

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

\_\_\_\_\_ (В.Л. Гуляев)

\_\_\_\_\_ 2021 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Проект реконструкции очистных канализационных сооружений  
с. Большетархово Нижневартовского района

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА  
ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР

Руководитель ВКР

магистра

Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Автор ВКР

магистр группы АСз-391

А.А. Гурьева

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Нормоконтролер

Е.В. Николаенко

\_\_\_\_\_ 2021 г.

Челябинск 2021

## АННОТАЦИЯ

Гурьева А.А. Проект реконструкции очистных канализационных сооружений с. Большетархово Нижневартковского района. – Челябинск: ЮУрГУ, АСИ; 2021, 58 с. 3 ил.; библиогр. список – 26 наим., 6 листов чертежей ф. А1

С целью создания проекта реконструкции очистных сооружений канализации были изучены вопросы строительства канализационных очистных сооружений, основных требований к реконструкции, наилучших допустимых технологий интенсификации канализационных очистных сооружений была сформулирована характеристика площадки реконструкции. Произведен расчёт и подобрано основное технологическое оборудование канализационных очистных сооружений. Продемонстрированы технико-экономические показатели проекта реконструкции.

Анализ технологического процесса на существующем объекте показал актуальность в необходимости комплексного подхода в создании технологий реконструкции очистных сооружений канализации, необходимостью повышения эффективности работы, сокращения энергопотребления. На основе этих параметров даны предложения по модернизации основных сооружений канализационных очистных сооружений.

Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения напрямую связана с системами жизнеобеспечения мегаполисов, крупных, средних и небольших городов и поселков, а также с экологической обстановкой водных объектов и водоёмов.

Вода необходима как для питьевого, так и для промышленного водоснабжения, поэтому сохранение водных источников от загрязнения и истощения путем реконструкции очистных сооружений с минимизацией капитальных вложений является в настоящее время актуальной задачей.

					<i>ЮУрГУ-08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР</i>			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект реконструкции очистных канализационных сооружений с. Большетархово Нижневартковского района</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>		<i>Гурьева</i>						
<i>Провер</i>								
<i>Т.Контр.</i>								
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. контр</i>		<i>Николаенко</i>				<i>ЮУрГУ Кафедра ГИСиС</i>		

Осуществление реконструкции и технического перевооружения сооружений по очистке природных и сточных вод – одна из наиболее сложных инженерных задач, направленная на улучшение экологической обстановки в различных регионах страны и охрану водоемов от загрязнения и истощения.

Вопросы реконструкции следует решать одновременно с внедрением современных технологических приемов и процессов водоснабжения и водоотведения, обеспечивающих не только увеличение пропускной способности, но и, главное, эффективности и надежности систем и сооружений. При этом необходимо иметь в виду экономию не только капитальных затрат при строительстве, но и энергетических и трудовых ресурсов в процессе эксплуатации, а также рациональное использование земельных площадей.

Экономическая целесообразность реконструкции отражает результаты капитальных вложений в развитие основных фондов. Общим показателем экономической целесообразности реконструкции является соотношение эффекта технического перевооружения предприятий или от эксплуатации реконструируемого здания и затратами на ее проведение.

Расчеты экономической целесообразности реконструкции служат для выбора наиболее эффективного варианта капитальных вложений в развитие производств, и основных фондов.

Отличительной чертой реконструкции жилых зданий является изменение их основных технико-экономических показателей (увеличение строительного объема и общей площади), улучшение санитарно-гигиенических и социальных условий проживания.

В результате произведенных расчетов, было выяснено, что себестоимость 1 м<sup>3</sup> очищенной сточной воды после реконструкции очистных сооружений канализации составит 38 руб/м<sup>3</sup>, тариф на сброс сточной воды в городскую канализацию составляет 43.35 руб/м<sup>3</sup>. В данную себестоимость не входит стоимость строительства и эксплуатации сетей водоотведения от села Большетархово до места приема сточных вод в городскую канализацию, для дальнейшей транспортировки на очистные сооружения.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР .....	10
1.1 Строительство канализационных очистных сооружений .....	10
1.1.1 Назначение очистных сооружений .....	10
1.1.2 Этапы очистки сточных вод .....	12
1.1.3 Строительство локальных очистных сооружений .....	12
1.1.4 Материалы для строительства канализационных очистных сооружений.....	13
1.1.5 Проектирование канализационных очистных сооружений ..	15
1.1.6 Основные этапы строительства канализационных очистных сооружений .....	17
1.2 Основные требования к реконструкции канализационных очистных сооружений .....	18
1.3 Наилучшие допустимые технологии интенсификации канализационных очистных сооружений.....	18
1.3.1 Реконструкция решеток .....	18
1.3.2 Реконструкция песколовков .....	20
1.3.3 Реконструкция отстойников .....	22
1.3.4 Реконструкция сооружений биологической очистки сточных вод .....	24
1.3.5 Реконструкция сооружений по доочистке сточных вод .....	26
1.3.6 Реконструкция сооружений по обеззараживанию сточных вод .....	29
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	31
2.1 Исходные данные по объекту реконструкции .....	31
2.2 Географические условия .....	31
2.3 Геологические и гидрогеологические условия.....	33
2.4 Изменение антропогенной нагрузки на канализационные очистные сооружения.....	34

3 РАСЧЕТ И ПОДБОР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ.....	36
3.1 Расчет изменения поступающих стоков на очистные. Требуемые показатели очищенных стоков .....	36
3.2 Подбор сооружений механической очистки.....	39
3.2.1 Подбор УФС.....	39
3.2.2 Станция «Е-300-БХ».....	41
3.3 Расчет и подбор сооружений биологической очистки.....	46
3.4 Сооружения обработки осадка .....	51
3.5 Сооружения доочистки .....	51
3.6 Описание и обоснование схемы прокладки канализационных трубопроводов .....	52
4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ .....	53
4.1 Описание экономической целесообразности реконструкции.....	53
4.2 Расчет себестоимости очищенной сточной воды .....	56
4.2.1 Расчет амортизационных отчислений .....	57
4.2.2 Расчет затрат на электроэнергию .....	58
4.2.3 расчет стоимости реагентов и других основных материалов.....	59
4.2.4 Расчет затрат на оплату труда и страховые взносы .....	60
4.2.5 Расчет стоимости воды, используемой на собственные нужды .....	61
4.2.6 Расчет прочих расходов .....	62
4.2.7 Расчет себестоимости очищенной сточной воды .....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	65
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	66

## ВВЕДЕНИЕ

Реконструкция систем и сооружений водоснабжения и водоотведения связана с системами жизнеобеспечения крупных, средних и небольших городов и поселков, а также с экологической обстановкой водных объектов и водоёмов.

Сохранение водных источников от загрязнения и истощения с помощью модернизаций очистных сооружений с минимальными капитальными вложениями в настоящее время является важной и актуальной задачами.

Вопросы реконструкции решаются:

- внедрением современных технологических приемов и процессов водоснабжения и водоотведения;
- обеспечением увеличения пропускной способности;
- повышением эффективности и надежности систем и сооружений;
- экономией капитальных затрат при строительстве;
- рациональностью использования энергетических и трудовых ресурсов в процессе эксплуатации;
- рациональностью использования земельных участков.

Сооружения, имеющиеся на станциях очистки природных сточных вод, при использовании современных технологий позволяют решать проблемы по интенсификации очистки и при минимальных капитальных вложениях делают возможным поддерживать качество очищенных вод на уровне, отвечающем современным требованиям.

Актуальность работы заключается в необходимости комплексного подхода в создании технологий реконструкции очистных сооружений канализации.

Целью работы является создание проекта реконструкции очистных сооружений канализации.

Задачи работы:

1. Изучить вопрос строительства канализационных очистных сооружений, основные требования к реконструкции, наилучшие допустимые технологии интенсификации канализационных очистных сооружений.
2. Дать характеристику площадке реконструкции.
3. Рассчитать и подобрать основное технологическое оборудование очистных сооружений.
4. Показать технико-экономические показатели проекта реконструкции.

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Строительство канализационных очистных сооружений

### 1.1.1 Назначение очистных сооружений

Очистные сооружения – комплекс технологического оборудования, позволяющего очистить сточные воды до установленных нормативных показателей с учетом местных требований. Очищенная вода либо используется в дальнейшем, либо сбрасывается в природные водоёмы. Также, возможен рецикл воды и повторное применение на технические нужды различных предприятий.

Потребление и использование воды в бытовой и производственной деятельности населения неизбежно приводит к ее обогащению различными элементами. Прежде чем вернуть ее в природу, следует осуществить высококачественную очистку до соответствующих норм предельно допустимой концентрации (ПДК). Требования очистки сточных вод в водоемы, имеющие рыбохозяйственное значение представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования очистки сточных вод в водоемы, имеющие рыбохозяйственное назначение

№ п/п	Наименование показателя	Сточная вода	
		До очистки	После очистки
1	рН	6,5-8,5	6,5-8,5
2	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	до 350,0	3,0
3	БПКполн, мг/дм <sup>3</sup>	до 500,0	3,0
4	ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	до 600,0	15,0
5	Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	до 45,0	0,4
6	СПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	до 12,0	0,1
7	Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	до 3,0	0,05
8	Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	до 16,0	0,2

По классификации сточные воды можно разделить на следующие виды:

- Бытовые сточные воды – сточные воды, загрязненные веществами минерального, органического и бактериологического происхождения. Примерно 50% загрязнителей составляют органические составляющие, далее фосфор, азотные группы, жиры, белки, коллоидные примеси.

- Производственные сточные воды. По составу делятся на условно чистые и загрязненные.

Условно чистые стоки образуются от охлаждения деталей, бытовых приборов (холодильники, кондиционеры), компрессорных установок, теплообменных аппаратов и не загрязнены специфическими примесями.

Загрязненные могут иметь в своем составе вредные ядовитые и радиоактивные вещества:

- Дождевые и талые сточные воды – сточные воды, загрязненные в основном минеральными примесями, однако подобные стоки с промышленных площадок могут содержать органические и вредные вещества. Обеззараживание данного вида вод производится методом физико-химической очистки.

Часто стоки бывают смешанного типа и совмещают в себе одновременно несколько разновидностей. Например, от производства образуются стоки:

Производственные - от технологического процесса, бытовые - от персонала, атмосферные - от таяния снега и выпадения атмосферных осадков на промышленную площадку.

Загрязняющие вещества делятся на несколько видов:

- Минеральные – химические соли, земля, песок и прочее;
- Органические – нефть, различные углеводороды, фенол, спирты, кислоты, альдегиды, эфиры;
- Биологические – в основной массе, это продукты жизнедеятельности населения;
- Бактериального происхождения – бактерии и микроорганизмы.

В воде они присутствуют в нерастворенном, растворенном и коллоидном виде.

Максимальную угрозу с санитарной точки зрения представляют органические загрязнения, так как при гниении они выделяют ядовитые газы (сероводород, аммиак, углекислый газ), возникает процесс гниения, зарождаются микробы вызывающие брюшной тиф, дизентерию и другие смертельные заболевания.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

### 1.1.2 Этапы очистки сточных вод

- Механический (ситы, решетки, отстойники) - в результате механической очистки содержание взвешенных веществ снижается на 40-60%. БПК, который определяет степень загрязненности органикой, на 20-40% мг/л
- Биологический (аэротенки, биофильтры) - позволяет снизить содержание взвешенных веществ и БПК до 15-20 мг/л
- Физико-химический - позволяет доочистить сточные воды до норм сброса в водоемы рыбохозяйственного значения. На этом этапе применяются сорбционные фильтры, лампы УФ-дезинфекции, обработка химическими реагентами.

При проектировании и изготовлении очистных сооружений применяются все этапы очистки, образуя при этом полноценный комплекс обеспечивающий достижение установленных норм и стандартов.

Расход сточных вод, поступающих на обработку, напрямую зависит от количества жителей, т.е. норма водоотведения равна норме водопотребления. Для большого объема жидкости нужны соответствующие емкости и резервуары. При проектировании канализационных сетей населенного пункта учитывается нагрузка на трубопроводы, которые подбирают из расчета пропускной способности требуемого количества стока. Чтобы не проводить сложный и дорогостоящий монтаж коллекторов очень большого диаметра, в больших городах строятся несколько станций очистки.

### 1.1.3 Строительство локальных очистных сооружений

Локальные очистные сооружения – комплекс сооружений, предназначенных для очистки и переработки бытовых сточных вод. Основное назначение – очистка бытовых стоков, которые могут поступать с жилых объектов различных уровней: это коттеджные поселки, мегаполисы, жилые микрорайоны, села, дачные товарищества и т. д. Кроме того, они могут строиться для очистки стоков, поступающих с сельскохозяйственных или промышленных объектов.

Строительство очистных сооружений канализации автономного типа необходимо там, где отсутствует возможность подключения к централизованной канализационной системе. Локально очистные сооружения обеспечивают полноценную очистку стоков, что делает их совершенно безопасными для окружающей среды. В

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

них проводится переработка сточных вод биологическим методом с использованием аэробных бактерий. Результатом биопереработки становится чистая вода и активный ил, который необходимо периодически откачивать.

Такая конструкция имеет несколько важных преимуществ:

- Герметичность. Резервуары изготавливаются из современных прочных материалов, которые полностью изолируют сточные воды от подземных источников и почвы, предотвращая загрязненность окружающей среды. Это наиболее экологичная и безопасная очистка стоков.
- Долговечность. Строительство очистных сооружений сточных вод предполагает их бесперебойное использование в течение нескольких десятилетий.
- Компактные размеры. Модульные наземные сооружения не занимают большого пространства, и хорошо вписываются в общий план застройки территории.
- Экологичность. Для переработки стоков не требуется использовать токсичные химикаты, биологическая очистка является на сегодня наиболее экологически чистым и безопасным решением.
- Простота обслуживания. Работы по обслуживанию ЛОС приходится проводить только несколько раз в год, они не создают больших неудобств и не требуют крупных финансовых затрат. Это экономически оправданное решение, которое отлично подойдет для самых разных объектов.

