

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
Факультет «Химический»  
Кафедра «Экология и природопользование»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН  
АНО ДПО «ИПК Эко  
безопасности» директор,  
к.т.н., доцент  
Г.Н. Фалькова  
2016 г.



ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой, д.х.н.,  
Профессор  
В.В. Авдин  
2016 г.

Современные технологии очистки сточных вод малых населенных пунктов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ  
ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКР

Нормоконтролер, с.н.с., к.т.н.,  
доцент  
В.Р. Гофман  
2016 г.

Руководитель проекта, к.г.н.,  
доцент  
О.Ю. Ленская  
2016 г.

Автор проекта  
студентка группы Хим-444  
В. И. Подобед  
2016 г.

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
Факультет «Химический»  
Кафедра «Экология и природопользование»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой, д.х.н.,  
профессор



В.В. Авдин

15 марта 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускной квалификационный проект студентки  
Подобед Виктории Игоревны  
Группа Хим-444

1. Тема проекта

Современные технологии очистки сточных вод малых населенных пунктов  
утверждена приказом по университету от 15.04.2016 №661

2. Срок сдачи студентом законченного проекта: 25.05.2016.

3. Исходные данные к проекту

- Данные к проекту наладки очистных сооружений канализации Сухая речка на 2015 г.
- Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 28.11.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2016).
- СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. – М., 2012. – 83 с.
- Приказ МПР России №333 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» (Утверждена приказом МПР России от 17.12.2007 №333), 17.12.2007. – 41с.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Библиографический обзор современных методов очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и новых технологий для малых населенных пунктов.

Технологическая часть: характеристика д. Сухая речка, очистных сооружений канализации д. Сухая речка.

Расчет предлагаемой станции очистных сооружений.



Расчет усреднителя.

MEVA MCU комбинированная установка.  
Расчет песковых площадок.  
Расчет первичных вертикальных отстойников.  
Расчет аэротенков-смесителей.  
Расчет вторичных отстойников.  
Расчет радиального илоуплотнителя.  
Расчет осадкоуплотнителя.  
Расчет иловых площадок.  
Расчет УФ обеззараживания

Дата выдачи задания: 08.02.2016.

Руководитель:

Задание приняла к исполнению:

О.Ю. Ленская

В.И. Подобед



## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

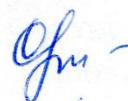
Наименование этапов выпускного квалификационного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении руководителя
Литературный обзор	01.03.16	<i>выполнено</i>
Технологическая часть	30.03.16	<i>выполнено</i>
Расчетная часть	25.04.16	<i>выполнено</i>
Окончательный вариант проекта	25.05.16	<i>выполнено</i>

Заведующий кафедрой



/ В. В. Авдин /

Руководитель проекта



/ О. Ю. Ленская /

Студент



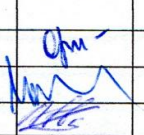
/ В. И. Подобед /

## АННОТАЦИЯ

Подобед В.И.  
 Современные технологии очистки  
 сточных вод малых населенных пунктов.  
 – Челябинск: ЮУрГУ, Хим-444, 45 с, 11  
 рис., 3 табл., 21 назв.библ., 2016 г.

Дипломный проект посвящен проблеме очистки сточных вод малых населенных пунктов. Ввиду необходимости реконструкции очистных сооружений малой производительности выполнен обзор некоторых современных технологий для таких объектов, обоснован выбор одной из них.

Предложена схема очистки сточных вод с учетом нормативных требований качества отводимой воды в водные объекты рыбохозяйственного значения I категории.

					<b>ЮУрГУ – 241000.62.2016.888 ПЗ ВКП</b>			
Из м.	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Разраб.		Подобед				Лит	Лист	Листов
					5			
Проверил	Ленская				Современные технологии очистки сточных вод малых населенных пунктов			
Н. контр.	Гофман							
Утвердил	Авдин							
					ЮУрГУ Кафедра ЭкиП			

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ

1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	7
1.1 Методы очистки сточных вод .....	7
1.2 Современные методы очистки сточных вод в малых населенных пунктах.....	12
1.3 Примеры канализационных очистных сооружений малой производительности для поселков .....	21
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	27
2.1 Характеристика д. Сухая речка .....	27
2.2 Технологическая схема работы очистных сооружений водоотведения.....	28
3. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.....	30
3.1 Расчет предлагаемой станции очистных сооружений .....	30
3.2 Расчет усреднителя.....	31
3.3 MEVA MSU комбинированная установка.....	31
3.4 Расчет песковых площадок.....	32
3.5 Расчет первичных вертикальных отстойников.....	32
3.6 Расчет аэротенков-смесителей .....	33
3.7 Расчет вторичных отстойников.....	34
3.8 Расчет радиального илоуплотнителя.....	37
3.9 Расчет осадкоуплотнителя.....	38
3.10 Расчет иловых площадок .....	38
3.11 Расчет УФ обеззараживания.....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	41
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	42
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	44

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## ВВЕДЕНИЕ

Хозяйственно-бытовые стоки, являющиеся результатом деятельности человека, вплоть до настоящего времени остаются достаточно серьезной экологической и экономической проблемой.

На сегодняшний день установлены четкие, регламентированные СанПиН нормы, определяющие соответствие очистки сточных вод, проходящих полный цикл обеззараживания. Для того чтобы бытовые стоки не представляли опасности окружающей среде, они должны проходить многоэтапную очистку, которую обеспечивают современные очистные сооружения.

Проблема очистки сточных вод в малых населенных пунктах и отдельно расположенных зданий и сооружений является актуальной в настоящее время. При этом могут применяться индивидуальные системы водоотведения, характерные, например для фермерских хозяйств, мелких населенных пунктов с одно-двухэтажными домами, отдельными коттеджами, которые используют водозаборные скважины или колодцы. Количество сточных вод в этом случае мало и их очистка происходит на очистных сооружениях-септиках, поглощающих колодцах, траншеях, биопрудах и др. Локальные системы населенного пункта предусматривают централизованное водоотведение.

В данном проекте рассматривается проблема очистки бытовых стоков такого малого населенного пункта Сухая Речка. Это деревня в Кемеровском районе Кемеровской области, которая входит в состав Березовского сельского поселения. В деревне Сухая Речка проживает 551 человек.

Сельское хозяйство является основной отраслью экономики территории. Производство сельскохозяйственной продукции в настоящее время осуществляют 2 сельскохозяйственных объединения, 1 исследовательское сельскохозяйственное предприятие (ГНУ КемНИИСХ), 1 общество с ответственностью ограниченной (ООО СХО «Заречье») и 243 личных подсобных хозяйства.

По существующему положению жители деревни Сухая Речка практически не обеспечены качественной системой коммунальных услуг, в том числе и системой очистных сооружений канализации, а имеющиеся водопроводные системы очень сильно изношены.

Техническое состояние объектов инженерной инфраструктуры можно охарактеризовать как неудовлетворительное. Коэффициент износа водопроводных сетей составляет – 80%

Для жилищно-коммунального комплекса Берёзовской сельской территории характерно наличие, как частного индивидуального жилья, так и средний уровень обеспеченности населения коммунальными услугами, средняя плотность населения – 5 человек на км<sup>2</sup>.

Исходные данные к проекту:

- утвержденный расход сточных вод: 120 м<sup>3</sup>/сут.;
- состав сточных вод после очистных сооружений:

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

Наименование	Исходное значение, мг/л	Проектное значение, мг/л	Эффективность, %
Взвешенные вещества	50	3	94
БПК <sub>полн</sub>	375	3	99
Азот аммонийный N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	17	0,5	97
Азот нитратный N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,09	40	
Азот нитритный N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,12	0.08	35
Фосфор фосфатов P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	3	0,2	93

Целью дипломного проекта является реконструкция системы очистки сточных вод поселка Березовского поселения Сухая речка.

Исходя из заданной цели, ставятся следующие задачи:

- рассмотреть современные методы очистки сточных вод;
- выполнить обзор литературных источников по существующим современным технологиям, которые могут быть использованы в локальных очистных системах канализации;
- произвести укрупненный расчет предложенной схемы очистки сточных вод.



# 1 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

## 1.1 Методы очистки бытовых сточных вод

Сточные воды – пресные воды, которые изменили свои физико-химические свойства в процессе использования в бытовой и производственной деятельности человека.

Сточные воды классифицируются на следующие:

– бытовые сточные воды – образуются в результате бытовой жизнедеятельности человека;

– производственные сточные воды – образуются в технологическом процессе производства. К ним относятся технологические и промывные воды;

– атмосферные сточные воды – образуются в процессе таяния снега и выпадения дождей на жилой территории населенных пунктов, промышленных предприятий [1].

Для очистки сточных вод в основном используются следующие методы:

– механические;

– биологические (или биохимические);

– физико-химические.

Под очисткой бытовых сточных вод подразумевают комплекс различных методов: очистка воды от крупных загрязнений (бумаги, тряпья, кухонных отходов), тяжелых примесей (песка, шлака), коллоидных и растворенных органических загрязнений и обеззараживание от патогенной микрофлоры [2].

### 1.1.1 Механическая очистка сточных вод

Сущность метода механической очистки заключается в выделении из сточных вод нерастворенных грубодисперсных примесей органического и минерального происхождения. Механическая очистка применяется как предварительная перед физико-химическими и биологическими методами и является первой стадией очистки сточных вод. Механическая очистка является самым дешевым методом, а поэтому необходима наиболее глубокая очистка сточных вод механическими методами, которые состоят из отстаивания, процеживания и фильтрации. Для этой цели используют такие сооружения, как песколовки, сита, отстойники и решетки. [2].

#### Решетки

При транспортировке по сетям водоотведения в сточных водах адсорбируется большое количество песка, органических соединений, минеральных частиц. Решетки служат для задержания крупноразмерных отходов органического и минерального происхождения, которые содержатся в сточных водах и являются отходами хозяйственно-бытовой и производственной деятельности человека.

Решетки бывают подвижные и неподвижные, механизированные и с ручной очисткой, вертикальные и наклонные [3]. На рисунке 1 приведена схема решетки с ручной очисткой.

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

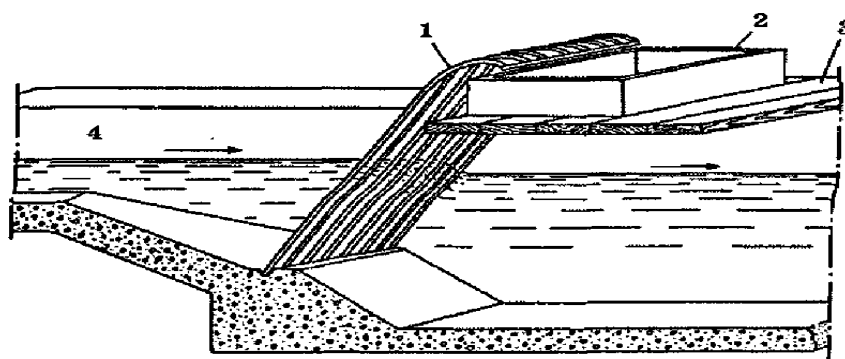


Рисунок 1.1 – Схема решетки: 1 –решетка; 2 – контейнер для твердых отходов; 3 –пол; 4 –канал притока сточных вод [3]

### Песколовки

Для выделения из сточной жидкости нерастворенных минеральных примесей, преимущественно песка, шлака, применяют песколовки. Осадок выпадает под действием силы тяжести. Песколовки устанавливаются перед отстойниками на очистных сооружениях при производительности более 100 м<sup>3</sup>/сутки. Количество песколовочек должно быть не менее двух, все в рабочем состоянии. Влажность песка, который задерживается в песколовках, для бытовых сточных вод, составляет 60%. Конструкцию песколовочек выбирают в зависимости от количества сточных вод, концентрации загрязнений.

