминия. При очистке воды от ионов тяжелых металлов перед флотацией необходимо перевести загрязнения в фазу гидроксидов посредством корректировки pH стоков;

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– биокоагуляция заключается во введении избыточного ила, который интенсифицирует работу аэротенков и снижает содержание взвешенных веществ на 50–55 %;

– обработка ультразвуком осуществляется пропусканием высокочастотных звуковых волн через жидкость и формируют полупериоды разряжения/сжатия воды. В результате производится термическое окисление и диспергирование загрязнений. Для повышения эффективности ультразвукового метода процесс очистки выполняется в два этапа. Первый этап заключается в обработке стока волнами в режиме развитой кавитации в течение короткого периода и при нормальном давлении, а второй этап представляет собой флотацию в сочетании с ультразвуковой обработкой с интенсивностью, приблизительно соответствующей порогу кавитации.

Одним из наиболее важных направлений интенсификации биохимической очистки сточных вод является увеличение дозы активного ила в зоне аэрации. Процесс протекает в аэротенках. При повышении дозы с 1-2 до 25-30 г/л пропорционально возрастает окислительная мощность аэротенка с 0,5-1 до 12-14,5 кг БПК/(м<sup>3</sup>/сут). Однако для системы аэротенк - вторичный отстойник существует предельная концентрация активного ила, превышение которой ведет к дестабилизации работы системы и ухудшению качества очистки. "Узким местом" в этой системе является вторичный отстойник, для которого оптимальная доза ила составляет 1,5-2 г/л [16].

Увеличить дозу активного ила в аэротенке можно разными путями. Наиболее простой из них -- введение отдельной регенерации активного ила. Это достигается возвратом на стадию регенерации уплотненного во вторичном отстойнике активного ила. Его доза в регенераторе может достигать 7-8, а в рабочей зоне аэротенка – 1,5-2,5 г/л. Дальнейшее увеличение дозы активного ила вынуждает применять двухступенчатое гравитационное илоотделение, модифицировать вторичные отстойники тонкослойными модулями или применять такие более мощные сооружения, как флотаторы, осветлители со взвешенным слоем, фильтры.

Другим путем увеличения дозы активного ила является создание аэротенков с фильтрационным разделением иловой смеси. В рабочей зоне такого сооружения поддерживается доза активного ила до 25 г/л. Однако перед подачей очищенной сточной жидкости во вторичный отстойник она пропускается через специальные

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28



фильтровальные перегородки сетчатого или пористого типа. При этом во вторичные отстойники поступает не более 3-4 г/л взвешенных веществ [15].

Дозу ила в аэротенке можно увеличить, добавив в нее инертный носитель биомассы. Этот прием заключается в размещении в секциях аэротенка биологически инертного материала в качестве носителя прикрепленной биомассы. Это позволит не только добиться соответствия составов вследствие процессов автоселекции комплекса субстрат -- активный ил, но и снизить потребление электроэнергии в результате отказа от рециркуляции, регенерации и некоторого снижения интенсивности аэрации. Также прикрепленный биоценоз позволит облегчить проблему вспухающего активного ила при резких колебаниях состава сточной жидкости и проблему наращивания необходимой концентрации активного ила на слабоконцентрированной сточной воде.

Использование кислорода в аэротенках также позволяет значительно интенсифицировать их работу. Наибольший опыт в разработке и эксплуатации аэротенков, работающих на чистом кислороде или кислородобогащенном воздухе, накоплен в США. Такие аэротенки, получили в практике очистки сточных вод название окситенки.

Совершенствование гидродинамического режима аэротенков также позволяет интенсифицировать их работу. Была разработана конструкция аэротенка с неравномерно рассредоточенной подачей жидкости (АНР), сочетающего преимущества аэротенка-смесителя и аэротенка-вытеснителя. Подача сточной жидкости в аэротенк типа АНР осуществляется по длине сооружения через затворы-водосливы, обеспечивающие регулирование расхода пропорционально концентрации активного ила в зоне аэрации.

Эффектность работы действующих коридорных аэротенков можно повысить путем разделения объёма коридора на секции (камеры, ячейки) [11]. В кротенке такой конструкции происходит полное перемешивание жидкости в каждой камере, однако отсутствует ее перемешивание между камерами. При последовательном движении жидкости от камеры к камере через отверстия в придонной части перегородок создается гидравлический режим, аналогичный гидравлическому режиму в идеал ном вытеснителе. Этот прием позволяет использовать одновременно два технологических режима очистки: смешение и вытеснение. Такая схема обуславливает высокие стабильность и качество очистки сточных вод. Кроме того, в каждой зоне благодаря процессам автоселекции развивается

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

адаптированный биоценоз активного ила, что также способствует стабилизации процесса очистки.

Совершенствование систем аэрации сточных вод позволяет в значительной мере интенсифицировать процессы биологической очистки, снизить эксплуатационные расходы и затраты электроэнергии.

Большинство станций аэрации оснащено пневматическими аэраторами, из которых наиболее эффективны мелкопузырчатые. Мелкопузырчатая аэрация обеспечивает эффективность насыщения жидкости кислородом в пределах 2-3,3 кг/кВт-ч электроэнергии, средне- и крупнопузырчатая – 1,4-1,8 кг/кВт-ч. Совершенствование мелкопузырчатой аэрации идет по пути создания устойчивых к засорению, а также легко извлекаемых и заменяемых или регенерируемых фильтров.

Перспективным является применение тканевых аэраторов трубчатой, тарельчатой, коробчатой и других форм. Во ВНИИ ВОДГЕО установлено, что при одинаковом качестве диспергированного воздуха тканевые фильтры примерно в 6 раз дешевле керамических и их регенерация осуществляется путем обычной стирки в растворе детергентов [15].

В среднепузырчатых аэрационных системах перспективным является создание клапанных аэраторов.

Совершенствование механических аэраторов в основном направлено на разработку надежных редукторов, жестких и прочных валов и рабочих колес, мало подверженных загрязнению.

Перспективным направлением является применение пневмомеханической аэрации, использующей одновременно механическую энергию вращающегося ротора и подачу сжатого воздуха. Степень использования кислорода в таких системах достигает 20-25%, что в 2-2,5 раза выше, чем при пневматической аэрации [7].

Таким образом, из изложенного выше видно, что работу аэротенков можно интенсифицировать в результате повышения концентрации активной биомассы в зоне аэрации, а также совершенствования конструкции всего сооружения в целом и отдельных его элементов.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ РЕКОНСТРУКЦИИ

### 2.1 Исходные данные по объекту реконструкции.

Татыш — посёлок железнодорожной станции в Озёрском городском округе Челябинской области. Поселок основан при железнодорожном разъезде в начале 20 века. По данным статистики, в 1926 относился к Кыштымскому поселковому Совету Кыштымского района Свердловского округа, состоял из 6 дворов. Со времени строительства плутониевого завода 20 ПО «Маяк» и пуска его цехов в посёлке проживали в основном семьи работников этого завода, а жителей было под 16 тысяч. Сейчас гораздо меньше. Расположение поселка Татыш на карте показано на рисунке 2.1.1



Рисунок 2.1.1 – Расположение поселка Татыш

В Озерском городском округе централизованным водоотведением пользуются около 99 процентов населения. Хозяйственно-бытовые стоки населения города Озерск поступают на очистные сооружения, проектной производительностью 40000 метров куб. в сутки. Сточные воды п. Татыш поступают на очистные

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сооружения ПО «Маяк» производительностью 1075 м<sup>3</sup>/сут. Станция водоочистки города эксплуатируются с 1987 года, а канализационная станция поселка Татыш – с 1949 года. Степень износа станций составляет 30 процентов. На канализационных очистных сооружениях города отсутствуют сооружения по биологической очистке. Существует проблема сброса недоочищенных стоков в реку Теча. Остальные населенные пункты Озерского городского округа не имеют канализационных очистных сооружений, стоки от населения сбрасываются в водные объекты без очистки, тем самым происходит загрязнение окружающей водной среды продуктами жизнедеятельности людей.

Таким образом, основными причинами неудовлетворительного состояния водохозяйственного комплекса являются:

- неудовлетворительное состояние существующих комплексов водоотведения;
- отсутствие централизованного водоотведения и водоочистки в ряде населенных пунктов округа;
- недостаток мощностей существующих очистных сооружений канализации.

## 2.2 Географические условия.

Рассматриваемый поселок находится в Челябинской области, вблизи города Озерск. Расположен рядом с одноимённым озером. Расстояние до Озёрска — 18 км.

Рельеф — восточные склоны Уральского хребта. Ближайшие высоты — 233 и 245 м.

Ландшафт — подзона сосново-лиственных лесов. На территории имеются значительные водные ресурсы, удовлетворяющие потребности в воде для питьевого обеспечения населения и коммунальных и технических нужд промышленности.

Климат резко континентальный. Абсолютный максимум температуры +37 С° (август); абсолютный минимум – 47 С° (январь).

Среднее количество осадков 393 мм (большая часть выпадает в теплый период).

Снежный покров устанавливается с октября, сходит с апреля; держится в среднем 184 дня. Максимальная высота снежного покрова 27 см (в феврале).

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ледостав наблюдается в первой половине ноября, ледоход — во второй половине марта — первой половине апреля.

Преобладающие направления ветра — западное и юго-западное. Средняя скорость ветра 3,5-4,5 м/с. Количество дней с ветром более 15 м/с не превышает 20 дней.

### 2.3 Геологические условия

Почвенно-растительный слой: суглинок и глина делювиальные от тёмно-бурого до светло-бурого цвета. Мощность слоя – 3,2 м.

Суглинок и глина элювиальные пестроцветные и желто-бурого цвета. Мощность слоя 6,0 м.

Сланцы кварц-хлоритовые выветренные. Мощность слоя – 7,0 м.

### 2.4 Изменение антропогенной нагрузки на КОС.

Антропогенная нагрузка — степень прямого и косвенного воздействий человека и на природу в целом или на ее отдельные компоненты.

Водные ресурсы играют важную роль в обеспечении устойчивого функционирования экономики страны и решения социальных проблем. Состояние здоровья населения, в значительной степени зависит от водоснабжения в достаточном количестве и требуемого качества на основе комплексного, рационального использования и охраны водных ресурсов.

Все большее значение с каждым годом приобретают вопросы по очистке сточных вод и подготовке воды для хозяйственно-питьевых и технических целей. Это связано с тем, что основным источником загрязнения водоемов, приводящим к ухудшению качества воды, являются сбросы сточных вод.

