

Министерство образования и науки 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»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

Т.А.Владимилова

\_\_\_\_\_ 2017г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

Д.В. Ульрих

\_\_\_\_\_ 2017г.

Проект комплекса водоотведения поселка «Европа»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР

Консультанты:

Технология строит. пр-ва

В.Н. Кучин

\_\_\_\_\_ 2017г.

Руководитель проекта

И.А. Арканова

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Автор проекта

студент группы АС-407

А.В. Зубова

\_\_\_\_\_ 2017 г.

Нормоконтролер

Е.В. Николаенко

\_\_\_\_\_ 2017г.

Челябинск  
2017

## АННОТАЦИЯ

Зубова А.В. Выпускная квалификационная работа «Проект комплекса водоотведения поселка «Европа» – Челябинск: ЮУрГУ, АС - институт, 2017. – 109 с.– 8 листов ф.А1 – библи. 25 назв.

В выпускной квалификационной работе рассмотрены методы и установки для очистки хозяйственно-бытовых сточных вод, в соответствии с требованиями по их качеству и утилизации предложены современные технологии в системах водоотведения поселка «Европа», расположенного в Аргаяшском районе Челябинской области на берегу озера Кум-Куль.

В пояснительной записке представлены основные расчеты по расходам хозяйственно-бытовой канализации с учетом всех имеющихся потребителей. Подобраны установки водоочистки комплекса. Так же рассмотрен вопрос по обработке и утилизации осадка сточных вод. Предложен метод утилизации очищенных сточных вод не нарушающий экологическое состояние озера. Подобрана установка очистки воды для автомоечного комплекса на 2 поста, а также установка для очистки поверхностного стока. Разработана технология производства работ по строительству участка канализационной сети.

|                  |                   |                 |              |             |   |                      |             |               |
|------------------|-------------------|-----------------|--------------|-------------|---|----------------------|-------------|---------------|
|                  |                   |                 |              |             | <i>ЮУрГУ-08.03.01.2017.305-04.077ПЗ ВКР</i> |                      |             |               |
| <i>Изм.</i>      | <i>Лист</i>       | <i>№ докум.</i> | <i>Подп.</i> | <i>Дата</i> |   |                      |             |               |
| <i>Зав. каф.</i> | <i>Ульрих</i>     |                 |              |             | <i>Пояснительная<br/>записка к ВКР</i>      | <i>Стадия</i>        | <i>Лист</i> | <i>Листов</i> |
| <i>Руковод.</i>  | <i>Арканова</i>   |                 |              |             |   | <i>ВКР</i>           | <i>2</i>    | <i>109.</i>   |
| <i>Разработ</i>  | <i>Зубова</i>     |                 |              |             |   | <i>ЮУрГУ</i>         |             |               |
| <i>Проверил</i>  | <i>Арканова</i>   |                 |              |             |   | <i>Кафедра ГИСиС</i> |             |               |
| <i>Н. контр</i>  | <i>Николаенко</i> |                 |              |             |   |                      |             |               |

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 4  |
| 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА ПРОЕКТИРОВАНИЯ - ПОСЕЛОК «ЕВРОПА»<br>.....   | 6  |
| 1.1 Данные по озеру Кум-Куль.....   | 6  |
| 1.2 Количественные и качественные показатели для расчета комплекса<br>водоотведения поселка «Европа».....     | 7  |
| Выводы.....   | 9  |
| 2 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ЛОКАЛЬНЫМ ОЧИСТНЫМ СООРУЖЕНИЯМ<br>БЫТОВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ ДЛЯ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ ..... | 10 |
| 2.1 Традиционные технологии в очистке сточных вод для малых населенных<br>мест .....                          | 10 |
| 2.2 Блочные очистные сооружения для малых населенных мест .....   | 16 |
| 2.2.1 Установка «БИО», ГПИ «Эстонпроект».....   | 17 |
| 2.2.2 Установка КУ-25 - КУ-200.....   | 18 |
| 2.2.3 Установка типового проекта 902-3-90.90, 902- 3-89.90.....   | 19 |
| 2.2.4 Установка «ЕВРОБИОН-БИОМАТРИКС».....  | 21 |
| 2.2.5 Блочно-модульные системы очистки (КСКомплект).....  | 22 |
| 2.2.6 Кавитационно-ферментные очистные сооружения.....  | 24 |
| 2.3 Способы утилизации очищенных хозяйственно бытовых сточных вод для<br>малых населенных мест.....           | 26 |
| Выводы.....   | 30 |
| 3 РАЗРАБОТКА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА .....   | 33 |
| 3.1 Исходные данные для составления водохозяйственного баланса .....  | 33 |
| 3.1.1 Расчет водопотребления поселка «Европа».....  | 33 |
| 3.1.2 Определение расхода воды на полив тротуаров, дорог, газонов.....  | 33 |
| 3.1.3 Расчет расходов воды на нужды автомойки.....  | 34 |
| 3.1.4 Расчет расходов дождевых вод в поселке «Европа».....  | 34 |
| 3.2 Учет сезонности .....   | 38 |
| Выводы.....   | 38 |
| 4 ВЫБОР, ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ<br>ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД.....                    | 40 |

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 1    |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.1   | Количество и качество сточных вод поселка «Европа» .....   | 40 |
| 4.2   | Расчёт очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод поселка «Европа».....                              | 44 |
| 4.2.1 | Расчёт решёток.....  | 45 |
| 4.2.2 | Расчёт аэрируемого усреднителя.....  | 47 |
| 4.2.3 | Параметры блока интегральных модулей.....  | 49 |
| 4.3   | Определение размеров санитарной зоны для очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод.....             | 53 |
| 4.4   | Расчет полей поглощения для приёма очищенных сточных вод.....  | 54 |
|       | Выводы.....  | 58 |
| 5     | ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ТЕХНОЛОГИЯМ ВОДОПОДГОТОВКИ АВТОМОЕЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ .....                                  | 59 |
| 5.1   | Характеристика современных автомоек.....   | 59 |
| 5.1.1 | Установка для очистки нефтесодержащих сточных вод серии «БМ».....  | 61 |
| 5.1.2 | Очистные сооружения фирмы «ОЗОН» для систем оборотного водоснабжения.....                                      | 64 |
| 5.1.3 | Системы оборотного водоснабжения «СКАТ».....   | 66 |
| 5.1.4 | Установка для обработки воды HDR 777.....  | 69 |
| 5.1.5 | Установка «АРОС-2».....  | 71 |
| 5.2   | Влияние нефтепродуктов и взвешенных веществ на очистку и утилизацию сточных вод.....                           | 73 |
|       | Выводы.....  | 75 |
| 6     | ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО МЕТОДАМ СБОРА, ОЧИСТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИИ ПОСЕЛКА .....      | 77 |
| 6.1   | Основные сооружения для сбора и очистки поверхностного стока.....  | 77 |
| 6.1.1 | Системы очистки ливневых сточных вод. Комплексы «ФФУ-ФСД».....   | 82 |
| 6.1.2 | Установки очистки поверхностного стока «AG-сток».....  | 84 |
| 6.1.3 | Очистные сооружения фирмы «ОЗОН» для поверхностного стока производительностью 2,5; 3; 6; 10; 20; 30 л/сек..... | 86 |
| 6.1.4 | Очистные сооружения поверхностного стока «ВЕКСА-М».....  | 87 |
| 6.1.5 | Очистные сооружения поверхностного стока «FloTenk».....  | 89 |
| 6.2   | Утилизация поверхностного стока после очистки .....  | 91 |
|       | Выводы.....  | 92 |

|   |     |
|---|-----|
| 7 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....                            | 94  |
| 7.1 Характеристика объекта производства работ .....                     | 94  |
| 7.2 Состав работ строительного процесса .....                           | 94  |
| 7.3 Подсчет объемов работ.....  | 94  |
| 7.3.1 Разработка грунта в траншее.....                                  | 95  |
| 7.2.2 Ручная подчистка дна траншеи.....                                 | 96  |
| 7.2.3 Устройство песчаного основания, толщиной 0,1 м.....               | 96  |
| 7.2.4 Укладка труб в траншею длиной 200 метров.....                     | 96  |
| 7.2.5 Соединение трубопроводов.....                                     | 96  |
| 7.2.6 Присыпка трубопроводов слоем грунта на 0,3 м.....                 | 96  |
| 7.2.7 Гидравлические испытания трубопроводов.....                       | 96  |
| 7.2.8 Обратная засыпка траншеи.....                                     | 96  |
| 7.4 Определение трудоемкости и продолжительности работ .....            | 97  |
| 7.5 Выбор машин и механизмов .....                                      | 100 |
| 7.6 Рекомендации по технологии выполнения строительного-монтажных работ | 104 |
| 7.7 Контроль качества.....  | 105 |
| Выводы.....   | 106 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....  | 107 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....  | 108 |

## ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

В настоящее время процесс очистки сточных вод, утилизации, имеет большое экологическое значение. Повышение требований к качеству очищаемых стоков заставляет искать более эффективные и экологически безопасные способы удаления загрязнений из сточных вод.

В малых населенных пунктах, расположенных на берегах водоемов, не обладающих протоком, существует проблема в утилизации очищенного стока, а также выбора очистных сооружений.

Целью данной работы является разработка технологических схемы очистки сточных вод поселка «Европа», с последующей утилизацией очищенных стоков вне водоема.

В соответствие с целью основными задачами данной работы являлось:

- выбор, обоснование и расчет очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод;
- использование современных технологий в утилизации очищенного

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 4    |

хозяйственно-бытового стока, исключающих нарушение экологического состояния водоёма;

- разработка водохозяйственного баланса;
- выбор оптимальной технологии водоподготовки автомоечных комплексов на основании литературных данных;
- выбор основных сооружений для сбора, очистки поверхностного стока на основании литературных данных.
- Разработать технологию строительного производства по укладке участка трубопровода в траншею.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 5    |





Озеро не проточное, склонно к застаиванию, его берега частично в зарослях камыша, оно имеет достаточно высокий процент зарастания, порядка 20%. Дно озера в основном песчаное, но местами заиленное. На основании этого, данное озеро не может рассматриваться в качестве источника водоснабжения и для водоотведения. Из-за не проточности водоема, выпуск сточных вод будет ухудшать качество воды в нем, это будет отражаться на его дальнейшем использовании в качестве источника водоснабжения, на использовании озера для культурных и спортивных мероприятий, рыбохозяйственных целей. Поэтому необходимо предусмотреть альтернативный вариант утилизации сточных вод, который не будет ухудшать санитарное состояние озера и поселка «Европа», находящегося на его берегу.

### 1.2 Количественные и качественные показатели для расчета комплекса водоотведения поселка «Европа»

Строящийся поселок «Европа» - малый населенный пункт городского типа. Площадь участка проектирования составляет 3,4 га.

На участке будут располагаться: 12 многоквартирных, жилых домов, этажностью 5-3 этажа, с благоустроенными спортивными и игровыми площадками для отдыха и прогулки; общественные здания, включающие в себя бар, ресторан, фитнес клуб, парикмахерскую, детскую игровую комнату, аптеку, автомойку; технические и хозяйственные здания, в состав которых входит котельная, локальные очистные сооружения, скважины для забора воды на хозяйственно-питьевые нужды, а также на территории поселка будет располагаться автостоянка на 121 мест для стоянки легковых автомобилей, просторная мангальная зона, оборудованный пляж, пирс для катеров и лодок и отдельный пирс с беседкой. Генеральный план поселка представлен на листе 1.

Площадь застройки составляет – 0,5 га.

Площадь озеленения – 1,9 га

Площадь твердых покрытий (дорог, тротуаров) – 0,9 га.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 7    |

Расчетное количество жителей – 275 человек (при норме жилищной обеспеченности 40 м<sup>2</sup>/чел как для престижного типа жилого дома по уровню комфорта).

Требуемое количество автопарковок для жилых домов – 95 мест для стоянки легковых автомобилей. Также будут предусмотрены гостевые парковки для посетителей пляжа – 30 мест. Расчет парковок выполнен с учетом уровня автомобилизации: 450 машин на 1000 жителей. Для удобства на территории автостоянки будет запроектирована автомойка, загруженностью 20 машин в день, с примерным расходом – 400 литров на 1 машину. Продолжительность работы автомойки – 15 часов в сутки.

Комплекс водоотведения проектируется исходя из состава сточных вод, подлежащих механической и биохимической очистке.

Основные загрязняющие ингредиенты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Состав сточных вод

| Наименование ингредиентов | Концентрация загрязнений, мг/л |
|---------------------------|--------------------------------|
| Водородный показатель, рН | 6,5 - 8,5                      |
| Нефтепродукты             | 0,6                            |
| Жиры                      | 3,4                            |
| Взвешенные вещества       | 160                            |
| БПК полн                  | 186                            |
| ХПК                       | 204,6                          |
| Азот аммонийный           | 13,4                           |
| Фосфаты                   | 2,5 - 6                        |
| Хлориды                   | до 300                         |
| Сульфаты                  | до 100                         |

В комплексе водоотведения необходимо учесть объемы технической воды (промывные воды от установок подготовки воды для хозяйственно питьевого водоснабжения, нужд котельной, промывные воды водоподготовки бассейна и воды при опорожнении).

## Выводы

Озеро Кум-Куль, на берегу которого располагается поселок «Европа», нельзя использовать в качестве источника водоснабжения, а также для водоотведения очищенного хозяйственно бытового стока, так как оно не проточное, имеет высокий процент заиления и зарастания.

Для обеспечения комфорта жизни, санитарного состояния озера необходимо запроектировать современные очистные сооружения с альтернативным сбросом очищенного стока вне озера. При этом размещение проектируемых объектов будет в соответствии с действующими санитарными, пожарными нормами и правилами.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 9    |

## 2 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ЛОКАЛЬНЫМ ОЧИСТНЫМ СООРУЖЕНИЯМ БЫТОВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ ДЛЯ МАЛЫХ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

### 2.1 Традиционные технологии в очистке сточных вод для малых населенных мест

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

Загрязнения, содержащиеся в сточных водах, бывают минерального, органического, и бактериального происхождения и могут находиться в растворенном, коллоидном и нерастворенном состоянии [3]. К минеральным загрязнениям относят песок, глинистые частицы, растворенные неорганические соли и другие вещества. Органические загрязнения можно разделить на загрязнения растительного и животного происхождения. Это очистки овощей, бумага, гуминовые вещества, остатки растений, продукты жизнедеятельности людей и животных и т.п. К загрязнениям бактериального происхождения относят различные бактерии, грибки, которые могут являться возбудителями многих заболеваний.

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

Основные методы для очистки сточных вод:

- механические;
- биологические (или биохимические);
- химические и физико - химические;
- электрохимические;
- глубокая очистка (доочистка после полной биологической очистки),

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 10   |

- термического обезвреживания;
- обеззараживания и обработка осадка.

К малой канализации относятся сети и сооружения, предназначенные для отведения и очистки бытовых и близких к ним по составу производственных стоков. Выбор комплекса очистных сооружений, способа очистки зависит от местных условий: грунтовых, гидрологических и климатических условий, возможности выделения площади земли под очистные сооружения.