По характеру движения воды песколовки подразделяются:

- горизонтальные – с круговым или прямолинейным движением воды;
- вертикальные – с движением воды снизу вверх;
- песколовки с винтовым (поступательно-вращательным) движением воды, которые подразделяются на тангенциальные и аэрируемые [3].

### Первичные отстойники

Отстаивание является наиболее простым и часто применяемым в практике способом выделения из сточных вод грубодисперсных примесей, которые под действием гравитационной силы оседают на дно отстойника или всплывают на его поверхность. В зависимости от требуемой степени очистки сточных вод отстаивание применяется или в целях предварительной их обработки перед очисткой на других, более сложных сооружениях, или как способ окончательной очистки, если по местным условиям требуется выделить из сточных вод только нерастворенные (осаждающиеся или всплывающие) примеси. Первичные отстойники служат для предварительного осветления сточных вод, поступающих на биологическую очистку или физико-химическую очистку, а вторичные для осветления воды, прошедшей биологическую и физико-химическую очистку.

Первичные отстойники устанавливают непосредственно после песколовочек. Основная характеристика первичных отстойников – это эффективность осветления. При достигаемом эффекте осветления 40 – 60 % приводит к

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

снижению величины БПК в осветленной сточной воде на 20 – 40% от исходного значения [4].

Классификация и виды отстойников:

- по характеру работы: периодического действия (контактные) и непрерывного действия (проточные);
- по технологической роли: первичные, вторичные, третичные (для доочистки), илоуплотнители, осадкоуплотнители;
- по направлению движения потока воды: вертикальные, горизонтальные, радиальные, наклонные тонкослойные.
- по способу выгрузки осадка: со скребковыми механизмами, илососами, гидросмывом [3].

### **Вторичное отстаивание**

Для задержания активного ила, поступающего вместе с очищенной водой из аэротенков, или для отмершей биопленки, поступающей с водой из биофильтров применяют вторичные отстойники. Вертикальные отстойники применяют для очистных сооружений небольшой пропускной способности, а для больших и средних станций — горизонтальные и радиальные вторичные отстойники. Вертикальные и горизонтальные вторичные отстойники не отличаются от первичных отстойников. Активный ил из отстойников следует удалять непрерывно под гидростатическим давлением. Во вторичный радиальный отстойник иловая жидкость подводится к центру конического распределительного устройства. Осветленная вода собирается в желоба по периметру отстойника. Под действием гидростатического давления активный ил удаляется самотеком в иловую камеру [4].

### **Фильтры**

Применяют для доочистки сточных вод, прошедших биологическую или физико-химическую очистку. Бывают фильтры с зернистой загрузкой и сетчатые барабанные.

Классификация фильтров с зернистой загрузкой:

- по направлению потока: с нисходящим, восходящим, горизонтальным потоком;
- по конструкции: однослойные, двухслойные, аэрируемые, каркасно-засыпные;
- по виду фильтрующего материал: керамзит, мраморная крошка, кварцевый песок, пенополиуретан, полистирол и т.д.

Сетчатые барабанные фильтры применяют для глубокой очистки в качестве самостоятельных сооружений – это микрофильтры. Фильтры, установленные перед зернистыми фильтрами глубокой очистки – это барабанные сетки. Сетчатые барабанные фильтры следует применять для удаления из воды крупных плавающих и взвешенных примесей (барабанные сетки) и для удаления указанных примесей и ила (микрофильтры) [4].

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП					

### 1.1.2 Физико-химическая очистка сточных вод

Физико-химическая очистка основана на введении в сточную воду вещества – реагента (коагулянт или флокулянт). Это вещество вступает в химическую реакции с примесями, находящимися в воде и способствует более полному выделению нерастворимых примесей, коллоидов и части растворимых соединений. Это способствует уменьшению концентрации вредных веществ в сточной жидкости. В зависимости от необходимой степени очистки сточных вод физико-химическая очистка может быть окончательной или второй ступенью очистки перед биологической [5].

Коагуляция – процесс слипания мелких дисперсных частиц в более крупные под воздействием коагулянтов, которые в воде образуют хлопья гидроксидов металлов. Хлопья улавливать коллоидные и взвешенные частицы и быстро оседают на дно резервуара под действием силы тяжести. В качестве коагулянтов обычно используют соли алюминия, железа или их смеси.

Флокуляция – вид коагуляции, при котором происходит формирование рыхлых хлопьев из тонко диспергированных и коллоидно устойчивых частиц, которые находятся во взвешенном состоянии в воде. Это происходит при добавлении в сточную воду высокомолекулярных соединений – флокулянтов. При этом процесс образования хлопьев гидроксидов алюминия и железа усиливается и повышается скорость их осаждения. То есть добавление флокулянтов в очищаемые сточные воды позволяет снизить массу используемых коагулянтов и увеличивает скорость возникновения и последующего осаждения возникающих при коагуляции хлопьев [5].

### 1.1.3 Биологическая очистка сточных вод

#### Общая характеристика биологических методов очистки сточных вод

Биологическая очистка основана на жизнедеятельности микроорганизмов, способствующих окислению или восстановлению органических веществ, которые находятся в сточных водах в виде тонких суспензий, коллоидов, в растворе и являются для микроорганизмов источником питания, за счет этого и происходит очистка сточных вод от загрязнения.

Типы очистных сооружений биологической очистки:

- очистка происходит в условиях, близких к естественным;
- очистка происходит в искусственно созданных условиях.

К первому типу относятся сооружения, в которых происходит фильтрование очищаемых сточных вод через почву – это поля орошения и поля фильтрации и сооружения, которые представляют собой водоемы – биологические пруды с проточной водой. В таких сооружениях дыхание микроорганизмов кислородом происходит за счет непосредственного поглощения его из воздуха.

В сооружениях второго типа микроорганизмы дышат кислородом главным образом за счет проникновения его через поверхность воды или за счет механической аэрации. К этому типу сооружений относят аэротенки, биофильтры и аэрофильтры, здесь процесс очистки происходит более интенсивно, так как

создаются лучшие условия для развития активной жизнедеятельности микроорганизмов [6].

### Аэротенки

Аэротенк – это железобетонный резервуар, разделенный перегородками на коридоры, предназначенный для биологической очистки сточных вод. В аэротенке медленно движущая очищаемая сточная жидкость и активный ил постоянно перемешиваются. Это происходит за счет подачи сжатого воздуха. В процессе очистки сточных вод в аэротенках в первые же минуты резко уменьшается количество органических загрязнений, которые поглощаются активным илом. Одновременно начинается и окисление органических веществ, идущее с различной скоростью, зависящей от характера загрязнений, способности органических веществ окисляться биохимически, количества активного ила и др. После окисления основной массы органических веществ начинаются процессы нитрификации.

Аэротенк обеспечивает любую степень очистки — от 40 до 98%, в зависимости от требований, предъявляемых к очищенной воде. Глубина аэротенка колеблется от 2 до 5 м, длина и ширина не ограничиваются. Из аэротенков иловая смесь направляется во вторичный отстойник, где происходит осаждение активного ила; активный ил в необходимом количестве непрерывно перекачивается обратно в аэротенк, а избыточный активный ил непрерывно удаляется из аэрационной системы и направляется на дальнейшую обработку.

Технология очистки сточных вод на современном блоке несколько отличается от традиционных методов биологической очистки. Сточные воды, прошедшие механическую очистку (решетки, песколовки, первичные отстойники) на существующих сооружениях, подвергаются биологической очистке в аэротенках, работающих по технологии разработанной Кейптаунским Университетом, так называемый УСТК-процесс (рис. 2).

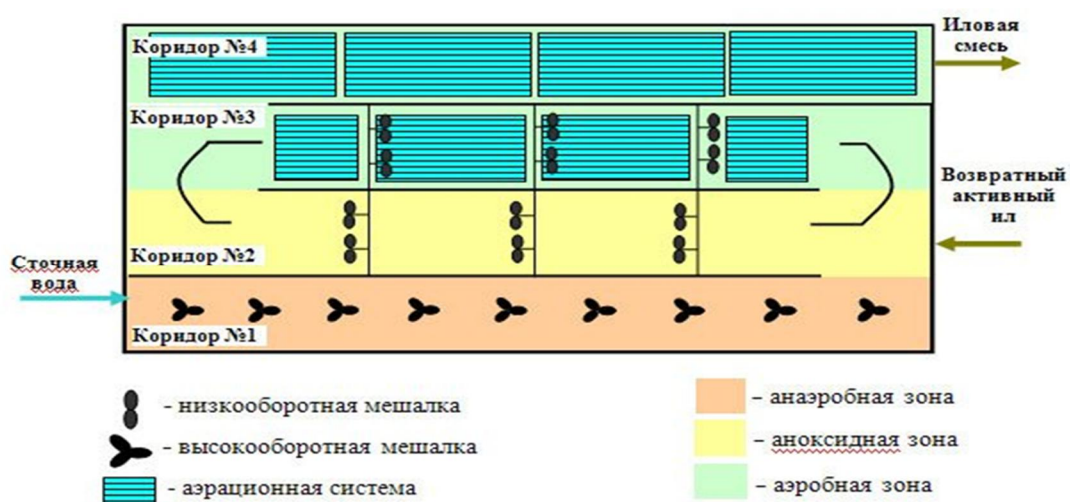


Рисунок 1.2 – УСТК-процесс [6]

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



Аэротенки состоят из 4-х коридоров, с разделением на зоны:

- 1 коридор – анаэробная зона (без принудительной подачи кислорода), в которой происходит высвобождение фосфора;
- 2 коридор – аноксидная зона (зона перемешивания), в которой происходит процесс денитрификации;
- 3 коридор – аэробная зона (принудительная аэрация + перемешивание, в которой происходит процесс нитрификации);
- 4 коридор – аэробная зона (принудительная аэрация), в которой происходит процесс нитрификации [6].

## 1.2 Современные методы очистки сточных вод малых населенных пунктов

### 1.2.1 Установка очистки сточных вод (ТОPAS)

Установка относится к классу локальных очистных сооружений (ЛОС) и работают на принципе биологической очистки сточных вод с помощью аэробных бактерий, размножающихся в присутствии воздуха. В отличие от анаэробного разложения, осуществляемого бактериями, работающими без доступа воздуха, аэробный процесс имеет ряд преимуществ: во-первых, аэробных бактерий в природе намного больше и процесс разложения протекает эффективнее и, во-вторых, они не выделяют газов, вызывающих неприятные запахи.