При попадании в водоемы органических веществ со сточными водами количество растворённого кислорода резко падает. Несмотря на то, что органические вещества не относятся к вредным, их сброс вызывает значительное ухудшение качества воды.

Сброс других веществ - биогенов, которые не являются вредным или ядовитым, приводит к экологическим последствиям. Эти вещества необходимы для существования живых организмов. Водоёмы в естественном состоянии бедны биогенами. При их попадании в водоемы, происходит бурный рост фитопланктона

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

– множества видов водорослей, представляющих собой отдельные клетки, их скопления или «нити», которые держатся вблизи поверхности воды [10]. Фитопланктон препятствует прохождению солнечного света в толщу воды, что приводит к нарушению процессов фотосинтеза водных растений. В результате резко уменьшается поступление кислорода, производимого бентосными растениями при фотосинтезе. У фитопланктона короткий жизненный цикл, он быстро отмирает, что ведёт к накоплению большой массы отмершего фитопланктона – детрита. Питаясь детритом, редуценты, в основном, бактерии, потребляют кислород, уменьшая его содержание в воде.

Свою лепту в эвтрофикацию вносят и взвешенные частицы, попадающие в водоём. Вещество этих частиц не отнесено к разряду химически вредных. Но они уменьшают прохождение света в толщу воды, засоряют жабры, обволакивают икринки рыб и других водных организмов.

Действие токсичных соединений на гидробионты проявляется в зависимости от их концентрации. При больших концентрациях наступает гибель гидробионтов, при меньших – изменяются обмен веществ, темп развития, мутагенез, потеря способности к размножению и др. Особенно чувствительны к вредным веществам гидробионты, находящиеся на начальных стадиях своего развития: икринки и т.п. Отдельные популяции, например, зоопланктон, чрезвычайно чувствительны к вредным веществам. Уже небольшие концентрации вредных веществ вызывают их гибель, и это влияет на биоценоз в целом.

Особую опасность для гидросферы несут ядохимикаты на основе соединений тяжёлых металлов (свинец, олово, мышьяк, кадмий, ртуть, хром, медь, цинк) и синтетических органических соединений. Ионы тяжёлых металлов, попадая в организм, подавляют активность ряда ферментов, что приводит к крайне тяжёлым физиологическим и неврологическим последствиям [58]. Выделяют канцерогенные (развитие рака), мутагенные (появление мутаций) и тератогенные (врождённые дефекты у детей) эффекты.

Ядохимикаты особенно опасны в связи с их способностью накапливаться в организмах и с их возможностью биоконцентрирования.

Воздействие осадков сточных вод на почву можно подразделить на химическое загрязнение почвы и на загрязнение патогенной микрофлорой.

В эпидемическом отношении отходы сточных вод очень опасны. Содержание огромного количества возбудителей различных инфекционных заболеваний

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

способствует созданию благоприятной средой для развития домашней мухи. Самка домашней мухи, привлеченная запахом аммиака, выделяющегося из загнивающих отходов, откладывает в поверхностном слое (на глубине 1 - 3 см) яйца. Мухи активно переносят бактериальные загрязнения отходов на пищевые продукты и предметы быта. Доказано, что патогенные микроорганизмы на поверхности тела мухи выживают в течение 1 - 7 суток, а в желудке - от 2 до 8 суток. Личинки и куколки мух находили в 100% проб отходов сточных вод.

Проблема отходов сточных вод как источника антропогенного загрязнения почвы приобрела сегодня чрезвычайную актуальность. При размещении отходов на иловых картах в почву попадает большое количество органических веществ, микроорганизмов, яиц геогельминтов [7]. Из почвы компоненты твердых бытовых отходов могут попадать в подземные (в первую очередь грунтовые) воды, смываться атмосферными осадками в открытые водоемы и приводить к загрязнению воды источников водоснабжения. Вследствие расщепления органических веществ отходов, особенно легко загнивающих, образуются газы с неприятным запахом: аммиак, сероводород, индол, скатол, меркаптаны, которые загрязняют атмосферный воздух.

Таким образом, современные очистные сооружения должны быть оснащены всеми необходимыми технологиями по обезвреживанию и утилизации осадка, а также технологиями по достижению качественной очистки и при необходимости доочистки сточных вод. При неудовлетворительных показателях необходима оценка воздействия загрязнений на окружающую среду и скорейшая модернизация очистных сооружений.

Канализационная станция поселка Татыш имеет серьезный износ. Как таковая очистка отсутствует. Сточные воды перекачивают на очистные сооружения ПО «Маяк», на которых не предусмотрена биологическая очистка, соответственно вода, прошедшая обработку, является недоочищенной. Для снижения нагрузки на окружающую среду необходима реконструкция (модернизация) очистных сооружений поселка.

В проекте предлагается спроектировать комплексно-блочные очистные сооружения, прокладку новых напорных линий от существующих насосных станций до площадки проектируемых сооружений.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

Диаметр напорных коллекторов принят в соответствии с производительностью реконструируемых насосных станций и рабочими характеристиками устанавливаемого насосного оборудования.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36



### 3 РАСЧЕТ И ПОДБОР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОС ТАТЫШ

#### 3.1 Выбор технологии и оборудования для реконструкции.

Основными загрязнителями хозяйственно бытового стока являются взвешенные вещества и органические загрязнения, выраженные БПК<sub>полн.</sub> Эти показатели используются в основном для определения необходимой степени очистки сточных вод и расчета сооружений очистных сооружений канализации [3].

Очистные сооружения предназначены для очистки поступающих сточных вод в сооружение закрытого типа, обеспечения качества очищенной воды до требований сброса в водоем (БПК<sub>полн.</sub> – 3 мг/л, взвешенные 3 мг/л) и переработку образующегося осадка до качества полезного продукта, пригодного для использования в народном хозяйстве.

Для очистки бытовых стоков поселка Татыш запроектированы комплектно-блочные очистные сооружения канализации.

Сооружения, в которых выполняются процессы очистки сточных вод и обработки осадка, объединены в компактный блок, позволяющий минимизировать занимаемую площадь и расход электроэнергии, удешевить строительство, упростить монтаж и полностью автоматизировать технологические процессы.

Блок состоит из подземных емкостей и надземной части (здания). В подземных резервуарах (SBR – реакторы, илонакопители и аккумулирующая емкость) выполняется полная биологическая очистка сточных вод и стабилизация ила. В надземной части осуществляется механическая очистка и доочистка стоков, обработка осадка, обеззараживание очищенных сточных вод.

Поступающие на очистку стоки последовательно проходят три ступени очистки, с последовательным снижением концентраций загрязнений на каждой ступени очистки.

Технология очистки включает следующие этапы:

1 ступень – механическая очистка на решетках и песколовках (удаление частиц мусора, неразлагающихся в процессе биологической очистки);

2 ступень – биологическая очистка в SBR - реакторах;

3 ступень – доочистка стоков – мембранная фильтрация на основе полволоконных мембран.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Образующийся в процессе очистки избыточный активный ил проходит аэробную стабилизацию в илонакопителях. Механическое обезвоживание стабилизированного осадка осуществляется на ленточном фильтр-прессе.

Выпуск очищенных стоков выполняется напорно, в реку Мишеляк, приток реки Теча. Водоем имеет культурно-бытовое назначение. Точка и тип выпуска, а также трассировка сбросного коллектора уточняются при получении технических условий и разрешения на сброс.

Очищенные стоки перед выпуском в водоем проходят УФ - обеззараживание.

Работа очистных сооружений полностью автоматизирована. Блок управления представляет собой комплект силовых распределительных щитов и щит управляющего компьютера, обеспечивающего возможность как автоматического, так и ручного режимов управления. На щите управляющего компьютера установлена панель оператора с клавиатурой и дисплеем, что дает возможность регулировать режимы работы блока. Автоматизация технологических процессов позволяет согласовывать работу очистных сооружений с реальным количеством и качеством поступающих стоков.

Управляющий компьютер используется для передачи данных на расстояние (на пульт диспетчера в здании служебно-бытовых помещений) при помощи стационарной телефонной линии (через модем) или мобильной связи, что дает возможность дистанционного управления работой станции очистки. В случае создания аварийной ситуации система автоматически включает аварийный режим работы в зависимости от вида неисправности, при этом подается аварийный сигнал.

Исходя из данных по поселку Татыш количество сбрасываемых сточных вод составляет 1500 м<sup>3</sup>/сутки.

Для расчета очистных сооружений канализации принимается следующий состав сточных вод, подлежащих механической и биохимической очистке основных загрязняющих ингредиентов по таблице 1.

Расчетный расход сточных вод составляет  $Q=17,36$  л/с.

Проектом предусматривается прокладка новых напорных линий диаметром 225 мм от существующих насосных станций до площадки проектируемых канализационных очистных сооружений.

Состав сточных вод, подлежащих очистке представлены в таблице 3.1.1

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.1.1 – Состав сточных вод, подлежащих очистке

Наименование ингредиентов	Концентрация загрязнений, мг/л
1	2
Водородный показатель, рН	6,5-8,5
Нефтепродукты	0,6
Жиры	3,4
Взвешенные вещества	260
БПК <sub>полн</sub>	300
ХПК	204,6
Азот аммонийный	32
Фосфаты	13,2
Хлориды	36
ПАВ	10

### 3.2 Расчет сооружений механической очистки.

Механическая очистка сточных вод – это первый этап технологического процесса, значительного по своим объёмам. Сущность его заключается в выведении из жидкости взвешенных органических и нерастворимых твёрдых частиц [8]. В зависимости от типа, степени загрязнения и количества стоков используется то или иное специально созданное сооружение для очищения, которое эффективно удаляет нежелательные компоненты, и которое доступно по стоимости. При этом из бытовых вод устраняется около 95% грубодисперсных и 60% включений более низкой плотности.

В механическом методе очистки сточных вод задействован ряд специального оборудования. Оно необходимо для удаления неорганических примесей, таких как песок, частицы грунта, стекло и другие элементы.

Оборудование, применяемое в механической очистке стоков:

- решетки с механическими устройствами;
- пескоуловители;
- отстойники;
- гидроциклоны.

На очистных сооружениях поселка Татыш для механической очистки поступающих стоков будут использоваться решетки и песколовки.

### 3.2.1 Расчёт решёток

Решетки служат для задержания крупноразмерных отбросов.