Традиционная очистная станция - комплекс отдельных сооружений, в которых по ходу движения сточная вода постепенно очищается от крупных, а затем более мелких загрязнений. Такие очистные сооружения включают в себя сооружения механической и биологической очистки, сооружения обработки осадка, доочистки, обеззараживания и выпуска очищенной воды. Схема классических канализационных очистных сооружений представлена на рисунке 2.1.

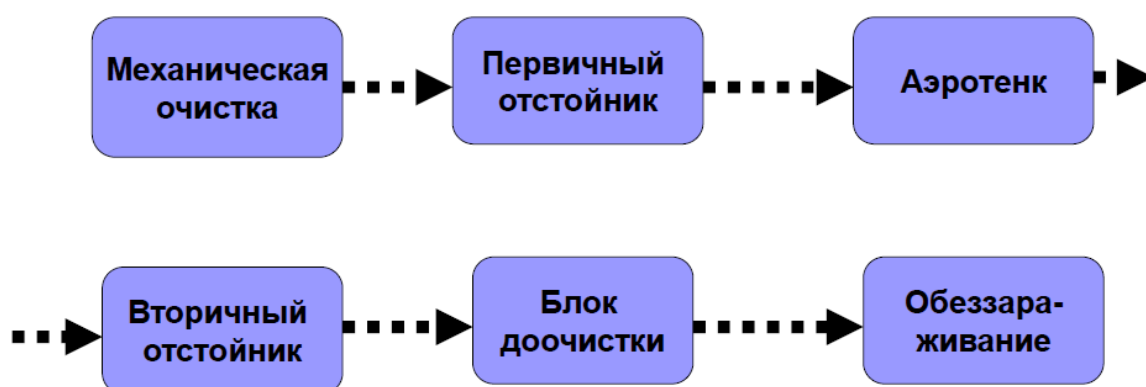


Рисунок 2.1 – Блок-схема классических канализационных очистных сооружений (КОС)

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

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

Биологические методы очистки стоков основаны на использовании жизнедеятельности микроорганизмов, которые окисляют органические вещества, находящиеся в сточных водах в коллоидном и растворенных состояниях. [10]

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

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

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

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

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

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

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

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 12   |

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

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

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

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

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

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
|      |      |          |         |      |                                      | 13   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      |      |

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

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

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

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

При больших расходах сточных вод в схеме биологической очистки используются аэротенки. Они представляют собой резервуар в котором медленно движется смесь активного ила и очищаемой сточной жидкости [3]. Содержимое аэротенков постоянно перемешивается воздухом.

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

Очистные сооружения не до конца удовлетворяют нормативные требования к сбросу сточных вод, поэтому в схеме предусматривают доочистку. Широкое распространение в качестве сооружений для доочистки получили песчаные фильтры, двух- и многослойные, а также контактные осветлители. Микрофильтры

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 14   |



используются редко. Для снижения концентрации трудноокисляемых веществ, возможно применение метода сорбции, например, активированным углем, и химическим окислением, например, путем озонирования. Снижение концентрации солей возможно методами обессоливания, применяемыми в практике водоподготовки [3].

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

Традиционная схема очистки сточных вод представлена на рисунке 2.2.

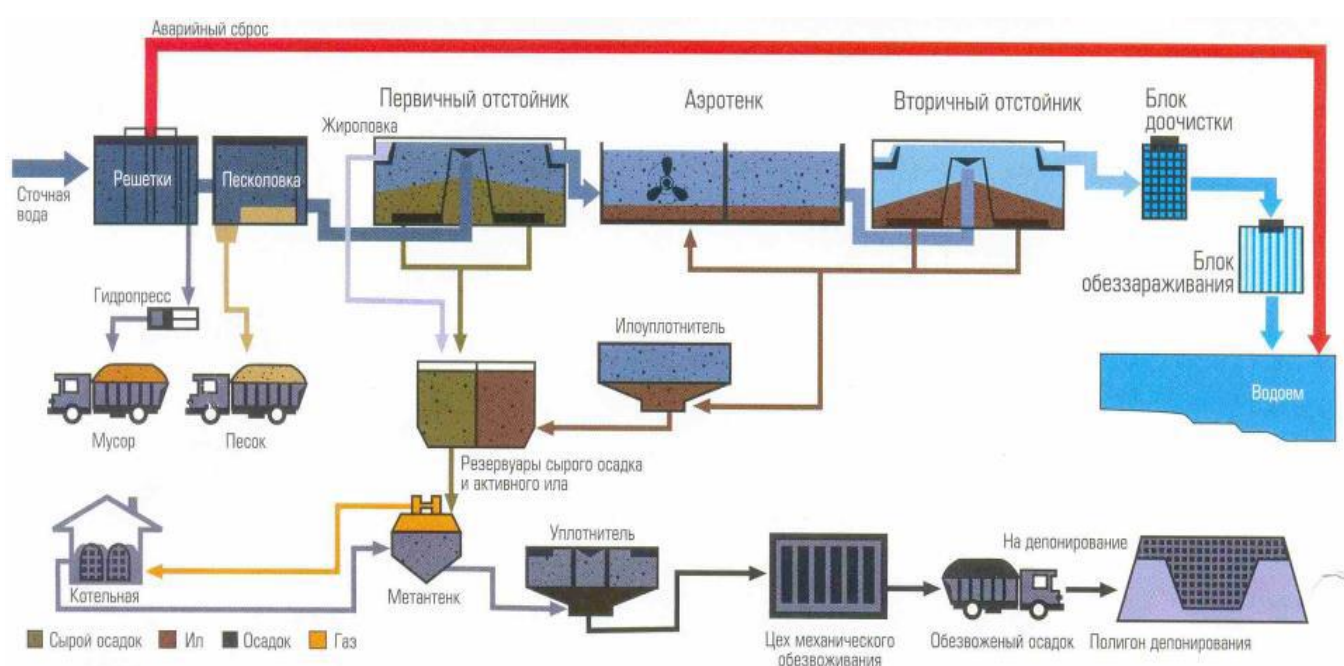


Рисунок 2.2 – Традиционная схема очистки сточных вод

Выбор метода очистки и подбор состава сооружений представляют собой сложную технико – экономическую задачу и зависят от ряда факторов: необходимой степени очистки сточных вод, рельефа местности, энергетических факторов, характера грунтов, мощности водоема и т.д [10].

Традиционные очистные сооружения имеют ряд негативных факторов, один из них – это неприятные запахи. Их источниками являются первичные и вторичные отстойники, а также иловые карты, где происходит разложение органики. Из-за неприятных запахов очистные сооружения следует размещать далеко от

населенных пунктов (15-20 км), с значительной санитарной зоной. Это влечет за собой большие экономические затраты, в следствии необходимости строительства дорогих подводящих коллекторов, стоимость которых может превышать стоимость всех очистных сооружений.

Наличие первичных и вторичных отстойников, иловых карт, в технологической схеме, а также использование горизонтальных аэротенков приводит к необходимости отвода весьма большой территории для строительства очистной станции, что приводит к большим экономическим затратам на их возведение.

Традиционные очистные сооружения сложны в эксплуатации, так как требуют большого состава персонала и большого расхода на электричество, которое применяется для аэрации и перекачки сточных вод. Сооружения сложны в обслуживании и утилизации очищенной воды и осадка.

Итак, основными минусам традиционных очистных сооружений водоотведения являются:

- неприятные запахи;
- большая санитарная зона;
- большая территория для строительства;
- проблема утилизации избыточного ила и сырого осадка;
- сложность в эксплуатации.

Помимо этого, окупаемость таких проектов составляет 15-20 лет. Поэтому объекты очистных сооружений такого плана не представляют интереса для потенциальных инвесторов и для небольших населенных пунктов как «Европа».

## 2.2 Блочные очистные сооружения для малых населенных мест

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

Для канализации в малых населенных пунктах чаще всего создаются блочные системы водоотведения малой производительности. Они создаются в районах со

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 16   |

сравнительно низкой плотностью населения при территориальной отдаленности населенных пунктов, а также для пионерских лагерей, домов отдыха, санаториев, кемпингов, садоводческих товариществ и дач [15].

### 2.2.1 Установка «БИО», ГПИ «Эстонпроект»

Установка «БИО» - установка заводского изготовления, разработана на производительность 25, 50 и 100 м<sup>3</sup> в сутки. Представляет собой аэротенк-отстойник, работающий в режиме продленной аэрации. Технологическая схема очистки сточных вод на установках БИО и схема самой установки представлены на рисунке 2.3 и на рисунке 2.4.

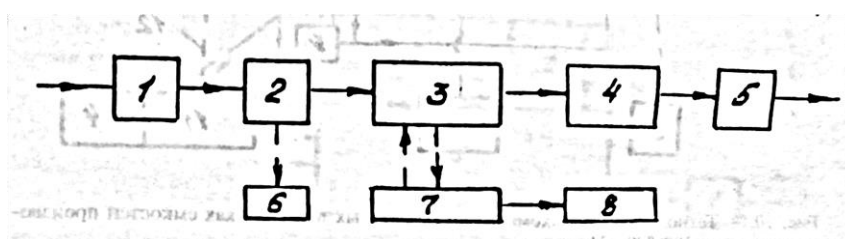


Рисунок 2.3 – Технологическая схема очистки сточных вод на установках БИО-25 – БИО-100:

1 – приемная камера; 2 – решетки; 3 – аэротенк-отстойник; 4 – доочистка; 5 – контактный резервуар; 6 – песковая площадка; 7 – насосная станция; 8 – иловые площадки.

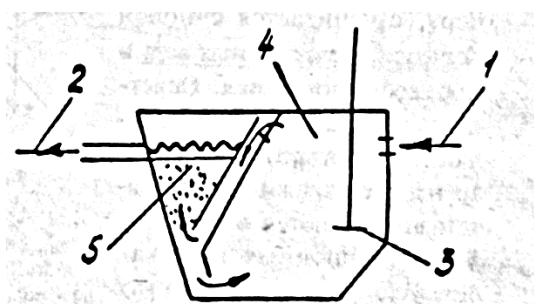


Рисунок 2.4 – Компактная установка БИО – 25: 1 – подача сточных вод; 2 – отвод очищенных сточных вод; 3 – аэратор; 4 – зона аэрации; 5 – зона осветления.

Принцип работы:

Сточные воды проходят через решетку, песколовку, а затем подаются в аэрационную часть установки. Аэротенк работает в режиме полного окисления

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

органических веществ. Сточная вода через нижнее щелевое отверстие поступает в отстойную часть [15]. Продолжительность аэрации в установке БИО – около суток.

Для повышения эффективности очистки сточных вод, в зоне аэрации рекомендуется применять затопленную загрузку, это увеличит скорость изъятия органических загрязнений.

При необходимости, после аэротенка-отстойника, сточную воду направляют на сооружения доочистки, а затем на обеззараживание.

Установки БИО с расходом 25,50 и 100 м<sup>3</sup> в сутки желательно размещать в неотапливаемых помещениях.

### 2.2.2 Установка КУ-25 - КУ-200

Установки КУ-25 – КУ-200 – компактные установки заводского типа, изготавливаются в виде единого металлического блока или в виде элементов, размеры и масса которых позволяют легко производить сборку и транспортировку. Технологическая схема очистки сточных вод на установках представлена на рисунке 2.5.

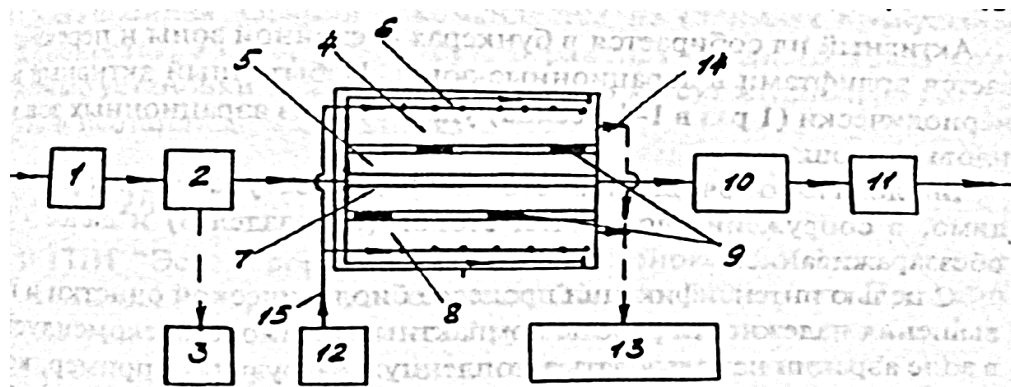


Рисунок 2.5 – Технологическая схема очистки сточных вод на установках КУ-25 – КУ-200:

1 – решетка; 2 – песколовка; 3 – песковая площадка; 4, 8 – зоны аэрации; 5 – зона отстаивания; 6 – дырчатая труба; 7 – лоток очищенной воды; 9 – эрлифты; 10 – доочистка; 11 – контактный резервуар; 12 – воздуходувная станция; 13 – иловые площадки; 14 – трубопровод избыточного активного ила; 15 – воздухопровод.

Схема установки типа КУ-25 – КУ-200 представлена на рисунке 2.6.

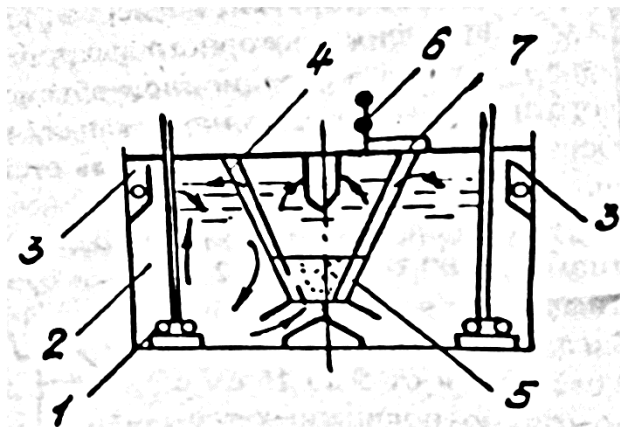


Рисунок 2.6 – Схема установки типа КУ-25 – КУ-200:

1 – дырчатые трубы; 2 – зона аэрации; 3 – распределительный лоток; 4 – эрлифт; 5 – отстойная зона; 6 – сборный лоток; 7 – мостик для обслуживания

Принцип работы:

Сточная вода проходит через решетку и поступает на песколовку, далее жидкость направляется в аэротенк-отстойник, который работает в режиме полного окисления органических веществ. Здесь происходит биологическая очистка сточных вод активным илом. Аэрация может быть пневматической или эжекционной. Эжекционная аэрация рекомендуется на станциях пропускной способностью 25, 50, 100 м<sup>3</sup> в сутки. Такие станции рекомендовано располагать в неотопливаемых зданиях.

Качество очищенного стока по БПК<sub>полн</sub> и взвешенным веществам – 12-15 мг/л, концентрация аммонийного азота снижается на 40%.