Установки «ТОPAS» (рис. 3) позволяют решить проблему очистки сточных вод в городах, деревнях, дачных кооперативах и коттеджных поселках, лишенных возможности подключения к централизованной канализационной сети. Степень биологической очистки воды 98%.

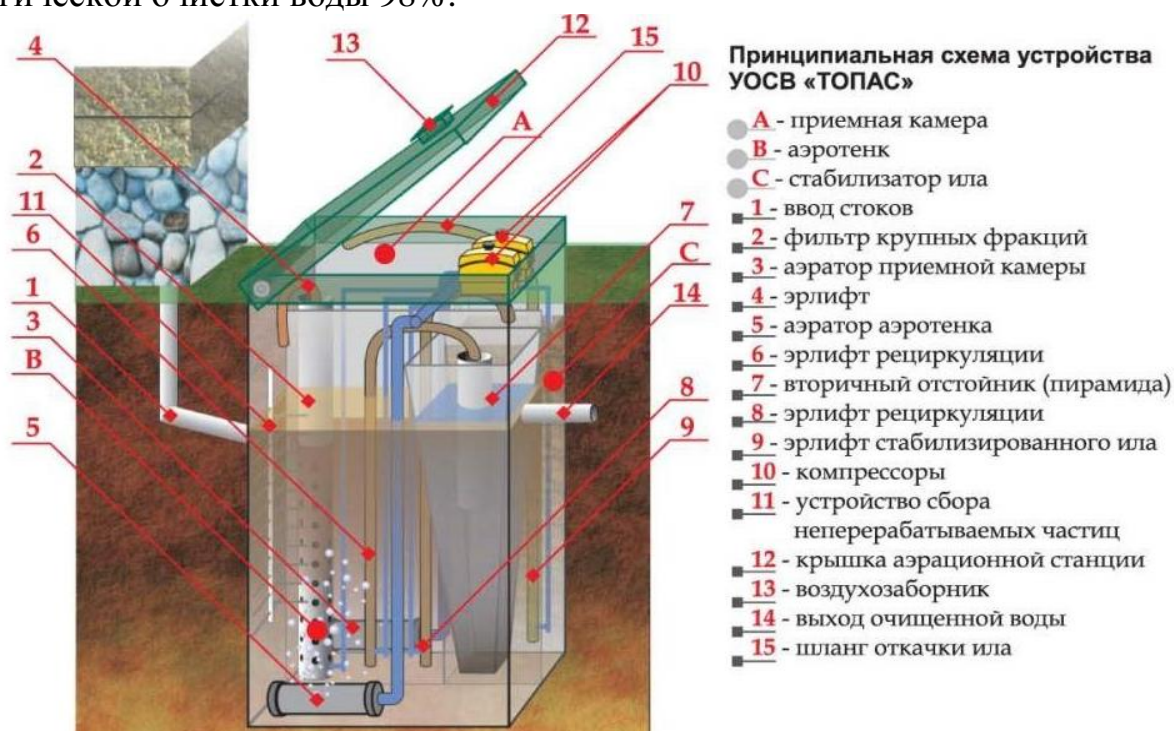


Рисунок 1.3 – Механизм работы установки «ТОPAS» [7]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Механизм действия автономной станции прост: проникая в приемник-распределитель станции, стоки минуя промежуточную очистку. По завершению ее уже частично освобожденная от загрязнений вода переходит в аэротенк, в которой выполняются более глубокие процессы ее очистки и удаления бактерий, и образуется плодородный активный ил. Система также предполагает перетекание воды и активного ила в другую емкость – вторичный отстойник. Внутри него ил оседает вниз, а очищенная техническая вода поступает к месту использования. После того, как пройдет полный очистной цикл, ил возвращается в камеру-приемник. Через несколько аналогичных повторений ил извлекается и может использоваться в нуждах потребителя.

В основе установки лежит работа аэротенка, принудительно насыщаемого атмосферным воздухом. Аэробные бактерии в таких условиях образуют большие колонии, питанием для которых служат органические вещества и кислород. Основными продуктами их жизнедеятельности являются азот, вода и стабилизированный активный ил. Результатом очистки является визуально чистая вода, не имеющая никакого запаха. Но вирусные показатели не допускают сброс такой воды на поверхность грунта, поэтому предусмотрена дополнительная очистка с помощью ультрафиолета или гравийно-песчаного фильтра, понижающего вирусный показатель. После такой очистки вода отвечает всем санитарным нормам и может сбрасываться в обычную канаву.

Активный ил благодаря высокой степени разложения и отсутствию неприятного запаха может служить отличным удобрением для растений. Отработанный ил удаляется 1 раз в 3-4 месяца при помощи мамут-насоса, объем которого составляет 250л. Выгруженный осадок рекомендуется подсушить на иловой площадке в течение 20 дней, после чего он становится готовым удобрением.

Процесс аэрации является энергозависимым, но уровень потребления электроэнергии очень невелик. Так, при количестве условных пользователей до 8 человек, потребляется всего 1,5 кВт электроэнергии в сутки.

Преимущества установки:

- выделение большого количества тепла, что исключает промерзание установки.
- корпус аэротенка изготавливается из полипропилена – легкого пластика, не подверженного коррозии и весьма долговечного – до 50 лет. Этот материал имеет свойства бетона – он стоек на разрыв, но хрупок при сильных ударах, а по теплопроводности сравним с кирпичной стеной.
- станция работает без запаха, и ее обслуживание не вызывает неприятных эмоций. Необходимо удалять 3 – 4 раза в год отработанный ил, раз в 1,5 – 2 года менять мембраны компрессоров, очищать 3 – 4 раза в год устройство сбора неперерабатываемых частиц и 1 раз в месяц – фильтр крупных фракций, менять аэрационные элементы каждые 12 лет.
- степень биологической очистки воды 98%.
- не выделяется газы, вызывающие неприятные запахи

- не требуется прибегать к услугам ассенизатором: вода может быть утилизирована для хозяйственных нужд или же просто сброшена в ближайший овраг, а твердый осадок – ил, может быть использован, как эффективное удобрение [7].

### 1.2.2 Установка очистки канализационных стоков (Септик)

Септик – сооружение для сбора и очистки хозяйственно-бытовых сточных вод от индивидуальных жилых домов, объектов малоэтажной застройки, коттеджей при отсутствии центральной системы канализации. В работе септика заложен принцип гравитационного отстаивания и биологической доочистки, так как септик, как таковой, не является законченным очистным сооружением и применяется согласно действующим нормам и правилам. При работе очистного сооружения необходимо использование методов почвенной доочистки, а также почвенных естественных и принудительных методов почвенной доочистки. Такими могут выступать биофильтры или биоагрузка.

Септик (Отстойник) — ёмкость, состоящая из единого герметичного корпуса (бетонного или пластикового), разделённого, как правило, на две или три секции (А, В, С), патрубка подачи исходной канализационной сточной воды (Е), отвода очищенной воды (F), блокираторов между секциями. Количество секций зависит от расхода сточных вод:

- однокамерные септики — при расходе сточных вод до 1 м<sup>3</sup>/сут
- двухкамерные — до 10 м<sup>3</sup>/сут
- трёхкамерные — свыше 10 м<sup>3</sup>/сут

Первая секция (зона А) септика напрямую соединяется с подводящей канализационной линией с одной стороны, а с другой - через систему блокиратора (гидрозатвора) со второй секцией (зона В). Далее через блокиратор с третьей секцией (зона С). Зона А выполняет роль первичного септического отстойника грубого осадка. В этой камере естественным образом осуществляется первостепенная, грубая очистка попадающих в септик бытовых стоков от взвешенных мелких и крупных частиц. На дне камеры оседает песок, мелкие картофельные очистки и т. д. (всё, что может пройти через раковину на кухне или в санузле).

Вторая секция очистного сооружения (зона В), метантенк, выполняет роль анаэробного реактора. Здесь происходит разложение химических соединений, образовавшихся в результате использования различных моющих средств, средств личной гигиены и разложение органических соединений естественного происхождения.

Третья часть очистного сооружений (зона С) выполняет роль конечного осветлителя бытовых канализационных стоков. Путём окончательного гравитационного отстаивания взвешенных частиц, осветлённые стоки достигают степени очистки до 65% от первоначального уровня загрязнения.

После прохождения септической части очистного сооружения сточные воды направляются на почвенную доочистку. В тех случаях, когда почвенная доочистка

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

не может быть выполнена: уровень грунтовых вод слишком высок ( $\leq 0,4$  м от уровня поверхности земли) или же требуется повышенное качество очистки сточных вод, —используется капельный биофильтр (биосептик).

#### *Последовательность очистки*

Бытовые хозяйственные стоки из жилого дома (сооружения) по канализационному трубопроводу самотёком поступают в приёмную камеру септика — зону А грубого осадка, где задерживаются плавающие плёнки, жиры, поверхностно-активные вещества и неосаждаемые частицы. Неоседающие вещества, плавающие на поверхности воды, со временем образуют плёнку. Более крупные или твёрдые вещества, попадающие с бытовыми стоками и способные оседать, отсеиваются и скапливаются на дне септика в виде илового осадка. Из приёмной камеры, т. н. септической зоны, бытовые хозяйственные стоки через систему блокиратора поступают в камеру анаэробного брожения — зону В (метантанк).

Для правильной работы системы очистки в септике переходные отверстия блокиратора должны располагаться ниже уровня плавающей плёнки, но выше уровня поступившего осадка. Конструкция сооружения должна иметь достаточно герметичный корпус. Наличие гидрозатворов и блокираторов на входе и выходе в метантанк позволяет поддерживать в септике дефицит свободного кислорода, тем самым обеспечивая анаэробный процесс очистки бытовых хозяйственных стоков.

В метантанке, в реакционной зоне, в первую очередь работают факультативные микроорганизмы, затем метаногенные бактерии. Сам анаэробный процесс проходит в две стадии: — стадия кислого брожения: углеводы, белки и жиры распадаются до ряда низших жирowych кислот: уксусная, масляная, муравьиная и пропионовая кислоты; диоксида углерода, сероводорода, аммония, различных спиртов и других органических соединений. — стадия метанового брожения: жирowe кислоты, спирты, различные органические соединения, сформировавшиеся на стадии кислого брожения, распадаются до водорода, диоксида углерода и метана.

После очистки в метантанке бытовые стоки через перепуск поступают в третью секцию септика — в зону С, где органические соединения в результате анаэробных процессов переходят из растворённого состояния во взвешенное, после чего выпадают в осадок. Затем из зоны С' бытовые стоки поступают в фильтрующие слои почвы для последующей, окончательной доочистки. (Под анаэробными процессами, говоря простым языком, следует понимать переработку органических и неорганических отходов бактериями в ил).