В составе очистных сооружений предусмотрены решетки с прозорами 16 мм.

Число прозоров в решетке попределается по формуле:

$$n = \frac{Q_p \cdot k}{b \cdot H_p \cdot V_p}, \quad (1)$$

где  $b$  - ширина прозоров между стержнями, м;

$H_p$  - глубина воды в канале перед решеткой при пропуске расчетного расхода, м;

$V_p$  - скорость движения сточной жидкости в прозорах решетки, м/с;

$k$  - коэффициент, учитывающий стеснение сечения потока граблями, при механической очистке 1,05.

$$n = \frac{1500}{24 \cdot 3600 \cdot 0,016 \cdot 0,1 \cdot 0,5} \cdot 1,05 = 23 \text{ шт.}$$

Количество отбросов, снимаемых с решетки, определим по формуле:

$$W = \frac{\alpha \cdot N_{\text{пр.взв}}}{365 \cdot 1000}, \quad (2)$$

где  $\alpha = 8$  л/(чел·год) – количество отбросов, снимаемых с решеток, на одного человека, плотность загрязнений  $750$  кг/м<sup>3</sup>;

$N_{\text{пр.взв}}$  – приведенное количество жителей, чел.

Среднесуточный расход бытовых сточных вод ( $Q_{\text{сп-сут}}^{\text{быт}}$ ) вычисляется как произведение расчётного числа жителей ( $N$ ) на норму водоотведения ( $q$ ):

$$Q_{\text{сп-сут}}^{\text{быт}} = \frac{q \cdot N}{1000}, \quad (3)$$

где  $q$  – норма водоотведения на одного человека, л/чел·сут;

$N$  – число жителей, чел.

Найдем из формулы примерное число жителей поселка:

$$N = \frac{Q_{\text{сп-сут}}^{\text{быт}} \cdot 1000}{q}, \quad (4)$$

$$N = \frac{1500 \cdot 1000}{250} = 6000 \text{ чел}$$

Соответственно количество отбросов, снимаемых с решетки, составит:

									Лист
									40
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата	ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР				

$$W = \frac{8 \cdot 6000}{365 \cdot 1000} = 0,13 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Так как количество отбросов, снимаемых с решетки  $0,13 \text{ м}^3/\text{сут} > 0,1 \text{ м}^3/\text{сут}$ , следовательно, очистка решеток – механизированная [4].

При плотности отбросов  $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$ , масса загрязнений составляет:

$$M = W \cdot \rho \quad (5)$$

$$M = 0,13 \cdot 750 = 0,1 \text{ т/сут}$$

Общая ширина решетки определяется по формуле:

$$B_p = S \cdot (n - 1) + b \cdot n, \quad (6)$$

где  $S$  – толщина стержней, м. Обычно применяются стержни размером  $8 \times 60 \text{ мм}$ .

$$B_p = 0,008(23-1) + 0,016 \cdot 23 = 0,54 \text{ м.}$$

Общая строительная длина решетки:

$$L = l_1 + l_p + l_2, \quad (7)$$

где  $l_1$  – длина уширения перед решеткой, м;

Принимается

$$l_1 = 1,37(B_p - B_k), \quad (8)$$

где  $B_k$  – ширина подводящего канала;

$l_p$  – рабочая длина решетки, принимается конструктивно равная 1,5 м;

$l_2$  – длина сужения после решетки, м,

$$l_2 = 0,5 \cdot l_1 \quad (9)$$

$$L = 1,37 \cdot (0,54 - 0,2) + 1,5 + 0,5 \cdot 1,37(0,54 - 0,2) = 2,1 \text{ м.}$$

Общая строительная высота камеры в месте решеток:

$$H = h_1 + h_p + h_2, \quad (10)$$

где  $h_1$  – глубина воды в канале перед решеткой при пропуске расчетного расхода, м;

$h_2$  – превышение бортов камеры над уровнем воды, не менее 0,3 м, принимаем  $h_2 = 0,3 \text{ м}$ ;

$h_p$  – потери напора в решетке, м, определяющиеся по формуле

$$h_p = \xi \frac{V^2}{2g} k, \quad (11)$$

где  $k$  – коэффициент увеличения потерь напора за счет засорения,  $k = 2$ ;

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$\xi$  – коэффициент сопротивления, зависящий от формы стержней:

$$\xi = \beta \left( \frac{S}{b} \right)^{4/3} \cdot \text{Sin} \alpha, \quad (12)$$

где  $\beta$  – коэффициент, зависящий от формы стержней, для прямоугольных  $\beta$  равен 2,42;

$\alpha$  – угол наклона решетки к потоку ( $\alpha = 60-70^\circ$ ), принимаем  $\alpha = 60^\circ$ .

$$\xi = 2,42 (0,008/0,016)^{4/3} \text{Sin } 60 = 1,56$$

$$h_p = 1,56 \cdot 0,5^2 / (2 \cdot 9,81) \cdot 2 = 0,04 \text{ м}$$

$$H = 0,1 + 0,3 + 0,04 = 0,44 \text{ м}$$

Отбросы, задержанные на решетках, направляются на гидравлический пресс-транспортер ПТГ. Он представляет собой поршневой насос, который, помимо сбора задержанных в ходе очистки отбросов, осуществляет их отжим и транспортировку по закрытому трубопроводу. Отжим таким пресс-транспортёром позволяет снизить влажность собираемой массы отходов на 50-70%.

### 3.2.2 Расчет песколовки

Песколовки предусматривают на станциях с производительностью свыше 1000 м<sup>3</sup>/сут. Они, так же, как и решетки входят в систему механической очистки городских сточных вод.

Песколовки предназначены для задержания песка и других, минеральных не растворенных в воде загрязнений за счет снижения скорости потока сточной воды.

Выбор типа и расчет песколовки производят с учетом производительности очистных сооружений, схемы очистки сточных вод и обработки их осадков, характеристики взвешенных веществ, компоновочных решений и т.п.

Для станций производительностью до 10000 м<sup>3</sup>/сут рекомендуется применять тангенциальные и вертикальные песколовки, для станций производительностью свыше 10000 м<sup>3</sup>/сут – горизонтальные, а свыше 20000 м<sup>3</sup>/сут – аэрируемые. Наиболее часто применяются горизонтальные песколовки.

Расчёт песколовки сводится к определению их размеров в зависимости от гидравлической крупности песка и принятого типа сооружений и производится по максимальному расходу сточных вод. Число песколовки или отделений

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

принимается не менее двух, причём все рабочие. При механизированном сгребании осадка предусматривается резервная песколовка.

Исходя из того, что расход сточных вод от поселка составляет 1500 м<sup>3</sup>/сут целесообразно использовать вертикальные песколовки в количестве 2 штуки (обе рабочие).

Вертикальная песколовка – представляет собой круглый в плане резервуар, подвод воды осуществляется в центральный цилиндр, в котором происходит гашение напора и снижение скоростей потока. К моменту, когда вода достигает нижнего уровня, её скорость настолько мала, что частички песка беспрепятственно оседают, и далее чистая вода через затрубное пространство поступает в водосборный лоток. Вертикальная песколовка представлена на рисунке 3.2.1

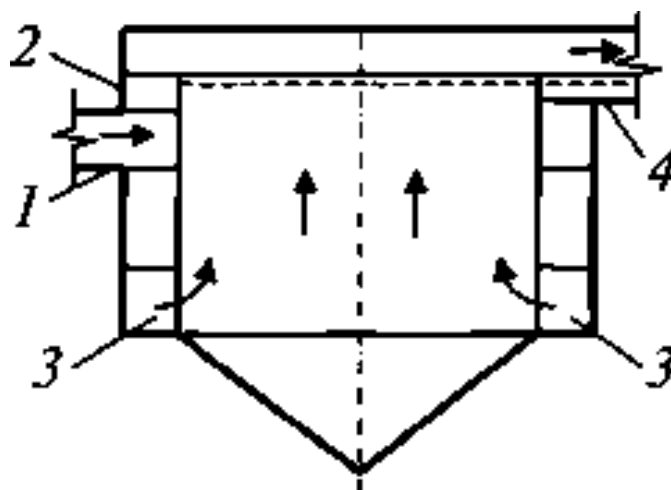


Рисунок 3.2.1 — Вертикальная песколовка: 1 — подводный канал; 2 — сборный кольцевой лоток; 3 — вводы воды в рабочую зону; 4 — отводной канал. Назначается количество отделений песколовки  $n$  (не менее двух).

Принимаем два отделения песколовки:  $n = 2$  (по 750 м<sup>3</sup>/сут каждое).

$u_0$  - гидравлической крупности песка.

При  $u_0 = 13,2$  мм/с

$$q_0 = 13,2 \cdot 3600 / 1000 = 47,5 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

$$q_{\max} = q_{\text{ср}} \cdot 3600 \cdot K_{\text{об.макс.}} \quad (13)$$

$$q_{\max} = 0,008 \cdot 3600 \cdot 1,7 = 53,1 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

$$q_{\text{ср}} = Q_{\text{ср. сут.}} / (24 \cdot 3600) \quad (14)$$

$$q_{\text{ср}} = 750 / (24 \cdot 3600) = 0,0086 \text{ м}^3 / \text{с} = 8,6 \text{ л/с}$$

По формуле определяем площадь каждого отделения песколовки:

$$F = \frac{q_{\max}}{n \cdot q_0}, \quad (15)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

$$F = \frac{53,1}{2 \cdot 8,6} = 3,08 \text{ м}^2$$

По формуле рассчитываем диаметр каждого отделения песколовки:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}}, \quad (16)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,08}{\pi}} = 1,37 \text{ м}$$

Принимаем диаметр песколовки  $D = 1,4 \text{ м}$ .

Принимаем продолжительность пребывания воды в песколовке  $t = 140 \text{ с}$ .

Скорость восходящего потока воды в песколовке равна  $v = u_0 = 13,2 \text{ мм/с}$ .