С целью повышения эффективности биологической очистки и улучшения работы очистных сооружений, в зоне аэрации рекомендуется использовать затопленную загрузку, это увеличит скорость изъятия органических загрязнений из воды.

### 2.2.3 Установка типового проекта 902-3-90.90, 902- 3-89.90.

В ЦНИИЭП инженерного оборудования разработаны установки заводского производства, производительностью 6, 12, 25, 50, 100 м<sup>3</sup> в сутки.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 19   |

Очистка сточных вод ведется в две ступени: полная искусственная биологическая очистка и глубокая очистка. (1 – на аэротенках, 2 –на подземных фильтрах).

Схема очистной станции пропускной способностью 100 м<sup>3</sup>/сут с доочисткой в аэротенке представлена на рисунке 2.7.

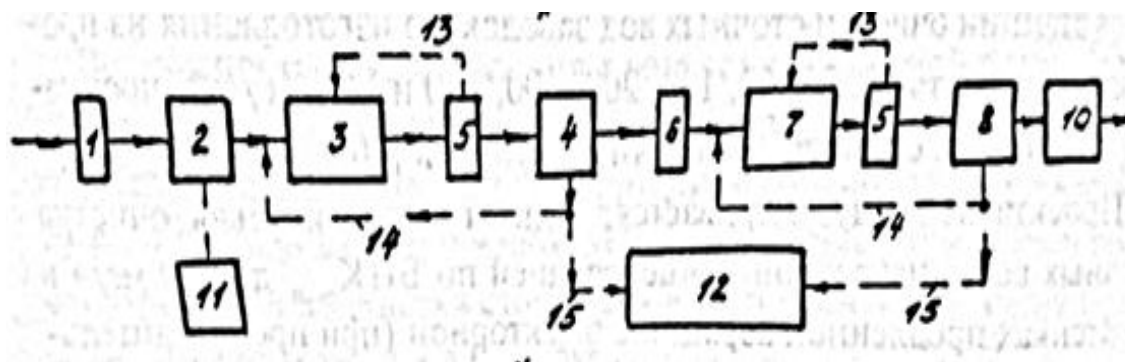


Рисунок 2.7 – Схема очистной станции пропускной способностью 100 м<sup>3</sup>/сут с доочисткой в аэротенке: 1 – приемная камера; 2 – песколовки; 3 – аэротенк; 4 – отстойник (вторичный); 5 – блок-контейнер с насосами; 6 – камера переключений; 7 – сооружения доочистки; 8 – отстойник (третичный); 9 – сооружение доочистки – подземный фильтр; 10 – контактный резервуар; 11 – песковые площадки; 12 – иловые площадки.

Принцип работы:

Сточная вода подается в приемную камеру, песколовку, а затем в сооружения биологической очистки, далее самотеком поступает на сооружения глубокой очистки.

Интенсификации процессов очистки способствуют аэротенки работающие в режиме продленной аэрации с прикрепленной микрофлорой на затопленной загрузке.

Сооружения подземной фильтрации в качестве доочистки рекомендовано использовать при расходе до 50 м<sup>3</sup>/сут. В этом случае этап обеззараживания сточной воды можно не производить.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 20   |

## 2.2.4 Установка «ЕВРОБИОН-БИОМАТРИКС»

Установка ЕВРОБИОН-БИОМАТРИКС позволяет компоновать очистные сооружения одинаковыми модулями по методу кольцевой циркуляции стоков. Все модули изготавливаются из полипропиленовых панелей в транспортных габаритах 4,16х2 м высотой 2,5 и 3 метра и имеют вход для циркуляции сточных вод, выход циркуляции и выход очищенной воды.

Пропускная способность установки – 30-1000 м<sup>3</sup>. Схема комплексной системы очистки «ЕВРОБИОН-БИОМАТРИКС» представлена на рисунке 2.8.

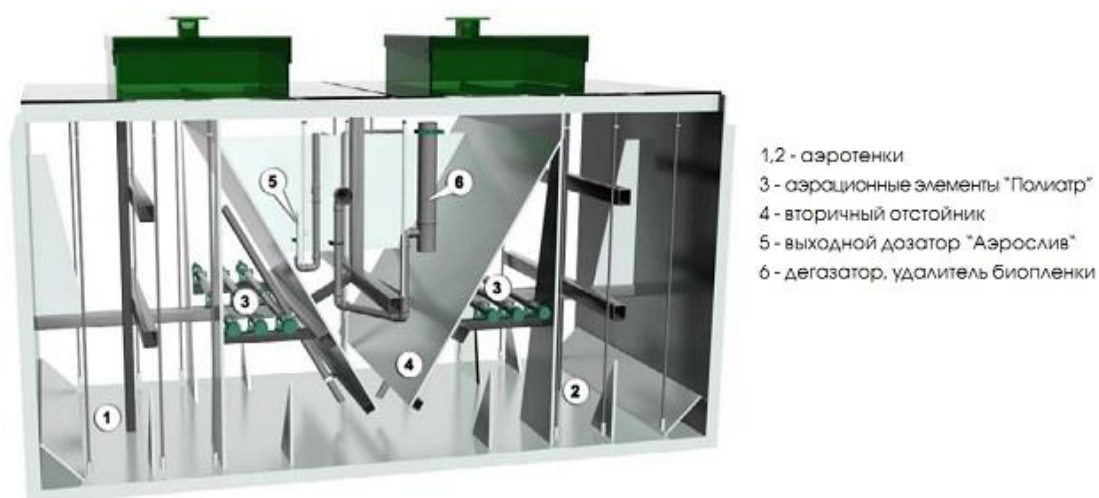


Рисунок 2.8 – Схема комплексной системы очистки «ЕВРОБИОН-БИОМАТРИКС»

При компоновке септика необходима одна входная емкость с системой управляемой циркуляции и системой Турбоскрин для отсека, накопления и длительной биодegradации мусора, а также во входной емкости есть резервуар стабилизатора ила, для накопления и стабилизации излишков активного ила. Для накопления и обеззараживания выходной очищенной воды сооружения комплектуются выходной емкостью, в которой в том числе монтируются погружные воздуходувки ORPU.

Принцип действия:

Система предусматривает постоянное движение объемов очищаемой воды по кольцевой горизонтальной траектории, по всем входящим внутрь системы

блокам с управляемой аэрацией, эта траектория приближена к синусоидальной кривой в вертикальной плоскости. В каждом блоке БИОМАТРИКС монтируется клиновидный отстойник вторичного типа с выходным дозатором АЭРОСЛИВ, оснащенный регулировкой производительности с помощью регулирования обратной связью сжатым воздухом от системы общей аэрации. Именно этим обеспечивается распределительная очистка стоков по всей цепочки кольцевой циркуляции.

Достоинства:

- система весьма проста и очень эффективна для очистки любых типов загрязнений стоков;
- надежна
- простота эксплуатации.

### 2.2.5 Блочно-модульные системы очистки (КСКомплект)

Производительность блочно-модульной установки для очистки сточных вод от 10 м<sup>3</sup>/сут до 10000 м<sup>3</sup>/сут. Здание блочно-модульной системы очистки представлено на рисунке 2.9.



Рисунок 2.9 – Блочно-модульные системы очистки (КСКомплект)

Технология разработана специально под жесткие природоохранные нормативы, размещение и эксплуатацию в зоне строгой санитарной охраны.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 22   |



Область применения:

Населенные пункты, вахтовые поселки, гостиницы, коттеджи, санатории, базы отдыха, детские лагеря.

Эффект очистки:

- взвешенные вещества - <3 мг/л;
- БПК<sub>полн</sub> - <3 мг/л;
- NH<sub>4</sub> — N - <0,4 мг/л;
- NO<sub>3</sub> — N - <9,1 мг/л.

Принцип действия:

Процесс очистки происходит в аэрируемых емкостях за счет прикрепленного биоценоза, формирующегося на специальной пластиковой загрузке. Многоступенчатый процесс позволяет осуществить очистку стока в режиме от высоких нагрузок на ил на первых ступенях, до низких на последних. Специфика условий, возникающих в толще биопленки, позволяет процессам нитрификации протекать одновременно с денитрификацией. Благодаря балансу между бактериальным приростом ила, формированием простейших и многоклеточных хищников, сооружения работают с минимальным приростом ила, что исключает строительство иловых площадок. Автоматическое поддержание оптимальных условий аэробности на каждой стадии, а также обеспечение режима ферментации позволяет вести очистку стоков с полной минерализацией органических веществ и минимальными затратами электроэнергии.

Блочно-модульные системы очистки позволяют применять установки в условиях крайнего севера и сейсмически нестабильных зонах.

Достоинства:

- Высокая степень очистки;
- Автоматизация процессов;
- Минимальные затраты электроэнергии;
- Простота в эксплуатации.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 23   |

## 2.2.6 Кавитационно-ферментные очистные сооружения

Установка предусматривает механическую, биологическую очистку сточных вод, доочистку, обеззараживание, а также утилизацию образующегося илового осадка. Здание очистных кавитационно-ферментных очистных сооружений представлено на рисунке 2.10.



Рисунок 2.10 – Кавитационно-ферментные очистные сооружения

Установка предусматривает механическую, биологическую очистку сточных вод, доочистку, обеззараживание, а также утилизацию образующегося илового осадка.

Результатом работы очистных сооружений является:

- глубокая очистка образующихся сточных вод до требований сброса в рыбохозяйственный водоем или повторного использования;
- обезвреживание и переработка илового осадка с возможностью получения полезного органоминерального продукта для рекультивации земель и других народнохозяйственных нужд.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 24   |

**Принцип действия:**

Загрязненные сточные воды собираются в приемной камере, где происходит измельчение грубых механических включений при помощи встроенных мацераторов, после которых сточные воды усредняются и предварительно очищаются. Далее, сточная вода подается на биологическую очистку в биореакторы и седиментаторы, затем ведутся процессы доочистки и обеззараживания воды. Очищенную воду предусматривается сбрасывать открытым способом в поверхностный водоем или закрытым, путем подачи ее в подрусловые горизонты водоемов.

Технологической схемой предусматривается обработка образующегося илового осадка в ферментно-кавитационном реакторе, который позволяет получить из опасных отходов востребованный товарный народно-хозяйственный продукт, отвечающий всем требованиям Российского сертификата соответствия.

В состав комплекса очистных сооружений входят:

- приемная камера, заглубленная с механической очисткой – мацераторами, подающими насосами и устройствами по удалению песка;
- аэрируемый усреднитель подземного/наземного исполнения состоящий из двухсекционных емкостей;
- блок интегральных модулей, представляющий собой набор стеклопластиковых емкостей расчетных размеров.

В состав блока биологической очистки входят следующие аппараты: регенератор, биореактор, ферментно-кавитационный реактор (для обработки илового осадка), седиментатор, блок доочистки, самопромывной фильтр доочистки и обеззараживающая установка.

В нижней части блока устраивается машинное отделение, в котором располагаются насосное оборудование с фильтром доочистки и обеззараживающей установкой, вся трубопроводная обвязка с запорной, арматурой и приборами КИПиА, а также электрощитовой вводно-распределительный узел и щиты управления насосов.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 25   |

Данная установка имеет горячий резерв по приему стоков до 25% общего объема приема стоков, а также возможность увеличения производительности за счет монтажа дополнительных блоков интегральных модулей.

Достоинства установки:

- Малая площадь очистных сооружений;
- Отсутствие неприятных запахов;
- Уменьшение санитарной зоны КОС;
- Уменьшение площади под иловые осадки или полная ликвидация иловых площадок;
- Малые эксплуатационные расходы;
- Отсутствие реагентов;
- Превращение сырого осадка и избытка активного ила в техногенный гумус.

### 2.3 Способы утилизации очищенных хозяйственно бытовых сточных вод для малых населенных мест

Приемниками очищенных сточных вод в основном служат водоемы. Общие условия выпуска сточных вод любой категории в поверхностные водоемы определяются народнохозяйственной значимостью этих водоемов и характером водопользования.

Условия выпуска очищенных вод в рыбохозяйственный водоем:

- по взвешенным веществам - до 3 мг/л;
- по нефтепродуктам - до 0,05 мг/л;
- БПК<sub>5</sub>-3мг/л.

После выпуска сточных вод допускается некоторое ухудшение качества воды в водоемах, однако это не должно заметно отражаться на его жизни и на возможности дальнейшего использования водоема в качестве источника водоснабжения, для культурных и спортивных мероприятий, рыбохозяйственных целей.

Не проточность водоема, его заиление может ограничить использование водоема в качестве приёмника очищенных сточных вод, поэтому необходимо

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 26   |

предусмотреть альтернативные варианты утилизации стоков, которые бы не влияли на санитарное состояние водоема. Как правило, для этого используется еще два варианта: в грунт или на рельеф. Последнее используется редко. Наиболее правильным решением представляется сброс в грунт.

Основные сооружения которые могут быть представлены в качестве приемников очищенных стоков – это поля орошения, поля поглощения и поля фильтрации.

Очистка сточных вод во всех случаях происходит в результате совокупности сложных физико-химических и биологических процессов.

Поля фильтрации можно применять в отдельных случаях при наличии непригодных для сельского хозяйственного использования земельных участков с фильтрующими грунтами, при отсутствии опасности загрязнений грунтовых вод, используемых для питьевых нужд.

Конструктивная схема и разрез полей подземной фильтрации представлены на рисунке 2.12.

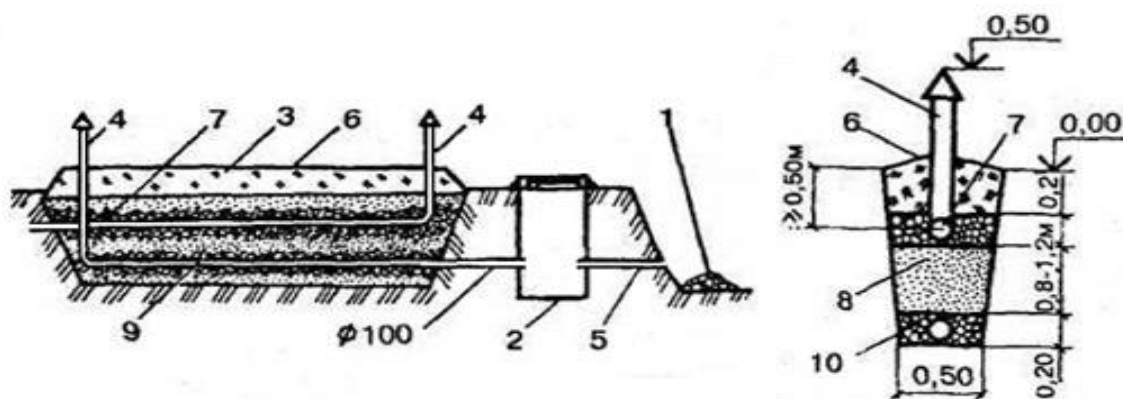


Рисунок 2.11 – Поля фильтрации с отводом очищенной воды:

1 – каменная наброска; 2 – распределительный колодец; 3 – насыпной грунт; 4 – Стояки вентиляции; 5 – выходная труба; 6 – гидроизоляция; 7 – оросительная система; 8 – песчаный фильтр; 9 – дренажная система; 10 – щебеночный слой.