Всеми этими преимуществами можно воспользоваться только при профессиональном проектировании, строительстве и установке ЛОС. Эффективность и надежность системы зависит от квалификации проектировщиков и монтажной бригады, поэтому все работы должны выполняться опытными специалистами.

#### **1.1.4 Материалы для строительства канализационных очистных сооружений**

В очистных сооружениях используется множество емкостного оборудования: отстойники, блоки анаэробного реактора, блоки биологической очистки, канализационные насосные станции. Все это выполняет важную функцию по очистке стоков. В зависимости от требований к очистным сооружениям могут применяться различные материалы, такие как: железобетон, сталь, стеклопластик.

Железобетонные резервуары обычно имеют большие размеры. Изготавливаются круглой, либо прямоугольной формы. Применяются в крупномасштабных

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

очистных сооружениях высокой производительности. Срок службы до 30 лет. Плановое обследование проводится два раза в год, а первое полное техническое обследование – через 10 лет с момента ввода в эксплуатацию.

Преимущество этого материала - относительно низкая себестоимость изготовления, отсутствие ограничений в габаритах. Недостатки - длительные сроки строительства, высокие эксплуатационные расходы, обусловленные повышенным износом конструкций (образование микротрещин и др.), частые плановые проверки.

Стальные резервуары, в зависимости от условий эксплуатации (влажность, температурный режим, состав сточных вод) изготавливаются из проката углеродистой или легированной стали методом сварки. Толщина стенок для подземных сооружений должна быть не менее 5 мм, а наземных – 4 мм.

Основным недостатком стальных конструкций является их подверженность к коррозии, самого материала и сварных соединений. Для защиты оборудования осуществляется и антикоррозионная обработка. Срок службы металлоконструкций в наземном варианте, как правило, не превышает 15 лет, а в подземном варианте - 10 лет. Также необходимы периодические плановые осмотры.

Стеклопластиковые ёмкости имеют массу преимуществ: не подвергаются коррозии и не требуют дорогостоящего технического обслуживания. Оболочки изготавливаются методом намотки, что исключает образование утечек. Смола, используемая при производстве, подбирается в соответствии с условиями их эксплуатации. Срок службы этих конструкций (25-50) лет. В отличие от стальных емкостей, стеклопластиковые емкости имеют значительно меньший вес, при аналогичных габаритах, что облегчает их монтаж и транспортировку. Единственным недостатком конструкций из стеклопластика является плохая переносимость экстремально низких температур. В северных регионах, где температура воздуха может опускаться до минус 50°С, стеклопластик становится хрупким и не пригодным для использования.

Подводя итог можно сказать, что идеального материала для изготовления емкостного оборудования для очистных сооружений не существует. Каждый материал имеет свои плюсы и минусы. В большинстве случаев лучшим вариантом является использование емкостей из стеклопластика. Металлические ёмкости подходят для северных регионов, а также для изготовления больших резервуаров методом проката.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

## 1.1.5 Проектирование КОС

Процесс проектирования канализационных очистных сооружений включает в себя разработку специальных материалов, которые являются необходимыми и достаточными для создания канализационных очистных сооружений.

Работы по строительству канализационных очистных сооружений, насосных станций и ливневых сетей требуют тщательной предварительной подготовки. Она включает в себя следующие мероприятия:

- Согласование документаций и получение всех разрешительных документов, включая все согласования в ТОУ «Росприроднадзор», ТОУ «Росрыболовство» и ФГБУ «Центральное УГМС» с согласованной водоохраной зоной (санитарно-защитная зона – СЗЗ);

- Проведения комплекса инженерных изысканий и разработка комплекта проектной документации. Необходимо учесть требуемую производительность очистного сооружения, особенности канализации, мощность насосного оборудования и десятки других параметров.

- Проведение экспертиз. Проектная документация проходит тщательную проверку и согласование в нескольких контролирующих органах с получением положительного заключения.

- Оформление разрешительной документации. Требуется получение ордера (разрешение) на проведение земляных работ и получение разрешения на строительство.

Проектирование установок для очистки загрязненных вод осуществляется в соответствии с определенными стандартами, устанавливающими требования к очистным сооружениям. К ним относятся строительные своды и правила, а также документы, содержащие санитарно-эпидемиологические правила и нормы по водоотведению - СанПиНы.

При проектировании сетей инженерно-технического обеспечения и проектно-изыскательских работ основным документом является СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения», где указаны основные параметры для размещения очистных сооружений. Гигиенические требования к проектированию и реконструкции очистных сооружений, способных воздействовать на поверхностные водоемы, прописаны в СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Степень очистки воды определяется по следующим показателям стоков:

- Уровень pH;
- Наличие взвешенных химических веществ;
- Количество твердых отходов;
- Концентрация органики в стоке – БПК, то есть биологическое потребление кислорода.

При критичности показателей проводится более глубокая очистка. Для того, чтобы правильно подобрать очистные сооружения, спроектировать их и добиться оптимального результата в кратчайшие сроки, необходимо внимательно изучить вышеперечисленные стандарты и найти оптимальный подход к решению данного вопроса. Правильным решением является проектирование и заказ новых очистных сооружений, отвечающих современным и экологическим требованиям.

При выборе мощности септиков учитываются:

- Среднесуточный расход воды;
- Количество осадков с учетом перепадов температур;
- Снижение нагрузки на систему за счет выходных дней, если они предусмотрены на предприятии.

Часто бывает, что суточные нормы значительно увеличиваются. Это следует учитывать при проектировании насосного оборудования, при этом берется две отметки – минимальное и максимальное потребление, фактический объем может быть значительно меньше запланированного. Расчёты производятся в кубических метрах. Взвешенные вещества и показатель БПК определяют среднее содержание органических масс в сточных водах. Требования по очистке изложены нормами очищенной жидкости. При составлении проекта и строительстве очистных сооружений необходимо учитывать специфику их работы.

Требования также содержатся в СП 32.13330.2018 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная версия СНиП 2.04.03-85. Этот документ обуславливает следующие правила:

- Качество стоков должно соответствовать нормам, представленным выше;
- В отходах не должно быть токсичных веществ, а также тех элементов, которые провоцируют коррозию;
- Для опасных, горючих и ядовитых отходов необходимо создать отдельный промышленный сброс.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

После проектирования под установленные параметры и экологические нормы, требуется изготовление и сборка оборудования.

Предусматривается наземное или подземное исполнение.

Очистные сооружения подземного исполнения часто применяют для очистки малых хозяйственно-бытовых стоков до 10 м<sup>3</sup>/сутки, имеющие минимальный набор оборудования, например, септики.

При монтаже должен учитываться уровень грунтовых вод, состав грунта, глубина промерзания.

### **1.1.6 Основные этапы строительства канализационных очистных сооружений**

Основные этапы строительства очистных сооружений:

- Подготовка котлована подходящих размеров. Его глубина и диаметр рассчитывается в проектной документации;
- Обустройство песчаной подушки на дне котлована;
- Армирования будущего фундамента;
- Заливка фундамента подобранной маркой бетона;
- Монтирование оборудования входящего в состав объекта;
- Возведение каркаса здания, утепление и облицовка его подобранными материалами;
- Сборка крыши;
- Устройство ограждающих конструкций производственного корпуса;
- Монтаж технологических трубопроводов и арматуры, систем приточно-вытяжной вентиляции и отопления, внутренних сетей водоснабжения и водоотведения;
- Прокладка наружных инженерных сетей и коммуникаций.

Контроль качества выполняемых операций проводится на каждом этапе производства работ. По завершению монтажа очистных сооружений проводятся гидравлические испытания. Оборудование изначально настроено и налаживается вхолостую. Далее выполняются и устраняются неполадки системы.

На этом же этапе работ предусматриваются, разрабатываются и согласовываются внутренние регламенты эксплуатации сооружений, составляются инструкции

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

по методические указания рабочего места оператора, а также график проведения лабораторного контроля.

Завершающий этап – подготовка технического отчета о вводе в эксплуатацию, содержащего в себе рекомендации по обеспечению бесперебойной работы и условий эксплуатации очистных сооружений сточных вод.

## **1.2 Основные требования к реконструкции канализационных очистных сооружений**

Помимо определенных погрешностей методов очистки к основным причинам снижения эффективности ОС относят:

- Неудовлетворительное техническое состояние сооружений из-за длительной и активной эксплуатации;
- Невозможность проведения качественного ремонта из-за отсутствия альтернативных линий очистки/очистных сооружений;
- Несвоевременное проведение ремонтных работ, отсутствие диагностики;
- Нарушение технологий очищения стоков;
- Перебои в подаче кислорода в процессе биологической очистки стоков из-за неисправности воздуходувок или электроснабжения;
- Повреждение илопроводов, эрлифтов;
- Поступление на доочистку стоков, не соответствующих качественным характеристикам. Это снижает эффективность очищения и может вовсе вывести из строя ступень доочистки, стать источником вторичных загрязнений.

## **1.3 Наилучшие допустимые технологии интенсификации канализационных очистных сооружений**

### **1.3.1 Реконструкция решеток**

Решетки нужны для задержания крупноразмерных (более 1 см) отходов в сточных водах - отходы бытовой и производственной деятельности.

В время очистки из отходов адсорбируются содержащиеся в стоках органические соединения, образующиеся на поверхности органических отходов и др. загрязнений; способствует прилипанию к ним значительного количества песка, шлака и

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

др. минеральных частиц, что приводит к образованию крупногабаритных органоминеральных органических отходов. Средняя плотность органоминеральных компонентов близка к плотности воды, что облегчает перенос песка на крупногабаритные частицы через решетки и песколовки.

В итоге песок осаждается в первичных отстойниках, затрудняя выгрузку осевшего осадка, перекачку его по илопроводам и сброс сброженного осадка из метантенков.

Легкие плавающие отходы, проходящие через отстойники, затрудняют работу сооружений доочистки или выносятся с очищенными сточными водами в водоемы.

Эффективное удаление загрязнений из стоков при их очистке через решетки обеспечивает нормальную эксплуатацию песколовков, первичных отстойников, метантенков, трубопроводов и каналов подачи осадков в метантенки, в цеха мехобезвоживания или на иловые площадки.

Решетки являются первым элементом всех технологических схем очистки сточных вод. Они устанавливаются в расширенных каналах перед песколовками. В ходе длительной эксплуатации механизированных решеток на очистных сооружениях сточных вод были выявлены следующие недостатки:

- недостаточная продольная и поперечная жесткость фильтровальных пластин;
- непродолжительный ресурс работы подшипниковых узлов механизма;
- непродолжительный ресурс работы пластмассовых накладок.

Эффективность удаления многокомпонентных крупногабаритных органоминеральных стоков включает разработку новейших сорозадерживающих решеток. Задача в следующем:

1. Максимально возможное извлечение из сточных вод грубодисперсных механических примесей.
2. Обеспечение надежной регенерации процеживающего элемента (решетки) от задержанного шлама.
3. Необходимость сохранить сложившиеся планировочные решения и высотную схему очистных сооружений.

Работу по подбору оптимальной конструкции решеток следует продолжать по двум направлениям:

- а) закупка и производственные испытания прогрессивных образцов решеток из мирового парка этих механизмов;

б) разработка и производство на базе имеющегося опыта эксплуатации усовершенствованной решетки отечественного производства.

Эффективность работы решеток зависит от работы всех последующих конструкций и механизмов очистных сооружений.

### 1.3.2 Реконструкция песколовок

Сточные воды после решеток содержат нерастворенные минеральные примеси (песка, шлака, боя стекла и др.). Песколовки нужны для выделения из стоков тяжелых минеральных примесей. Песколовки нужны, когда в состав очистных сооружений входят отстойники.

Песколовки - сооружения непрерывного действия, сконструированы, чтобы в них выпадали тяжелые минеральные частицы, но не выпадал легкий осадок. По нормам, песколовки должны удерживать песок (скоростью осаждения) 18,7-24,2 мм/сек, обеспечивая его выпадения не менее 65% от количества, содержащегося в стоках.

Подразделяются по направлению движения воды на: горизонтальные, вертикальные и с вращательным движением жидкости (тангенциальные и аэрированные).

Горизонтальные - вытянутые конструкции прямоугольного сечения. Элементами песколовок являются: входная часть канала песколовки, с шириной которого равна ширине песколовки; выходная часть - канал, ширина которого сужена до ширины улавливателя до ширины отводящего канала; бункер для сбора осадка, расположен в начале песколовки снизу.

Дополнительное оборудование: механизм перемещения осадка в бункер, элеваторы и насосы для удаления осадка из песколовки и транспортировки осадка к месту обезвоживания. Осадок в бункер перемещается с помощью гидромеханических систем.

Вертикальные - эксплуатируются на очистных сооружениях. Имеют цилиндрическую форму, а подача воды осуществляется к двум сторонам у основания. Конусная часть - сбора, осажённого осадка. Сбор и отвод воды осуществляют кольцевым лотком. Вода движется вертикально вверх, песок оседает вниз. Поэтому, скорость восходящего потока жидкости должна быть меньше гидравлической фракции улавливаемого песка, т.е.  $v < u_0$ .

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Вертикальные песколовки удобны для накопления больших объемов осадка. Целесообразно использовать их в полу отделённых системах и на очистных сооружениях стоков.

Тангенциальные песколовки имеют круглую форму в плане и тангенциальную подачу воды к ним, что обеспечивает вращательное движение в песколовках (по периферии вода движется вниз, а по центру – вверх). Способствует улавливанию песка с минимальным содержанием органических включений.

Основные недостатки песколовок:

1. Песколовки всех указанных выше типов, для удержания фракций  $D = 0,2-0,25$  мм, рекомендованы действующими нормативно - техническими актами, не могут обеспечить содержание песка в осадке первичных отстойников не менее 5%.

2. Эффективность удержания песка расчетных фракций и свидетельствуют о том, что его концентрации в осадке первичных отстойников составляет менее 5%, расчет песколовок необходимо производить на удаление песка фракции 0,1 мм, а не 0,2– 0,25 мм.