По формулам определяем глубину  $h_1$  и высоту бункера (конусной части) песколовки  $h_2$ :

$$h_1 = \frac{t \cdot v}{1000}, \quad (17)$$

$$h_2 = \frac{D \sqrt{3}}{2}, \quad (18)$$

где  $t$  – продолжительность пребывания воды в песколовке, равная 120-180 с;  
 $v$  – скорость восходящего потока воды в песколовке, равная гидравлической крупности песка  $u_0$ , мм/с.

$$h_1 = \frac{140 \cdot 13,2}{1000} = 1,85 \text{ м}$$

$$h_2 = \frac{1,4 \cdot \sqrt{3}}{2} = 1,2 \text{ м}$$

По формуле рассчитываем полную строительную высоту песколовки:

$$H_{\text{стр}} = h_1 + h_2 + 0,5 \quad (19)$$

$$H_{\text{стр}} = 1,85 + 1,2 + 0,5 = 3,55 \text{ м}$$

### 3.3 Выбор сооружений биологической очистки.

В качестве второй ступени очистки воды принята биологическая очистка в SBR реакторах. Данная технология имеет преимущества по качеству очистки, снижению количеству избыточного ила, отсутствию неприятного запаха и энергоэффективности. Вышеуказанная технология обеспечивает высокую степень очистки за счет применения доочистки стоков.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44



Основная особенность технологии периодической биологической очистки состоит в том, что все биохимические процессы (полного окисления органики, нитрификации аммоний-ионов, денитрификации нитрит- и нитрат-анионов, биологического и химического удаления фосфора), а также вспомогательные процессы загрузки, отстаивания, выгрузки (декантации) очищенной воды осуществляются в одном резервуаре – по международной терминологии SBR (sequencing batch reactor). Эта технология позволяет принимать стоки с высоким коэффициентом неравномерности поступления и практически не зависит от качества поступающей воды.

Технология предусматривает использование в блоке биологической очистки:

- SBR реактор –биологическая очистка стоков;
- илонакопитель – стабилизация и уплотнение избыточного ила;
- резервуар чистой воды - залповый прием очищенных стоков из илонакопителя;
- в блоке биологической очистки также размещаются задвижки подачи стоков на очистку.

В технологии применены три параллельно работающих SBR-реактора блоков биологической очистки.

Применение технологии SBR позволяет легко регулировать и при необходимости быстро изменять время пребывания очищаемой воды в биореакторе, концентрацию активного ила, нагрузку на ил, его возраст, концентрацию растворенного кислорода, время отстаивания, загрузки и выгрузки [14].

Все технологические операции в биореакторе осуществляются по заданной временной программе и контролируется по показаниям датчика концентрации кислорода, т.е. по потреблению кислорода.

Вторая особенность технологии SBR – сохранение осевшего активного ила в биореакторе после завершения периода очистки сточных вод. Объем осевшего ила составляет от 35 до 45% полного объема биореактора. Путем отбора или удержания в биореакторе избыточного ила осуществляется коррекция концентрации активного ила при каждой новой порции очищаемого стока. Таким образом, регулируется рабочая концентрация активного ила, его возраст и нагрузка на ил в необходимых пределах, соответствующих изменению состава или концентрации загрязняющих веществ в сточной воде.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

Благодаря выше названным особенностям периодический процесс биологической очистки практически независим от существенных колебаний объемов сточных вод, поступающих на очистку, состава и концентраций загрязняющих веществ, именно этим и обуславливается выбор технологии.

Реактор при наполнении аэрируется, а после наполнения начинается фаза седиментации. После осаждения ила на дне реактора в илосборник откачивается избыточный ил, после чего из подповерхностного слоя специальным оборудованием (декантером) откачивается очищенная вода на выпуск из очистного сооружения. В то время, когда реактор не аэрируется, происходит аэрация приемного резервуара, что способствует предочистке сточных вод. Процессом очистки руководит блок управления со специальной программой.

#### Функции отделений:

Приёмная камера – служит для улавливания и измельчения грубых фракций, для гомогенизации (предочистки) сточных вод и их денитрификации (удаление нитратов из сточных вод). Активационная ёмкость (реактор) – здесь происходит биологическая очистка сточных вод микроорганизмами, которые содержатся в «активном иле». Для осуществления этого процесса ёмкость аэрируется. Кроме того, здесь происходит окисление аммиака до нитрита и отделение очищенной воды от активного ила.

Илосборник – служит для накопления избыточного ила, как продукта биологической очистки.

#### *Приемная камера*

Сточные воды поступают в приемную камеру. Приемная камера соединена с емкостью активации. В данной емкости происходят следующие процессы:

- улавливание грубых фракций;
- денитрификация сточных вод.

#### *Активационная емкость (Реактор)*

В этой емкости производится биологическая очистка сточных вод, микроорганизмами, находящимися во взвешенном состоянии. Присутствующим микроорганизмам (активный ил) для своей жизнедеятельности необходимы органические загрязнения, поставляемые сточной водой и кислород, поставляемый сжатым воздухом от компрессора (воздуходувки). Активный ил перемешивается с водой сжатым воздухом. Его особенностью является то, что он тяжелее воды.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

После аэрации активный ил оседает на дно активационной емкости, над ним появляется слой очищенной воды.

### *Илосборник*

Используется для накопления избыточного активного ила, который возникает в активационной емкости как продукт очистки и должен регулярно удаляться канализационным насосом или у больших СОСВ ассенизационной машиной.

### *Декантер*

Декантер является специальным, запатентованным оборудованием, который используется для перекачки очищенной воды с активационной емкости. Чистая вода закачивается из слоя около 15 см ниже уровня воды в активационной емкости. Декантер состоит из подвижного плеча декантера, который соединен с емкостью (вертикальная труба) эрлифта чистой воды из накопителя чистой воды. Накопитель чистой воды представляет собой вертикальную пластиковую трубу, в которой постоянно находится очищенная вода [14].

Процесс очистки:

Очистка сточных вод происходит в следующих фазах:

- A. Наполнение активации;
- B. Выпадение осадка (седиментация);
- C. Наполнение декантера;
- D. Откачка чистой воды.

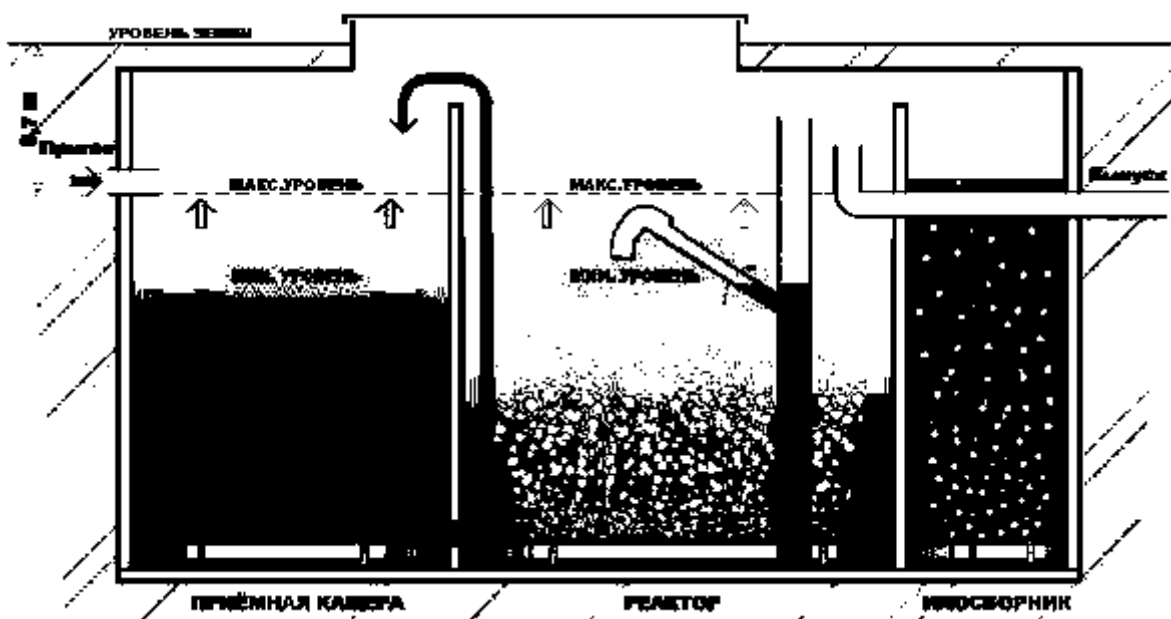


Рисунок 3.3.1 – Фаза наполнения

Первой фазой работы является наполнение активационной емкости.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Сточные воды притекают в активационную емкость, где улавливаются грубые нечистоты. С приемной камеры стоки притекают ко дну активации, которая наполняется с установленного минимального уровня и до установленного максимального уровня. Во время наполнения активации происходит её аэрация, и при этом происходит биологическая очистка одновременно с окислением аммиака (нитрификация).



Совместно происходит в приемной камере и процесс денитрификации.

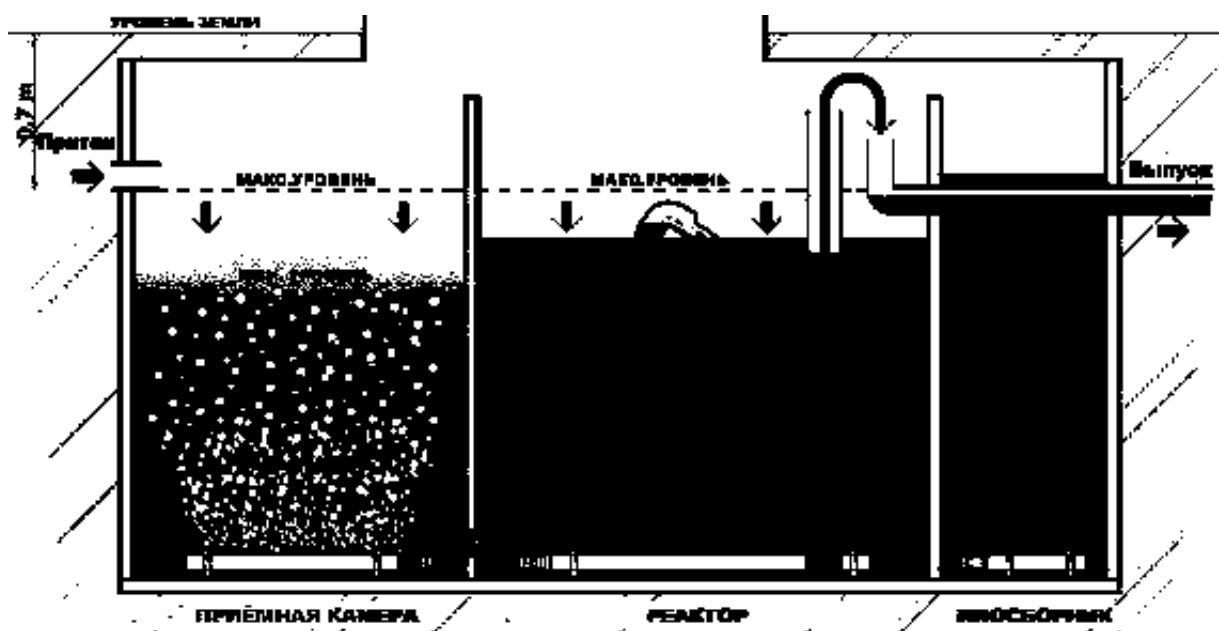
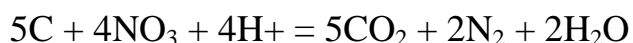


Рисунок 3.3.2 – Фаза откачки чистой воды

После наполнения активации на максимальный уровень происходит прекращение аэрации и последующее выпадение осадка на дно емкости. Объем воды, которым наполняется активационная емкость представляет собой примерно 10 -15 % объема этой емкости. Во время фазы активации обычно аэрируется илосборник. Далее происходит откачка чистой воды из песчаного фильтра эрлифтом откачки. Продолжительность этой фазы составляет приблизительно 50% всего цикла. Работа установки в этой фазе представлена на рисунке 3.3.2

Второй фазой является осаждение осадка (седиментация).