Подаваемая на поля сточная вода поступает на отдельные участки (карты) по системе открытых лотков или каналов; комплекс этих каналов составляет оросительную сеть. Сбор и отвод очищенной воды осуществляется с помощью

дренажа, который может быть открытого типа (в виде канав по периметру карт) или закрытого (состоит из дренажных труб и канав). Система дренажа и канав образует осушительную систему [5]. Каналы имеют прямоугольное или трапециевидное поперечное сечение, их выполняют из кирпича, железобетона, иногда делают земляными.

Сущность процесса очистки состоит в том, что при фильтрации сточных вод через почву в верхнем ее слое задерживаются взвешенные и коллоидные вещества, образующие густонаселенную микроорганизмами пленку. Эта пленка адсорбирует на своей поверхности растворенные органические вещества, находящиеся в сточных водах. Используя кислород, микроорганизмы превращают органические вещества в минеральные соединения.

При проектировании полей фильтрации выбирают открытые, не затопляемые участки со спокойным рельефом и естественным уклоном не более 0,02. Для полей фильтрации наиболее пригодны песчаные и супесчаные грунты.

Поля орошения – это специально подготовленные и спланированные участки земли, на которых выращивают сельскохозяйственные культуры, а для орошения и удобрения используют воды после их полной очистки. [3]

При устройстве полей орошения преследуются две цели – это санитарная очистка сточных вод и сельскохозяйственное использование вод как источника влаги, а содержащихся в ней веществ как удобрения.

На территорию полей вода подается по оросительной сети. Поля орошения, как и поля фильтрации состоят из карт, спланированных горизонтально или с незначительным уклоном и разделенных земляными оградительными валиками. Увлажнительно – удобрительные нормы орошения сточными водами на сельскохозяйственных полях орошения устанавливают в зависимости от состава культур и насаждений, потребности их в воде и минеральной пище.

Различают коммунальные поля орошения и сельскохозяйственные поля орошения. Главная задача коммунальных полей орошения – очистка сточных вод. Использование в сельскохозяйственных целях играет вспомогательную роль. В

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 28   |

связи с этим коммунальные поля орошения получают максимально допустимые по условиям выращивания сельскохозяйственных культур нагрузки сточных вод. На сельскохозяйственных полях орошения в отличие от коммунальных, использование сточных вод для сельского хозяйства и их очистка представляют единое целое. Сточные воды подаются на поля вне зависимости от времени года и метеорологических условий. Эти поля отличаются небольшой суточной нагрузкой сточных вод.

Бытовые сточные воды содержат большое количество бактерий и паразитов. Поэтому при устройстве и эксплуатации полей орошения любого типа должны соблюдаться определенные требования.

Для очистки малых количеств сточных вод применяют поля подземной фильтрации (поля поглощения). Сущность их работы – это закачивание очищенной воды обратно в водоносные горизонты.

На полях подземной фильтрации осветленные воды подвергаются полной биологической очистке. При этом достигается глубокий эффект изъятия загрязнений.

Поля поглощения устраивают в естественных грунтах. Они представляют собой общую траншею или несколько отдельных траншей с трубами – распылителями. Траншеи представляют собой искусственные углубления, заполненные фильтрующим материалом, в которые уложена водоотводящая система. В конце водоотводящей системы устраивают вентиляционные трубы (стояки), которые перекрывают флюгерками. [13].

Такой метод утилизации сточных вод экологически и экономически выгоден, так как сооружения подземной фильтрации могут находиться вблизи обслуживаемых ими зданий и не требуют строительства наружной канализационной сети значительной протяженности. На территории полей подземной фильтрации допустимо выращивание огородных культур, эти сооружения достаточно просты в строительстве и эксплуатации.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 29   |

Конструктивная схема и разрез полей подземной фильтрации представлены на рисунке 2.12.

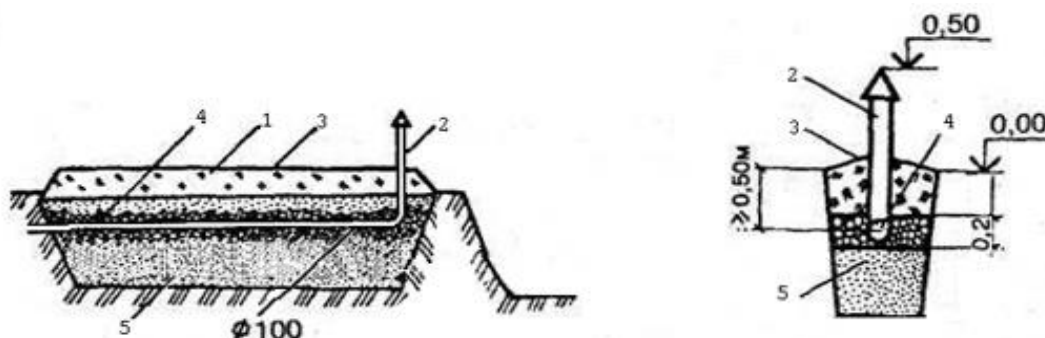


Рисунок 2.12 – Поля поглощения:

1 – насыпной грунт; 2 – стояки вентиляции; 3 – рулонная гидроизоляция; 4 – оросительная система; 5 – впитывающий грунт.

При проектировании водоотводящей системы поселка «Европа» целесообразно рассмотреть применения полей поглощений при утилизации очищенных стоков. Эти поля можно устроить в лесах, произрастающих за населенным пунктом по разрешению и согласованию соответственных органов, тем самым сохранив экологическое состояние озера Кум-Куль.

### Выводы

Для сбора и очистки хозяйственно-бытовых стоков поселка «Европа», будут использоваться локальные очистные сооружения, включающие механическую, биологическую очистки, доочистку, обеззараживание стоков, обработку и утилизацию осадка.

Очистка стоков выполняется в несколько последовательных этапов: задержание механических примесей, ликвидация дефицита кислорода, интенсивное окисление на ферментно-кавитационном уровне, седиментация, биологическая фильтрация, дезинфекция. Все насосное оборудование, обеспечивающее работоспособность очистной установки (на этапах перекачки сточной воды и в объеме сооружений), оборудуются турбоджетами, предназначенными для генерации кавитации низкой интенсивности.



Очистные сооружения с кавитационно – ферментной технологией очистки бытовых сточных вод имеют ряд преимуществ. Они компактны и занимают в разы меньшие площади, поэтому отпадает необходимость строить дорогостоящие коллекторы. Такие станции можно устраивать вблизи жилой зоны населенного пункта, из-за отсутствия запахов и малой санитарной зоны. Полная автоматизация технологических процессов сводит к минимуму влияние человеческого фактора, уменьшаются капитальные и эксплуатационные затраты, что экономически выгодно. Решается важная экологическая проблема в плане утилизации осадка.

После очистки получается чистая вода, которую можно использовать на различные нужды, а остаточные воды целесообразно направить на поля поглощения. Сброс стоков на лесной рельеф рассматривается как сброс очищенных сточных вод в водный объект рыбохозяйственного назначения с целью выполнения современных экологических требований по охране водных объектов.

Поля поглощения можно устроить за территорией поселка в лиственных лесах, окружающих поселок. При этом, деградация естественных экологических систем, изменение и уничтожение генетического фонда существующих растений, животных и других организмов, а также истощение природных ресурсов и негативное изменение окружающей среды будет отсутствовать, так как предполагается организованный сброс после соответствующей очистки, в виде орошения с помощью рассредоточенной поливочной системы, которые уложены частично на поверхности земли, частично заглублены в почву.

Заболачивание территории (т.е. постепенное насыщение почвы водой до топкого состояния) исключается, так как будет разработана система равномерного распределения очищенных стоков на территории выбранного лесного участка, а также за счет использования части очищенных стоков на технические нужды поселка «Европа».

Помимо чистой воды, очистные сооружения с кавитационно-ферментной технологией позволяют получить безвредный в санитарном отношении продукт,

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
|      |      |          |         |      |                                      | 31   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      |      |

который можно использовать в качестве органического удобрения, рекультивации земель в сельском хозяйстве Аргаяшского района.

Таким образом, данная водохозяйственная система (очистные сооружения, насосная станция, магистральные трубопроводы, распределительная система) представляет собой комплекс взаимосвязанных сооружений, предназначенных для обеспечения рационального использования очищенных бытовых сточных вод и охраны озера Кум-Куль от негативного воздействия проектируемого поселка «Европа».

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 32   |

### 3 РАЗРАБОТКА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА

#### 3.1 Исходные данные для составления водохозяйственного баланса

##### 3.1.1 Расчет водопотребления поселка «Европа»

Суточный расход воды определяется по формуле (1)

$$Q_{сут} = \frac{q_u \cdot U}{1000}, \quad (1)$$

где  $q_u$  – норма расхода воды, литры в сутки;

$U$  – количество однотипных водопотребителей.

Проектируемый поселок «Европа» рассчитан на 275 жителей. Суточная норма расхода для малых населенных мест из фактических данных составляет 150 литров в сутки.

Тогда суточный расход составит:

$$Q_{сут} = \frac{275 \cdot 150}{1000} = 42 \text{ м}^3/\text{сут}$$

##### 3.1.2 Определение расхода воды на полив тротуаров, дорог, газонов

Расход на поливку вручную (из шлангов) усовершенствованных покрытий тротуаров и проездов составляет 0,5 л/м<sup>2</sup> в сутки. Площадь покрытий 0,9 га или 9000 м<sup>2</sup>, тогда:

$$Q_{сут} = 9000 \cdot 0,5 = 5 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход воды на полив зеленых насаждений составляет 4 л/м<sup>2</sup> в сутки. Площадь озеленения застройки 2 га. Примерно 1 га составляют поля поглощения, полив которых не требуется. Так как площадь озеленения в жилом комплексе большая, полив всей территории будет осуществляться не разово, а за 2 поливки в разные дни.

$$Q_{сут} = \frac{1 \cdot 4,0}{2} = 20,0 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход на полив зеленых насаждений составит 20 м<sup>3</sup> в сутки.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
|      |      |          |         |      |                                      | 33   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      |      |

На полив зеленых насаждений и тротуаров расходуется промывная вода фильтров подготовки воды для хозяйственно питьевого водоснабжения, а также промывная вода водоподготовки бассейна и вода при его опорожнении.

### 3.1.3 Расчет расходов воды на нужды автомойки

Для расчета расходов примем автомойку на два поста. Посещаемость автомойки в максимально загруженные дни составляет примерно 20 машин в день. Автомойка работает 15 часов в сутки. Мытье одной машины составляет примерно 30 минут, расход на одну машину это 400 л, тогда в час автомойка расходует 1600 л, соответственно. Также необходимо учесть расход воды на мытье пола и стен помещения автомойки.

Итого примем максимальный расход на мойку 2-ух машин одновременно 2 м<sup>3</sup>/ч. При этом меняется полностью рециркулирующая вода в автомойке на очищенную промывную воду 1 раз в неделю.

В зимнее время принимаем также расход на нужды автомойки 2 м<sup>3</sup>/ч так как это обусловлено производительностью очистных сооружений.

Основное водоснабжение автомойки будет осуществляться промывными водами от установок подготовки воды для хозяйственно питьевого водоснабжения, а также промывными водами водоподготовки бассейна и водами при его опорожнении.

### 3.1.4 Расчет расходов дождевых вод в поселке «Европа»

Качество поверхностного стока для малых населенных мест определяется наличием в стоке взвешенных веществ и нефтепродуктов.

Качество поверхностного стока поселка «Европа:

- Взвешенные вещества – 400-600 мг/л;
- Нефтепродукты – 10 мг/л;
- БПК<sub>полн</sub> – 40-90 мг/л.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 34   |

Площадь участка проектирования составляет 3,40 га, в том числе:

- площадь застройки – 0,5 га;
- площадь твердых покрытий – 0,9 га;
- площадь озеленения – 2 га.

Определим расход дождевых вод  $q_r$ , л/с, который следует определять по методу предельных интенсивностей по формуле (2)

$$q_r = \frac{z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F}{t^{1,2n-0,1}}, \quad (2)$$

где  $A$ ,  $n$  - параметры, характеризующие интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности;

$F$  – расчетная площадь стока, га;

$z_{mid}$  – средний коэффициент стока, определяемый как средневзвешенная величина в зависимости от видов поверхности водосбора;

$t$  – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания поверхностных вод по поверхности и трубам до расчетного участка, мин.

Параметры  $A$  и  $n$  надлежит определять по результатам обработки многолетних записей самопишущих дождемеров, зарегистрированных в данном конкретном пункте. При отсутствии обработанных данных допускается параметр  $A$  определять по формуле (3)

$$A = q_{20} \cdot 20^n \cdot \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right)^\gamma, \quad (3)$$

где  $q_{20}$  – интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин при  $P = 1$  год, принимаемая по [1];

$n$  – показатель степени, определяемый по [1];

$m_r$  – среднее количество дождей за год, принимаемое по [1];

$P$  – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя;

$\gamma$  – показатель степени, принимаемый по [1].

Для дальнейшего расчета принимаем:

- $q_{20} = 60$ ;
- $n = 0,58$ ;

- $m_r = 80$ ;
- $P = 0,33$ ;
- $y = 1,54$ .

$$A = 60 \cdot 20^{0,58} \cdot \left(1 + \frac{\lg 0,33}{\lg 80}\right)^{1,54} = 60 \cdot 5,683 \cdot 0,6381 = 217,6$$

Средний коэффициент стока, характеризующий вид поверхности стока определяется как средневзвешенная величина в зависимости от видов поверхности водосбора. Он рассчитывается по формуле (4).