3. Аэрированные песколовки по сравнению с вертикальными и горизонтальными не обеспечивают необходимого качества песчаного осадка и уступают по эффективности удержания песка, стоимость строительства аэрированных песколовок из-за их большой глубины значительно выше, традиционных горизонтальных.

В зарубежной практике отказались получать песчаный осадок в песколовке с минимальным содержанием органического вещества. Для максимального удаления песка время удержания воды в песколовке должно быть установлено в пределах 15-30 мин, что подтверждается зарубежной практикой, т.е. песколовка работает как отстойник.

Увеличение длины песколовок невозможно из-за размещения их в существующих планировочных решениях, в этом случае необходимо интенсифицировать процессы очистки конструктивным нестандартным оборудованием. На качество улавливания песка влияет полнота выгрузки осадка. В 1980-х годах механическое перемещение осадка вдоль песколовки заменено гидромеханическим, которое состояло из трубы диаметром 200 мм с 84 распылителями диаметром 10 мм каждый.

Эксплуатация системы также показала ее ненадежность, выражающуюся в засорении распылителей и накоплении песка на дне лотка в виде валиков. Гидравлические элеваторы, периодически выходили из строя.

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

При реконструкции осадок выгружается вместо гидроэлеватора с грунтовым насосом большего типа, который имеет более высокий КПД (48-50%) по сравнению с гидроэлеватором (15-20%). Забор осадка из каждой песколовки в насос осуществляется подъемным оголовком, что позволяет осматривать и очищать всасывающее отверстие оголовка, без опорожнения песколовки. Песчаный осадок с песчаных площадок не может быть утилизирован или отложен, т.к. он опасен в бактериальном отношении.

Чтобы сделать песчаный осадок безопасным, его необходимо произвести сан-обработку. Осадок, сбрасываемый из песколовки всех блоков, должен собираться в бункере-накопителе. Для обеспечения консистенции и расхода пульпы в течение дневной смены осадок из накопителя бака перекачивается через гидроциклон в шнековый пескопромыватель, а оттуда поступает на вибросито с отверстиями 2 мм, где крупное органическое вещество (семечки, косточки фруктов, кости и т.п.) отделяется от песка и поступает в бункершламонакопитель.

Просеянный песок зумпф насосом подается в чан-пропариватель с мешалкой, где подвергается термическому обеззараживанию. Обеззараженный песок промывается водой, обезвоживается в шнековом промывателе и поступает в песковой бункер. Из бункеров осадок вывозится на полигон, а песок утилизируется. Промывная воды возвращаются в песколовку.

Анализ работы песколовки показывает, что расчет песколовки следует производить для удержания песка с размерами фракции 0,1 мм, а не 0,15-0,25 мм, как это предусмотрено действующими нормативными требованиями. Для обработки осадка песколовки принята одностадийная схема, заключающаяся в промывке песчаного осадка от органических примесей, осуществляемой в напорных гидроциклонах ГЦР-500 и спиральных классификаторах КС1-12, с получением конечного продукта с зольностью 80-85% и влажностью около 30%.

### 1.3.3 Реконструкция отстойников

Отстаивание - простой и дешевый метод отделения грубых примесей из стоков с плотностью, отличной от плотности воды.

Простота отстойных сооружений делает их широко используемыми на. В зависимости от своего назначения и расположения в технологических схемах очистки сточных вод отстойные сооружения подразделяются на следующие: отстойники –

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

первичные, вторичные и третичные (контактные резервуары); илоуплотнители; отстойники.

Первичные отстойники расположены в технологической схеме очистки сточных вод непосредственно за песколовками и предназначены для выделения взвешенных веществ из сточных вод, что при достигаемом эффекте осветления 40-60% также приводит к снижению величины БПК в осветленных сточных водах на 20-40% от исходного значения. Во избежание повышенного увеличения избытка активного ила в аэротенках и биопленки в биофильтрах остаточная концентрация взвешенных веществ в осветленных сточных водах после первичных отстойников не должна превышать 100-150 мг/л.

В зависимости от исходной начальной концентрации взвешенных веществ в сточных водах, которые составляют 200-500 мг/л, выбирается наиболее рациональная технология первичного осветления и требуемая продолжительности отстаивания. Вторичные отстойники являются неотъемлемой частью сооружений биологических очистных сооружений, располагаются в технологической схеме непосредственно после биоокислителей и служат для отделения активного ила от биологически очищенной воды, выходящей из аэротенков, или для удаления биологической пленки, поступающей с водой из биофильтров. Эффективность вторичных отстойников определяет конечный эффект очистки воды от взвешенных веществ.

Для интенсификации работы отстойников и илоуплотнителей предложены следующие методы:

1. Гидродинамические:
  - 1.1 Совершенствование гидравлической схемы сооружений;
  - 1.2 Оптимизация гидродинамических условий седиментации;
  - 1.3 Тонкослойное отстаивание;
2. Технологические:
  - 2.1 Рециркуляция промежуточных продуктов очистки;
  - 2.2 Регулирование уровня очистки;
  - 2.3 Оптимизация исходной концентрации загрязнений;
  - 2.4 Регулирование кислородного режима;
3. Химические:
  - 3.1 Корректировка pH;
  - 3.2 Коагуляция;
  - 3.3 Флокуляция;

3.4 Сорбция;

4. Физические:

4.1 Поле центробежных сил;

4.2 Магнитное поле;

4.3 Ультразвук;

4.4 Флотация;

4.5 Тепловое кондиционирование;

4.6 Контактная коагуляция.

Интенсификация работы первичных отстойников возможна за счет непрерывной откачки осадка с его последующим уплотнением в отстойнике. Преимущества заключаются в поддержании практически нулевого (не более высоты скребков) слоя осадка на дне отстойника и тем самым повышения осветления воды. Удаление осадка, особенно если всё дно очищено тщательно скребками, позволяет избежать отложения осадка с его анаэробным разложением и попаданием трудноосаждаемых продуктов разложения в осветляемую воду.

Усовершенствование конструкции устройств для удаления плавающих веществ с поверхности радиальных отстойников, наиболее распространенных на аэрационных станциях. Качающиеся приемные бункера, которые были затоплены при прохождении скребковой фермы и собрали плавающие вещества, вместе со значительным количеством воды, обеспечивали влажность удаляемой смеси около 97%.

### **1.3.4 Реконструкция сооружений биологической очистки сточных вод**

Аэротенк - гибкая, но довольно сложная с точки зрения технологии конструкция. Используются для полной или частичной очистки городских и производственных стоков. Для нормальной работы необходимо дополнительно к сточным водам подавать активный ил и кислород (в виде обычного сжатого воздуха или богатой кислородом газовой смеси).

Условия для интенсивной эксплуатации аэротенков:

- величиной нагрузки по органическим загрязнениям на активный ил;
- дозой и величиной индекса активного ила; – скоростью изъятия и окисления содержащихся в сточной воде органических загрязнений;
- седиментационной способностью активного ила;
- обеспечением равномерной аэрации всего объема сооружения;

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- соответствием параметрам, при которых протекают биологические процессы (рН, температура, наличие органических загрязнений в необходимом количестве и биогенных элементов).

Применение продольных перегородок аэротенков с поперечными перегородками, не достигающими ни до дна (или чередующимися: не достигающими ни до дна, то до уровня воды), ни до противоположной стенки, значительно повышает эффективность аэротенков как для удаления органических соединений, так и для снижения содержания аммонийного азота в очищенной воде (примерно до 3-5 мг/л).

Разделение позволяет исключить продольное перемешивание иловой смеси в аэротенке и обеспечивает технологический режим работы аэротенка к режиму идеального вытеснителя и поддерживает заданный режим аэрации в пределах каждой секции. Количество таких секций принимается в соответствии с рекомендациями практического характера и подтверждается расчетом аэротенков-вытеснителей.

Отличиями от классической схемы биологической очистки в аэротенках являются модификации, приближающие работу аэротенков к этапам процесса биологической очистки или создание в них условий, идентичных по объему или длине аэротенка нагрузки на активный ил или кислородного режима.

Реновация аэротенков с использованием присоединенных биоценозов. Использование нейтральных носителей для формирования на них фиксированной микрофлоры - перспективное направление повышения дозы ила в аэрационном сооружении. В этом случае поддерживаются два типа микробных культур: свободно плавающие, то есть активный ил, и прикрепленные к носителю.

В качестве носителей микрофлоры используются как плавающие, так и неподвижно установленные форсунки из различных материалов различной формы, что позволяет значительно увеличить дозу ила. К таким материалам относят: пластиковый шнур (или канат), установленный в виде сетей определенного плетения, свободно плавающие губки различной формы с пористостью около 97% с внутренней и внешней поверхностью, способствующей прикреплению биомассы. В зоне аэрации этот плавучий материал (его плотность близка к 1) удерживается проволоочными сетями, его удалению в отстойные сооружения.

В отечественной практике сетчатые насадки из синтетических материалов разработаны компаниями «Экополимер», «Этек», «Грин Фрог», «Комплект-экология» и др. Сточные воды содержат волокнистые включения, нити и волоски, которые

могут прикрепляться к загрузочному материалу и тем самым блокировать свободный проход воды через загрузочный материал.

Эффективность работы конструкций с прикрепленной микробной массой рециркулирующий активный ил должен проходить предварительную очистку от волокнистых частиц в мелкопористых решетках, а сама нагрузка должна периодически регенерироваться путем продувки воздухом.

На маломощных очистных сооружениях биологическая очистка обычно осуществляется в биофильтрах. По своей конструкции биофильтр представляет собой довольно простую конструкцию и состоит из резервуара (круглого или прямоугольного в плане), загрузочного фильтра, водораспределительного устройства, дренажного устройства и вентиляционного устройства. Биофильтры 2 назначения биофильтров-очистка бытовых и промышленных сточных вод, близких к ним по своему составу.

Основные методы реконструкции биофильтров:

- Замена загрузочного материала (с увеличением или без увеличения слоя загрузочного материала) и изменение конструкции биофильтра;
- Замена оросительной системы. Этот метод интенсификации в основном относится к реконструкции системы дождевого орошения в водоструйную, и только в исключительных случаях (качающиеся желоба, водоналивные системы или вращающиеся оросители) возможна замена движущихся систем орошения на водоструйные;
- Изменение технологической схемы работы станции биофильтрации с заменой загрузочного материала.

### **1.3.5 Реконструкция сооружений по доочистке сточных вод**

В процессе эксплуатации микрофильтров происходит биообрастание сетки. Для предотвращения этого явления делают периодическую обработку сетки хлорной водой, возможно также непрерывное введение хлора в промывную воду при расходе ее не менее 5 % общего расхода обрабатываемых вод.

Поскольку при наличии в сточной воде аммонийного азота происходит интенсивная коррозия меди, то рабочие и поддерживающие сетки микрофильтров должны быть из нержавеющей стали. Барабанные сетки с отверстиями размером

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

0,3-0,5 мм устанавливаются перед фильтрами с зернистой загрузкой и задерживают поступающие из сточных вод крупные примеси для защиты фильтров от засорения.

Эффективность задержания взвешенных веществ на барабанных сетках составляет 20-25 %, снижение БПК<sub>полн</sub> – 5-10 %. При условии изготовления каркаса и сеточных элементов из полимерных некорродирующих материалов возможности использования сетчатых фильтров для доочистки сточных вод могут быть значительно расширены. Особенную роль в работе фильтров играют биохимические процессы, происходящие в зернистой загрузке. На зернах загрузки фильтров образуется биологическая пленка, в состав которой входят аэробные микроорганизмы, сохраняющие свою жизнеспособность благодаря кислороду, растворенному в биологически очищенных водах. Таким образом, фильтрующая загрузка выполняет роль биологического фильтра, в котором продолжается биохимическое окисление загрязнений.

Интенсифицировать процесс фильтрации сточных вод на фильтрах с подачей воды сверху вниз, повысить эффект снижения БПК и улучшить условия промывки загрузки можно путем предварительного осветления сточных вод напорной флотацией. При этом качестве флотационной камеры целесообразно использовать объем фильтра, расположенный над фильтрующей загрузкой

Интенсификация биохимических процессов в зернистой загрузке и повышение эффекта доочистки сточных вод достигается в аэрируемых фильтрах. Верхний ярус двухъярусного фильтра или вторая ступень двухступенчатого фильтра служат для удаления растворенных и коллоидных органических загрязнений, а также для насыщения воды кислородом. На аэрированных фильтрах удается понизить концентрацию взвешенных веществ на 80-90 %, БПК<sub>полн</sub> – на 75-80 %, ХПК на – 30-45 %.

Расчетные параметры аэрированного фильтра таковы: скорость фильтрации 7 м/ч; крупность фильтрующей загрузки 1-1,8 мм; общая высота слоев загрузки верхнего и нижнего ярусов 1,8-2 м; интенсивность аэрации 0,7-1 м/(м·ч); продолжительность фильтроцикла 2-4 ч; интенсивность промывки нижнего яруса 17-18 л/(м<sup>2</sup>·с) при продолжительности промывки 7-8 мин, верхнего яруса 10-12 л/(м<sup>2</sup>·с). Верхний ярус промывается в 4-5 раз реже, чем нижний.

Для доочистки сточных вод можно эффективно использовать фильтры с плавающей загрузкой из пенополистирола, шунгезита или других материалов с плотно-

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

стью менее плотности воды. Целесообразнее всего использовать фильтры с нисходящим фильтрующим потоком типа ФПЗ-4. Движение воды в фильтре происходит в направлении снижения крупности неоднородной загрузки гранулами диаметром 0,5-12 мм. Отведение фильтрованной воды производится через дренаж в нижнем слое мелкозернистой загрузки, что предотвращает расширение этого слоя и вынесение задержанных загрязнений. Выключается на промывку фильтр при достижении предельных потерь напора в загрузке (2-2,5 м) или при увеличении концентрации взвешенных веществ в фильтре выше допустимой. Промывка плавающей загрузки выполняется нефильтованной водой из надфильтрового пространства и заканчивается при снижении уровня воды в фильтре до минимальной отметки  $Z_{\min}$ .