*При почвенной доочистке возможно использование следующих сооружений:*

– инфильтратор

В данном случае установки септика используется для поля фильтрации один инфильтратор. Такой вариант удобен на участках с хорошо впитываемыми грунтами, таких как песок, чернозем, суглинков. Обратите внимание, что работа

						ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			17

такого варианта отвода очищенной воды гарантируется при низком уровне грунтовых вод (рис 4).



Рисунок 1.4 – Монтаж септик и инфильтратор [18]

– поле фильтрации

Предоставленный вариант позволяет сделать довольно эффективное поле фильтрации для отвода очищенной воды без использования инфильтраторов. Система построена на опыте строительства дренажных систем, где используются щебень и дренажные трубы. Система надежна и проста, служит долгое время по своему назначению (рис 5)

– дренажный колодец

Целесообразно использовать такой вариант отвода воды в том случае, если используется старшая модель септика из модельного ряда этого вида септиков. Отвод воды осуществляется через дренажный колодец с последующим впитыванием в грунт. Работа будет бесперебойной в том случае если монтаж производится в грунтах с низким уровнем грунтовых вод. Прекрасно подходит в песчаных грунтах, черноземе, суглинке с преобладанием песка. Такая система позволяет отводит большой объем воды и легко отдавать его в грунт (рис 6)

Преимущества установки:

- Энергонезависимая
- Не подвержена коррозии
- Длительный срок эксплуатации - более 50 лет
- Невысокая стоимость
- Герметичность

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



- Удобство в обслуживании
- Низкие эксплуатационные расходы [18].



Рисунок 1.5 – Монтаж септик и поле фильтрации [18]

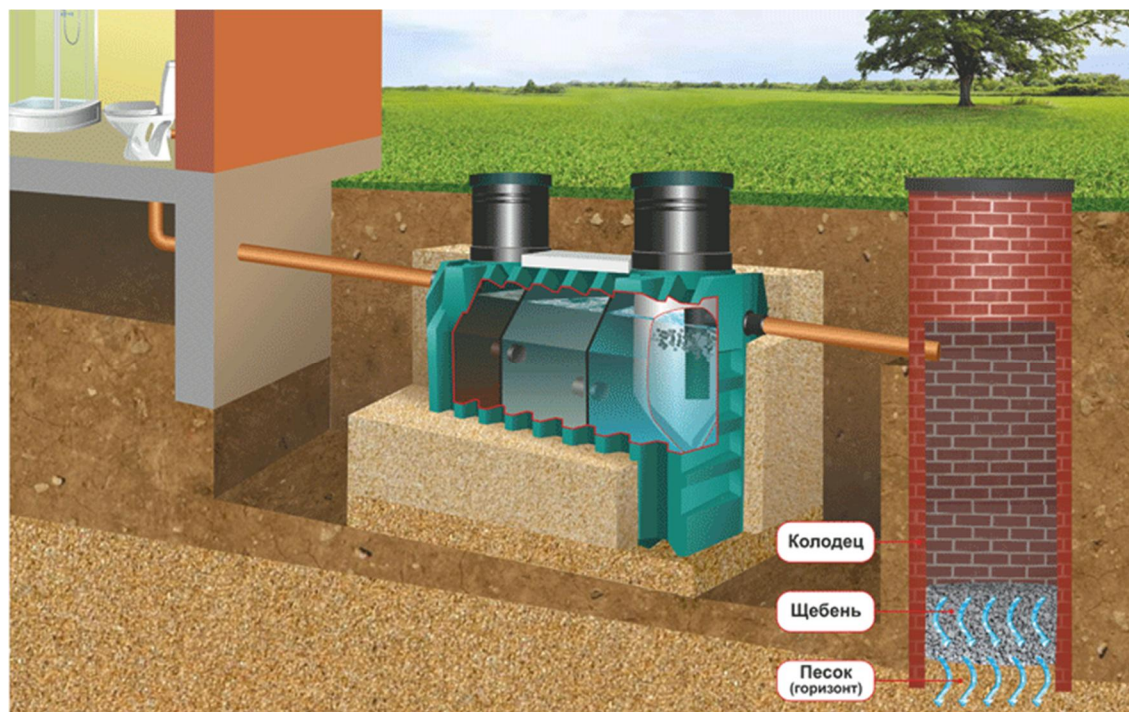


Рисунок 1.6 – Монтаж септик и дренажный колодец [18]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

### 1.2.3 Технология МБР

Технология MBR (Membrane Bio Reactor) представляет собой мембранную фильтрацию, интегрированную в процесс биологической очистки с активным илом. Мембранные ультрафильтры служат в качестве барьера для высокоселективной очистки воды от загрязнений (взвешенные вещества, высокомолекулярные соединения, микроорганизмы активного ила и т. п.). Поскольку размер частиц ила крупнее пор в мембранах (0,04–0,08 $\mu$ m), ил не может попасть в сбрасываемую очищенную воду. В этой своей функции мембраны заменяют вторичные отстойники и фильтры доочистки (каркасно-засыпные, песчаные), поэтому процесс становится независимым от осаждаемости ила. Кроме того, ультрафильтрационные мембраны отсекают все бактерии и вирусы от попадания в очищенный сток, что обеспечивает полное обеззараживание сточных вод.

Системы биологической очистки МБР с успехом применяются для очистки смешанных или промышленных сточных вод. Возможность монтажа мембранных модулей непосредственно в аэротенке позволяет производить модернизацию существующих очистных сооружений и организовать эффективный технологический процесс очистки без дополнительных вложений в строительство.

При реализации технологии МБР мембрана служит в качестве барьера, позволяющего высокоселективно очистить воду от содержащихся в ней загрязнений (взвешенные вещества, высокомолекулярные соединения, микроорганизмы активного ила и т.п.). В зависимости от решаемых технологических задач МБР может применяться как на стадии предфинишной очистки (перед стадией обеззараживания), так и для предварительной очистки перед нанофильтрацией и обратным осмосом в случае необходимости дополнительной обработки очищаемой воды [9].

Система мембранного биореактора состоит из аэротенка и мембранного модуля. Мембранные процессы используют тонкую пленку или пористый материал для разделения одного вещества от другого. Движущей силой разделения веществ могут быть концентрация, давление, температура, электрические силы. В мембранном биореакторе используются процессы ультра- и микрофильтрации. В погружных МБР мембранный модуль погружен непосредственно в иловую смесь и устанавливается в биореакторе или в отдельном резервуаре. Мембраны в погружных МБР выполняются в виде полых нитей диаметром 0,3-3 мм или плоских кассет и имеют размер пор 0,02-0,5 мкм. Фильтрация иловой смеси происходит под действием вакуума, создаваемого на внутренней поверхности мембраны. За счет разности давлений сточные воды проникают внутрь полого волокна или пластины, в то время как активный ил задерживается на внешней поверхности мембраны, удаляясь с ее поверхности восходящим водо-воздушным потоком [9].

В табл. 2 представлена эффективность очистки с помощью МБР.

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20



высококонтрированных сточных вод. Одновременно высокие дозы ила позволяют уменьшить объем биореактора в 2–3 раза, обеспечивая эффективный процесс очистки в условиях низкой массовой нагрузки на активный ил (до 0,2 кгБПК/кг (активного ила)·сут.);

– сокращение количества избыточного активного ила. Возраст ила в МБР составляет от 20–30 сут. при очистке хозяйственно-бытовых и городских сточных вод до 100 сут. и более при очистке высококонцентрированных сточных вод. Верхний предел возраста ила, принимаемый службой эксплуатации, зависит от эффективности гидролиза отмершей клеточной массы и допустимой массы инертных взвешенных веществ в мембранном биореакторе. Несмотря на наличие нитчатых микроорганизмов, за счет повышенной минерализации активный ил обладает удовлетворительной водоотдачей и отводится на обработку непосредственно из биореактора;

– эффективная нитрификация сточных вод. Эксплуатация в условиях повышенного возраста активного ила приводит к селекции в пользу медленнорастущих микроорганизмов, в частности бактерий нитрификаторов, а также к снижению прироста активного ила [10];

– обеззараживание сточных вод. Вследствие того, что поры мембран имеют меньший размер, чем размеры клеток подавляющего большинства известных бактерий и некоторых вирусов, а также за счет образования отложений на поверхности мембраны, выступающих как дополнительный фильтрующий слой, в МБР происходит эффективное обеззараживание сточных вод. Эффективность удаления бактерий составляет 99%, вирусов – 99% [10]. В случае необходимости дополнительного обеззараживания, дозы хлора и его производных могут быть существенно снижены;

– устойчивость процесса очистки к колебаниям концентраций загрязняющих веществ и залповым сбросам. Эксплуатация мембранных биореакторов в режиме низкой нагрузки на активный ил создает резерв окисляющей способности и повышает устойчивость процесса очистки к колебанию состава сточных вод. Использование мембранного метода разделения иловой смеси, эффективность которого не зависит от физиологического состояния активного ила, обеспечивает высокую степень очистки при залповых сбросах загрязняющих веществ и ксенобиотиков, негативно влияющих на физиологическое состояние микроорганизмов активного ила;

– вклад мембраны в удаление загрязняющих веществ. За счет образования динамического слоя отложений на поверхности мембраны и в ее порах, происходит физическое удаление значительного количества макромолекул, коллоидных веществ, ферментов, а также внеклеточных полимерных веществ,

– удаление отложений. В процессе фильтрации в порах и на поверхности мембран образуются биологические и минеральные отложения, который уничтожает все находящиеся в воде микроорганизмы (бактерии, вирусы, простейшие и т.д.). Обслуживание заключается в периодической замене УФ ламп



и очистке камеры обеззараживания. Замена ламп производится примерно 1 раз в 1,5 года, промывка камеры обеззараживания производится 1 раз в 3 месяца

Важным аспектом уменьшения риска является обоснованный и правильный выбор типа мембран (ультра- или микрофильтрационные), материала (полисульфон, полиэфирсульфон, полиэтилен, поливинилиденфторид), режима фильтрации (напорные, погружные/безнапорные), конструкции мембран (плоскостные, трубчатые, полволоконные).

При эксплуатации мембранных систем следует учитывать срок службы мембран (5–10 лет), составлять правильные контракты на поставку заменяемых элементов [11].