Значения коэффициентов покрова и стока для различных видов поверхности представлены в [1].

$$Z_{mid} = \Sigma(F_i z_i / F_{общ}), \quad (4)$$

где  $F_i$  – площадь  $i$ -того вида покрытия;

$F_{общ}$  – общая площадь территории;

$z_i$  – коэффициент покрова  $i$ -того вида покрытия.

$$Z_{mid} = ((0,5 + 0,9) \cdot 0,32 + 2 \cdot 0,032) / 3,4 = 0,16$$

Расчетная продолжительность протекания дождевых вод  $t_r$  до расчетного участка определяется по формуле:

$$t = t_{can} + t_{con} + t_p, \quad (5)$$

где  $t_{con}$  – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии внутри квартала дождеприемников. Значение  $t_{con}$  принимается равным 5 – 10 мин при отсутствии внутриквартальных закрытых сетей, или 3 – 5 мин при их наличии;

$t_{can}$  – продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам до дождеприемника, определяется по формуле:

$$t_p = 0,021 \cdot \frac{l_{can}}{V_{can}}, \quad (6)$$

где  $l_{can}$  – длина участков лотка, м;

$V_{can}$  – расчетная скорость течения по лоткам, м/с;

$$t_{can} = 0,021 \cdot \frac{292}{0,7} = 7,09$$

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
|      |      |          |         |      |                                      | 36   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      |      |

$t_p$  – продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения, определяется по формуле:

$$t_p = 0,017 \cdot \frac{l_p}{V_p}, \quad (7)$$

где  $l_p$  – длина расчетных участков коллектора, м;

$V_p$  – расчетная скорость течения на участке, м/с.

$$t_{can} = 0,017 \cdot \frac{51}{0,7} = 1,5$$

Подставив все полученные данные в формулу расхода дождевых вод  $q_r$ , л/с, получаем:

$$q_r = \frac{0,16 \cdot 217,6^{1,2} \cdot 3,4}{(5+1,5+7,09)^{1,2} \cdot 0,58^{-0,1}} = \frac{0,16 \cdot 638,544 \cdot 3,4}{4,74} = 73,3 \text{ л/с.}$$

Определим объем ливневых стоков.

$$w = 10 \cdot h_5 \cdot z_{mid} \cdot F, \quad (8)$$

где  $h_5$  – максимальный слой осадка, поступающего на очистку, 5-10мм;

$F$  – расчетная площадь стока, га;

$z_{mid}$  – коэффициент стока дождевых вод.

$$w = 10 \cdot 10 \cdot 0,16 \cdot 3,4 = 54,40 \text{ м}^3$$

Зная площадь участка проектирования и средний коэффициент стока определяем расчетную производительность очистных сооружений дождевых вод по формуле:

$$Q = \frac{2,8 \cdot h_{cm} \cdot F \cdot z}{(T_d + t_r)}, \quad (9)$$

где  $h_{cm} = 28$  мм;  $T_d = 8$ ;  $t_r = 0,1$

$$Q = \frac{2,8 \cdot 28 \cdot 3,4 \cdot 0,16}{(8 + 0,1)} = 5,3 \text{ л/с.}$$

Расчетная производительность очистных сооружений для поверхностного стока составляет 5,3 л/с.

### 3.2 Учет сезонности

При составлении водохозяйственного баланса необходимо учесть колебания расходов в зависимости от сезона года.

В летний период года учитывается:

- Расход воды на хозяйственно питьевые нужды;
- Расход воды на автомойку;
- Расход воды на нужды котельной;
- Расход воды на полив тротуаров, дорог и зеленых насаждений;
- Расход воды на нужды бассейна.

В холодный период года учитываются все вышеперечисленные расходы, кроме расхода на полив тротуаров, дорог и зеленых насаждений, так как это не требуется.

В летний период года автомойка ежедневно обслуживает примерно 20 машин в день, в то время как зимой посещение автомойки сокращается до 10 машин в день, но расход на автомойку в зимний период года будет таким же, как и в летний период года – 2 м<sup>3</sup>/ч, так как это обусловлено производительностью очистных сооружений. Рециркуляционная вода полностью обновляется 1 раз в неделю.

### Выводы

При составление водохозяйственного баланса необходимо учесть следующие расходы:

- Расход воды на хозяйственно питьевые нужды;
- Расход воды на автомойку;
- Расход воды на нужды котельной;
- Расход воды на полив тротуаров, дорог и зеленых насаждений;
- Расход воды на нужды бассейна.

При этом основное водоснабжение автомойки будет осуществляться промывными водами от установок подготовки воды для хозяйственно питьевого водоснабжения, а также промывными водами водоподготовки бассейна и водами

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 38   |



при его опорожнении. Этими же водами будет осуществляться полив зеленых насаждений, дорог и тротуаров.

На очистные сооружения канализации вне зависимости от сезона года будут отводиться хозяйственно бытовые сточные воды поселка в размере 42 м<sup>3</sup>/сут. Помимо этого ежедневно туда будут также поступать промывные воды бассейна в размере 0,3 м<sup>3</sup>/сут и воды от подпитки умягчительной установки котельной в размере 0,1 м<sup>3</sup>/сут. Также раз в неделю автомойка будет обновлять воду и сливать на очистные сооружения всю воду, участвующую в обороте. Следовательно, от автомойки на очистные сооружения будут поступать 24 м<sup>3</sup> в неделю или 4 м<sup>3</sup> в сутки.

Итого на очистные сооружения канализации ежедневно будет отводиться примерно 47 м<sup>3</sup>/сут.

С учётом определенного коэффициента запаса принимаем в дальнейшем расчете основного оборудования очистной станции расход 50 м<sup>3</sup>/сут.

Балансовая схема представлена на листе 2.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 39   |

## 4 ВЫБОР, ОБОСНОВАНИЕ И РАСЧЕТ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

### 4.1 Количество и качество сточных вод поселка «Европа»

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

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

Для сбора и очистки хозяйственно-бытовых стоков поселка «Европа», были выбраны локальные очистные сооружений с кавитационно – ферментной технологией очистки.

В любой жидкости содержится некоторое количество газов, например, воздуха. При определенных условиях пузырьки воздуха начинают уменьшаться в размерах - радиус пузырька стремится к нулю. При этих условиях в микроокрестности пузырька возникает большое давление (до десятков тысяч атмосфер) и температура (800-1000°C). В результате начинают разрушаться даже спецсплавы. Однако кавитация процесс, управляемый и можно организовать ее таким образом, что она будет только аккуратно разрушать оболочку микроорганизмов, освобождая ферменты.

В технологии реализована кавитация низкой интенсивности. В местах пониженного давления образуются пузырьки газа. В местах повышенного давления происходит их схлопывание, т. е. холодное кипение. Все крупные организмы в воде являются центрами кавитации. Лопаются оболочки микроорганизмов, высвобождаются ферменты, которые и разлагают органику.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 40   |

Кавитационно- ферментная реакция представлена на рисунке 4.1.

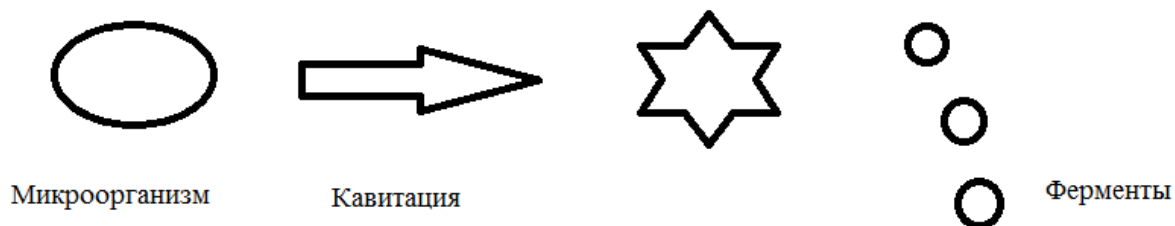


Рисунок 4.1 – Кавитационно-ферментная реакция

Технологическая схема кавитационно-ферментных очистных сооружений включает в себя механическую, биологическую очистки, обработку и утилизацию осадка.

В составе очистных сооружений предусмотрены:

- Сооружения механической очистки (решетки, гидроциклоны, приемный резервуар с погружными перекачивающими насосами);
- Резервуар-усреднитель;
- Биореактор;
- Регенератор;
- Ферментно-кавитационный реактор;
- Седиментатор;
- Блок доочистки;
- Комплектное оборудование с фильтрами, (технологические насосы, гидроциклоны, турбоджеты, оксиджеты, турбулизаторы, запорная и регулирующая арматура, расходомеры, электрическая, контрольно-измерительная арматура).

Загрязненные сточные воды собираются в усреднителе. Затем сточная вода подается в гидроциклон, где происходит разделение твердой фазы от жидкой. Далее, сточная вода подается на биологическую очистку в биореакторы и седиментаторы, затем ведутся процессы доочистки и обеззараживания воды.

Процесс доочистки ведется в режиме самопромывающегося фильтра.

Очищенные сточные воды подвергаются обеззараживанию на установке импульсного ультрафиолетового облучения, обеспечивающей высокий эффект дезинфекции стоков без использования хлора и его соединений, отличающихся высокой токсичностью и возможностью образовывать вторичные соединения.

Задержание грубых примесей осуществляется путем процеживания исходной воды через решетки. На них задерживается песок и крупные взвеси. Далее сточные воды собираются в усреднителе, затем подаются в гидроциклон, где происходит разделение твердой фазы от жидкой. Недостаток кислорода восполняется путем насыщения воды кислородом с помощью оксиджетов, позволяющим снять основные легко окисляемые загрязнения. Разрушение органических загрязнений происходит под действием кавитации низкой интенсивности на активный ил. Этот процесс идет в биореакторах. Под воздействием кавитации активный ил вспухает и приобретает нитчатую разветвленную форму. За счет чего происходит значительное увеличение площади соприкосновения с окисляемыми загрязнениями. Как следствие значительно увеличивается окислительная способность активного ила.

Вертикальный седиментатор может заменить вторичный отстойник. В нем происходит отделение воды от биомассы. Биологическая фильтрация ведется на заключительном этапе. Основную работу по переработке стоков делают бактерии. Система доочистки позволяет довести очищаемую воду до необходимых требований. Процесс доочистки ведется в режиме самопромывающегося фильтра.

Очищенные сточные воды подвергаются обеззараживанию на установке импульсного ультрафиолетового облучения, обеспечивающей высокий эффект дезинфекции стоков без использования хлора и его соединений, отличающихся высокой токсичностью и возможностью образовывать вторичные соединения.

Обработка и утилизация осадка производится на ферментно-кавитационном уровне. Ферментно - кавитационный блок предназначен для снижения класса опасности обрабатываемого осадка до природного состояния. Процесс основан на методе ферментно-кавитационного окисления смеси сырого осадка с избыточным

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 42   |

активным илом, после чего производят отстаивание, уплотнение и выгрузку обработанного осадка, его обезвоживание. Под воздействием кавитации в этом блоке происходит дегельминтизация. Что позволяет на выходе получить экологически чистый продукт, который можно использовать в качестве удобрения.

Схема кавитационно-ферментной очистки сточных вод представлена на рисунке 4.2.

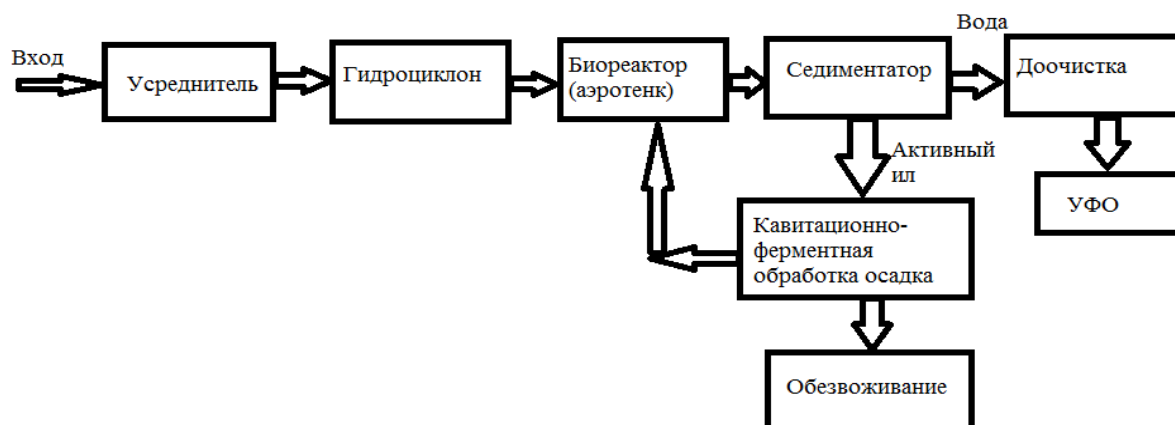


Рисунок 4.2 – Схема кавитационно-ферментной очистки сточных вод

Исходя из данных по проектируемому поселку «Европа» расчетное количество жителей домов будет составлять 275 человек (при норме жилищной обеспеченности 40 м<sup>2</sup>/чел как для престижного типа жилого дома по уровню комфорта), поэтому исходя из расчетов количество сбрасываемых сточных вод составит 42 м<sup>3</sup>/сутки. Помимо этого на очистные сооружения будут поступать промывные воды бассейна в размере 0,3 м<sup>3</sup>/сут и воды от подпитки умягчительной установки котельной в размере 0,1 м<sup>3</sup>/сут.

С учётом определенного коэффициента запаса принимаем в дальнейшем расчете основного оборудования очистной станции расход 50 м<sup>3</sup>/сут.

Для расчета очистных сооружений канализации принимается следующий состав сточных вод, основных загрязняющих ингредиентов по табл. 2.

Таблица 2 – Состав сточных вод, подлежащих очистке

| Наименование ингредиентов | Концентрация загрязнений, мг/л |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1                         | 2                              |
| Водородный показатель, рН | 6,5-8,5                        |

Окончание таблицы 2

| 1                   | 2      |
|---------------------|--------|
| Нефтепродукты       | 0,6    |
| Жиры                | 3,4    |
| Взвешенные вещества | 160    |
| БПК полн            | 186    |
| ХПК                 | 204,6  |
| Азот аммонийный     | 13,4   |
| Фосфаты             | 2,5-6  |
| Хлориды             | до 300 |
| Сульфаты            | до 100 |

#### 4.2 Расчёт очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод поселка «Европа»

Сточные воды с расчетным расходом  $Q=0,6$  л/с поступают на очистную станцию по самотечному трубопроводу диаметром 250 мм.

В состав комплекса технологической схемы входят:

- Двухсекционный аэрируемый усреднитель подземного исполнения;
- Блок интегральных модулей, представляющий собой набор стеклопластиковых емкостей расчетных размеров.

Данная установка имеет дополнительный резерв по приему стоков до 25% общего объема приема стоков, а также возможность увеличения производительности за счет монтажа дополнительных блоков интегральных модулей.

В кавитационно-ферментных очистных сооружениях предусмотрено использование современной технологии сбора, очистки и сброса бытовых сточных вод; сохранение ценности земельных территорий под строительство очистных сооружений.

На территории очистных сооружений водоотведения находится автомойка на 2 поста.

#### 4.2.1 Расчёт решёток

Решетки служат для задержания крупноразмерных отбросов.

В составе очистных сооружений предусмотрены решетки с прозорами 16 мм.

Число прозоров в решетке попределяется по формуле (10)

$$n = \frac{Q_p \cdot k}{b \cdot H_p \cdot V_p}, \quad (10)$$

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

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

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

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

$$n = \frac{50}{24 \cdot 3600 \cdot 0,016 \cdot 0,1 \cdot 0,5} \cdot 1,05 = 18 \text{ шт.}$$

Количество отбросов, снимаемых с решетки, определим по формуле (11)

$$W = \frac{\alpha \cdot N_{\text{пр.взв}}}{365 \cdot 1000}, \quad (11)$$

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

$N_{\text{пр.взв}}$  – приведенное количество жителей, чел,  $N_{\text{пр.взв}} = 275$  чел.

$$W = \frac{8 \cdot 275}{365 \cdot 1000} = 0,006 \text{ м}^3 / \text{сут}$$

Так как количество отбросов, снимаемых с решетки 0,006 м<sup>3</sup>/сут < 0,1м<sup>3</sup>/сут, следовательно, очистка решеток – ручная [2].