Существенную интенсификацию процесса доочистки сточных вод обеспечивает гидропневматический фильтр АФПЗ. Конструкция фильтра предусматривает поступление в загрузку атмосферного воздуха при периодическом снижении уровня воды в фильтре, что способствует интенсификации биохимических процессов в загрузке. Загрузка фильтра АФПЗ изготовлена из пенополистирола с размером зерен 0,8-1,2 мм и высотой слоя 1,2-1,5 м. При концентрации взвешенных веществ в исходной воде до 30 мг/л и скорости фильтрования 15 м/ч эффект удаления взвешенных веществ составляет 80-95 %, БПК5 – 60-75 %, ХПК – 50-60 %, продолжительность фильтроцикла 24-48 ч.

Хорошие результаты получены при интенсификации работы проточных и непроточных биологических прудов путем использования различных культур проточных водорослей. Ведущая роль среди них принадлежит массовым видам дико-растущих водорослей типа вольвоксовых, эвгленовых, диатомовых и протококковых, которые насыщают воду водоема растворенным кислородом, что препятствует массовому развитию в биологических прудах сине-зеленых водорослей.

Другим способом интенсификации биологической и глубокой очистки сточных вод в биологических прудах является культивирование в них высших водных растений – макрофитов. Этот метод, получивший название биогидрботанического, основан не только на фильтровании, поглощении и накоплении органических и неорганических загрязнений, их минерализации и детоксикации. Исследованиями установлено, что макрофиты могут изымать из сточной воды фенолы, роданиды, соли тяжелых металлов, биогенные элементы и другие виды загрязнений.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Особенно эффективно использование таких растений, как камыш озерный, тростник обыкновенной, рогоз узколистный, элодея, рдесты. Подбор и высаживание в биологическом пруду в определенном порядке по ходу движения воды различных видов макрофитов позволяет добиться высокой степени очистки городских и производственных сточных вод. Кроме того, при этом происходит обеззараживание сточных вод. Так, в процессе метаболизма мощная корневая система тростника, превышающая в 3-5 раз надземную биомассу, выделяет в воду бактерицидные вещества.

### 1.3.6 Реконструкция сооружений по обеззараживанию сточных вод

В настоящее время широкое распространение в качестве сильного окислительного обеззараживающего реагента получил молекулярный хлор и его модификации (гипохлориты, хлористый аммоний). При хлорировании стоков из-за непостоянства их химического состава дозировка затруднена. Возможно либо неполное обеззараживание сточных вод, либо попадание в водоем свободного хлора. Для удаления избыточного хлора обычно используются реагенты-восстановители (бисульфит, SO<sub>2</sub>), но любом случае при окислительного обеззараживающего реагента получил молекулярный хлор и его модификации (гипохлориты, хлорид аммония).

При хлорировании сточных вод из-за непостоянства их химического состава строгое дозирование хлора затруднено. Возможно либо неполное обеззараживание сточных вод (при недостатке хлора), либо поступление в водоем свободного хлора (при избытке). Восстановители (бисульфит, SO<sub>2</sub>) обычно используются для удаления избытка хлора, но в любом случае при хлорировании сточных вод образуется комплекс хлорорганических токсичных соединений.

Озон часто рассматривается как альтернатива хлору. Он имеет ряд особенностей: эффективно взаимодействует с фенолами, полиароматическими и олефиновыми алифатическими карбидами.

В результате образуются органические кислоты, альдегиды и литаны, которые токсичны. При использовании озона на крупных водоочистных сооружениях возникают технические и экономические проблемы, а также необходимость больших площадей. Основные трудности связаны с образованием токсичных побочных продуктов, низкой растворимостью озона в воде, его собственной высокой токсичностью и взрывоопасностью.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

В последние годы все большее внимание уделяется использованию ультрафиолетового излучения в целях обеззараживания сточных вод. Устраняется необходимость в хранении, транспортировке или производстве опасных смесей. Для достижения желаемого эффекта требуется всего несколько секунд.

Для обеззараживания сточных вод УФ-облучением используются лампы низкого давления. Для обеззараживания небольших количеств сточной жидкости (до 50 м<sup>3</sup> /ч) применяется напорная схема.

Облучение происходит в камере, куда коаксиально вмонтирован источник УФ-излучения. Они врезаются в магистральный трубопровод с давлением до 10 атм. В одной камере УФ-облучения монтируются 1-3 лампы. Увеличение производительности до 150 м<sup>3</sup>/ч и даже до 1000 м<sup>3</sup>/ч достигается установкой нескольких камер и увеличением количества ламп в одной камере. В этом случае установка должна быть снабжена достаточным количеством электрической энергии. Доза бактерицидного УФ-облучения от 16 до 20 мВт с/см<sup>2</sup> для доочищенных сточных вод.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

## **2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОЩАДКИ РЕКОНСТРУКЦИИ**

### **2.1 Исходные данные по объекту реконструкции**

Село Большетархово расположено в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области. Административно село подчинённо администрации поселку городского типа Излучинск.

Население на 2020 год составляет 555 жителей.

Снабжение водой общественных зданий осуществляется из скважины, снабжение жителей центральной части поселка- из общественных колодцев, а снабжение жителей прибрежной зоны- из протока р. Вах. Бытовая канализация в поселке автономная - выгребы. Централизованная канализация в настоящее время находится в стадии проектирования.

### **2.2 Географические условия**

В административном отношении район работ расположен в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области.

Участок изысканий расположен вблизи с. Большетархово.

В географическом отношении участок изысканий расположен в зоне средней тайги, в центральной части Среднеобской низменности, в районе Среднего Приобья.

В геоморфологическом отношении участок изысканий расположен на I надпойменной террасе р. Вах.

По почвенно-географическому районированию участок расположен в Западно-Сибирской таежно-лесной области, зоне Северо- и Среднетаежных почв, районе подзолистых, подзолисто-глеевых и болотных почв.

Согласно СП 131.13330.2018 СНиП 23-01-99 «Строительная климатология», участок работ относится к строительному району ID. Климат района резко континентальный. Зима суровая, холодная и продолжительная. Лето короткое и теплое. Короткие переходные сезоны – осень и весна. Наблюдаются поздние весенние и ранние осенние заморозки, резкие колебания температуры в течении года и даже суток. Среднегодовая температура воздуха минус 3,1°С, средняя температура воздуха наиболее холодного месяца января минус 22,2°С, а самого

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

жаркого – июля плюс 16,7°C. Абсолютный минимум температуры приходится на декабрь минус 59°C, а абсолютный максимум – на июнь-июль плюс 35°C.

Рельеф участка изысканий техногенно преобразован, выполнена частичная отсыпка грунтом.

Техногенные воздействия на природную и геологическую среду связано со строительством и эксплуатацией сооружений, что проявляется в повреждении и уничтожении почвенно-растительного слоя, нарушении целостности рельефа.

Площадка расположена в подзоне разнотравнотипчаковых ковыльных степей лугово-степной зоны. Растительность представлена в виде густо посаженных деревьев, из которых 80% составляет сосна. Имеется травянистая и кустарниковая растительность.

Грунты представлены тремя инженерно-геологическими элементами:

- песок серый, мелкий средней плотности;
- суглинок коричневый пылеватый мягкопластичной консистенции;
- супесь коричневая, текучая.

Грунты, которые будут служить основанием для фундаментов - непросадочные, ненабухающие, сильнопучинистые.

Грунтовые воды на момент изысканий встречены на глубине 0,6÷2,3м.

Сейсмичность района составляет не более 6 баллов.

Планировочными ограничениями застройки являются границы отвода земельного участка.

Общая площадь участка очистных сооружений составляет 0,12 га.

Въезд на территорию осуществляется с проезжих частей прилегающих участков территории. Рельеф участка в основном спокойный, общий уклон имеет направление с севера на юг. Перепад отметок - от 61.20 до 58.10 м.

Рельеф участка изысканий техногенно преобразован, выполнена частичная отсыпка грунтом.

Техногенные воздействия на природную и геологическую среду связано со строительством и эксплуатацией сооружений, что проявляется в повреждении и уничтожении почвенно-растительного слоя, нарушении целостности рельефа.

Опыт строительства сооружений в исследуемом районе показывает, что основными инженерно-геологическими причинами деформаций сооружений могут быть:

- наличие слабых болотных отложений торфа;

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

- наличие слабых глинистых грунтов с показателем текучести более 0,75;
- коррозионные свойства грунтов и грунтовых вод;
- пучинистые свойства грунтов.

### 2.3 Геологические и гидрогеологические условия

В геологическом строении территории изысканий принимают участие грунты верхнечетвертичного возраста, представленные комплексом озерно-аллювиальных отложений и современного возраста техногенного происхождения.

Участок изысканий расположен на суходоле, покрытом почвенно-растительным слоем мощностью 0,2 м. Территория частично отсыпана.

Разрез площадки изучен до глубины 10 м, трассы - до 5 м и представлен следующими разновидностями грунтов:

- насыпной грунт, представлен песком мелким средней степени водонасыщения.

Мощность отложений по пройденным скважинам составила 0,5-1,2 м.

Насыпной грунт, в соответствии со СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 отнесен к специфическим (техногенным) грунтам и дополнительно описан в п.7.

- суглинок полутвердый, слагает верхнюю часть разреза до глубины 1,2- 2,5 м. Мощность отложений составила 0,7-2,3 м.

- суглинок тугопластичный, слагает разрез в интервале глубин 1,2-7,5 м. Суглинок содержит тонкие прослойки супеси. Мощность отложений составила 5,0-5,2 м.

- суглинок мягкопластичный, вскрыт с глубины 6,4-7,5 м. Вскрытая мощность отложений составила 2,5-3,6 м.

В гидрогеологическом отношении территория изысканий расположена в пределах Средне-Обского гидрогеологического бассейна подземных вод, находящегося в центральной части Западно-Сибирского мегабассейна.

Особенностью Западно-Сибирского артезианского мегабассейна является то, что в разрезе можно выделить два гидрогеологических этажа. Верхний гидрогеологический этаж включает грунтовые и пластовые воды в отложениях олигоцен-четвертичного возраста. Воды верхнего гидрогеологического этажа характеризуются свободным, реже затруднительным водообменом.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

Гидрогеологические особенности района работ определяются современным состоянием грунтов верхней части разреза. В верхней части разреза (в пределах зоны влияния подземных вод на проектируемые сооружения) подземные воды скважинами глубиной 10 м не вскрыты.

Коэффициенты фильтрации грунтов принять:

- суглинок - 0,017 м/сут.

Следует отметить, что в периоды обильного снеготаяния и затяжных дождей в насыпных грунтах, уложенных на минеральные грунты возможно образование горизонта техногенных вод. Зимой эти воды перемерзают, летом испаряясь, могут исчезнуть. Колебание уровня вод будет зависеть от количества выпавших атмосферных осадков.

Техногенные воздействия на природную и геологическую среду связано со строительством и эксплуатацией сооружений, что проявляется в повреждении и уничтожении почвенно-растительного слоя, нарушении целостности рельефа.

#### **2.4 Изменение антропогенной нагрузки на канализационные очистные сооружения**

Состояние равновесия экосистемы водных объектов нарушается в результате множественных причин. Потребление кислорода определяется через биохимическое потребление кислорода (БПК). При большом сбросе органических веществ наступает дефицит кислорода. вызывает значительное ухудшение качества воды. Несмотря на то, что органические вещества не относятся к вредным, их сброс вызывает значительное ухудшение качества воды.

Высвобождение веществ-биогенов, которые не являются токсичными приводит к экологическим последствиям. Они необходимы для существования живых организмов. Водоемы бедны питательными веществами. Когда они попадают в водоемы, происходит быстрый рост фитопланктона. Он препятствует прохождению солнечного света в толщу воды, что приводит к нарушению фотосинтеза водных растений.

В результате резко снижается поступление кислорода, вырабатываемого бентосными растениями. Фитопланктон имеет короткий жизненный цикл, что приводит к накоплению большой массы мертвого фитопланктона-детрита. Питаясь детритом, бактерии, потребляют кислород, уменьшая его содержание в воде.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Взвешенные частицы, также способствуют эвтрофикации. Они не классифицируются как химически вредные, но уменьшают проникновение света в толщу воды, закупоривают жабры и обволакивают яйца рыб. Действие токсичных соединений проявляется в зависимости от их концентрации.

При больших концентрациях наступает гибель гидробионтов, что изменяет обмен веществ, скорость развития, мутагенез, потерю способности к размножению. Чувствительны к вредным веществам начальные гидробионты. Особенно опасны ядохимикаты на основе соединений тяжелых металлов и синтетических органических соединений. Различают канцерогенные, мутагенные и тератогенные эффекты. Токсичные химические вещества особенно опасны т.к. накапливаться в организмах.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

### **3 РАСЧЕТ И ПОДБОР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОДОВАНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

#### **3.1 Расчет изменения поступающих стоков на очистные. Требуемые показатели очищенных стоков**

Село Большетархово расположено в Нижневартовском районе Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области.

Проектом разработаны внутривозрадные сети водоотведения от проектируемых зданий и сооружений площадки канализационных очистных сооружений, а также внеплощадочный напорный коллектор выпуска очищенных сточных вод.

Существующие системы канализации отсутствуют. Проектируемые системы водоотведения предусмотрены различного назначения для обеспечения работы всех сооружений.

Проектом предусмотрены как напорные так и самотечные сети канализации.

Очищенные сточные воды подаются к месту выпуска в р. Вах.

Сточные воды по напорной линии поступают в колодец-гаситель напора и затем в проектируемый оголовок выпуска в р. Вах.

Концентрации загрязнений в очищенных стоках допустимы для сброса в водные объекты рыбохозяйственного назначения.

Очистные сооружения (станция Е-300БХ) запроектированы блочно-модульного типа полной заводской готовности. Завод изготовитель: ЗАО «Компания «ЭКОС».