После завершения аэрации активационной емкости происходит осаждение ила на дне, т.е. происходит разделение слоя чистой воды и ила. Осаждение осадка

(седиментация) длится определенное время. В течении этого времени аэрируется приемная камера, где происходит предварительная очистка сточных вод и разрушаются грубые нечистоты. Совместно с аэрацией приемной камеры находится в работе и эрлифт удаления шлама. Осуществляется перелив воды из илосборника в приемную камеру (т.к. активный ил имеет высокий процент влажности).

Третьей фазой является наполнение декантера.

Емкость эрлифта чистой воды и плеча декантера наполняются водой от накопителя чистой воды. В работе находится наполнительный эрлифт декантера и эрлифт удаления шлама с активации.

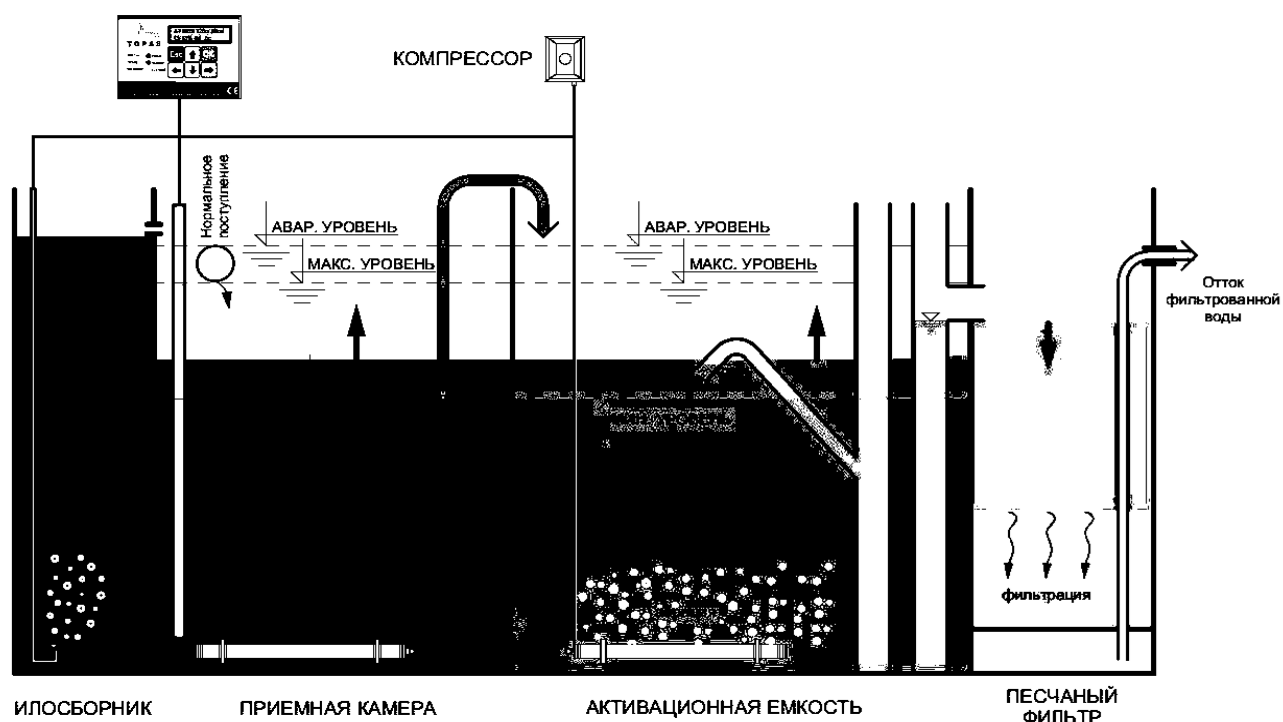


Рисунок 3.3.3 – Фаза наполнение активационной емкости

Заключительной фазой является откачка воды (декантирование).

В работе находится эрлифт чистой воды, который размещен в декантере и откачивает воду из реактора. Далее происходит аэрация приемной камеры и откачки ила из реактора. Откачка приемной камеры заканчивается достижением установленной минимального уровня воды в ней.

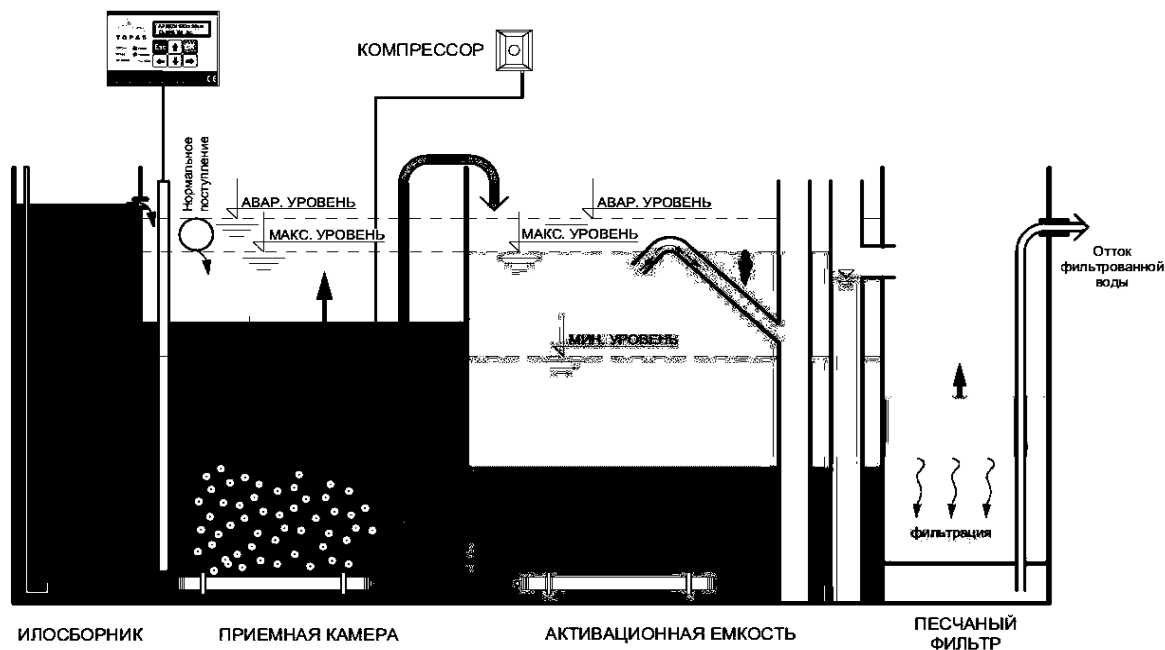


Рисунок 3.3.4 – Фаза откачка воды (декантирование)

Существуют ограничения на показатели исходной воды, они представлены в таблице 3.3.1

Таблица 3.3.1 – Предельные значения загрязнения сточных вод

Наименование	Показатель	Предел	Ед. изм.
1	2	3	4
Биологическое потребление кислорода	БПК	500	мг/л
Химическое потребление кислорода	ХПК	1000	мг/л
Общий азот	NH <sub>4</sub>	100	мг/л
Общий фосфор	P	20	мг/л
Водородный показатель	pH	6.5-8.5	мг/л
Взвешенные вещества	C	700	мг/л
Температура	T	40	°C
Нефтепродукты	C <sub>нефть</sub>	5	мг/л

Состав сточных вод проектируемого объекта является хозяйственно-бытовым и достаточно легко очищаемым. По всем показателям вода удовлетворяет требованиям для подачи на биологическую очистку.

По техническому заданию расход равен 1500 м<sup>3</sup>/сут. Оптимальным является выбор комплексно-блочных очистных сооружений Flexidiblok фирмы Topolwater (Чехия). Станции этого типа предназначены для обработки большого объема воды, очень хорошо подходит для интенсификации и реконструкции уже существующих очистных сооружений, потому что технологию Flexidiblok можно применить в резервуары любых размеров, если они имеют достаточные объемы [17]. Размеры SBR- реактора составят 18x8,5x5,4.

Выбор именно этой фирмы обуславливается тем, что именно эта фирма первой начала использовать технологию SBR (Topolwater в 1994 первая в мире запатентовала компактную станцию очистки сточных вод, а затем идеей воспользовались остальные предприятия), имеет множество патентов в области очистки сточных вод, имеет крупнейшую в мире фабрику по производству станций SBR-типа всех размеров.

### 3.3 Обработка осадка.

Накапливаемый при непрерывной работе избыточный ил, периодически откачивается из илонакопителей, на обезвоживание ленточным фильтр-прессом. Обезвоженный осадок, имеющий влажность 40-45 %, выгружается в контейнер и далее оператором транспортируется на площадку временного складирования осадка, после накопления достаточного объема вывозится в места, согласованные с СЭС.

Устанавливается приемная емкость ила, шнековый насос подачи ила, станция приготовления и дозирования флокулянта, ленточный фильтр-пресс, насос подачи промывной воды с фильтром, компрессор подачи сжатого воздуха на фильтр-пресс.

Избыточный ил из илонакопителя насосом подается в приемную емкость, затем шнековым насосом на ленточный пресс-фильтр. В трубопровод перед пресс-фильтром насосом-дозатором подается флокулянт, который производит агломерирование хлопьев в большие образования с достаточным для осаждения весом. Загрязнения в виде осадка легче фильтровать на пресс-фильтре.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В качестве флокулянта в установке для обезвоживания избыточного активного ила применяется флокулянт катионный марки «Праестол 658 ВС» согласно [15].