### 1.3 Примеры канализационных очистных сооружений малой производительности для поселков

#### 1.3.1 Канализационные очистные сооружения для поселков типа HNV

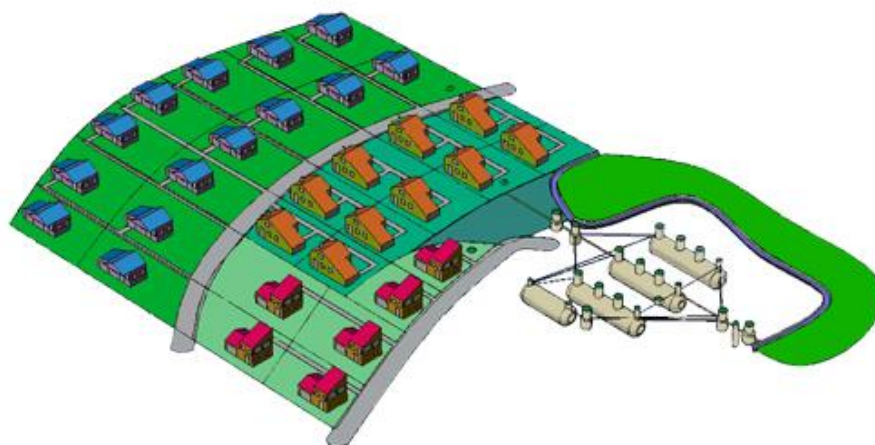


Рисунок 1.7 – Канализационные очистные сооружения для поселков типа HNV [12]

Создание канализационной системы поселка на базе Traidenis HNV (рис.7) позволит создать единую комплексную систему очистной канализации для комплекса домов, или коттеджного поселка, реализовав эффективную систему водоотвода. Единая система очистки для всех поступающих стоков от подключенных к ней домов решает проблему контроля качества очистки сточных вод для каждого дома, и максимально упрощает контроль работоспособности канализации в целом. Соответственно, затраты на устройство и обслуживание канализационной системы целого поселка снижаются на порядок.

#### *Производительность установок типа HNV*

Очистная канализационная система Traidenis HNV, предназначена для эффективной очистки сточных вод комплекса жилых строений (поселки, коттеджные поселки). Принцип действия установок типа HNV основан на

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



биологической очистке бытовых стоков (кухни, ванны, туалеты). Ее производительность варьируется от 5 до 500 кубометров в сутки.

Преимущества канализационной системы для поселков Traidenis HNV:

- предоставляется система очистки стоков полного аэробного биологического закрытого типа фабричного изготовления;
- вся канализационная система поселка собирается в легкую прочную систему биологической очистки, выполненную из армированного стеклопластика;
- нужда в бетонировании очистного сооружения типа Traidenis HNV отсутствует;
- максимальная эффективность очистки стоков при помощи технологии биологического типа системы;
- нет деталей, подверженных износу в движении, нет нужды в замене и обслуживании;
- вода, проходящая очистку канализационной системы Traidenis HNV не содержит активных веществ, не имеет запаха и окрашенности;
- система не создает шума и вибрации при работе. Отсутствуют специфические запахи;
- минимальные затраты электроэнергии на обслуживание системы;
- имеется подземный и надземный вариант монтажа сооружения;

*Эффективность очистного сооружения Traidenis HNV.*

После биологической очистки, в воде содержится:

- не более 15 миллиграмм БПК полн. на литр чистой воды;
- не более 20 миллиграмм взвешенных частиц на литр чистой воды.

При использовании блоков доочистки производства Traidenis (в качестве активного материала используется биоупленка), в воде содержится:

- не более 3 миллиграмм БПК полн. на литр чистой воды;
- не более 3 миллиграмм взвешенных частиц на литр чистой воды [13].

### **1.3.2 Установки биологической очистки сточных вод ЭКО-Р**

Установки биологической очистки сточных вод ЭКО-Р предназначены для очистки бытовых и приравненных к ним по составу производственных сточных вод (стоков) и рассчитаны на производительность от 3 до 1000 кубических метров стоков в сутки.

Установки ЭКО-Р применяются для организации очистки стоков (сточных вод) от малых населенных пунктов, коттеджных поселков, баз отдыха, детских лагерей, промышленных предприятий и прочих объектов, где существует возможность объединения пользователей посредством канализационных сетей и дальнейшего отведения стоков на очистные сооружения.

Установки ЭКО-Р изготавливаются в соответствии с ТУ 4859–001–48117609–06 на основе емкостей из стеклопластика, предназначены для подземного размещения и представляют собой комплектные очистные сооружения,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

включающие ступени механической и биологической очистки, а также блоки глубокой доочистки и установки обеззараживания.

#### *Принцип работы*

В комплексе ЭКО-Р сточные воды проходят основные 4 степени очистки :

- механическую
- глубокую биологическую
- доочистку
- обеззараживание

Кроме того, в комплексах ЭКО-Р предусматривается система удаления и обеззараживания осадка и воздуха, отводимого от сооружений.

#### *Механическая очистка*

Сточные воды (в самотечном режиме или под напором КНС) поступают в приёмную камеру, где размещается сорозадерживающая решётка. В зависимости от производительности комплекса приёмная камера выполняется в составе основного блока очистки, либо отдельным сооружением. Отбросы с решётки удаляются вручную на мобильный транспорт для последующей утилизации на полигонах бытовых и производственных отходов. Возможна установка устройств для самоочистки решётки.

Дале стоки поступают в песколовки тангенциального типа (при производительности свыше 100 м<sup>3</sup>/сут). Задержанный песок собирается в песковой бункер и , после отмывки , может быть использован для хозяйственных или строительных целей.

После песколовки сточные воды направляются в первичные отстойники горизонтального или вертикального типа (зависит от производительности КОС) оборудованные системой равномерной подачи осветлённых стоков на биологическую очистку.

#### *Глубокая биологическая очистка.*

Блок глубокой биологической очистки комплекса ЭКО-Р представляет собой горизонтальную цилиндрическую ёмкость (или несколько емкостей), разделённых перегородками на следующие технологические отсеки:

– аэротенк, в котором протекает биологическое удаление органический загрязнений, поступающих со стоками. Процесс биоочистки происходит за счет жизнедеятельности ценозов аэробных организмов.

– нитрификатор – аэробная камера (является продолжением аэротенка), где за счет нитрифицирующих микроорганизмов протекает процесс нитрификации-перехода азота из аммонийной формы в нитриты, а далее в нитраты.

– денитрификатор – аноксидная зона, в которой нитратный азот восстанавливается до молекулярного и удаляется в виде пузырьков газа (N<sub>2</sub>).

– анаэробная зона, в которой (в совокупности с процессами, протекающими в аэробной зоне биоблока) протекает процесс перехода органического фосфора и полифосфатов в ортофосфаты и дальнейшее удаление ортофосфорного концентрата с осадком. Для более глубокого удаления фосфоросодержащих загрязнений до норм сброса в водоёмы необходимо предусмотреть блок физико-

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

химической очистки (реагентное хозяйство для дозирования растворов солей железа или алюминия).

– вторичный отстойник для разделения иловой смеси после биоблока.

#### *Доочистка*

Доочистка биологически очищенных стоков предназначена для более глубокого удаления взвешенных веществ (хлопьев активного ила) и органических примесей. Доочистка предусматривается в случае необходимости сброса очищенной воды в поверхностные водоёмы рыбохозяйственного назначения.

В комплексах ЭКО-Р для доочистки применяются следующие способы доочистки:

- в контактном биореакторе с ершовой загрузкой,
- в контактном биореакторе с пластиковой загрузкой, обладающей высокой удельной площадью поверхности,
- на самопромывных песчаных фильтрах СПФ
- на ультрафильтрационных мембранных блоках.



Рисунок –1.8 Устройство блока доочистки [14]

#### *Обеззараживание*

Для удаления из очищенных стоков патогенных микробов, бактерий и вирусов применяются бактерицидные установки ультрафиолетового обеззараживания с дозой облучения не менее 40мДж/см<sup>2</sup>. Установки УФО предназначены для работы в напорном или самотечном режиме и устанавливаются либо в технологическом павильоне, либо в герметичном стеклопластиковом колодце.

#### *Вспомогательное технологическое оборудование*

Для обеспечения процессов биологической очистки применяются роторно-лопастные воздуходувки марки Vesker-мирового лидера по производству воздуходувного оборудования для аэрационных систем.

Все части агрегата не требуют смазки. Сжатие воздуха в рабочей камере достигается за счет вращения лопастей, изготовленных из графита с высокой степенью прочности и износостойкости.

Для обвязки емкостных сооружений комплексы ЭКО-Р производятся поставка технологических колодцев, распределительных, перепускных камер из стеклопластика.

Циркуляция воды, иловой смеси, осадка по отсекам комплекса осуществляется при помощи водовоздушных насосов (эрлифтов) с устройством регулирования расхода [15].



Рисунок 1.9 – Узел УФО во время сборки [14]

#### *Обработка осадка*

Образующийся в ходе работы комплекса осадок (смесь сырого осадка первичных отстойников и избыточного активного ила) утилизируется одним из следующих способов:

- на иловых площадках,
- в емкость-накопитель с последующим вывозом на предприятия по переработке,
- на модульных установках обезвоживания.

Применение последнего способа позволяет существенно сократить размеры площадки сооружений.

С целью повышения экологической безопасности комплексы ЭКО-Р оснащаются внутривоздушной системой сбора, обезвреживания и отведения воздуха, насыщенного дурнопахнущими газами и микробно-вирусными

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



аэрозолями. Эти меры позволяют в разы сократить размеры санитарно-защитных зон сооружений по сравнению с нормативными.

Комплексы ЭКО-Р предназначены для подземного размещения. В случае присутствия на объекте грунтовых вод необходимо провести цикл мероприятий по предотвращению всплытия стеклопластиковых ёмкостей.

Комплексы ЭКО-Р разрабатываются индивидуально с учётом местности и требований заказчика к размещению и составу оборудования [15].



Рисунок 1.10 Шнековый обезвоживатель осадка [15]  
Монтаж и размещение



Рисунок 1.11 – Монтаж КОС ЭКО-Р-240 [15]

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата



## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Характеристика района д. Сухая Речка

Сухая Речка – деревня в Кемеровском районе Кемеровской области. Входит в состав Березовского сельского поселения. Находится в 6 километрах к югу от Кемерово. Центральная часть населённого пункта расположена на высоте 221 метра над уровнем моря. В деревне Сухая Речка проживает 551 человек.

Климат Кемеровского муниципального района формируется под влиянием континента, огромные пространства которого отделяют его от теплых морей и океанов. Климат характеризуется резкой континентальностью, большой изменчивостью погоды, суровой зимой с устойчивыми низкими отрицательными температурами воздуха, частыми ветрами значительных скоростей, снегозаносами, интенсивной солнечной радиацией в оба сезона года и сравнительно жарким летом.

Сухая Речка входит в состав Березовского сельского поселения. Сельское хозяйство является основной отраслью экономики территории. Производство сельскохозяйственной продукции в настоящее время осуществляют 2 сельскохозяйственных объединения, 1 исследовательское сельскохозяйственное предприятие (ГНУ КемНИИСХ), 1 общество с ограниченной ответственностью (ООО СХО «Заречье») и 243 личных подсобных хозяйства.

Для жилищно-коммунального комплекса Берёзовской сельской территории характерно наличие, как частного индивидуального жилья, так и средний уровень обеспеченности населения коммунальными услугами, средняя плотность населения – 5 человек на км<sup>2</sup>.

Жилищно-коммунальный комплекс сельской территории представлен 1 предприятием – ООО «Южное».