Поступающие на площадку сточные воды выгружаются в канализационную напорную станцию неочищенных стоков.

Далее сточные воды перекачиваются на станцию биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод марки «Е-300БХ».

Станция предназначена для очистки стоков сложного состава. К этой категории относятся слабоконцентрированные сточные воды. Производительность станции составляет 300 м<sup>3</sup>/сут. Особенность – стабильная работа при колебаниях концентраций загрязняющих веществ в течении суток и при неравномерном притоке сточных вод.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Станция комплектуется оборудованием механического обезвоживания осадка (шнековый обезвоживатель, флокуляционная установка).

После очищенные и обеззараженные стоки по трубопроводу подаются к месту выпуска в р. Вах. Обеззараживание очищенных сточных вод осуществляется ультрафиолетовым облучением. Часть очищенных стоков, направляется обратно в насосную и сливную станции для разбавления поступающих стоков.

Образовавшиеся в процессе очистки крупные загрязнения вывозятся на утилизацию, регенерационные воды - возвращаются в приемный резервуар канализационной насосной станции неочищенных стоков.

Обработанный осадок складировается и далее вывозится в места, согласованные с СЭС.

Расчётный среднесуточный расход сточных вод по техническому заданию – 300 м<sup>3</sup>/сут.

Сточные воды – хозяйственно-бытовые. Характеристики исходной воды представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Характеристики исходной сточной воды

№ п/п	Наименование параметра	Исходная сточная вода, мг/дм <sup>3</sup>
	1	2
1	БПК <sub>полн</sub>	20-200
2	Взвешенные вещества	20-200
3	ХПК	90-300
4	Азот аммонийных солей N(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	5-20 (в пересчете на аммоний-ион 6,4 – 25,6)
5	Азот нитритов N(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	4-12 (в пересчете на аммоний-ион 16 – 53)
6	Азот нитратов N(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	0,35-1,5 (в пересчете на аммоний-ион 1,1 – 4,9)
7	Концентрация фосфатов PO <sub>3</sub> <sup>4-</sup>	1-10 (в пересчете на фосфор 0,32 - 3,2)

Продолжение таблицы 2

	Наименование параметра	Исходная сточная вода, мг/дм <sup>3</sup>
	1	2
8	Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	10
9	Нефть и нефтепродукты	5
10	Жиры	20

Строительство очистных канализационных очистных сооружений вызвано необходимостью улучшения экологической обстановки с. Большетархово, т.к. в настоящее время все стоки автомашинами вывозятся и сбрасываются в земляной карьер.

Таблица 3 - Характеристики очищенной сточной воды

№ п/п	Наименование параметра	Очищенная сточная вода мг/дм <sup>3</sup>
	1	2
1	БПК <sub>полн</sub>	3
2	Взвешенные вещества	3
3	ХПК	-
4	Азот аммонийных солей N(NH <sup>4+</sup> )	0,39 (в пересчете на аммоний-ион 0,5)
5	Азот нитритов N(NO <sup>2-</sup> )	0,02 (в пересчете на нитрит-анион 0,08)
6	Азот нитратов N(NO <sup>3-</sup> )	9 (в пересчете на нитрат-анион 40)
7	Концентрация фосфатов PO <sub>3</sub> <sup>4</sup>	0,46 (в пересчете на фосфор 0,15)
8	Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	0,5
9	Нефть и нефтепродукты	0,05
10	Жиры	нормируются по БПК

### 3.2 Подбор сооружений механической очистки

Сточные воды от сливной канализационной насосной станции (КНС) по напорному трубопроводу К1Н поступают на станцию «Е-300БХ», проходят через устройство, фильтрующее самоочищающееся (УФС), на которой происходит удаление крупных отбросов и взвешенных веществ минерального и органического происхождения размером более 1 мм. Сбор задержанных отбросов осуществляется в специальные дренажные мешки, которые вывозятся в места утилизации, согласованные с санитарно-эпидемиологической службой. Промывка шнековой решетки производится по мере их засорения технической водой, которая поступает по напорному трубопроводу В1 после обеззараживания. Контроль расхода сточных вод, подаваемых на шнековую решетку, осуществляется с помощью электромагнитного расходомера.

#### 3.2.1 Подбор УФС (устройства фильтрующего самоочищающегося)

УФС (устройство фильтрующее самоочищающееся) — оборудование для механической очистки сточных вод. УФС удаляет твердые частицы размером более 2 мм (частицы песка, грязи, различный мусор и т.д.). Фильтрующее устройство представляет собой ряд особых стержней из нержавеющей стали, расположенных под определённым углом и имеющих специальное, трапецеидальное сечение.

Они установлены в корытообразной ёмкости, предназначенной для заполнения водой во время очистки. Ширина зазоров между стержнями составляет от 2 до 5мм, что обеспечивает высокоэффективную фильтрацию крупных посторонних частиц.

При фильтровании сточной воды по наклонному сити УФС происходит механическая очистка стоков от крупных примесей размером более 2 мм (более 2 мм – кек и менее 2 мм – фугат).

Отфильтрованная часть стока (фугат), проходя через сетку, поступает через отводящий патрубок в сооружения для дальнейшей очистки. Задержанные на сетке крупные включения смываются в мешок вновь поступающим потоком, что вызывает эффект самоочищения сетки.

Кек самотеком попадает в мешки фильтрационные, которые находятся под накопительной емкостью, происходит обезвоживание, отфильтрованный через мешок сток поступает в сооружения для дальнейшей очистки. Мешки с твердыми

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

бытовыми отходами накапливаются в отведенном месте и по мере необходимости вывозятся.

Объем бытовых отходов  $W$ , м<sup>3</sup>/год, задерживаемых на решетках составит:

$$W = \frac{aN}{1000}, \quad (1)$$

где  $a$  – количество отбросов, снимаемых с решеток на 1 человека, л/год; при  $b = 10$  мм  $a = 8$  л/год на 1 чел.;

$N$  – число жителей в населенном пункте.

$$W = \frac{8 * 555}{1000} = 4,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Эффективность задержания взвешенных веществ на УФС составляет 20-30%.

Применение УФС исключает из схемы песколовки и первичные отстойники. Кроме того, на УФС отфильтровывается не задерживаемая в отстойнике всплывающая взвесь, таким образом стабилизируется работа отстойника и блока доочистки.

Особенностями работы УФС являются:

- Надежность работы оборудования ввиду простоты конструкции и отсутствия движущихся элементов;
- Высокая эффективность механической очистки сточных вод;
- Высокая защита от коррозии: корпус из нержавеющей стали AISI 304;
- Незасоряемость полотна обеспечивается особой формой стержней;

Поставка возможна как отдельного оборудования, так и полностью укомплектованного цеха механической очистки сточных вод по требованию Заказчика.

Для производительности 100 м<sup>3</sup>/сут (4,2 м<sup>3</sup>/час) подобрана модель УФС УФ-10, производительностью от 3 до 8 м<sup>3</sup>/час (масса 62 кг).

Комплект оборудования включает в себя:

- установка фильтрующая самоочищающаяся (нержавеющая сталь AISI 304 с чистовой обработкой);

- поддон с двойным дном для сбора отходов (нержавеющая сталь AISI 304 с чистовой обработкой);
- мешки для отходов;
- защитный экран УФС (композитная панель).

Внешний вид УФС представлен на рисунке 1.

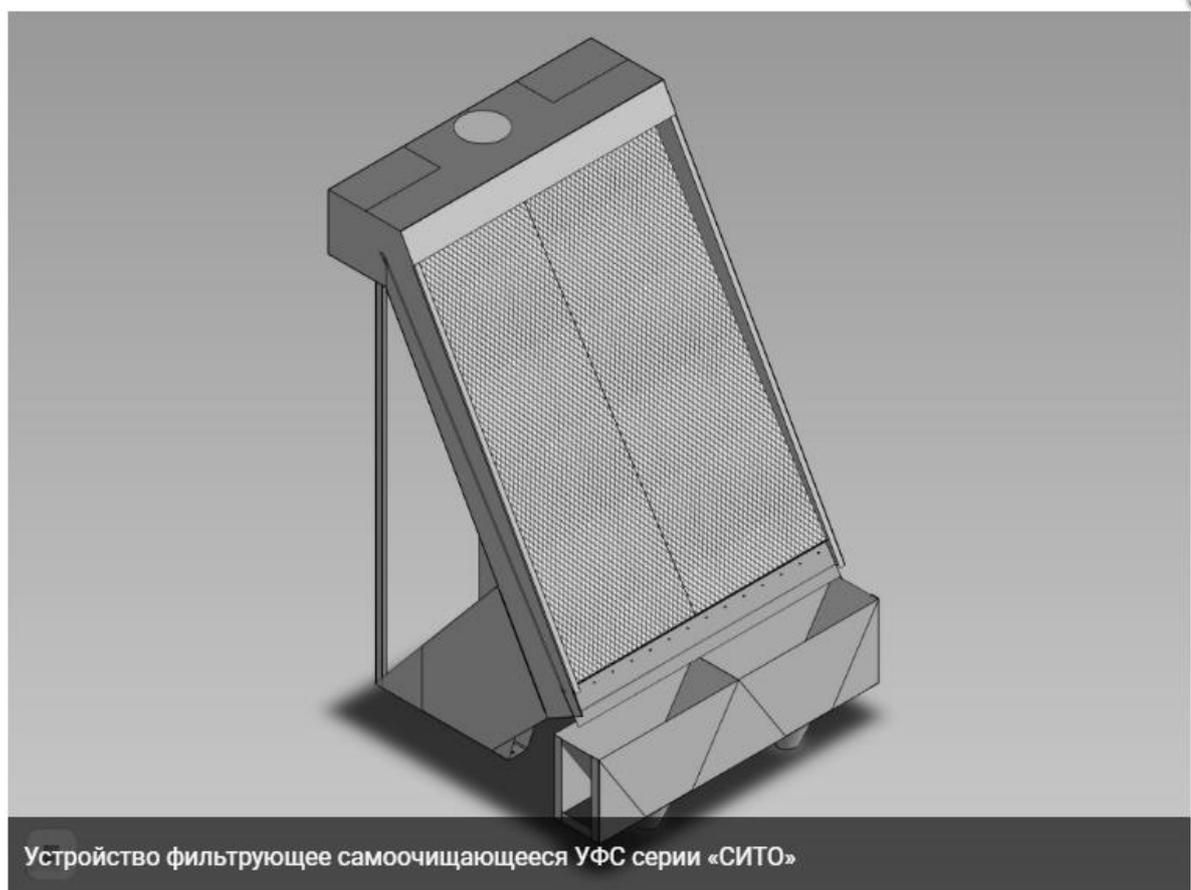


Рисунок 1 – Внешний вид УФС

### 3.2.2 Станция «Е-300БХ»

Блочно-модульные станции биохимической очистки ЁРШ БХ закрытого исполнения предназначены для приема и глубокой очистки сточных вод сложного состава. К этой категории относятся:

- слабоконцентрированные сточные воды;
- смесь хозяйственно-бытовых, ливневых и производственных сточных вод в различных пропорциях;
- сточные воды, содержащие специфические компоненты;

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

- сточные воды с высоким содержанием биогенных элементов (азот и фосфор).

Биохимические очистные сооружения представляют собой двухэтажные металлические блочно-модульные здания с двускатной крышей. Каркас блоков выполнен из стальных квадратных труб 100x100x4 и швеллеров №10. Крыша двускатная, выполнена по балкам из швеллеров №10. Ограждающими конструкциями зданий являются стены и кровля комплексной конструкции.

Стены и крыша утеплены негорючим материалом - плитами из минеральной ваты марки «Термостена».

Наружные стены и кровля из сэндвич-панелей толщиной 50-150 мм. Полы из алюминиевого листа. Для подъема на второй этаж предусматривается лестница шириной 900 мм. Для безопасного обслуживания резервуаров на втором этаже предусмотрены ограждения резервуаров. Ограждения выполнены из трубы прямоугольного сечения.

Все станции имеют электрическое освещение, отопление и вентиляцию, а также систему автоматизации техпроцессов.

Станции ЁРШ БХ устанавливаются на железобетонную фундаментную плиту (конструкция плиты определяется расчетом) и привариваются сваркой к закладным деталям.

Вокруг станций предусматривается отмостка шириной 1 м. Отвод воды с кровли наружный организуется посредством водосборных желобов и труб. Архитектурное решение станции представлено на рисунке 2.

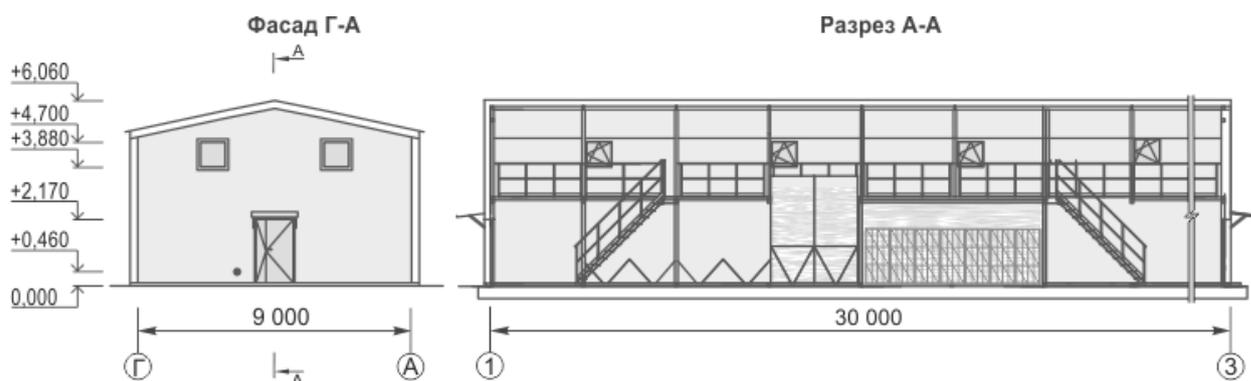


Рисунок 2 – Архитектурное решение станции ЕРШ Е-300БХ

Технологические характеристики блочно-модульных станций очистки сточных вод представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Технологические характеристики блочно-модульной станции очистки сточных вод

№ п/п	Наименование параметра	Исходная сточная вода, мг/л	Очищенная сточная вода, мг/л
	1	2	3
1	БПК <sub>полн</sub>	20-200	3
2	Взвешенные вещества	20-200	3
3	Азот аммонийных солей	5-20	0,39
4	Азот нитритов N(NO <sup>2-</sup> )	0,35-1,5	0,02
5	Азот нитратов N(NO <sup>3-</sup> )	4-12	9
6	Концентрация фосфатов PO <sub>3</sub> <sup>4</sup>	1-10	0,46
7	Поверхностно-активные вещества (ПАВ)	10	0,5
8	Нефть и нефтепродукты	5	0,05
9	Температура, °С	10-30	-

Технические характеристики блочно-модульной станции очистки сточных вод представлены в таблице 5.