Общая ширина решетки определяется по формуле (12)

$$B_p = S \cdot (n - 1) + b \cdot n, \quad (12)$$

где  $S$  – толщина стержней, м. Обычно применяются стержни размером 8×60 мм.

$$B_p = 0,008(18-1)+0,016 \cdot 18 = 0,424 \text{ м.}$$

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 45   |

Общая строительная длина решетки:

$$L = l_1 + l_p + l_2, \quad (13)$$

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

Принимается  $l_1 = 1,37(B_p - B_k)$ , в которой  $B_k$  - ширина подводящего канала;

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

$l_2$  – длина сужения после решетки, м,  $l_2 = 0,5 \cdot l_1$

$$L = 1,37 \cdot (0,424 - 0,2) + 1,5 + 0,5 \cdot 1,37(0,424 - 0,2) = 1,95 \text{ м.}$$

Общая строительная высота камеры в месте решеток:

$$H = h_1 + h_p + h_2, \quad (14)$$

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

$h_2$  - превышение бортов камеры над уровнем воды, не менее 0,3 м, принимаем  $h_2 = 0,3$  м;

$h_p$  - потери напора в решетке, м, определяющиеся по формуле (15)

$$h_p = \xi \frac{V^2}{2g} k, \quad (15)$$

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

$\xi$  – коэффициент сопротивления, зависящий от формы стержней (16)

$$\xi = \beta \left( \frac{S}{b} \right)^{4/3} \cdot \text{Sin} \alpha, \quad (16)$$

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

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

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

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

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

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
|      |      |          |         |      |                                      | 46   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      |      |



#### 4.2.2 Расчёт аэрируемого усреднителя

В усреднителе происходит смешение сточных вод различной концентрации, поступивших в течение периода колебания концентраций.

Стоки после решеток подаются в аэрируемый усреднитель, где за счет аэрации стока происходит окисление легко разлагаемых органических загрязнений и исключается возможность закисания сточной воды. Аэрация достигается при помощи эжектора.

Усреднитель барботажного типа необходимо применять для усреднения состава сточных вод с содержанием взвешенных веществ до 500 мг/л гидравлической крупностью до 10 мм/с при любом режиме их поступления [2].

Исходя из расхода сточных вод 50 м<sup>3</sup>/сут или 2,1 м<sup>3</sup>/ч, принимаем усреднитель, объемом 10 м<sup>3</sup> с перемешиванием стоков сжатым воздухом.

Барботирование (перемешивание сточной воды сжатым воздухом) производится через эжекторный аэратор. Эжекторный аэратор (рисунок 4.3) укладывается на дно усреднителя.

Подбираем погружной эжектор TsurumiBER (ЦурумиБер).

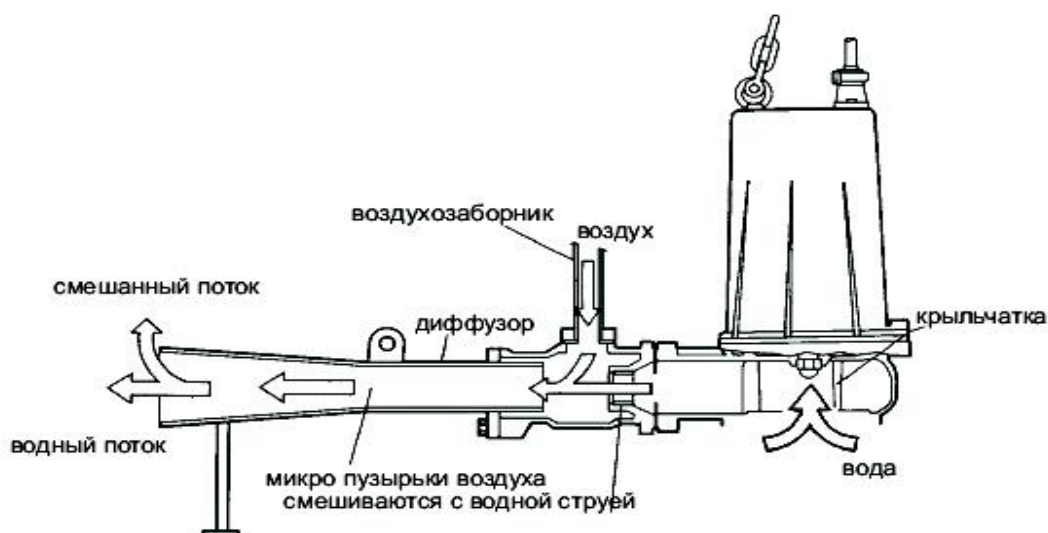


Рисунок 4.3 - Эжекторный аэратор TsurumiBER

Погружной эжектор Tsurumi повышает эффективность обработки сточных вод в усреднителях, обеспечивает эффект флотации.

Достоинством эжекторов Tsurumi является то, что вследствие больших скоростей столкновения воздуха и воды обеспечивается аэрация очень мелкими пузырьками воздуха, характерными для флотационных установок [18].

Технические характеристики эжекторного аэратора приведены в таблице 3, схема представлена на рисунке 4.3.

Таблица 3 – Технические характеристики эжекторного аэратора TsurumiBER

| Модель              | Мощность, kW | Фазы       | Об/мин | Диаметр воздухозаборника, мм | Размер ёмкости max. |                |                 | Сухой вес, кг       |             | Твердые частицы, мм | Длина кабеля, м |
|---------------------|--------------|------------|--------|------------------------------|---------------------|----------------|-----------------|---------------------|-------------|---------------------|-----------------|
|                     |              |            |        |                              | max. длина, м       | max. ширина, м | max. Глубина, м | свободная высота, м | ТО S-Модель |                     |                 |
| 8-BER<br>TOS-8BER   | 0,75         | Трехфазный | 3000   | 25                           | 6,0                 | 2,0            | 8,0             | 28                  | 23          | 20                  | 10              |
| 15-BER<br>TOS-15BER | 1,5          |            | 3000   | 32                           | 10,0                | 5,0            | 10,0            | 43                  | 34          | 20                  | 10              |
| 22-BER<br>TOS-22BER | 2,2          |            | 1500   | 50                           | 13,0                | 5,5            | 12,0            | 75                  | 61          | 35                  | 10              |
| 37-BER<br>TOS-37BER | 3,7          |            | 1500   | 50                           | 15,0                | 6,0            | 15,0            | 91                  | 77          | 35                  | 10              |
| 55-BER<br>TOS-55BER | 5,5          |            | 1500   | 50                           | 17,0                | 7,0            | 20,0            | 149                 | 132         | 35                  | 10              |

Подбираем 4 аэратора эжекторного типа конструкции 8-BERTOS-8BER.

В усреднителе размещается погружной насос, подающий сточные воды на дальнейшую очистку. При достижении максимального значения уровня воды автоматически включается насос и перекачивает сточные воды на очистку, пока уровень в резервуаре не снизится до минимального.

#### 4.2.3 Параметры блока интегральных модулей

После механической очистки сточных вод в аэрируемом усреднителе, стоки подаются в блок интегральных модулей.

В состав блока входят следующие аппараты: гидроциклон, биореактор, самопромывной фильтр доочистки и сооружения по обеззараживанию УФ - лучами, стабилизатор, ферментно-кавитационный реактор (для обработки илового осадка), седиментатор.

Насосное оборудование и обеззараживающая установка, вся трубопроводная обвязка с запорной арматурой и приборами КИПиА, а также электрощитовой вводно-распределительный узел и щиты управления насосов устраиваются в машинном отделении устраиваемое в нижней части блока.

Блок интегральных модулей, представляет собой набор стеклопластиковых емкостей расчетных размеров. Расчетные размеры емкостей составляют:  $H = 3,5$  м;  $D = 2$  м.

Технические характеристики здания в целом приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики блока интегральных модулей

| Наименование показателей   | Единицы измерения | Численный показатель |
|--|-------------------|----------------------|
| Вредные выбросы в атмосферу и запахи   | -                 | Отсутствуют          |
| Утилизация:  |                   |                      |
| -очищенной воды  | -                 | Да                   |
| -образующегося илового осадка и песка  | -                 | Да                   |
| Санитарно-защитная зона  | м                 | 20,0                 |
| Общая занимаемая площадь   | м <sup>2</sup>    | XX                   |
| Наличие иловых площадок  | -                 | нет                  |
| Гарантированная степень очистки по БПК <sub>полн</sub> и по взвешенным веществам | мг/л              | 2,0-3,0              |
| Потребляемая мощность на 1 м <sup>3</sup> очищаемой воды и обработки осадка      | кВт/ч             | 0,25-0,30            |

Из усреднителя сточные воды подаются в гидроциклон, для разделения твердой фазы от жидкой. Характеристики гидроциклона приведены в таблице 5

Таблица 5 – Характеристики гидроциклона

| Наименование показателя      | Ед. измерения | Показатели |
|------------------------------|---------------|------------|
| Диаметр цилиндрической части | мм            | 1000,0     |
| Угол конуса                  | град          | 20,0       |
| Диаметр питающего отверстия  | мм            | 220,0      |
| Диаметр сливного отверстия   | мм            | 320,0      |
| Диаметр пескового отверстия  | мм            | 300,0      |
| Высота                       | м             | 6,5        |
| Масса                        | кг            | 5500,0     |

Осадок, имеющий влажность 95%, из гидроциклона направляется по самотечному трубопроводу в стабилизатор.

Затем сточная вода поступает в биореакторы. Скорость фильтрации в биореакторах принимается в диапазоне от 5 до 7 м/ч при пропуске максимального часового расхода, при времени обработке сточных вод в 0,5-1 ч. Путём простой обработки биологически очищенных сточных вод достигается снижение содержания взвешенных веществ и органических загрязнений (по БПК) с 15-50 до 1-5 мг/л. Аэрация в биореакторе достигается путем эжекторного аэратора TOS-55BER (см. таблицу 3).

При заиливании грузозачного 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 прекращается.

Далее стоки подвергаются очистке в седиментаторе с биологически- активными элементами, где происходит отделение активного ила от очищаемых стоков, а также более глубокое окисление за счет закрепленной загрузки.

Смесь сточной воды и активного ила подводится подающим трубопроводом в центральный цилиндр, где осуществляется снижение скорости потока до критической величины, при которой частицы ила начинают падать в осадочную часть отстойника. Возвратный активный ил под гидростатическим давлением направляется в биореактор. Отведение избыточного ила осуществляется эрлифтом. Отстоявшаяся вода через погружную стенку и переливную грань собирается в сточном желобе и по отводящему трубопроводу перетекает в реципиент.

Осветленная вода из седиментатора подается в фильтр доочистки. Задержанный активный ил из самопромывного песчаного фильтра возвращается в биореактор, при этом обеспечивается не только возврат ила в технологический процесс, но и активная аэрация очищаемого стока.

Смесь избыточного активного ила и осадка из сооружений выпускается в емкость аэробного стабилизатора, где для процесса стабилизации требуется 11 суток. Фильтрат из стабилизатора возвращается в биореактор.

Ферментно-кавитационный реактор является завершающей стадией обработки осадка. Здесь осадок подвергается действию кавитации и вырабатываются ферменты, также здесь идет процесс активного окисления органики с помощью эжекторов. Процесс длится 6 часов. Высота установки достигает 3,5 метров.

Обеззараживание очищенных сточных вод осуществляется ультрафиолетовым излучением.

В качестве источника УФ-излучения для обеззараживания очищенной сточной воды используются газоразрядные лампы, имеющие в спектре своего излучения диапазон длин волн 205-315 нм. Лампы заполнены смесью паров ртути и инертных газов работают в режиме низкого давления. Доза УФ- излучения составляет 70 мДЖ/см<sup>2</sup>.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 51   |

Лампы защищены кварцевыми чехлами, предназначенными для стабилизации температурного режима ламп, и расположены в потоке сточной воды, обтекающей их со всех сторон. Установка обеспечивает равномерное распределение дозы облучения во всём объёме обеззараживаемой сточной воды.

Обслуживание установки:

- замена ламп - 1 раз в 1,5 года;
- промывка ламп - 1 раз в 3 месяца.

Система автоматически обеспечивает: УФ - контроль за дозой облучения в камере; контроль за работой ламп; звуковую и световую сигнализацию локальных повреждений и аварийного режима.

Принимаем 2 установки DUV-1A700-N MST: 1 рабочая и 1 резервная.

Параметры обеззараживающей установки приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Параметры обеззараживающей установки DUV-1A700-N MST

| Техническая характеристика | Ед. изм. | Количество   |
|----------------------------|----------|--------------|
| Количество                 | шт.      | 2            |
| Потери напора, не более    | см       | 5            |
| Тип лампы                  | -        | ДБ700НО      |
| Количество ламп в камере   | шт.      | 4            |
| Срок службы ламп, не менее | час      | 12 000       |
| Габариты:                  |          |              |
| Камера обеззараживания     | мм       | 1231×450×410 |
| Пульт управления           | мм       | 800×600×252  |
| Насос промывочный          | мм       | 512×210×345  |
| Потребляемая мощность      | кВт      | 1,4          |

Пройдя очистку в блоке интегральных модулей, физико-химический состав очищенных стоков, направляемых на поля поглощения, будет соответствовать требованиям сброса в рыбохозяйственный водоем.

Качественные показатели очищенных сточных вод приведены в таблице 7.

Таблица 7. - Показатели очищенной сточной воды

| Показатели                 | Очищенная сточная вода |
|----------------------------|------------------------|
| 1                          | 2                      |
| Водородный показатель, рН  | 7,5                    |
| Взвешенные вещества, мг/л  | 3,0                    |
| Жиры, мг/л                 | 0,5                    |
| БПК <sub>полн</sub> , мг/л | 3,0                    |
| ХПК, мг/л                  | 30,0                   |
| Нефтепродукты, мг/л        | 0,05                   |
| Азот аммонийный, мг/л      | 0,5                    |
| Нитриты, мг/л              | 0,08                   |
| Нитраты, мг/л              | 9                      |
| Сульфаты, мг/л             | 100                    |
| Хлориды, мг/л              | 300                    |

Кавитационно-ферментные очистные сооружения поставляются в полной заводской готовности, просты в эксплуатации, работают в заданном автоматическом режиме и не требуют привлечения специалистов с высокой квалификацией или специального обслуживания. Для блочно-модульной установки не требуются большие площади, протяженность коммуникаций между отдельными сооружениями сведена к минимуму.

#### 4.3 Определение размеров санитарной зоны для очистных сооружений хозяйственно-бытовых сточных вод

Санитарно-защитная зона - это специальная территория, устанавливаемая вокруг объектов с особым режимом использования.

Для обеспечения безопасности населения и в соответствии с Федеральным законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от

30.03.1999 № 52-ФЗ вокруг канализационных очистных сооружений устраивается санитарно-защитная зона - специальная территория с особым режимом использования.

По своему функциональному назначению санитарно-защитная зона является защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации очистных сооружений в штатном режиме [22].