Флокулянт применяется в виде водного раствора концентрацией 0,01% масс. (10г/100 л воды).

Количество применяемого флокулянта определяется количеством образующегося избыточного активного ила. В соответствии со [1] раздел «Аэрационные установки на полное окисление» пункт 6.169: «Количество избыточного активного ила следует принимать 0,35 кг на 1 кг/БПК<sub>полн</sub>». Величина БПК<sub>20</sub> на притоке по результатам гидрохимических анализов составляет 300,0 мг/л, тогда количество избыточного активного ила в сутки:

$$(0,35 \cdot 300,0 \cdot 1500000) / 1000000 = 150 \text{ кг/сутки}$$

$$150 \cdot 0,35 = 52,5 \text{ кг/сутки}$$

В год:  $52,5 \cdot 365 = 19162$  кг/год в пересчёте на сухое вещество.

Рекомендуемое максимальное количество флокулянта в процессе механического обезвоживания шлама с преобладающей органической твёрдой фазой составляет 6 кг на тонну сухого вещества в осадке.

Потребность в флокулянте:

В год:  $19162 \cdot 6 = 115$  кг/год в пересчёте на сухое вещество.

Тогда потребность в 0,01% водном растворе флокулянта «Праестол» составит:  $6 \cdot 19162 \cdot 100 / 1000 / 0,01 = 1149750$  литров в год.

Обезвоженный осадок 19,2 т/год.

Обезвоженный осадок направляется на следующий этап его обработки, а именно обеззараживание.

Обеззараживание осадков сточных вод – процедура, необходимая для уничтожения патогенных микроорганизмов и вирусов, которые могут быть возбудителями болезней у людей и животных. Для обеззараживания осадков городских сточных вод могут применяться термические (сжигание, сушка, прогревание), биотермические (компостирование), биологические (с помощью простейших), физические воздействия (радиоактивное и ультрафиолетовое излучение, ультразвуковые колебания, токи высокой частоты), олигодинамический (воздействие ионов благородных металлов), химический (с помощью сильных окислителей) [12].

Широкое практическое применение для этих целей получил термический метод обеззараживания осадков.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



В соответствии с СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения» аппараты для термической обработки должны обеспечивать, прогрев всей массы осадка до температуры не менее 60<sup>0</sup>С.

Обработка осадков при более высоких температурах позволяет уничтожить в осадках не только яйца гельминтов и патогенные микроорганизмы, но и вирусы. В связи с тем, что объем жидких осадков в несколько раз больше объема механически обезвоженных, их прогревание до указанной температуры требует значительно большего расхода тепла.

В работе будет применён термический способ обеззараживания осадков. Нагревание будет происходить за счет подачи горячей воды.

Обезвоженный и обеззараженный осадок будет складироваться в контейнеры, а затем вывозиться на утилизацию.

В соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов, раздел «Отходы коммунальные (включая бытовые отходы)», избыточный активный ил имеет код 945000 «Стабильные осадки (шламы) при биомеханической обработке сточной воды».

В соответствии с «Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» пункт 13: «Компоненты отходов, состоящие из таких химических элементов как кислород, азот, углерод, фосфор, сера, кремний, алюминий, железо, натрий, калий, кальций, магний, титан в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв, относятся к практически неопасным компонентам».

Ил аэробный стабилизированный относится к IV классу опасности отходов («малоопасные»).

В соответствии со [19] пункт 6.341: «Надлежит предусматривать использование обработанных осадков городских и близких к ним по составу производственных сточных вод в качестве органоминеральных удобрений».

### 3.5 Выбор сооружений доочистки и обеззараживания сточных вод

Под доочисткой подразумеваются методы и процессы, дополняющие традиционные технологические схемы очистки сточных вод городов и населенных пунктов [16]. Возможная степень удаления загрязнений в

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

процессах доочистки практически не ограничена и определяется условиями сброса очищенных сточных вод или последующей их утилизации.

Очищенные сточные воды предполагается выпускать в приток реки Теча – реку Мишеляк. Водоем имеет культурно-бытовое назначение, поэтому в комплексе очистных сооружений необходимо предусмотреть доочистку сточных вод перед их выпуском в водоем. Поэтому из аккумулирующей емкости, установленной после биологической очистки, стоки подаются на мембранную микрофильтрацию для доочистки.

Блок мембранной фильтрации состоит из емкости, изготовленной из листового полипропилена, с размещенной внутри системы пучков из пустотелых волокон, в оболочке которых имеются отверстия диаметром в несколько микрон.

Такие мембраны представляют собой пустотелые волокна наружным диаметром 0,3 мм с толщиной стенки 35 мк из полипропилена. Специальными технологиями в этих волокнах создана тонкая микрокапиллярная структура с порами размером 0,06 x 0,3 мк.

Волокна имеют прочность на растяжение 2А и устойчивы к большинству химических веществ. С точки зрения величины пор, используемые волокна работают в интервале от микрофильтрации до ультрафильтрации.

- Микрофильтрация > 0,1 мк;
- Ультрафильтрация 10 - 100 нм;
- Нанофильтрация 1 - 10 нм;
- Реверсивный осмос 0,1 - 1 нм.

Характеристики воды после половолоконной фильтрации:

- Мутность <0.2 мг/л;
- Нерастворимые вещества <1 мг/л;
- Коллоидальный индекс SDI (15 мин) <3,5.

Через мембраны могут проходить только растворённые соли и частицы молекулярной массой меньшей 20000. Под половолоконные мембраны при промывки подаётся воздух, который воздушными пузырями очищает поверхность мембран. Кроме того, мембраны очищаются взаимным трением друг о друга, что предусмотрено конструкцией фильтра. Срок службы мембран 10 лет.

После очистки на мембранных фильтрах вода прокачивается через ультрафиолетовую лампу для снижения микробного и вирусного загрязнения сточных вод до нормативных требований.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Очистка ультрафиолетом является физическим процессом, поэтому исключено образование любых химических соединений, способных нанести вред человеку.

Применение именно такой очистки рекомендовано по многим причинам:

– Уникальные дезинфицирующие свойства, ультрафиолет губителен для всех опасных микроорганизмов и спор;

– Обеззараживание ультрафиолетом происходит за счет внутриклеточных реакций, происходящих в бактериях, поэтому на саму воду не оказывается никакого влияния;

– Время выполнения процесса минимально, поэтому возможно его применение в проточных системах очистки;

– Себестоимость такой дезинфекции на порядок ниже, чем у других способов. Современное оборудование для выполнения подобного процесса малогабаритно и не требует огромных производственных площадей.

Современные электронные системы самостоятельно определяют степень загрязнения воды и задают оптимальную программу работы.

В проект заложены 2 установки УФ - обеззараживания УОВ-УФТ-С-30 с производительностью 40 м<sup>3</sup>/ч. Установка представлена на рисунке 3.5.1

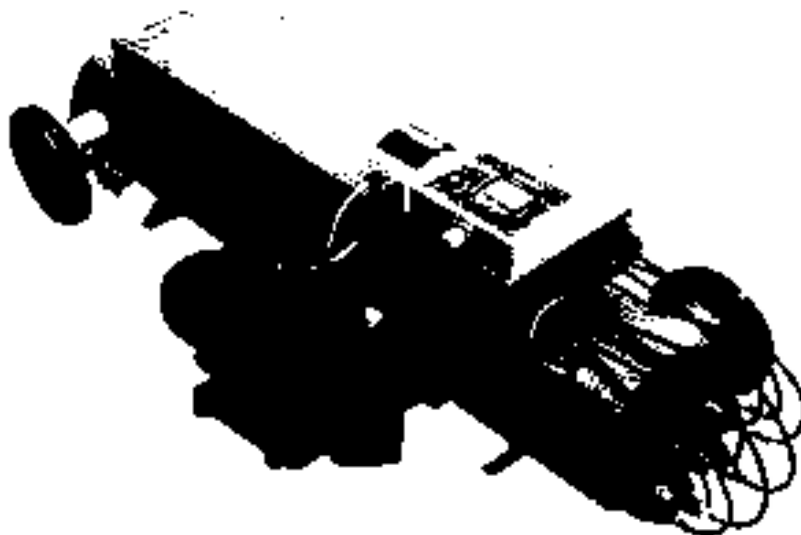


Рисунок 3.5.1 - Система ультрафиолетового обеззараживания сточных вод  
УОВ-УФТ-С-30

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Корпус установки сделан из высококачественной стали 12х18н10т, сертифицированной для пищевого применения. В установке обеззараживания используются высококачественные амальгамные лампы, работающие более 12000 часов.

### 3.6 Прогнозируемый эффект очистки сточных вод

Проектная степень очистки сточных вод принимается из условий соответствия ПДК для водоемов культурно-бытового назначения, согласно [9].

Прогнозируемые концентрации загрязняющих веществ после очистки и ожидаемые ПДС не превышают ПДК для воды водоемов культурно-бытового назначения, регламентируемые [2].

Физико-химический состав очищенных стоков, направляемых в реку Мишеляк, будет соответствовать требованиям сброса в водоем культурно-бытового назначения. Качественные показатели очищенных сточных вод приведены в таблице 3.6.1

Таблица 3.6.1 – Показатели очищенной сточной воды

Наименование ингредиентов	Концентрация загрязнений, мг/л
1	2
Взвешенные вещества	3,0
БПК <sub>полн</sub>	2,2
Азот аммонийный	0,47
Фосфаты	0,13
Хлориды	17
ПАВ	0,2

## 4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ

### 4.1 Расчет экономической целесообразности реконструкции.

Годовые эксплуатационные расходы и себестоимости 1 м<sup>3</sup> реализованной воды слагаются из отдельных элементов годовых затрат:

- материалы;
- тепловая энергия и топливо;
- заработная плата производственных рабочих;
- начисления на заработную плату;
- вода на собственные нужды станции;
- амортизация.

При расчете отдельных составляющих эксплуатационных расходов, используются данные, полученные от заказчика: стоимость единицы потребляемых реагентов, материалов, тепловой и электрической энергии; топлива и воды; средняя годовая заработная плата по отдельным категориям работников; районный коэффициент на заработную плату; месторасположение поставщиков реагентов и топлива; виды транспорта и расстояние перевозки каждым видом транспорта от поставщика до объекта [21].