Таблица 5 - Технические характеристики блочно-модульной станции очистки сточных вод

№ п/п	Наименование параметра	Станция Е-300БХ
	1	2
1	Производительность, м <sup>3</sup> /сут	300
2	Максимальный коэффициент часовой неравномерности	4
3	Габаритные размеры станции, не более (длина/ширина/высота), м	6х6х5,6
4	Количество блок-модулей, шт./габариты, м	4 шт./6х3

Продолжение таблицы 5

	Наименование параметра	Станция Е-300БХ
	1	2
5	Требуемые размеры заглубленного резервуара-накопителя осадка (длина/ширина/высота) м, полезный объем м <sup>3</sup>	1,5x1,5x3/5
6	Размеры станции по бетонному основанию (длина/ ширина), м	8x8
7	Установленная мощность без оборудования обезвоживания осадка, кВт	27,4
8	Установленная мощность с оборудованием обезвоживания осадка, кВт	31,7
9	Потребляемая мощность без оборудования обезвоживания осадка, кВт	20,1
10	Потребляемая мощность с оборудованием обезвоживания осадка, кВт	23,1
11	В том числе на отопление и вентиляцию, кВт	9,6
12	В том числе на технологические нужды без оборудования обезвоживания осадка, кВт	9,5
13	В том числе на технологические нужды с оборудованием обезвоживания осадка, кВт	12,5
14	В том числе на вспомогательные нужды, кВт	1
15	Водопотребление, м <sup>3</sup> /сут (оборотный цикл)	2
16	Месячная потребность в мешках для УФС, шт/мес	30
17	Количество осадка по сухому веществу, кг/сут	24
18	Количество осадка влажностью 98%, м <sup>3</sup> /сут	1,2
19	Количество осадка влажностью 80%, м <sup>3</sup> /сут	0,1
20	Месячный расход коагулянта, л/мес	108
21	Месячный расход флокулянта, кг/мес	5,1

Продолжение таблицы 5

	Наименование параметра	Станция Е-300БХ
	1	2
22	Месячный расход соды (при минимальной щелочности исходной воды), кг/мес	300
23	Время непрерывной работы ультрафиолетовой установки между промывками, час	250
24	Расход щавелевой кислоты на промывку ультрафиолетовых установок, кг/мес	0,1

Железобетонный резервуар-усреднитель не входит в комплект поставки станции и строится на площадке КОС силами заказчика до начала монтажа станции.

Железобетонный резервуар-накопитель осадка не входит в комплект поставки станции и строится на площадке КОС силами заказчика до начала монтажа станции при отсутствии на объекте опционально цеха механического обезвоживания осадка.

После механической очистки сточные воды поступают по трубопроводу в усреднитель.

Усреднитель предназначен для выравнивания концентрации загрязняющих веществ в сточной воде, поступающей на очистку, и позволяет обеспечить равномерную гидравлическую нагрузку на последующие элементы сооружений очистки и доочистки. Полезный объем усреднителя должен быть 40 м<sup>3</sup>, максимальный рабочий уровень не более 2,5 м. Для предотвращения выпадения взвешенных веществ в осадок в усреднителе предусмотрена перфорированная система взмучивания воздухом, подаваемым от воздуходувок.

Опорожнение всех емкостных элементов станции «Е-300БХ» в усреднитель осуществляется по напорному трубопроводу опорожнения.

Из усреднителя сточные воды постоянным расходом погружным насосом по напорному трубопроводу, подаются на очистку. Для обеспечения бесперебойной круглосуточной подачи сточных вод на очистку в усреднителе предусмотрена установка одного рабочего и одного резервного насоса. Насосы работают в автоматическом режиме, их включение и отключение происходит от сигнала, подаваемого поплавковыми датчиками уровней.

Контроль расхода сточных вод, подаваемых из усреднителя на очистку, осуществляется с помощью электромагнитного расходомера. Для регулировки расхода сточных вод на напорном трубопроводе насосов усреднителя установлена клиновья задвижка.

Сточные воды погружным насосом усреднителя подаются в смеситель шайбового типа для смешения с дозируемыми растворами реагентов. После смесителя сточные воды поступают в камеру успокоения потока.

В сточные воды осуществляется дозирование раствора коагулянта, способствующего последующему осаждению содержащихся в сточных водах взвешенных веществ. Требуемая эффективность осветления сточных вод достигается регулированием дозы реагента.

Для приготовления и дозирования растворов реагентов в станции предусмотрено соответствующее необходимое оборудование:

- растворный бак с мешалкой;
- расходный бак;
- насосы-дозаторы готового раствора реагента.

Технологические параметры работы оборудования приготовления и дозирования растворов реагентов, таких как - доза реагентов, крепость растворов, время расходования готового раствора, уточняется в ходе пусконаладочных работ, в зависимости от концентрации загрязнений и суточного расхода сточных вод.

Из камеры успокоения потока сточные воды самотеком поступают в центральный распределительный карман отстойника вертикального типа.

Сбор осветленных стоков осуществляется сборными лотками, расположенными на поверхности отстойника. Лотки с двусторонним изливом. Для обеспечения равномерного сбора воды, водосборные кромки лотка оборудованы треугольными водосливами.

После отстаивания загрязнения оседают в конусе отстойника.

### **3.3 Расчёт и подбор сооружений биологической очистки**

Из отстойника сточные воды самотеком поступают в биореактор с ершовой загрузкой. Биореактор предназначен для биологической очистки сточных вод биомассой прикрепленной на ершовой загрузке.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Принцип работы биореакторов с ершовой загрузкой заключается в следующем. В резервуар с загрузочным материалом подается биологически очищенная сточная вода, под загрузочным материалом установлена система аэрации, которая обеспечивает в резервуаре необходимую циркуляцию сточной воды через контейнеры с загрузкой. Этот поток вовлекает поступающую сточную жидкость в циркуляцию, снабжает биомассу гидробионтов, прикрепляющуюся на загрузке, кислородом, активным илом из вторичных отстойников.

При заиливании загрузочного материала их отмывают подачей воздуха через аэрационную систему. Водовоздушный поток внутри контейнеров срывает иловые отложения с загрузки, в это время осуществляют опорожнение биореактора и ил выводится из сооружения. На период промывки биореактора подача очищаемой сточной жидкости на очистку прекращается.

В технологии применяем высоконагружаемый биореактор. Высоту биореактора назначают в зависимости от БПК<sub>полн</sub> очищенной сточной воды, а гидравлическую нагрузку – в пределах 10 – 30 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·сут). Допустимое значение БПК<sub>полн</sub> поступающих на биофильтр сточных вод – 300 мг/дм<sup>3</sup>.

Определяем коэффициент К по формуле:

$$K = \frac{\text{БПК}_{\text{полн1}}}{\text{БПК}_{\text{полн2}}}, \quad (2)$$

где БПК<sub>полн1</sub> и БПК<sub>полн2</sub> – концентрация БПК<sub>полн</sub> в поступающей и очищенной сточной воде, мг/л;

$$K = \frac{25}{3} = 8,33$$

По среднезимней температуре сточной воды Т и найденному значению К определяем высоту биофильтра Н, гидравлическую нагрузку q и расход воздуха V<sub>уд</sub>; для очистки без рециркуляции значения Н, q и V<sub>уд</sub> следует принимать при наибольшем К, для очистки с рециркуляцией при меньшем К. При очистке без рециркуляции находят площадь биофильтров:

$$S = \frac{Q}{q}, \quad (3)$$

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $Q$  – расход очищаемых сточных вод, м<sup>3</sup>/сут

$q$  – гидравлическая нагрузка, м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>\*сут)

Среднезимняя температура сточной воды  $T=14$  °С. Высота биореактора  $H=3$  м.

Гидравлическая нагрузка  $q=10$  м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>\*сут). Удельный расход воздуха  $q_a=10$  м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup>

Общая площадь биореактора:

$$F = \frac{Q_w \cdot (K_{rec} + 1)}{q}, \quad (4)$$

$$F = \frac{300 \cdot 1}{10} = 30 \text{ м}^2$$

Принимаем высоконагружаемый биореактор круглый в плане диаметром 3 м,  $F=64,65$  м,  $H=3$  м, с количеством секций  $n=2$  м. В качестве загрузки применяем синтетически ерши.

Значение БПК на входе в биореактор  $БПК_5=60$  мг/л. Нормативное количество загрязнений на выходе из биореактора -  $C^{оч}_{БПК}=7,86$  мг/л. Количество БПК, которое необходимо удалить из сточной воды в биореакторе:

$$G_{бпк} = (C_{БПК^{отст}} - C_{БПК^{оч}}) \cdot \frac{Q_{сут}}{1000}, \quad (5)$$

$$G_{бпк} = (60 - 7,86) \cdot \frac{555}{1000} = 28,9 \text{ кг/сут}$$

Для формирования нитрифицирующей биопленки в биореакторе нагрузка на биопленку должна быть не более 0,2 г БПК на 1 г биопленки по сухому веществу в сутки. Нагрузка определяется соотношением:

$$q = \frac{G_{бпк}}{G_{бп}}, \quad (6)$$

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Найдем массу биопленки, находящейся на ершовой загрузке и общую длину ершовой загрузки на биопленке:

$$q = \frac{28,9}{0,2} = 144 \text{ кг}$$

Общее требуемое количество ершовой загрузки определяется тем, что на 1 погонном метре ерша образуется 933г активной биопленки. Расчет требуемого количества ершовой загрузки:

$$L_{\text{общерш}} = \frac{G_{\text{бп}}}{0,933} \quad (7)$$

$$L_{\text{общерш}} = \frac{144}{0,933} = 155 \text{ п. м.}$$

Конструктивно принимаем размещение ершовой загрузки в виде горизонтальных дисков, располагающихся с шагом  $S_{\text{диска}}=50\text{мм}$ . Высота дисков 0,05м. Шаг ерша в диске  $S_{\text{ерш}}=50\text{мм}$  диаметр одного диска без ершовой загрузки в биореакторе 0,3м.

Реактивные вращающиеся оросители состоят из: двух, четырех или шести дырчатых труб, расположенных на общем стояке. Вода поступает в радиальные трубы и переливается через перфорацию. Под действием реактивной силы – распределитель вращается. В определении размеров реактивного оросителя, количества распределительных труб, отверстий, напора стоков и частоты вращения. Скорость истечения из отверстий принимается не менее 0,5 м/с, диаметр отверстий – не менее 10 мм, напор воды очень небольшой – не менее 0,5-1 м.

Число и размеры секций зависят от способа распределения сточной воды по поверхности. Обычно количество секций принимают не менее 2-х и не более 6-8. В практике проектирования применяют биореакторы прямоугольной формы в плане размерами сторон 3х3, 3,6х4, 9х12, 12х12, 15х15, 12х18 м и др., с высотой слоя загрузки 2,3 и 4 м, а также круглой формы в плане диаметром 6, 12, 18, 24, 30 м, с высотой слоя загрузки 2, 3, 4 м.

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Ершовая загрузка биореактора организована в виде объемных кассет, перегораживающих коридоры биореактора. Под кассетами уложены трубчатые мембранные аэраторы, которые позволяют плавно регулировать интенсивность аэрации.

В биореактора, куда осуществляется рециркуляция сточных вод, происходит процесс денитрификации в условиях пониженной интенсивности аэрации. Рециркуляция осуществляется погружным насосом, расположенным в конце биореактора.

Микроорганизмы образуют биопленку на поверхности ершовой загрузки. В процессе жизнедеятельности биопленка использует для питания, дыхания и роста органические загрязнения в стоках, а аэрация обеспечивает необходимое для жизнедеятельности количество растворенного в воде кислорода. В процессе работы происходит, отрыв окислившейся биопленки и ее вынос из биореактора.

Для обеспечения устойчивого процесса нитрификации в станции предусмотрено дозирование раствора соды. Технологические параметры работы установки задаются при проведении пусконаладочных работ.

Из биореактора сточная вода через переливную стенку поступает в аэрационный смеситель, куда осуществляется дозирование раствора коагулянта для удаления избыточного количества фосфора. Аэрация в камере смешения осуществляется с помощью перфорированного трубопровода.

Из аэрационного смесителя сточная вода поступает в безнапорный ершовый фильтр, который предназначен для задержания основного количества выносимых из биореактора биопленки и взвешенных веществ, что значительно упрощает эксплуатацию станции. Фильтрация в ершовом фильтре осуществляется снизу-вверх. Сбор фильтрованной воды осуществляется лотками. Ершовый фильтр имеет низкое гидравлическое сопротивление и упрощенный режим регенерации загрузки. Регенерация загрузки осуществляется путем интенсивной аэрации ершовой загрузки через систему перфорированных труб, уложенную по дну емкости, с последующим полным опорожнением фильтра.

Станция биологической очистки сточных вод – двухэтажное металлическое блочно-модульное каркасное производственное здание. Здание размерами в плане 13,6х6,1 м, с двускатной крышей. Высота первого этажа 2,6 м, второго от 2,0м до 2,6м. Высота станции 5,6м. Станция оборудована подвесной механической лебедкой для обслуживания и замены технологического оборудования. В состав

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

станции входят помещение ИТП и ВРУ для обеспечения работы площадки очистных сооружений.