Техническое состояние объектов инженерной инфраструктуры можно охарактеризовать как неудовлетворительное. Коэффициент износа водопроводных сетей составляет – 80% [16]

До проекта новых очистных сооружений в д. Сухая речка использовались несколько методов удаления хозяйственно-бытовых вод:

- сброс неочищенных сточных вод в поверхностный водный объект, что является нарушением ( Водный Кодекс и Административный Кодекс-ст.8);
- в виду небольшого объема образующейся сточной воды – 120м/куб., то была возможность, по договору с Водоканалом, вывозить сточные воды ассенизационной (ассенизаторской) машиной в установленный колодец централизованной системы водоотведения, что значительно удорожает стоимость коммунальных услуг и ложится дополнительным бременем на платежеспособную часть населения.

Изучив данные о районе расположения очистных сооружений, можно сделать вывод, что в районе преобладает частное индивидуальное жилье. Жители деревни Сухая Речка практически не обеспечены качественной системой коммунальных услуг, в том числе и системой очистных сооружений канализации, а имеющиеся водопроводные системы очень сильно изношены. Это позволяет судить о ненормативном качестве сточных вод, что в свою очередь оказывает негативное воздействие на экологическую безопасность не только населения, но и территории. Следовательно, для обеспечения экологической безопасности необходимы новые очистные сооружения с применением новых доступных технологий.

## **2.2 Технологическая схема работы очистных сооружений водоотведения**

Исходя из малого расхода сточных вод, составляющего 120 м<sup>3</sup>/сут., характеристики изученного района д. Сухая речка, где преобладает индивидуальное хозяйство, а также состава сточных вод, предлагается следующая схема очистных сооружений.

Очистные сооружения малой производительности характеризуются неравномерным притоком сточной воды. Для уменьшения размеров очистных сооружений и регулирования поступающего расхода сточной воды, в составе очистных сооружений канализации предусматривается усреднитель.

Усреднитель представляет собой железобетонную емкость с технологическими люками.

Сточная вода самотеком попадает на MEVA MCU установку, где происходит механическая очистка сточной воды, т.е. на решетке происходит отделение механических частиц, далее в шнековом промывочном прессе, отсеб промывается, обезвоживается и прессуется. Затем отработанный отсеб выгружается в контейнер через систему обратного давления MEVA CPS.

Песок, который не поднят решеткой, оседает в песколовке. Песок перемещается горизонтальным транспортером к транспортеру выгрузки, где он обезвоживается и выгружается в контейнер.

Шлак из MEVA MCU установку вывозится на песковые площадки.

После комбинированной установки вода поступает в первичные отстойники, в котором отделяются взвешенные вещества и происходит первичное окисление органических веществ (денитрификация – превращения нитрат- азота в газообразный азот) в условиях дефицита кислорода, а также уплотнение и сбраживание осадка в анаэробном режиме.

Затем осветленные сточные воды через переливные окна самотеком поступают в аэротенк продленной аэрации, затем через переливное окно последовательно поступают в следующий аэротенк. Общее время аэрации составляет 6 – 8 часов.

В аэротенках происходит насыщение стоков кислородом и биологическая деструкция при помощи активного ила, состоящего из аэробных бактерий. В аэротенках продленной аэрации протекают аэробно-аноксидное окисление органических веществ.

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

После аэротенков сточные воды поступают во вторичный отстойник, где происходит отделение ила от очищенной воды. Время отстаивания не менее 1,5 часа. Активный ил оседает во вторичных отстойниках и периодически (зависит от дозы ила в аэротенке) возвращается в аэротенк.. Циркуляция ила осуществляется посредством насосов.

Образующийся в процессе очистки избыточный активный ил (ИАИ) удаляется самотеком в илоуплотнитель. Очищенная вода, периодически поступает в коллектор на сброс в р. Сухая речка при помощи насосов [18].

### **2.3 Обоснование выбранной технологической схемы очистки сточных вод для д. Сухая речка**

Изучив место расположения очистных сооружений и современные методы очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, можем сделать вывод, что традиционная схема очистки наиболее простой, незатратный и удобный способ очистки сточных вод для д. Сухая речка, так, как:

- главными недостатками мембранного реактора являются высокие капитальные затраты, причем удельная стоимость самих мембранных блоков практически не зависит от производительности, более высокие эксплуатационные затраты (электроэнергия и замена мембран), что невыгодно для д. Сухая речка с малым населением;
- автономная система водоснабжения ( «ТОPAS», септик) не всегда является выгодным способом очистки хозяйственно-бытовых стоков: требует значительных капитальных вложений уже на начальном этапе, необходимо создание источника воды — скважину или колодец, а также обслуживание всей водопроводной системы, начиная от источника воды и заканчивая точками водоразбора, владелец берет на себя. Поэтому необходима централизованная система водоснабжения.

### 3 РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Расчет предлагаемой станции очистных сооружений

**Исходные данные для проектирования и требуемая эффективность очистки**

Существующие очистные сооружения проектированы на 144 м<sup>3</sup>/сут.

Средний секундный расход:

$$q_{cp} = \frac{Q_{cp.сут}}{24 \times 3600} = \frac{144}{24 \times 3600} = 0,0016 \text{ м}^3/\text{с} \quad (1)$$

Общий коэффициент неравномерности водоотведения принимаем  $K_{об.макс} = 2,5$ .

Тогда,

$$q_{макс} = q_{cp} \times K_{об.макс} = 0,0016 \times 2,5 = 0,0042 \text{ м}^3/\text{с}; \quad (2)$$

Эффективная очистка сточной воды рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{ст.в} - C_{ндс}}{C_{ст.в}} \quad (3)$$

Эффективность очистки сточной воды по всем показателям представлена к табл. 3. За проектные значения принимаем  $C_{ндс}$  [4].

Таблица 3 – Эффективность очистки сточных вод.

Наименование	Исходное значение, мг/л	Проектное значение, мг/л	Эффективность, %
Взвешенные вещества	50	3	94
БПК <sub>полн</sub>	375	3	99
Азот аммонийный N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	17	0,5	97
Азот нитратный N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,09	40	
Азот нитритный N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,12	0.08	35
Фосфор фосфатов P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	3	0,2	93

Определим эквивалентное число жителей  $N_{эчж}$ , исходя из удельного водоотведения на одного жителя по БПК<sub>полн</sub>

$$N_{эчж} = \frac{БПК_5 \cdot Q}{60} \quad (4)$$

где  $Q = 144 \text{ м}^3/\text{сут}$  – производительность ОСК,

$$\text{БПК}_5 = \text{БПК}_{\text{полн}} / 1,2 = 375/1,2 = 307 \text{ мг/л,}$$

60 – расчётное количество загрязнений по БПК от одного жителя, кгО<sub>2</sub>/чел в сутки

Тогда по формуле

$$N_{\text{эчж}} = \frac{307 \cdot 144}{60} = 737 \text{ чел.} \quad (5)$$

### 3.2 Расчет усреднителя

$$Q = 144 \text{ м}^3/\text{сут,}$$

$C_{\text{max}} = 50$  мг/л – максимальная концентрация загрязнений в циклическом сбросе,

$C_{\text{mid}} = 3$  мг/л – минимальная концентрация загрязнений в стоке,

$C_{\text{adm}} = 26,5$  мг/л – средняя концентрация загрязнений в стоке,

$t = 7$  ч – период колебания цикла.

Находим коэффициент усреднения по формуле [5]:

$$K_{\text{av}} = \frac{C_{\text{max}} - C_{\text{mid}}}{C_{\text{adm}} - C_{\text{mid}}} = \frac{50 - 3}{26,5 - 3} = 2 \quad (K < 5) \quad (6)$$

Объем усреднителя с перемешивающим устройством при циклических колебаниях вычисляем по формуле [5]:

$$V = 0,21 \cdot Q \cdot t \cdot K = 0,21 \cdot 144 \cdot 7 \cdot 2 = 423 \text{ м}^3 \quad (7)$$

Проектируем прямоугольный усреднитель, состоящий из 2 отделений глубиной  $H = 2$  м. Площадь каждого отделения будет равна:

$$F = V / (n \cdot H) = 105 \text{ м}^2 \quad (8)$$

При ширине каждого отделения  $b = 10$  м, длина их будет:

$$L = F / b = 105 / 10 = 10,5 \text{ м} \quad (9)$$

### 3.3 MEVA MCU комбинированная установка

Из-за небольшой производительности  $Q = 144 \text{ м}^3/\text{сут.}$  (или 2 л/с), подбирается готовый модуль заводского изготовления, где в один комплекс объединены решётка тонкой очистки, шнековый промывочный пресс, песколовка с системой удаления и отмывки песка от органических соединений.

Ее производительность 10 – 240 л/с.

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33



### 3.4 Песковые площадки

По табл. 3.1 [7] принимаем удельное количество песка  $q_{oc}=0,02$  л/(сут\*чел). По формуле [7] определим годовой объем песка, задерживаемого в песколовках:

$$W_{год} = \frac{365 \cdot 737 \cdot 0,02}{1000} = 5,5 \text{ м}^3/\text{год} \quad (10)$$

Принимаем годовая нагрузка на площадки, равная  $h_{год}=2$  м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·год).

По формуле [7] находим рабочую площадь песковых площадок:

$$S_p = \frac{W_{год}}{h_{год}} = \frac{5,5}{2} = 2,75 \text{ м}^2 \quad (11)$$

По формуле [7] рассчитываем общую площадь песковых площадок  $S_{общ}$ :

$$S_{общ} = 1,2 \cdot 2,75 = 3,3 \text{ м}^2 \quad (12)$$

### 3.5 Расчёт первичных вертикальных отстойников с нисходяще-восходящим потоком.

Средний секундный расход:  $q_{cp} = 0,0016$  м<sup>3</sup>/с.

Максимальный секундный расход  $q_{max} = 0,0042$  м<sup>3</sup>/с.

Эффект осветления  $\mathcal{E} = 94$  %.

По табл. 4.3 принимаем глубину проточной части в отстойнике  $H_{set}=3$  м, коэффициент использования объема проточной части отстойника  $K_{set}=0,65$  м, скорость рабочего потока  $v_w=5$  мм/с.

По графикам на рис. 4.14 находим показатель степени  $n_2=0,2$  и по формуле 4.2 [7] определяем значение гидравлической крупности:

$$u_0 = \frac{1000 \cdot 3 \cdot 0,65}{7200 \cdot 2} = 0,2 \text{ мм/с} \quad (13)$$

Принимается стандартный диаметр отстойника  $D_{set} = 4$  м, затем рассчитывается количество отделений отстойников  $n$ :

$$n = \frac{q_w}{1,41 \cdot K_{set} \cdot D_{set} \cdot u_0} = \frac{6}{2,9} = 2 \quad (14)$$

По формуле [7] рассчитываем диаметр  $D_n$  и высота кольцевой перегородки  $H_n$ :

$$D_n = D_{set} \sqrt{0,5} = 2,83 = 3 \text{ м}; \quad (15)$$

$$H_n = \frac{H_{set}}{3} = 2 \text{ м}. \quad (16)$$

Определяем общую высоту цилиндрической части отстойника  $H_{ц}$ :

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

$$H_{ц} = H_{set} + H_2 + H_3 = 3 + 0.3 + 0.5 = 3.8 \text{ м}, \quad (17)$$

где  $H_2$  – высота нейтрального слоя между низом отражательного щита и слоем осадка, равная, 0.3 м;

$H_3$  – высота борта отстойника, равная 0,5 м.