#### 4.1.1 Определение годовых затрат на материалы

По этой шкале учитываются затраты на основные материалы, используемые при эксплуатации очистных сооружений. К основным материалам относятся: химические реагенты, растворители, загрузки различного типа фильтров, катоды и аноды, и некоторые другие материалы, потребляемые в процессе очистки стоков.

Определение годовых расходов и затрат на материалы осуществляется для каждого вида материала.

Годовые затраты на реагенты ( $C_{\text{реаг}}$ ), в тысячах рублей, определяются по формуле:

$$C_{\text{реаг}} = \sum_{i=1}^m C_i \cdot v_i, \quad (20)$$

где  $C_i$  – стоимость 1 т  $i$ -го товарного продукта (реагента), тыс. руб.;

$V_i$  – годовой расход  $i$ -го вида материала, кг;

$m$  – количество видов реагентов.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

В разработанном проекте реагенты используются для обезвоживания избыточного активного ила. Применяется флокулянт катионный марки «Праестол 658 ВС» согласно [15].

Потребность в флокулянте рассчитана в главе 3 и составляет 115 кг/год в пересчёте на сухое вещество, а потребность в 0,01% водном растворе флокулянта «Праестол» составляет 1149750 литров в год.

Средняя цена на флокулянт «Праестол 658 ВС» составляет 13800 руб. За мешок 25 кг. Соответственно 1 кг флокулянта стоит 552 руб.

Годовые затраты на реагенты составят:

$$C_T = 552 \cdot 115 = 634800 \text{ руб}$$

#### 4.1.2 Определение годовых затрат на тепловую энергию и топливо

Стоимость тепловой энергии ( $C_T$ , тыс. руб.), расходуемой в системах отопления, вентиляции на технологические нужды и горячее водоснабжение зданий, определяется исходя из расчетного годового расхода тепла, рассчитываемого в технологической части проекта, и тарифов на тепловую энергию по формуле:

$$C_T = C_T \cdot Q_T, \quad (21)$$

где  $C_T$  – стоимость 1 Гкал (тариф) тепловой энергии, руб./Гкал;

$Q_T$  – годовой расход тепловой энергии, Гкал/год.

Для Озерского округа тариф на тепловую энергию составляет 1197,50 руб./Гкал.

Расчетные тепловые потоки представлены в таблице 4.1.1

$$C_{\text{регр}} = 1197,50 \cdot 0,0527 \cdot 24 \cdot 365 = 552\,828,3 \text{ руб.}$$

Таблица 4.1.1 – Расчетные тепловые потоки

Наименование потребителя	Расчетный тепловой поток, Гкал/ч				
	Отопление	Вентиляция	Горячее водоснабжение	Технологические нужды	Всего
1	2	3	4	5	6
КОС	0,0369	-	-		0,0369
Здание сложно-бытовых помещений	0,0089	-	0,0069	-	0,0158
				Итого:	0,0527

#### 4.1.3 Определение фонда заработной платы

Таблица 4.1.2 – Средняя заработная плата обслуживающего персонала

№ п/п	Занимаемая должность	Численность, чел.	Средняя заработная плата, руб.
1	2	3	4
1	Контролер	2	28000
2	Мастер аварийно-ремонтной службы	2	23000

Расчет ведется исходя из средней заработной платы, численности работников и количества месяцев в отчетном периоде:

– расчет средней заработной платы работников:

$$C_{p. \text{ з/пл.}} = \frac{\text{ФЗП}}{\text{Ч}}, \quad (22)$$

где ФЗП – фонд заработной платы за месяц;

Ч – количество работников.

$$C_{p. \text{ з/пл.}} = \frac{28000 \cdot 2 + 23000 \cdot 2}{4} = 25500 \text{ руб.}$$

– расчет годового фонда заработной платы:

$$\text{ФЗП}_Г = C_{p. \text{ з/пл.}} \cdot \text{Ч} \cdot 12, \quad (23)$$

где  $\text{ФЗП}_Г$  – годовой фонд заработной платы;

Ч – численность работников;

12 – количество месяцев в году.

$$\text{ФЗП}_Г = 25500 \cdot 4 \cdot 12 = 1224000 \text{ руб.}$$

#### 4.1.4 Социальные отчисления

Начисления на фонд заработной платы (страховые взносы) – 26%:

$$\text{СВ} = \text{ФЗП}_Г \cdot 26\%, \quad (24)$$

где СВ – страховые взносы;

$$\text{СВ} = 1224000 \cdot 26\% = 318240 \text{ руб.}$$

– годовые расходы на оплаты труда

$$\text{ГОТ} = \text{ФЗП}_Г + \text{СВ}, \quad (25)$$

$$\text{ГОТ} = 1224000 + 318240 = 1542240 \text{ руб.}$$

#### 4.1.5 Стоимость воды на собственные нужды

По этой стоимости учитываются затраты на оплату воды, используемой на собственные нужды отдельных сооружений и систем водоснабжения и водоотведения.

В системах водоснабжения и водоотведения вода может быть использована на хозяйственно питьевые и технологические нужды (промывку фильтров, гидрошлакоудаление и т.д.), годовой расход воды на собственные нужды ( $Q_{\text{соб}}$  в тыс. м<sup>3</sup>/год) определяется в технологической части проекта [21].

Расход на собственные нужды составляет примерно 15% от общей производительности станции, соответственно  $Q_{\text{соб}} = 225 \text{ м}^3/\text{сут.}$

Затраты воды ( $C_{\text{в}}$  тыс. р.) определяются по формуле:

$$C_{\text{в}} = C_{\text{в}} \cdot Q_{\text{соб}}, \quad (26)$$

где  $C_{\text{в}}$  – тарифы на воду, устанавливаемые Горводоканалом, руб./м<sup>3</sup>. Для Озерского округа тариф на воду составляет 13,84 руб./м<sup>3</sup>.

$$C_{\text{в}} = 13,84 \cdot 225 \cdot 365 = 1136610 \text{ руб.}$$

#### 4.1.6 Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления на полное восстановление основных фондов систем водоснабжения и водоотведения  $C_{\text{ам}}$ , в тысячах рублей, определяются по формуле:

$$A = \frac{\text{ПС}}{t}, \quad (27)$$

где  $A$  – годовая сумма амортизационных отчислений;

$\text{ПС}$  – первоначальная стоимость оборудования;

$t$  – срок полезного использования в месяцах.

Расчет амортизационных отчислений представлен в таблице 4.1.3

Таблица 4.1.3 – Расчет амортизационных отчислений

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Первоначальная стоимость, руб.	Срок полезного использования, лет	Срок полезного использования в месяцах
1	2	3	4	5	6
1	Компрессор	4	45400	15	180



Окончание таблицы 4.1.3

1	2	3	4	5	6
2	Установка УФ-Обеззараживания УОВ-УФТ-С-30	2	114300	2	24
3	Мембранные фильтры	2	105000	10	120
4	Механические решетки	2	280000	20	240
5	Вертикальные песколовки	2	110000	20	240
6	Ленточный фильтр-пресс	2	188300	20	240
7	SBR реактор	2	380000	20	240

1. Компрессор:

$$A = \frac{45400}{180} = 252,2 \text{ руб.}$$

Итого амортизационные отчисления за год по компрессорам составят 1009 руб.

2. Установка обеззараживания УОВ-УФТ-С-30:

$$A = \frac{114300}{24} = 4762,5 \text{ руб.}$$

Итого амортизационные отчисления за год по установке обеззараживания составят 9525 руб.

3. Мембранный фильтр:

$$A = \frac{105000}{120} = 875 \text{ руб.}$$

Итого амортизационные отчисления за год по мембранным фильтрам составят 1750 руб.

4. Механические решетки:

$$A = \frac{280000}{240} = 1166,7 \text{ руб.}$$

Итого амортизационные отчисления за год по решеткам составят 2333 руб.

5. Вертикальные песколовки:

$$A = \frac{110000}{240} = 458,3 \text{ руб.}$$

Итого амортизационные отчисления за год по вертикальным песколовкам составят 916,6 руб.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

6. Ленточный фильтр-пресс:

$$A = \frac{188300}{240} = 784,6 \text{ руб.}$$

Итого амортизационные отчисления за год по ленточным фильтр-прессам составят 1569 руб.

7. SBR реактор:

$$A = \frac{380000}{240} = 1583 \text{ руб.}$$

Итого амортизационные отчисления за год по SBR реакторам составят 4750 руб.

Итого амортизационные отчисления за год составят:

$$A = 1009 + 9525 + 1750 + 2333 + 916,6 + 1569 + 4750 = 21853 \text{ руб.}$$

#### 4.1.7 Расчет годовых эксплуатационных затрат

На основе выполненных расчетов выполняется расчет годовых эксплуатационных затрат. Данные по расчёту представлены в таблице 4.1.4

Таблица 4.1.4 – Расчет годовых эксплуатационных затрат

№ п/п	Расходы	Полная себестоимость	
		Годовые расходы, р./год	% от итога
1	2	3	4
1	Амортизационные расходы	21853	0,5
2	Затраты на тепловую энергию и топливо	552828,3	13,2
3	Затраты на материалы и реагенты	634800	15,1
4	Затраты на оплату труда	1224000	29,2
5	Затраты на социальные отчисления	318240	7,6
6	Затраты на воду	1136610	27,1
7	Прочие затраты	308448	7,3
Итого эксплуатационные расходы:		4196779,3	100