### 3.4 Сооружения обработки осадка

Осадок из конуса отстойника с помощью шнекового насоса перекачивается в аэробный стабилизатор, где осуществляется аэробная стабилизация (аэрация) осадка, для последующего обезвоживания. Для снижения объема осадка в стабилизаторе предусмотрена система уплотнения (сгущения) – аэрацию периодически прекращают, по прошествии некоторого времени, необходимого для осаднения осадка, надильная вода с помощью карманов сбрасывается в усреднитель.

Станция укомплектована оборудованием механического обезвоживания – шнековым дегидратором. Осадок, обезвоженный на дегидраторе до влажности 80%, поступает в накопительный контейнер, который по мере накопления вывозится в согласованное место утилизации. Подача осадка из стабилизатора на шнековый дегидратор осуществляется шнековым насосом. В процессе работы шнекового дегидратора требуется периодическая промывка шнека, для чего к нему подведен водопровод (расход 24 л/мин, напор 3 атм). Режим промывки шнека – 10 сек/10 мин работы.

Все сооружения, требуемые для очистки сточных вод, и технические трубопроводы располагаются в компактном блочно модульном здании, разработанном и поставляемым ЗАО «Компания «ЭКОС». Утилизация отходов осуществляется вывозом спецтранспортом в места, согласованные с СЭС.

### 3.5 Сооружения доочистки

Доочищенная сточная вода после ершового фильтра самотеком поступает в емкость очищенной сточной воды, из которой с помощью насоса подается на фильтр тонкой очистки со степенью фильтрации 20мкм. Насос подбирается с учетом проектируемого выпуска очищенной сточной воды. Фильтр оборудован системой автоматической промывки. Промывка осуществляется по сигналу от датчика перепада давления, без прекращения работы фильтра. Объем промывочных вод около 1% от суточного расхода.

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

После фильтра очищенная вода подается на обеззараживание. Процесс обеззараживания происходит на установке обеззараживания воды ультрафиолетом (1 раб.). В качестве резервного метода предусмотрена установка дозирования гипохлорита натрия. Установка состоит из растворно-расходного бака гипохлорита натрия и насоса-дозатора. Дозирование производится непосредственно в напорный трубопровод К1.7Н очищенных сточных вод (возможно обеззараживание только ГХН, без поставки установки УФО). После обеззараживания очищенная сточная вода расходом равным усредненному притоку сточных вод под остаточным давлением (1 атм.) направляется на сброс.

### **3.6 Описание и обоснование схемы прокладки канализационных трубопроводов**

Все трубопроводы и сборные лотки станции Е-300БХ изготовлены из нержавеющей стали. Емкостные сооружения покрыты гидрофобным антикоррозийным материалами. Необходимое оборудование в соответствии с СП дублируется.

Выпуск очищенных сточных вод запроектирован напорным коллектором из полиэтиленовых труб ПЭ100 SDR17 -110x6,6 техническая ГОСТ18599-2001, стальных труб по ГОСТ 10704-91 d 108x4.0 и самотечным стальным трубопроводом по ГОСТ 10704-91 d 325x6.0.

Внутриплощадочные сети, прокладываемые подземно, запроектированы из полиэтиленовых труб ПЭ100 SDR 17 – 63x3,8 по ГОСТ 18599-2001. Минимальная глубина заложения сети на 0,3 м выше проникания в грунт нулевой температуры.

Глубина заложения напорных коллекторов на 0,5 м ниже проникания в грунт нулевой температуры. На сети для аварийного выпуска предусмотрен мокрый колодец.

С целью осмотра и обслуживания сетей водоотведения проектируются канализационные колодцы Ду 1500 мм из сборных железобетонных элементов, выполненных по типовому проекту 902-09-22.84.

Надземные сети запроектированы из стальных электросварных труб по ГОСТ 10704-91 в изоляции из пенополиуретана толщиной 40мм.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

## 4 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЕКТА РЕКОНСТРУКЦИИ

### 4.1 Описание экономической целесообразности реконструкции

Экономическая целесообразность реконструкции — характеристика, отражающая результаты капитальных вложений в развитие основных фондов. Общим показателем экономической целесообразности реконструкции является соотношение эффекта технического перевооружения предприятий или от эксплуатации реконструируемого здания и затратами на ее проведение.

Расчеты экономической целесообразности реконструкции служат для выбора наиболее эффективного варианта капитальных вложений в развитие производств, и не производств, основных фондов. Результаты реконструкции в промышленности и сельском хозяйстве выражаются в увеличении производства продукции и улучшении условий труда, в социальной сфере — в увеличении предоставляемых услуг, расширении их ассортимента и качества.

Отличительной чертой реконструкции жилых зданий является изменение их основных технико-экономических показателей (увеличение строительного объема и общей площади), улучшение санитарно-гигиенических и социальных условий проживания.

Расчеты экономической целесообразности реконструкции в производственных и непромышленных сферах проводятся исходя из следующих общих данных:

- единовременных затрат, связанных с реконструкцией здания или объекта;
- изменения текущих эксплуатационных расходов в связи с проведением реконструкции;
- срока окупаемости или коэффициента эффективности капитальных вложений;
- изменения объема производства или предоставляемых услуг;
- роста производительности труда или снижения трудоемкости при производстве или предоставлении услуг;
- улучшения условий труда в процессе эксплуатации после реконструкции.

При определении экономической целесообразности реконструкции жилых и общественных зданий необходимо учитывать некоторые особенности: в состав единовременных затрат следует включать действительную стоимость

конструктивных элементов и систем инженерного оборудования, ликвидируемых до истечения срока службы в результате реконструкции; единовременные затраты должны быть сокращены на величину стоимости совпадающего по времени с реконструкцией очередного капитального ремонта.

Экономическая целесообразность реновации жилых зданий рассматривается совместно с реконструкцией целых микрорайонов, тем самым дает возможность обновить строительную и планировочную структуру сел, поселков и городов выровнять условия жизни населения новых и старых районов.

Экономическое содержание реконструкции и нового строительства во многом совпадают. Для этих двух направлений капитальных вложений применяется единая методология определения экономической эффективности.

При анализе экономической целесообразности реконструкции необходимо различать капитальные вложения в производственные и непроизводственные сферы. Вложения в производственные фонды должны обеспечивать прирост национального дохода, который рассматривается как абсолютная эффективность капитальных вложений в реконструкцию, а отношение этого эффекта к единовременным затратам — как показатель их абсолютной эффективности.

В условиях формирования рыночных отношений определение абсолютной эффективности реконструкции затруднено тем, что действующие цены не вполне соответствуют стоимости. Отношение стоимости валовой продукции (за вычетом матер, затрат) к единовременным затратам не всегда позволяет сравнить между собой эффективность капитальных вложений в отдельной отрасли.

Вместе с тем, допустимо использовать показатель абсолютной эффективности при анализе капитальных вложений во времени в одной и той же отрасли. Определение абсолютной эффективности реконструкции и капитальных вложений в целом проводится преимущественно на макроэкономическом уровне. Для практической деятельности предприятий, проектных, строительных и ремонтно-строительных организаций гораздо большее значение имеют показатели уравнивающей эффективности, позволяющие оценить различные варианты технических решений и выбрать тот из них, который обеспечивает экономическую целесообразность реконструкции.

Реконструкция должна обеспечивать хозяйственную эффективность, следовательно, необходимо не только сравнивать различные варианты между собой, но и проводить их сопоставление со строительством.

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Показателем, характеризующим экономическую целесообразность реконструкции, является эффект от сопоставления стоимостной оценки затрат (единовременных и текущих) со стоимостной оценкой результатов (социальной и экономической). В зависимости от функционального назначения объектов реконструкции понятие текущих издержек может включать:

- себестоимость продукции, работ, услуг;
- эксплуатационные расходы на техническое обслуживание.

Сравнением показателей приведенных затрат выбирается вариант, обеспечивающий их минимальную величину, что обуславливает экономическую целесообразность реконструкции.

На количественную характеристику экономическую целесообразность реконструкции влияет ряд факторов, которые в зависимости от объекта реконструкции играют большую или меньшую роль.

Наибольшее влияние оказывает фактор времени, характеризующий три параметра:

- изменение капитальных вложений и текущих издержек;
- срок службы основных фондов;
- продолжительность производства строительно-монтажных или ремонтно-строительных работ.

В том случае, когда приведенные затраты определяются за несколько лет (когда текущие и капитальные затраты изменяются во времени), затраты более поздних лет приводятся к текущему моменту умножением на коэффициент приведения.

Фактор времени особое значение приобретает при расчете эксплуатационных расходов реконструируемых зданий производственного и непроизводственного назначения в условиях высокой динамики цен на топливно-энергетические ресурсы.

Сущность, влияние на экономическую целесообразность реконструкции оказывает и остаточный срок службы реконструируемых зданий и сооружений. По мере увеличения физического износа снижается эффективность реконструкции. Это обстоятельство предъявляет особые требования к вопросам прогнозирования технического состояния конструктивных элементов и инженерных систем зданий.

При определении экономической целесообразности реконструкции следует учитывать продолжительность выполнения работ, увеличение которой влечет за собой возможную потерю прибыли.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

При анализе эффективности капитальных вложений в непроизводственную, сферу не всегда получаемый эффект можно выразить в стоимостных показателях. Прежде всего это относится к жилищному хозяйству, где эффективность реконструкции достигается не столько в стоимостных, сколько в социальных показателях, характеризующих изменение качеств, параметров жилого дома и окружающей среды.

Квалиметрический метод - один из наиболее приемлемых методов для оценки качества обновления жилых зданий, которое рассматривается как комплексная обобщенная характеристика. Данные параметры, с учетом различных индивидуальных свойств, позволяют получить комплексный качественный показатель, характеризующий конечный социальный результат обновления.

Эффективность капитальных вложений определяется отношением прироста общего социального результата к сумме сокращенных затрат.

Сравнение социально-экономической эффективности позволяет оценить варианты технических решений. Оптимальный вариант следует рассматривать с максимальным значением общего социального эффекта.

Если социальные результаты идентичны в вариантах реконструкции, то выбор делается в пользу наиболее эффективного.

#### **4.2 Расчет себестоимости очищенной сточной воды**

Годовые эксплуатационные расходы по системам водоотведения ( $C$ ) в рублях в год слагаются из отдельных элементов годовых затрат и определяются по формуле:

$$C = C_{\text{ам}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{реаг}} + C_{\text{фзп}} + C_{\text{в}} + C_{\text{пр}}, \quad (8)$$

где  $C_{\text{ам}}$  - амортизационные отчисления, руб/год;

$C_{\text{эл}}$  - стоимость электроэнергии, руб/год;

$C_{\text{реаг}}$  - стоимость реагентов и других основных материалов, руб/год;

$C_{\text{фзп}}$  - фонд заработной платы обслуживающего персонала, руб/год;

$C_{\text{в}}$  - стоимость воды, используемой на собственные нужды, руб/год;

$C_{\text{пр}}$  - прочие расходы, руб/год.

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.

#### 4.2.1 Расчет амортизационных отчислений

Амортизационные отчисления на полное восстановление основных фондов системы водоотведения  $C_{ам}$ , в тысячах рублей, определяются по формуле:

$$C_{ам} = \sum_{i=3}^m (K_i / t_i), \quad (9)$$

где  $K_i$  – стоимость основного  $i$ -ого сооружения, оборудования, трубопровода, руб;

$t_i$  – срок полезного использования, мес.;

Данные для расчета амортизационных отчислений представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Расчет амортизационных отчислений

№ п/п	Наименование оборудования	Количество	Стоимость, руб	Срок полезного использования, мес
	1	2	3	4
1.	Станция Е-300БХ (в т.ч. устройство фильтрующее самоочищающееся, насос, фильтр тонкой очистки, устройство УФ-обеззараживания)	1	6 000 000	180
2.	Железобетонный резервуар усреднитель 40м <sup>3</sup>	1	200 000	300

$$C_{\text{ам.}} = \frac{6\,000\,000}{180} + \frac{200\,000}{300} = 34\,000 \text{ руб/мес}$$

#### 4.2.2 Расчет затрат на электроэнергию

Расчет стоимости электроэнергии производится на основе действующих тарифов на электрическую энергию и расчетных данных.

В настоящее время, когда цены на энергоносители отпущены и не контролируются государством, тарифы различны по регионам, республикам. Для определения затрат на электроэнергию принимаются тарифы по группе «Промышленные и приравненные к ним потребители». К этой группе относятся сооружения коммунального хозяйства – насосные станции, водопроводы, канализационные коллекторы и устройства, станции перекачки, районные и квартальные котельные и т.п.

Годовой расход электроэнергии (А), кВт·ч, определяется по формуле:

$$A = P_n \cdot T, \quad (10)$$

где  $P_n$  – потребленная электроэнергия, кВт·ч;

$T$  – продолжительность работы оборудования в течение года, ч.

Потребленная электроэнергия определяется по формуле:

$$P_n = P_y \cdot K_c, \quad (11)$$

где  $P_y$  – установленная мощность оборудования, кВт;

$K_c$  – коэффициент мощности оборудования, в среднем принимается 0,85

Потребленная электроэнергия:

$$P_n = 23,1 \cdot 0,85 = 19,6$$

Годовой расход электроэнергии:

$$A = 19,6 \cdot 8\,760 = 121\,696 \text{ кВт}$$

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При тарифе на электроэнергию для предприятий водоснабжения 1 руб 0,06 коп, затраты на энергоснабжение составят:

$$C_{эл} = 121\,696 \cdot 1,06 = 136\,500 \text{ руб}$$

#### 4.2.3 Расчет стоимости реагентов и других основных материалов

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:

$$C_{\text{реаг}} = \sum_{i=3}^m \text{Ц}_i \cdot V_i, \quad (12)$$

где  $\text{Ц}_i$ – стоимость 1 т  $i$ -го товарного продукта (реагента), тыс. руб;

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

$m$ –количество видов реагентов.