Находим по формуле [7] высоту конусной части отстойника  $H_k$ :

$$H_k = 0,5 \cdot D_{set} \cdot \operatorname{tg} \alpha = 0.5 \cdot 4 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ м}. \quad (18)$$

По формуле [7] определяем полную строительную высоту отстойника на выходе:

$$H = 3,8 + 2,4 = 6,2 \text{ м}. \quad (19)$$

По формуле [7] определяем количество осадка, выделяемого при отстаивании за сутки:

$$Q_{\text{mud}} = \frac{144(50-3)}{(100-95) \cdot 1 \cdot 10^4} = 0,2 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (20)$$

Масса уловленного осадка:

$$G_{\text{сух}} = \frac{C_0 \cdot \Delta k Q}{1000 \cdot 1000} = \frac{50 \cdot 0,9 \cdot 2,5 \cdot 144}{1000 \cdot 1000} = 0,016 \text{ т/сут} \quad (21)$$

При самотечном удалении влажность осадка  $W_{oc} = 95\%$ . Объем уловленного осадка отстойниками при плотности  $\rho = 1 \text{ т/м}^3$ :

$$V_{oc} = \frac{100 G_{\text{сух}}}{(100-95)\rho} = \frac{100 \cdot 0,016}{(100-95) \cdot 1} = 0,032 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (22)$$

Степень очистки по взвешенным веществам 50 % (после первичного отстойника 25 мг/л).

### 3.6 Расчет аэротенка-смесителя

Так как значение  $L_{en} > 150 \text{ мг/л}$ , принимаем аэротенки-смесители с регенераторами.

Принимаем среднюю дозу активного ила  $a_{i \text{ mix}} = 3,5 \text{ г/л}$ , концентрацию растворенного кислорода  $C_o = 2 \text{ мг/л}$  и степень регенерации  $R_r = 0,3$ .

По формуле [7] рассчитываем удельную скорость окисления:

$$P = 85 \cdot \frac{3 \cdot 2}{3 \cdot 2 + 33 \cdot 2 + 0,625 \cdot 3} \cdot \frac{1}{1 + 0,07 \cdot 3,5} = 1 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/(\text{г} \cdot \text{ч}). \quad (23)$$

По формуле определяем период аэрации:

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$t_{atm} = \frac{375-3}{3,5(1-0,3) \cdot 1} = 40 \text{ ч.} \quad (24)$$

По формуле определяем нагрузку на активный ил:

$$q_i = \frac{24(375-3)}{3,5(1-0,3)40} = 105 \text{ мг БПК}_{\text{полн}}/(\text{г} \cdot \text{сут}). \quad (25)$$

По табл. 3.1 [7] интерполяцией находим иловый индекс, который соответствует рассчитанной нагрузке на активный ил:

$$J_i = 130 \text{ см}^3/\text{г}. \quad (26)$$

Рассчитываем степень рециркуляции активного ила по формуле:

$$R_i = \frac{2}{\frac{1000}{130} - 2} = 0,3. \quad (27)$$

По формуле определяем общий объем аэротенка и регенератора:

$$W_{atm} + W_r = 6 \cdot 2,75 = 16,5 \text{ м}^3 \quad (28)$$

$$W_{atm} = \frac{16,5}{1 - \frac{0,3}{1-0,3}} = 10,5 \text{ м}^3 \quad (29)$$

$$W_r = 16,5 - 10,5 = 6 \text{ м}^3 \quad (30)$$

По табл. 13 [7] Приложений подбираем типовой проект аэротенка-смесителя №902-2-94 .

По формуле рассчитываем дозу активного ила в аэротенке:

$$a_i = \frac{16,5 \cdot 3,5}{10,5 + \left(\frac{1}{2 \cdot 0,656} + 1\right)6} = 5,7 \text{ г/л}. \quad (31)$$

Рассчитываем прирост активного ила по формуле:

$$P_i = 0,8 \cdot 50 + 0,3 \cdot 375 = 115 \text{ мг/л}. \quad (32)$$

### 3.7 Расчет вторичных отстойников

Проектируем вертикальные отстойники с нисходяще-восходящим потоком отстойники. Расчет выполняем по нагрузке. Принимаем расчетную глубину отстойников 3 м.

Нагрузку определяем по формуле при  $J_i = 130 \text{ см}^3/\text{г}$ :

$$q_i = 4,5 \cdot 0,4 \cdot 3^{0,8} / (0,1 \cdot 130 \cdot 2)^{0,5-0,01 \cdot 15} = 1,5 \text{ м}^3/(\text{м}^3 \cdot \text{ч}) \quad (33)$$

Площадь одного отделения при общем их количестве  $n=2$ :

$$F = q_{\text{макс.}} / (nq) = 6 / 2 \cdot 1,5 = 2 \text{ м}^2. \quad (34)$$

Диаметр отстойника:

$$D = \sqrt{4F/\pi} = 1,6 \text{ м.} \quad (35)$$

Принимаем отстойник диаметром  $D= 3 \text{ м}$

Количество избыточного ила в отстойниках рассчитывается по формуле:

$$W_{i \text{ изб}} = \frac{(115-10)144 \cdot 100}{1 \cdot 1000000 \cdot (100-99,8)} = 7,5 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (36)$$

Содержание взвешенных веществ в воде после отстойников  $C_0 = 10 \text{ мг/л}$ .  
Допустимое содержание взвешенных веществ в осветленной воде  $C_1 = 3 \text{ мг/л}$ .  
Требуемый эффект осветления воды рассчитываем:

$$\Xi = \frac{(C_0 - C_1)100}{C_0} = \frac{(10-3)100}{10} = 70 \%. \quad (37)$$

Масса уловленного осадка по формуле:

$$G_{\text{сух}} = \frac{10 \cdot 0,7 \cdot 1,2 \cdot 144}{1000 \cdot 1000} = 0,002 \text{ т/сут.} \quad (38)$$

Влажность осадка  $W_{\text{ос}} = 95 \%$ . Объем уловленного осадка отстойниками при плотности его  $\rho = 1 \text{ т/м}^3$  по формуле:

$$V_{\text{ос}} = \frac{100 \cdot 0,002}{(100-95)1} = 0,04 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (39)$$

Среднее количество поступающего сухого вещества (с учетом распада):

$$P = \sum G_{\text{сух}} \left[ 1 - \frac{R}{100} \cdot \left( 1 - \frac{Z}{100} \right) \right] = \\ = (0,002 + 0,016) \cdot \left[ 1 - \frac{30}{100} \cdot \left( 1 - \frac{27}{100} \right) \right] = 0,008 \text{ т/сут,} \quad (40)$$

где  $R = 30 \%$  – распад беззольного вещества;  $Z = 27 \%$  – средняя зольность поступающей смеси.

Расход смеси поступающей в уплотнитель определяем по формуле:

$$Q_1 = \frac{P1000}{C_1} = \frac{0,008 \cdot 1000}{20} = 0,4 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (41)$$

где  $C_1 = 20 \text{ г/л}$  – концентрация сухого вещества смеси в зоне аэрации.

Расход уплотненной смеси, подаваемой на обеззживание по формуле:

$$Q_2 = \frac{P1000}{C_2} = \frac{0,008 \cdot 1000}{30} = 0,3 \text{ м}^3/\text{сут,} \quad (42)$$

где  $C_2 = 30$  г/л – концентрация уплотненной смеси.

Количество иловой воды, отводящейся из осадкоуплотнителя находим по формуле:

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 = 0,4 - 0,3 = 0,1 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (43)$$

Расход иловой воды, отводящейся из осадкоуплотнителя:

$$Q_4 = \sum Q - Q_1 = 0,8 - 0,1 = 0,7 \text{ м}^3/\text{сут.} \quad (44)$$

Объем зоны аэрации определяем по формуле:

$$V_1 = \frac{P1000}{C_1} \cdot \tau = \frac{0,008 \cdot 1000}{20} \cdot 10 = 40 \text{ м}^3, \quad (45)$$

где  $\tau = 10$  сут – период аэрации.

Объем зоны отстаивания находим по формуле:

$$V_2 = \frac{Q}{24} \cdot \tau_2 = \frac{0,7}{24} \cdot 2 = 0,5 \text{ м}^3, \quad (46)$$

где  $\tau_2 = 2$  ч – время осветления иловой воды в отстойной зоне.

Объем зоны уплотнения по формуле:

$$V_3 = \frac{Q_1}{24} \cdot \tau_3 = \frac{0,4}{24} \cdot 6 = 0,9 \text{ м}^3, \quad (47)$$

где  $\tau_3 = 6$  ч – время пребывания смеси в осадкоуплотнителе.

Общий объем стабилизатора определяем по уравнению:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = 42 \text{ м}^3 \quad (48)$$

Длина минерализатора по формуле равна:

$$L = \frac{V}{B H n} = \frac{907,5}{9 \cdot 4,8 \cdot 2} = 10 \text{ м.} \quad (49)$$

Объем уплотненной смеси по формуле:

$$Q = \frac{4V_3(100-99,8)}{100-W_{см}} = \frac{4 \cdot 0,9 \cdot (100-99,8)}{100-97} = 0,24 \text{ м}^3/\text{сут.}, \quad (50)$$

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38



где  $W_{см} = 97\%$  – влажность уплотненной смеси.

Расход воздуха на аэрацию рассчитываем по формуле:

$$Q = qV_1 = 1,5 \cdot 40 = 60 \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (51)$$

где  $q = 1,5 \text{ м}^3/(\text{м}^3\text{ч})$  – удельный расход воздуха на  $1 \text{ м}^3$  емкости.

### 3.8 Радиальный илоуплотнитель

Расчет илоуплотнителя ведут на максимальный часовой приток избыточного активного ила в  $\text{м}^3/\text{ч}$ :

$$q_{max} = \frac{P_{max}Q}{24C} = \frac{115 \cdot 144}{24 \cdot 200} = 4,14 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (52)$$

где  $Q$ - расчетный расход сточных вод,  $\text{м}^3/\text{сут}$ ;  $C$ - концентрация уплотняемого избыточного активного ила,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $P_{max}$ - содержание избыточного активного ила,  $\text{г}/\text{м}^3$ ;  $P_{max} = K_m P$  (здесь  $P$ - прирост ила, принимается в зависимости от степени очистки сточной воды [10];

$K_m$ - коэффициент месячной неравномерности прироста ила, равный 1,15-1,2).

Высота проточной части илоуплотнителя в м,

$$h = 3,6vt \quad (53)$$

где  $v$ - скорость движения жидкости,  $\text{мм}/\text{с}$ ;  $t$ - продолжительность уплотнения. При этом концентрация избыточного активного ила, продолжительность отстаивания, скорость движения жидкости в отстойной зоне принимаются по СНиП 2.04.03-85. Полезная площадь поперечного сечения илоуплотнителя

$$F_{пол} = q_{жс}/(3,6v) = \frac{2,5}{3,6 \cdot 0,07} = 9,9 \text{ м}^2/\text{ч} \quad (54)$$

где  $q_{жс}$ - максимальный расход жидкости,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , отделяемой в процессе уплотнения ила:

$$q_{жс} = q_{max}(W_1 - W_2)/(100 - W_2) = \frac{4,14(99,2 - 98)}{100 - 98} = 8\% \quad (55)$$

где  $W_1$ , -влажность поступающего и уплотненного ила, %.