Процентное соотношение эксплуатационных затрат представлено на рисунке 4.1.1

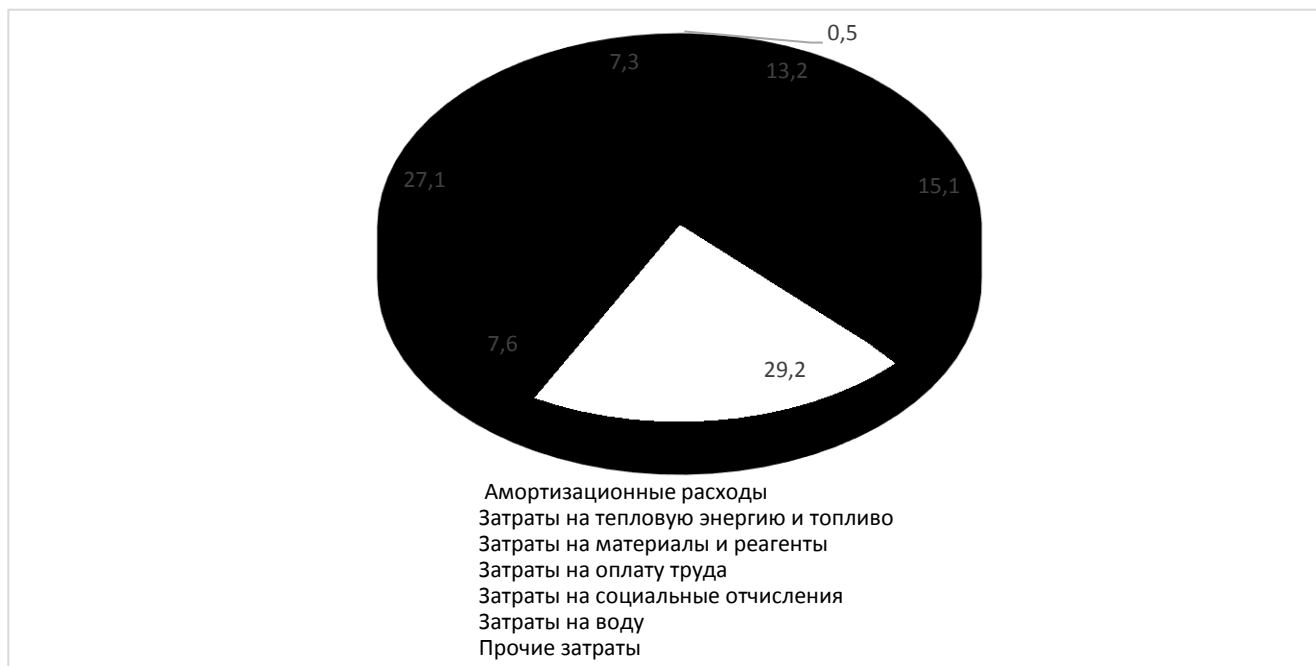


Рисунок 4.1.1 – Процентное соотношение эксплуатационных затрат

#### 4.1.8 Расчет себестоимости 1 м<sup>3</sup> воды

Себестоимость очистки 1 м<sup>3</sup> воды с использованием предложенной технологии подсчитана в таблице 4.1.5

Таблица 4.1.5 – Расчет себестоимости 1 м<sup>3</sup> воды

№ п/п	Наименование экономических элементов	Сумма затрат на весь объем обрабатываемой воды – 547500 м <sup>3</sup> , руб.	Сумма затрат на 1 м <sup>3</sup> , руб.
1	2	3	4
1	Материальные затраты (в т.ч. затраты на теплоснабжение)	634800	1,16
2	Затраты на тепловую энергию и топливо	552828,3	1,01
3	Затраты на оплату труда	1224000	2,24
4	Социальные отчисления	318240	0,58
5	Амортизация	21853	0,04
6	Вода на собственные нужды	1136610	2,1
7	Прочие затраты (20% от ФЗП с начислениями 1542240*20%)	308448	0,56
Итого:		4196779,3	7,69

Структура себестоимости 1 м<sup>3</sup> обработанной воды представлена на рисунке 4.1.2

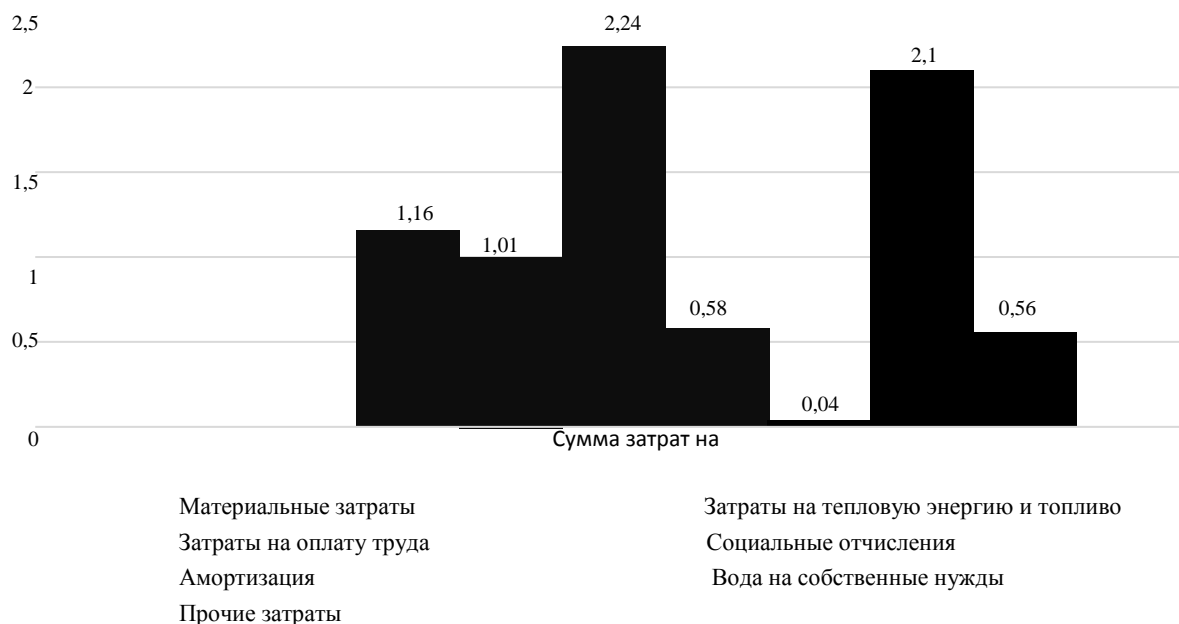


Рисунок 4.1.2 – Структура себестоимости 1 м<sup>3</sup> обработанной воды

Исходя из данных по тарифам на водоотведение по Озерскому округу, средняя стоимость сброса 1 м<sup>3</sup> сточных вод на очистные сооружения составит 12,58 руб., что является дороже, чем использовать предложенную в работе технологию. Соответственно реконструкция экономически целесообразна.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе выявлены существующие проблемы в канализационной системе поселка Татыш, расположенного вблизи города Озерск, Челябинской области. В связи с этим разработаны технологические решения по реконструкции очистных сооружений.

Предусмотрены следующие циклы очистки:

- Механическая очистка стоков - удаление частиц мусора неразлагающихся в процессе биологической очистки и взвешенных веществ на решетках и в песколовках.
- Биологическая очистка стоков - реакторы прерывистого действия SBR (SequencingBatchReactor).
- Доочистка стоков - мембранная фильтрация на основе полуволоконных мембран.
- УФ-обеззараживание очищенных стоков.
- Обработка избыточного ила - обезвоживание до остаточной влажности 40-45%.

Реализация предлагаемого проекта реконструкции очистных сооружений водоотведения поселка Татыш позволит:

- поднять уровень благоустройства поселка;
- снизить нагрузку на окружающую среду в виду внедрения современных методов очистки сточных вод;
- снизить стоимость очистки 1 м<sup>3</sup> воды в виду отсутствия необходимости транспортировки стоков на ОСК ПАО «МАЯК».
- довести качество очищенных сточных вод до требований необходимых для сброса в р. Мишеляк.

В ходе выполнения данной работы использовались действующие нормативные документы, применены современные технологические решения, материалы трубопроводов и оборудование в целях безопасности и долговечности проектируемых объектов. Задействованы знания, полученные за время обучения.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения/Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2018. – 87 с.
- 2 Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения»
- 3 Яковлев, С.В. Канализация. Водоотведение и очистка сточных вод. / С.В. Яковлев, Ю.М. Ласков. – М.: Стройиздат, 1987. - 319 с.
- 4 Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды (к СНиП 2.04.02-84). М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 128 с.
- 5 Ласков, Ю.М. Примеры расчетов канализационных сооружений / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И.Калицун. - М.: Стройиздат, 1987. - 225 с.
- 6 Саломеев В.П. Реконструкция систем водоотведения: учебное пособие / В.П. Саломеев, Е.С. Гогина, В.А. Орлов, Н.А. Макиша. - М.: НИУ МГСУ, 2016. – 223 с.
- 7 Перешивкин, А.К. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. – 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.
- 8 Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев- М.: Изд-во Ассоциация строительных вузов, 2006. - 704 с.
- 9 Пааль, Л.Л. Справочник по очистке природных и сточных вод/ Л. Л. Пааль, Я. Я. Кару, Х. А. Мельдер, Б. Н. Репин. - М.: Высш. шк., 1994. - 336 с.
- 10 Гогина, Е.С. Удаление биогенных элементов из сточных вод: Монография/ ГОУ ВПО Моск. гос. строит. ун-т.- М.: МГСУ, 2010. – 120 с
- 11 Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Под ред. В.Н. Самохина. Изд. 2-е М., Стройиздат, 1981.- 639 с.
- 12 Самойлов, В.С. Дренаж и очистка сточных вод/ В.С. Самойлов, В.С. Левадный. - М.: Аделант, 2009. — 288 с.
- 13 Дикаревский, В.С. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. / В.С. Дикаревский, А.М. Курганов, А.П. Нечаев. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отделение, 1990. – 224 с.
- 14 Долина Л.Ф. Реакторы для очистки сточных вод/ Л.Ф. Долина. – Днепропетровск: Изд-во «Стандарт»., 2001 -82 с.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

15 Крючихин, Е. М. Технологические инновации в области очистки сточных вод / Е.М. Крючихин, Н.А. Николаев, Н.А. Жильникова и др. // Водоснабжение и сантехника. – 2007 – № 6. – С. 9 – 14.

16 Березняк, В.Г. Защита водоёмов от загрязнения малыми объектами. / В.Г. Березняк, О. Б. Дубровина. – Екатеринбург: Изд-во «Виктор», 1994. – 159с

17 Официальный сайт TopolWater - <https://www.topolwater.com>

18 Проектирование систем водоотведения населенного пункта. - <https://cih.ru/lekt/2ch.html>

19 ГОСТ I 17.4.3.07-2001. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании в качестве органических удобрений. - М.: Агропром, 2001. - 38 с.

20 СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.

21 Любанская З.Г. Экономика систем водоснабжения и водоотведения. Расчет эксплуатационных расходов в системах водоснабжения и водоотведения: методические указания и задания к выполнению контрольной работы для студентов специальности 270112.65 «Водоснабжение и водоотведение» и бакалавров по направлению «Строительство» / З. Г. Любанская, П. П. Осипов – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2012.–16 с.

					ЮУрГУ 08.04.01.2021.305-04.023 ПЗ ВКР	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		