Санитарно-защитная зона от канализационных очистных сооружений до границы зданий жилой застройки и участков общественных зданий следует принимать в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

Ферментно-кавитационные очистные сооружения - локальные, малогабаритные, полностью автоматизированные очистные сооружения. Они не имеют неприятного запаха и занимают малую площадь, что позволяет располагать их непосредственно вблизи жилой застройки.

Ориентировочный размер санитарно-защитных зоны для локальных ферментно-кавитационных очистных сооружений пропускной способностью 50 м<sup>3</sup>/ч в соответствии с требованиями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 составит примерно 20 м.

#### 4.4 Расчет полей поглощения для приёма очищенных сточных вод

Подземная фильтрация хозяйственно-бытовых стоков применяется в качестве полной биологической очистки.

По данным ВОДГЕО и АКХ имени К. Ц. Памфилова, процессы минерализации загрязнений в сооружениях естественной очистки происходит в фильтрующих грунтах, расположенных непосредственно у оросительных труб. Такое представление о механизме процесса удаления загрязнений дало возможность усовершенствовать методику расчета этих систем – в расчетах стали учитывать нагрузку на длину оросительных труб, а не на площадь фильтрации.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 54   |



Подземная фильтрация в качестве полной биологической очистки сточных вод применяется на расход до 12 м<sup>3</sup> в сутки, в отдельных случаях при соответствующем технико-экономическом обосновании до 25 м<sup>3</sup>/сут.

Нагрузку на 1 метр погонной длины оросительных труб применяется в зависимости от гидрогеологических и климатических условий. Для песчаных грунтов составляет 16-30 литров в сутки на 1 метр погонной длины, а в супесчаных грунтах 8-16 литров в сутки.

Оросительную сеть устраивают из керамических или асбестоцементных перфорированных труб. Диаметр составляет 100-150 мм, значение перфорации примерно 15 мм, шаг 2 м.

Во избежание заиливания перфорацию направляют вниз, трубы укладывают на подушки из хорошо фильтруемого материала, например, щебня с уклоном 0,001-0,003 в сторону течения жидкости. В супесчаных грунтах трубы укладывают горизонтально, причем оросительные трубы должны быть длиной не более 20 м.

Расстояние между трубами 1,5-2 метра в песчаных грунтах, в супесчаных – до 2,5 метра. В конце оросительных труб устраивают вентиляционные трубы (стояки), которые перекрывают флюгерками.

При устройстве групповых ветвей оросительных труб соединяют вентиляционным коллектором, который заканчивают вентиляционным стояком. Расчет подземной площади поглощения заключается в определении длины оросительных труб.

Для летнего периода года учитывается испарение, которое составит примерно 10% от общего объема воды поступающего на поля поглощения.

Поэтому при суточном расходе в 47 м<sup>3</sup>/сут на поля поглощения будет отводиться 42,3 м<sup>3</sup>/сут.

В зимний период года очищенные на поля поглощения будет отводиться полный объем хозяйственно-бытовых сточных вод 47 м<sup>3</sup>/сут.

Расчет подземного поглощения осуществляется тремя способами.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 55   |

## Расчет подземного поглощения. Вариант I

Суточный расход сточных вод составляет 47 м<sup>3</sup> в сутки, это 47000 литров в сутки.

Для расчета полей поглощения примем расчетный расход сточных вод без учета расхода на автомойку, так как расход имеет периодический характер.

Расчет ведется для двух видов грунтов – песчаный и супесь.

### Песчаные грунты:

Для песчаных грунтов нагрузка на 1 метр погонной длины оросительных труб составляет 16-30 литров в сутки на 1 метр погонной длины.

Длина оросительных труб составит:

$$L = \frac{47000}{30} = 1560 \text{ п.м}$$

Учитываем, что крупнозернистая подсыпка на 20-50 см увеличивает нагрузку на 20-50%, тогда нагрузка составит:

$$n = 30 \cdot 1,5 = 45 \text{ л/сут на 1 п.м.}$$

Длина оросительных труб составит:

$$l = \frac{47000}{45} = 1050 \text{ п.м}$$

Исходя из полученных значений принимаем 52 плетей длиной не более 20 м. Оросительная сеть устраивается из перфорированных труб диаметром 100-150мм, шаг 2 м.

### Грунты супесь:

Для песчаных грунтов нагрузка на 1 метр погонной длины оросительных труб составляет 8-16 литров в сутки на 1 метр погонной длины.

Длина оросительных труб составит:

$$l = \frac{47000}{16} = 2937,5 \text{ п.м}$$

Учитываем, что крупнозернистая подсыпка на 20-50 см увеличивает нагрузку на 20-50%, тогда нагрузка составит:

$$n = 16 \cdot 1,5 = 24 \text{ л/сут на 1 п.м.}$$

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 56   |

Длина оросительных труб составит:

$$l = \frac{47000}{24} = 1958 \text{ п.м}$$

Исходя из полученных значений принимаем 97 плетей длиной не более 20 м. Оросительная сеть устраивается из перфорированных труб диаметром 100-150мм, шаг 2 м.

При уточнении вида грунта на местности определяется длина оросительных трубопроводов и площадь оросительных полей.

#### Расчет подземного поглощения. Вариант II

Расчет площади полей поглощения производится исходя из площади фильтрации на 1 человека, что из опыта эксплуатации полей поглощения составляет 3,6 м<sup>2</sup>.

Исходя из данных по проектируемому поселку «Европа» расчетное количество жителей будет составлять 275 человек. Поэтому для данного объекта на поля поглощения приходится площадь 990 м<sup>2</sup>, что представляет собой 2 участка размерами 20х20 метров.

Исходя из полученных значений принимаем 11 плетей длиной не более 20 м на каждый участок. Оросительная сеть устраивается из перфорированных труб диаметром 100-150 мм, шаг 2 м.

#### Расчет подземного поглощения. Вариант III

Исходя из результатов технологических показателей работы полей фильтрации, для изъятия загрязнений из сточных вод принята нагрузка 33 л/сут на 1 метр трубы.

Для данного объекта длина оросительных труб составит:

$$l = \frac{47000}{33} = 1420 \text{ п.м}$$

Крупнозернистая загрузка сокращает требуемую длину дренажных труб примерно до 700 м. Тогда потребуется плети не более 20 м примерно 35 штук. Оросительная сеть устраивается из перфорированных труб диаметром 100-150мм, шаг 2 м.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 57   |

## Выводы

Для очистки бытовых сточных вод поселка «Европа» были выбраны кавитационно-ферментные очистные сооружения производительностью 50 м<sup>3</sup>/сут, с санитарной зоной 20 м. Такие сооружения занимают малую площадь, обеспечивают качество очищенной воды до требований сброса в водоем рыбохозяйственного назначения, они просты и надежны в эксплуатации, не имеют неприятных запахов и предусматривают полную переработку осадка.

В состав установки входят: решетки, усреднитель, гидроциклон, биореактор, седиментатор, самопромывной фильтр, УФ-установка, стабилизатор осадка.

Предлагаемая технологическая схема предусматривает механическую, биологическую очистку сточных вод, доочистку, обеззараживание, а также утилизацию образующегося илового осадка.

План очистных сооружений хозяйственно бытовых сточных вод представлен на листе 4.

Схема очистных сооружений представлена на листе 3.

После очистки сток направляется на закрытые поля поглощения, устраиваемые в лесах, произрастающих за поселком «Европа».

Размещение очистных сооружений и полей подземной фильтрации представлено на листе 1.

Для данного объекта на 275 человек площадь полей поглощения составит 990 м<sup>2</sup>, что представляет собой 2 участка размерами 20х20 метров.

План полей поглощения представлен на Листе 6.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
|      |      |          |         |      |                                      | 58   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      |      |

## 5 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ТЕХНОЛОГИЯМ ВОДОПОДГОТОВКИ АВТОМОЕЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

### 5.1 Характеристика современных автомоек

Автомоечный комплекс – строение или сооружение, в котором осуществляется мойка автомобилей и оказываются сопутствующие услуги (чистка салона, полировка, удаление битумных пятен, мойка двигателя и др.).

Владельцы автомобилей в большинстве своем хотят поддерживать автомобиль в чистоте и не тратить на это много времени и сил. Дорожная пыль и атмосферные осадки являются причиной сильного загрязнения машин, курсирующих в пределах и за пределами городов. Выходом из положения является посещение специализированных компаний, предоставляющих услуги мытья машин. Линейка современного оборудования для оказания таких услуги дает возможность создавать автомойки различного типа и производительности.

Современные автомоечные комплексы можно классифицировать:

- По типу обслуживания
- По механизму мойки
- По техническому исполнению

По типу обслуживания автомойки бывают:

- Мойки, где операции с автомобилем осуществляются обслуживающим персоналом – автомойщиками;
- Механизированные автомойки, где процесс мойки осуществляется автоматически оборудованием автомойки;
- С самообслуживанием, где владелец самостоятельно моет автомобиль.

По механизму мойки автомойки подразделяются:

- Бесконтактная мойка (удаление загрязнений осуществляется с использованием специальных моющих веществ и струй воды под высоким давлением);
- Контактная мойка (механическое удаление грязи с поверхности автомобиля с использованием щёток, тряпок, губок и др.)

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 59   |

По техническому исполнению автомойки подразделяются:

- Ручная мойка;
- Портальная;
- Туннельная.

Ручная мойка – это простейший вариант контактной мойки, выполняется самостоятельно или работниками автомойки с помощью воды, моющих средств и как правило губок и тряпок.

Портальная мойка - это автоматическая установка, похожая на арку, которая движется вдоль автомобиля, пока он стоит, и удаляет с него грязь.

Тоннельная автомойка – это тоннель, в котором установлены несколько неподвижных арок, каждая из которых выполняет свою функцию: щеточная станция, станция полировки, рама, оборудованная форсунками высокого давления и т.д.

Одним из современных видов мойки автомобилей является - сухая автомойка, так же известная как полимерная или глеевая мойка, «нано-мойка» - новая разработка в области автохимии и автокосметики. Её суть состоит в том, что для мытья машины не требуется жидкая вода, а используется специальное средство на глеевой основе.

Наиболее экологичной мойкой автомобиля является с использованием пара. Высокая температура и давление профессионального оборудования позволяет отказаться от поверхностно-активных веществ, и в несколько раз снизить расход воды — при превращении воды в пар.

Автомойки являются потенциальными загрязнителями окружающей среды, из-за значительного объёма расходуемых моющих средств. В связи с этим, как правило, государственные органы требуют оснащать автомойки системами регенерации и очистки воды.

Очистка сточных вод автомойки необходима из-за повышенной степени загрязнения используемой воды взвешенными веществами, нефтепродуктами, а также ПАВ.

При подборе систем очистки воды для автомоек необходимо следует учесть количество постов автомойки и производительность моечных аппаратов. Расчет реального водопотребления, а значит и производительность очистного оборудования, рекомендуется производить с учетом максимальной производительности моек.

Сущность процесса очистки заключается в последовательном выделении нефтепродуктов, взвешенных веществ, находящихся в различной дисперсной фазе, из сточных вод.

#### 5.1.1 Установка для очистки нефтесодержащих сточных вод серии «БМ»

Установка может использоваться в качестве системы оборотного водоснабжения для моек автотранспорта.

Достоинства:

- Высокая степень очистки;
- Минимальные затраты на строительство;
- Простота и надежность в эксплуатации;
- Наличие возможности к расширению;
- Компактность;
- Не требует постоянного обслуживания.

Эффект очистки:

- Взвешенные вещества, (мг/л) – 3 мг/л;
- Нефтепродукты, (мг/л) – 0,05 мг/л.

Технические показатели:

- Площадь установки, м<sup>2</sup> – 4-35;
- Обслуживание – периодическое.

Установка–моноблок состоит из емкостей с утепленными крышками. Ламинарное отстаивание позволяет эффективно сепарировать нефтепродукты и взвешенные вещества. Пленку нефтепродуктов с поверхности воды сорбируют

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 61   |

специальные плавающие боны. Глубокая очистка происходит на двухступенчатом фильтре со специальным сорбентом.

Установка выпускается как в надземном, так и в заглубленном исполнении.

Для установки необходима фундаментная плита и анкеровка, а также подключение подающего и отводящего трубопроводов.

Плавающие на поверхности нефтепродукты сорбируются специальными бонами. Боны заменяются примерно один раз в год. Использованные боны утилизируются в котельные и сжигаются.

Установка в надземном исполнении изображена на рисунке 5.1.

Установки в надземном исполнении

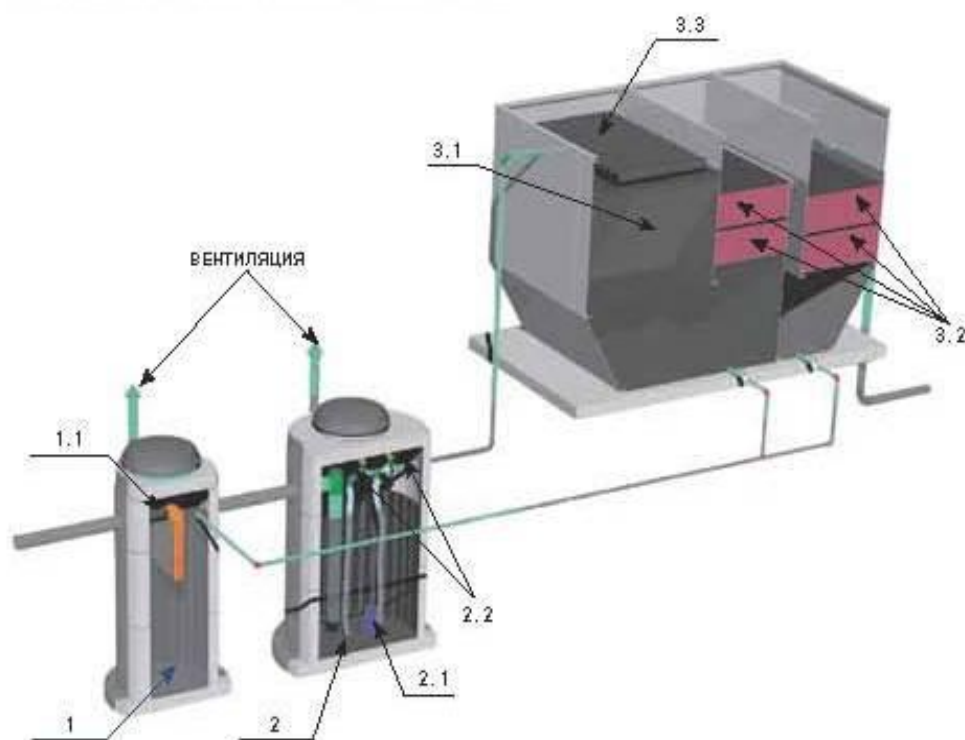


Рисунок 5.1 – Установка для очистки нефтесодержащих ливневых сточных вод в надземном исполнении:

1 – песколовка; 1.1 – нефтесорбирующий бон; 2 – насосная: 2.1 – насос; 2.2 – комплект трубопроводов; 3 – установка; 3.1 – тонкослойный модуль; 3.2 – кассеты фильтров; 3.3 – нефтесорбирующий бон.