Площадь поперечного сечения центральной трубы

$$f_{mp} = q_{max}/(3600v_{mp}) = \frac{4,14}{3600 \cdot 0,1} = 0,011 \text{ м}^2/\text{ч} \quad (56)$$

где  $v_{mp}$  - скорость движения жидкости в вертикальной трубе, равная  $0,1 \text{ м}/\text{с}$ .

Общая площадь илоуплотнителя,  $\text{м}^2$ ,

					ИОУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

$$F_{общ} = F_{пол} + f_{тр} = 9,9 + 0,011 = 10,1 \text{ м}^2 \quad (57)$$

а диаметр одного илоуплотнителя, м,

$$D = \sqrt{4F_{общ}/(\pi n)} = \frac{4 \cdot 10}{3,14 \cdot 2} = 2,5 \text{ м} \quad (58)$$

где n- число илоуплотнителей; минимальное число илоуплотнителей n принимают равным двум (оба рабочие).

Объем иловой части илоуплотнителя

$$V_{ил} = q_{max} \frac{100-W_1}{100-W_2} \frac{t_{ил}}{n} = 29,16 \cdot \frac{100-99,2}{100-98} \cdot \frac{8}{2} = 46,65 \text{ м}^2 \quad (59)$$

где  $t_{ил}$  – продолжительность пребывания ила в иловой части при выгрузке его 1 раз в смену, принимаемая равной 8ч.

### 3.9 Осадкоуплотнитель

Количество осадка из первичных отстойников, поступающих в осадкоуплотнитель по объему  $Q = 0,2 \text{ м}^3/\text{сут}$  с влажностью 99,9 %, влажность уплотненного осадка 94 %.

Количество уплотненного осадка с влажностью 95% считаем по формуле:

$$Q_{упл} = \frac{0,2}{(100-99,9)} = 2 \text{ м}^3/\text{сут} \quad (60)$$

Принимаем 4–секционный осадкоуплотнитель площадью:

$$F = 4 \cdot 1 \cdot 1 = 4 \text{ м}^2 \quad (61)$$

### 3.10 Расчет иловых площадок

Осадок поступает из аэротенка-смесителя. В соответствии со СНиП [4] принимаем площадки на естественном основании без дренажа с нагрузкой  $1,2 \text{ м}^3/\text{м}^2$  в год и климатическим коэффициентом  $K = 0,9$ . Количество дней намораживания 125.

Расчетная нагрузка на иловые площадки, в соответствии с формулой:

$$H_p = 2 \cdot K = 2 \cdot 0,9 = 1,8 \text{ м}^3/\text{м}^2 \text{ в год.} \quad (62)$$

Годовое количество осадка определяем

$$Q_{Г} = Q_{ср \text{ сут}} \cdot 365 = 0,24 \cdot 365 = 87,6 \text{ м}^3. \quad (63)$$

Расчетная полезная площадь иловых карт найдем по формуле:

					ИОУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$F_p = \frac{Q_{\Gamma}}{H_p} = \frac{87,6}{1,8} = 48,6 \text{ м}^2. \quad (64)$$

### 3.11 УФ – установки обеззараживания

Для обеззараживания выбираем УФ-установку ОДВ–2000А с ультрафиолетовым датчиком и блоком промывки[21].

Оборудование обеспечивает УФ дозу не менее 16 мДж/см<sup>2</sup>, средняя доза в оборудовании достигает 30 мДж/см<sup>2</sup>, при качестве обеззараживаемой воды: цветность – не более 35 град, содержание железа – не более 1 мг/л, мутность – не более 2 мг/л по каолину, коли-индекс – не более 10 000 КОЕ/литр. Ресурс бактерицидных УФ ламп – 12000 часов. Оборудование изготавливается из нержавеющей стали.



Рисунок 8 – УФ-обеззараживатель типа ОДВ

Внутри камеры обеззараживания, изготовленной из пищевой нержавеющей стали, размещены бактерицидные УФ лампы. Для защиты ламп и поддержания их температурного режима используются специальные чехлы, которые характеризуются высокой светопрозрачностью и изготавливаются из натурального кварца. Внешняя часть чехла контактирует с водой и подвергается обрастанию, в результате чего происходит снижение дозы облучения. Для очистки чехлов применяются слабые растворы щавелевой кислоты. На время промывки корпусное оборудование выводится из работы и изолируется из основного потока. Промывка производится при помощи циркуляции промывного раствора внутри камеры обеззараживания в течение 1,5–3 часов. Химическая очистка эффективно удаляет большинство загрязнений, образующихся при эксплуатации оборудования в природной и сточной воде: соли железа, кальция и др.

На корпусе камеры обеззараживания имеются входной и выходной патрубков, патрубки для автоматической промывки установки. Для измерения УФ интенсивности в заданной точке УФ реактора применяется фоточувствительный детектор – УФ датчик. Датчик температуры предназначен для выдачи сигнала отключения УФ ламп в случае перегрева камеры обеззараживания.

Для автоматизации процесса используется блок управления. Контролируемые показатели: интенсивность излучения, наличие протока воды, температура внутри камеры обеззараживания, индикаторы неисправности ламп. Питание и система автоматики производиться с выносного пульта управления[20].

Для того, чтобы исключить возможность попадания промывного раствора с рН=2 в систему хозяйственно-бытовой канализации, необходимо разбавить кислотный раствор до рН=6,5-8,5.

Для разбавления используется промывная вода. Ресурс бактерицидных УФ ламп составляет 12000 часов. Периодичность их замены составит:

$$n = \frac{12000}{365 \cdot 24} = 1,4 \text{ года} \quad (65)$$

Т.е. каждый год и пять месяцев. Для одной промывки блока обеззараживания требуется 200 г щавелевой кислоты. Промывка производится каждые полгода [21].

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщив данные о состоянии водоотведения д. Сухая речка, на сегодняшний день можно сделать вывод, что малый населенный пункт нуждается в новых очистных сооружениях канализации.

1. Рассмотрев современные методы очистки сточных вод малых населенных пунктов, а именно технологию очистки сточных вод с помощью септиков и устройства «ТОPAS», а также технологию МБР, был сделан вывод о наиболее подходящей схеме очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.

2. В дипломном проекте предложена технологическая схема водоочистки д. Сухая речка, с укрупненными расчетами каждой ступени очистки.

3. При предложенной технологии в очищенных стоках получили содержание загрязнителей, а именно взвешенных веществ – 3 мг/л, БПК<sub>полн.</sub> – 3 мг/л, фосфатов – 0,2 мг/л, азота аммонийного – 0,5 мг/л, азота нитратного – 40 мг/л, азота нитритного – 0,08 мг/л, которое не превышает допустимых нормативов.

					ЮУрГУ – 241000.62.2016.888. ПЗ ВКП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Соловьева Е.А. Совершенствование технологии удаления азота и фосфора в комплексе по очистке сточных вод и обработке осадка: автореф. дис. докт. техн. наук. – СПб., 2009 – 15 с.
- 2 СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. – М., 2012. – 83 с.
- 3 Ласков, Ю.М. Примеры расчетов канализационных сооружений: учебное пособие / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И. Калицун. – 3-е изд. – М.: Изд-во Альянс, 2008. – 255 с.
- 4 Гудков, А.Г. Механическая очистка сточных вод: учебное пособие / А.Г. Гудков. – Вологда: Изд-во ВоГТУ, 2003. – 152 с.
- 5 Гудков, А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод: учебное пособие / А.Г. Гудков. – Вологда: Изд-во ВоГТУ, 2002. – 127 с.
- 6 Новейшие разработки и технологии очистки сточных вод (TOPAS) – [http://www.greeninfo.ru/garden\\_products.html/Article/\\_aID/3312](http://www.greeninfo.ru/garden_products.html/Article/_aID/3312)
- 7 Современные сооружения биологической очистки стоков – <http://www.septic-dks.ru/kanalizacija/sooruzheniya-bio/>
- 8 Установка биологической очистки бытовых сточных вод – [http://www.rusecoholding.ru/ekob\\_1000.php](http://www.rusecoholding.ru/ekob_1000.php).
- 9 Автономная система канализация для поселка – [http://evro-septik.ru/kanalizacija\\_dlja\\_poselkov\\_sooruzhenija\\_biologicheskij\\_ochistki\\_bytovyh\\_stokov\\_dlja\\_posjolkov/](http://evro-septik.ru/kanalizacija_dlja_poselkov_sooruzhenija_biologicheskij_ochistki_bytovyh_stokov_dlja_posjolkov/).
- 10 Алексеев, В.И. Проектирование сооружений переработки и утилизации осадков сточных вод с использованием элементов компьютерных информационных технологий: учебное пособие / В.И. Алексеев, Т.Е. Винокуров, Е.А. Пугачёв. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 176 с.
- 11 Новикова М.А., Романова О.Н. Характеристика биологических систем очистки сточных вод // Техника и технологии: пути инновационного развития. – 2014. – № 4. – С. 58-60.
- 12 Соловьева, Е.А. Совершенствование технологии удаления азота и фосфора в комплексе по очистке сточных вод и обработке осадка: автореферат диссертации на соискание ученой степени / Е.А. Соловьева. – СПб, 2009. – 15с.
- 13 Николаева, А.М. Статья: биотехнология утилизации осадков муниципальных сточных вод / А.М. Николаева // Независимая газета. – 2014 –3 марта.
- 14 Штриплинг, Л.О. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов: учебное пособие / Л. О. Штриплинг, Ф.П.Туренко – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.
- 15 Первов, А.Г. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация: монография / А.Г. Первов. – М.: Ассоциации строительных вузов, 2009. – 239 с.

- 16 Гладкова, Е.В. Очистка сточных вод по технологии МБР/ Е.В. Гладкова Т.Н. Резухина // Экология. – 2014 – 18 июня
- 17 Михалева Т.А. Фитофльтрационный канал как эффективное сооружение доочистки сбросных вод. // Сборник статей I Международной научно-практической конференции преподавателей, молодых ученых и аспирантов аграрных вузов РФ, М.: РУДН, 2009.
- 18 Пугачев, Е.А. Проектирование сооружений переработки и утилизации осадков сточных вод с использованием элементов компьютерных информационных технологий / Е.А. Пугачев, В.И. Алексеев, Т.Е. Винокурова. – АСВ, 2003. – 176 с.
- 19 Ультрафиолетовые технологии – <http://lituv.com/ru/activities/news/terminology/>
- 20 СНиП 2.04.03 – 85. Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 72 с.
- 21 Разумовский Э.С. и др. Очистка и обеззараживание сточных вод малых населенных пунктов. М., Стройиздат, 1978.