Стоимость 1 т реагентов принимается по договорным ценам поставщиков.

Годовой расход:

- коагулянта – 1300 л
- флокулянта – 62 кг
- соды – 3,6 т
- щавелевой кислоты на промывку УФ-установок – 1,2 кг

$$C_{\text{реаг}} = 250 \cdot 1\,300 + 800 \cdot 62 + 6\,000 \cdot 3,6 + 400 \cdot 1,2 = 395\,000 \text{ руб}$$

#### 4.2.4 Расчет затрат на оплату труда и страховые взносы

Затраты на оплату труда персонала в системах водоснабжения и водоотведения определяются путем умножения численности обслуживающего персонала, сгруппированной по четырем категориям работников (рабочие, руководители и специалисты–РС, служащие и младший обслуживающий персонал–МОП), на показатель среднегодовой заработной платы, рассчитанной на одного работника соответствующей категории.

Среднегодовая заработная плата рабочих включает все виды доплат и премий, а заработная плата РС, служащих и МОП включает должностные оклады, доплаты и премии. Фонд оплаты труда складывается из индивидуальной заработной платы работников и определяется видами, формами и системами оплаты труда. Для выполнения более точных расчетов по заработной плате работников предприятия и формирования годового фонда заработной платы (ФЗП) необходимо использовать данные по численности обслуживающего персонала, среднемесячную заработную плату (должностной оклад) с учетом районного коэффициента и дальневосточной надбавки. Среднегодовая заработная плата обслуживающего персонала систем водо-снабжения и водоотведения по четырем категориям работников принимается на основе реальных данных, сложившихся на момент составления сметы годовых эксплуатационных затрат.

Нормативная численность работников водопроводно-канализационного хозяйства определяется в соответствии с рекомендациями по нормированию труда работников, утвержденными Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике.

Нормативы численности носят рекомендательный характер и являются основой для разработки и утверждения органами власти субъектов Федерации и местного самоуправления региональных нормативно-методических материалов.

При отсутствии в сборнике нормативов численности по отдельным профессиям рабочих, необходимых предприятию для обеспечения технологического процесса в связи с улучшением технологии очистки природных и сточных вод и т.д., допускается разработка местных технически обоснованных норм и нормативов.

Годовой фонд заработной платы ( $C_{\text{фзп}}$ ) работников предприятия определяется по формуле:

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$C_{\text{фзп}} = C_i \cdot n \cdot 12, \quad (13)$$

где  $C_i$  - начисленная заработная плата на одного работника, руб;

$n$  - количество работников;

12 - число месяцев в году.

Налог на доход с физических лиц (НДФЛ) принимается в размере 13%.

Льготы при исчислении НДФЛ не облагаются налогом: 400 руб на одного работника и 1000 руб на каждого иждивенца.

Страховые взносы принимаются в размере 30% от годового фонда заработной платы, в т. ч. Пенсионный фонд РФ –22%; фонд социального страхования –2,9 %; Фонд медицинского страхования –5,1%.

В обслуживании очистных сооружений задействовано 4 мастера аварийно-ремонтной службы и 4 контролера.

Средняя заработная плата мастера 25 000 руб, контролера 35 000 руб.

$$C_{\text{фзп}} = 12 \cdot (25\,000 \cdot 4 + 35\,000 \cdot 4) = 2\,880\,000 \text{ руб}$$

#### 4.2.5 Расчет стоимости воды, используемой 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 ( $Q_{\text{собв}}$  тыс. м<sup>3</sup>/год) определяется в технологической части проекта.

Затраты воды ( $C_v$  тыс. руб) определяются по формуле:

$$C_v = C_v \cdot Q_{\text{собв}}, \quad (14)$$

где  $C_v$ – тарифы на воду, устанавливаемые Горводоканалом, руб/м<sup>3</sup>

$$C_v = 40 \cdot 5\,475 = 219\,000 \text{ руб}$$

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

#### 4.2.6 Расчет прочих расходов

По статье «Прочие расходы» учитываются следующие виды затрат:

- износ и ремонт малоценных и быстроизнашивающихся инструментов, приспособлений, хозяйственного инвентаря;
- расходы на спецодежду, спецпитание и др.;
- расходы на техническое усовершенствование;
- расходы на командировки;
- услуги сторонних организаций и цехов предприятий (выполнение отдельных работ по благоустройству, поддержанию санитарного состояния территории, транспортные и другие услуги производственного назначения, в том числе вывоз отходов производства, мусора, аренда технических средств, механизмов и пр.);
- другие неучтенные расходы.

Прочие расходы ( $C_{пр}$ ) принимаются в размере 20 % от суммы амортизационных отчислений ( $C_{ам}$ ) и затрат на заработную плату обслуживающего персонала ( $C_{фзп}$ ). Прочие расходы определяются по формуле:

$$C_{пр} = 0,2 \cdot (C_{ам} + C_{фзп}), \quad (15)$$

$$C_{пр} = 0,2 \cdot (34\,000 + 2\,880\,000) = 580\,100 \text{ руб}$$

#### 4.2.7 Расчет себестоимости очищенной сточной воды

Расчетная проектная себестоимость ( $S$ , руб за  $1 \text{ м}^3$ ) определяется по формуле:

$$S = \frac{C}{Q}, \quad (16)$$

где  $C$  - суммарные годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб/год;

$Q$  - мощность объекта, годовая производительность системы водоснабжения или водоотведения, тыс.  $\text{м}^3/\text{год}$ .

На основе выполненных расчетов заполняется калькуляция себестоимости отвода сточной воды. Данные по расчету годовых эксплуатационных затрат и себестоимости очищенной воды представлены в таблицах 7, 8.

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7 - Расчет годовых эксплуатационных затрат

№ п/п	Расходы	Полная себестоимость	
		Годовые расходы, руб/год	% от итога
	1	2	3
1	Амортизационные отчисления	34 000	9
2	Затраты на электроэнергию	136 500	5
3	Затраты на материалы и реагенты	395 000	10
4	Затраты на оплату труда	2 880 000	55
5	Затраты на воду	219 000	7
6	Прочие расходы	580 100	14
7	Итого эксплуатационные расходы	4 244 600	100

Процентное соотношение эксплуатационных затрат показано на рисунке 3.

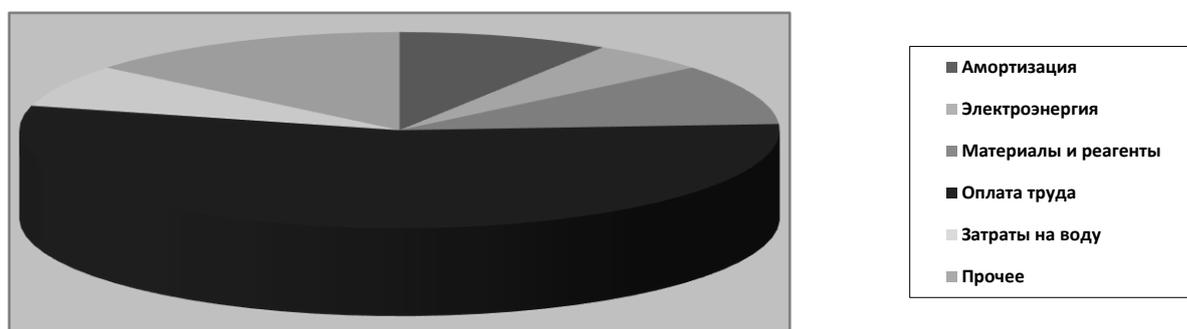


Рисунок 3 – Процентное соотношение эксплуатационных затрат

Таблица 8 - Расчет себестоимости очищенной воды

№ п/п	Наименование	Количество
1	Проектная производительность (часовая), м <sup>3</sup> /сут	300
2	Проектная производительность (годовая), м <sup>3</sup> /год	109 500
3	Годовые эксплуатационные расходы, тыс. руб/год	4 244 600
4	Себестоимость 1 м <sup>3</sup> воды, руб	38

Себестоимость, определенная в проекте исходя из расчета годовых эксплуатационных расходов, не может служить основанием для расчета с организациями и другими потребителями, пользующимися услугами системы водоснабжения и водоотведения.

Фактическая себестоимость определяется организацией, осуществляющей эксплуатацию систем водоснабжения и водоотведения, в зависимости от конкретных условий эксплуатации.

В соответствии с приказом № 142-нп от 12.12.2019 года «О внесении изменений в некоторые приказы региональной службы по тарифам ХМАО – ЮГРЫ», тариф с учетом НДС для прочих потребителей установлен с 01.07.2020 года:

- водоотведение 43,35 руб/м<sup>3</sup>

В результате произведенных расчетов, было выяснено, что себестоимость 1 м<sup>3</sup> очищенной сточной воды после реконструкции очистных сооружений канализации составит 38 руб/м<sup>3</sup>, тариф на сброс сточной воды в городскую канализацию составляет 43.35 руб/м<sup>3</sup>. В данную себестоимость не входит стоимость строительства и эксплуатации сетей водоотведения от села Большетархово до места приема сточных вод в городскую канализацию, для дальнейшей транспортировки на очистные сооружения.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с утвержденным заданием на проект реконструкции очистных канализационных сооружений с. Большетархово Нижневартковского района рассмотрены и предложены современные технологии по очистке сточных вод. Дана характеристика объекту реконструкции. На основании литературных данных выбраны технологические схемы механической и биологической очистки сточной воды. Также выбраны сооружения механической и биологической очистки сточных вод, сооружения доочистки и обработки осадка. Посчитаны технико-экономические показатели реконструкции.

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов, Н. Н. Водоснабжение: учебное пособие / Н.Н. Абрамов. - Москва: Стройиздат., 1982. – 440 с.
2. Александров, А.А. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации: справочник монтажника / А.А. Александров – Москва: Стройиздат, 1988. – 576 с.
3. Алексеев, Е. В. Водоотведение и водная экология: учебн. пособие/Алексеев Е.В., Саломеев В.П., Залетова Н.А., Алексеев С.Е., Гогина Е.С., Ружицкая О.А. - Москва: АСВ, 2016. – 240 с.
4. Алексеев, Е.В. Очистка сточных вод флотацией. Основы технологии и применение: монография / Алексеев Е.В. - Москва: АСВ, 2015. – 160 с.
5. Арсенов, В. Г. Водоснабжение: курс лекций / В.Г. Арсенов. – Иваново: ИГЭУ, 2002.
6. Асонов, А. М. Расчет сооружений очистки городских сточных вод (механическая и биохимическая очистки): учеб. пособие / А. М. Асонов – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2009. – 68 с.
7. Баженов, В. И. Водоснабжение и водоотведение: учебник и практикум / Павлинова И.И., Баженов В.И., Губий И.Г: Юрайт, 2016. - 380 с.
8. Беликова, С. Е. Справочник. / под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240с.
9. Белоконев, Е. Н. Водоотведение и водоснабжение: учебн. пособие / Е. Н. Белоконев, Т. Е. Попова, Г. Н. Пурас. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 379 с.
10. Воронов, Ю. В. Водоотведение: учебн. пособие / Ю. В. Воронов, Е.В. Алексеев. – Москва: ИНФРА-М, 2012. – 414 с.
11. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебное пособие / Ю. В. Воронов - Москва: АСВ, 2009. – 760 с.
12. Гудков, А.Г. Биологическая очистка сточных вод: учебное пособие / А.Г Гудков. - Вологда: ВоГТУ, 2002. – 127 с.
13. Гудков, А.Г. Механическая очистка сточных вод: учебное пособие / А.Г Гудков. - Вологда: ВоГТУ, 2003. – 156с.
14. Дубровская, О. Г. Водоотведение и очистка сточных вод: учебно-методическое пособие / Л. В. Приймак, О. Г. Дубровская. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 43 с.

					ИОУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

15. Дубровская, О.Г. Ресурсосберегающие технологии обезвреживания и утилизации отходов предприятий теплоэнергетического комплекса Красноярского края: монография / О.Г. Дубровская, Л. В. Приймак, И. В. Андруняк - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 164 с.

16. Дубровская, О.Г. Эколого-экономические проблемы систем водоснабжения и водоотведения. Эколого-экономическая оценка воздействия на водные объекты: учебно-методическое пособие / сост.: О. Г. Дубровская, Л. В. Приймак, И. В. Андруняк. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 38 с.

17. Илясов, Г. А. Водоснабжение и водоотведение: учебное пособие / Г. А. Илясов. - Саратов: СГТУ, 1994. – 80 с.

18. Самусь, О. Р. Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики: учебное пособие / О. Р. Самусь, В. М. Овсянников, А. С. Кондратьев. - М.- Берлин: Директ-Медиа, 2014. – 128 с.

19. Харченко, Т. И. Разработка замкнутых систем водоочистки пластовых вод как основа экологической безопасности эксплуатации нефтяных месторождений / Т. И. Харченко // Строительство и Архитектура – формирование среды жизнедеятельности. – Ачинск, 2016. – С. 143-147.

20. Харченко, Т. И. Экологическая безопасность нефтегазовых промысловых участков / Т. И. Харченко, Е. В. Жмаков, Э.А. Эльдарзаде // Региональная Энергетика и Энергосбережение. – Москва, 2017. – С. 2.

21. Шифрина, С.М. Справочник по эксплуатации систем водоснабжения, канализации газоснабжения/Под ред. С.М. Шифрина. – Л.: Стройиздат., 1976–385 с.

22. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебн. пособие / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – Москва: АСВ, 2004. – 704 с.

23. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебн. пособие / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – Москва: АСВ, 2002. – 701 с.

24. Яковлев, С. В. Комплексное использование водных ресурсов: учебное пособие / С. В. Яковлев. – Москва: АСВ, 2005. – 384 с.

25. ГСН 81-05-02-2007 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. Издание 2-е, измененное и дополненное. Росстрой, Москва, 2007 – 66 с.40. СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85 (с Изменением N 1).

					ЮУрГУ–08.04.01.2021.305-04.019 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67