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



Установка в заглубленном исполнении изображена на рисунке 5.2.

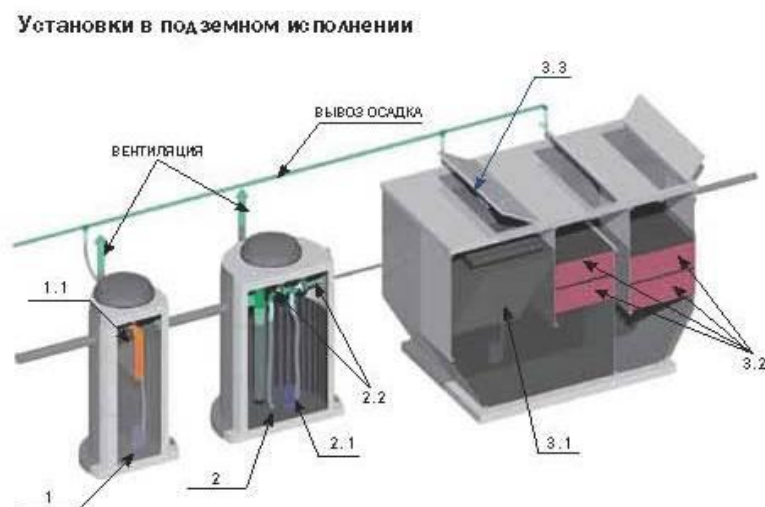


Рисунок 5.2 – Установка для очистки нефтесодержащих ливневых сточных вод в подземном исполнении. 1 – песколовка; 1.1 – нефтесорбирующий бон; 2 – насосная; 2.1 – насос; 2.2 – комплект трубопроводов; 3 – установка; 3.1 – тонкослойный модуль; 3.2 – кассеты фильтров; 3.3 – нефтесорбирующий бон.

Эксплуатация:

1. Утилизация осадка.

Накопившийся осадок соответствует осадку в первичных отстойниках очистных сооружений коммунальных стоков. Периодически осадок автотранспортом вывозится на переработку.

2. Замена кассет фильтров.

Замена и утилизация кассет фильтров 2 раза в год осуществляется фирмой производителем.

3. Замена сорбента.

Замена сорбентов осуществляется для фильтров I ступени, примерно один раз в год, для фильтров II ступени, примерно один раз в два года.

4. Утилизация нефтепродуктов.

### 5.1.2 Очистные сооружения фирмы «ОЗОН» для систем оборотного водоснабжения

Очистные сооружения «ОЗОН» для систем оборотного водоснабжения моек автотранспорта разработаны и выпускаются на производительность 0,3; 0,7 и 1,7 л/с.

Очистные сооружения производительностью 0,3 и 0,7 л/с могут производятся в виде:

- Напольных Моноблоков и ФФУ, устанавливаемых на бетонной площадке;
- Моноблоков, устанавливаемых в приемке под местом для мойки автомобилей, и напольных водоочистных установок ФФУ, устанавливаемых на бетонной площадке.

Предлагаемая схема многоступенчатой очистки существенно повышает потребительские свойства очистных сооружений за счет следующих мероприятий:

1. Предварительная грубая очистка от взвешенных частиц размером более 0,15 мм на тонкослойном модуле камеры предочистки интенсифицирует осаждение основной массы взвешенных веществ;
2. Очистка от взвешенных частиц размером от 0,08 до 0,15 мм и нефтепродуктов с размером частиц более 30 мкм на коалесцентном модуле отстойника позволяет сократить капиталовложения за счет существенного сокращения габаритов и единичной мощности оборудования последующих ступеней очистки;
3. Для биологической очистки применена установка биокоагулятора;
4. Усреднение по расходу и концентрациям в усреднителе;
5. Введение в технологическую схему флотационно-фильтрационной установки, оборудованной устройством электроимпульсной оборотки воды VULKAN, позволяет довести качество очистки воды до кондиций, обеспечивающих экономию моющих средств, добавок и средства уход, используемых при мойке автомобиля из бака чистой воды.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 64   |

6. Для глубокой доочистки воды используется разработанный специалистами фирмы «ОЗОН» сорбционный фильтр, который обеспечивает глубину очистки воды по нефтепродуктам до 0,3 мг/л, а по взвешенным веществам до 10 мг/л, что соответствует самым строгим нормам, предъявляемым к качеству воды подобных сооружений.

Технологическая схема очистки воды в системах оборотного водоснабжения моек автомобилей фирмы «ОЗОН» представлена на рисунке 5.3.

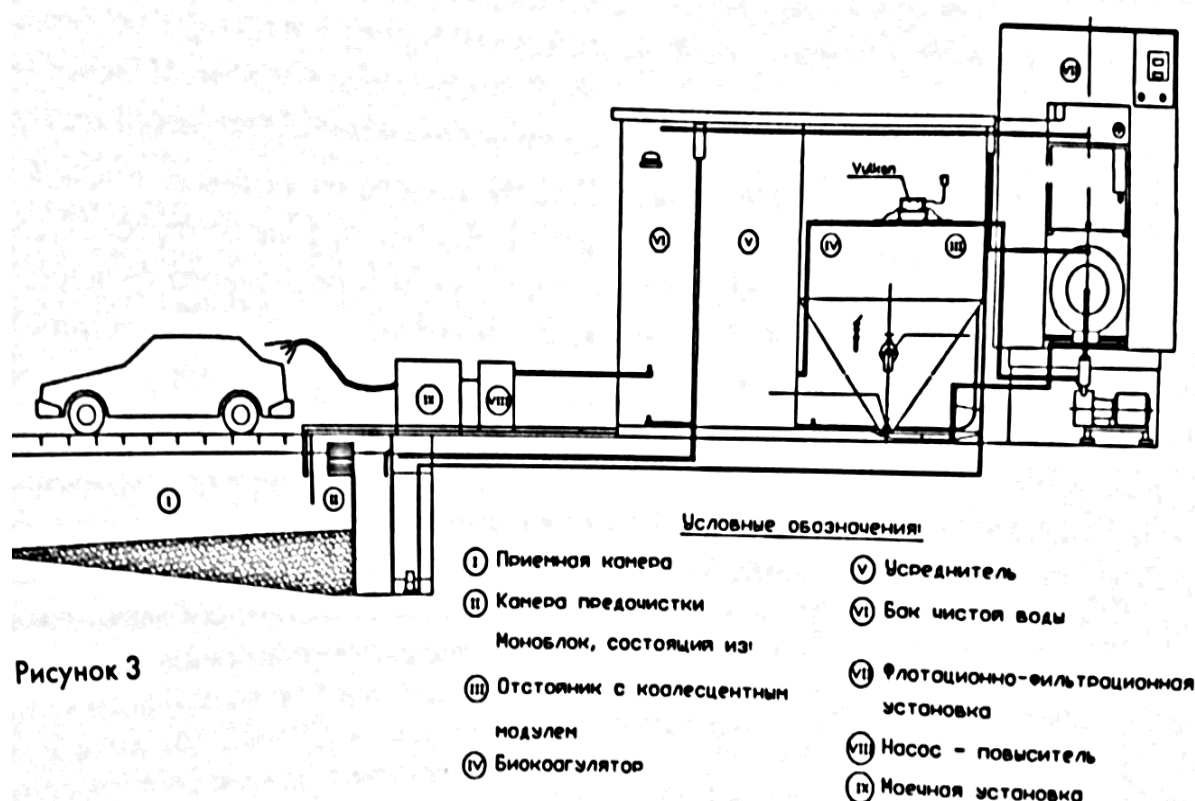


Рисунок 3

Рисунок 5.3 – Технологическая схема очистки воды в системах оборотного водоснабжения моек автомобилей фирмы «ОЗОН»:

1 – приемная камера; 2 – камера предочистки; 3 – отстойник с коалесцентным модулем; 4 – биокоагулятор; 5 – усреднитель; 6 – бак чистой воды; 7 – флотационно-фильтрационная установка; 8 – насос-повыситель; 9 – моечная установка.

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

Конструктивные особенности и компоновка очистных сооружений представлены на рисунке 5.4.

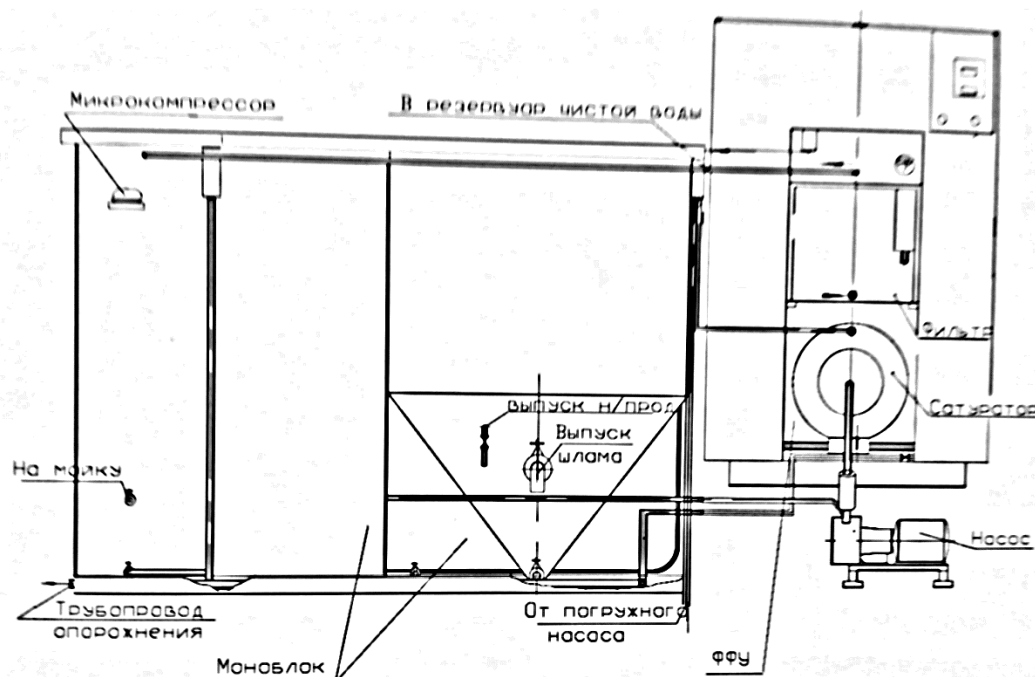


Рисунок 5.4 – Конструктивные особенности и компоновка очистных сооружений оборотного водоснабжения фирмы «ОЗОН»

### 5.1.3 Системы оборотного водоснабжения «СКАТ»

Компактная система оборотного водоснабжения «СКАТ» серийно выпускается с 2003 г.

Основная область применения данного комплекса: мойки автотранспорта, ж/д транспорта, агрегатов, деталей, тары, и прочих объектов, где существует проблема очистки сточных вод с организацией оборотного водоснабжения.

Система «СКАТ» обеспечивает эффективную очистку сточной воды, образующейся в процессе мойки, и возврат ее на повторное использование. При этом обеспечивается экономия чистой воды до 88%. Степень очистки воды позволяет повторно использовать ее для мойки автомобилей всех типов с применением любого моечного оборудования, в том числе аппаратов высокого давления.

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

Схема компактной очистной установки «СКАТ» оборотного водоснабжения представлена на рисунке 5.5.

Система «СКАТ» состоит из 3-х функциональных блоков:

- Блок первичной очистки «БПО»;
- Основной технологический блок «ОТБ»;
- Двухступенчатый сорбционный блок «ДСБ».

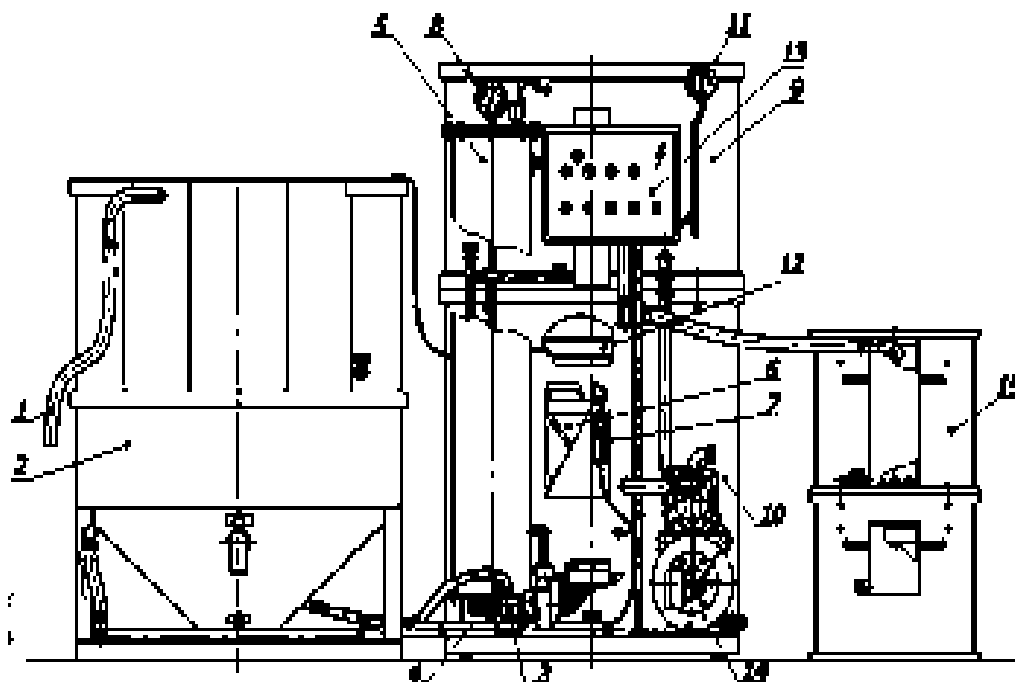


Рисунок 5.5 – Схема очистной установки «СКАТ»: 1 - подача стоков в БПО; 2 - блок первичной очистки; 3 - насосный агрегат; 4 - эжекционная подача воздуха и реагента; 5 - сатуратор; 6 - бачок для реагента; 7 - капельный дозатор; 8 - манометр; 9 - флотационная емкость; 10 - бак очищенной воды; 11 - привод шламоудалителя; 12 - компрессор; 13 - пульт управления; 14 - насосная станция; 15 - дополнительный сорбционный блок.

Блочно-модульное исполнение системы «СКАТ» позволяет обеспечить индивидуальный подход к каждому объекту, выполнить реконструкцию существующих сооружений с минимальными затратами. В тоже время комплексы оснащены системой автоматического управления, просты в обслуживании и не требуют дорогостоящих расходных материалов.

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

Принцип работы:

Загрязненная вода поступает в моечный лоток, где происходит осаждение крупных минеральных примесей (песка, мелких камней и др.). Далее вода поступает в приямок, из которого погруженным насосом подается в блок первичной очистки «БПО».

Схема оборотной системы водоснабжения для автомоек СКАТ представлена на рисунке 5.6.

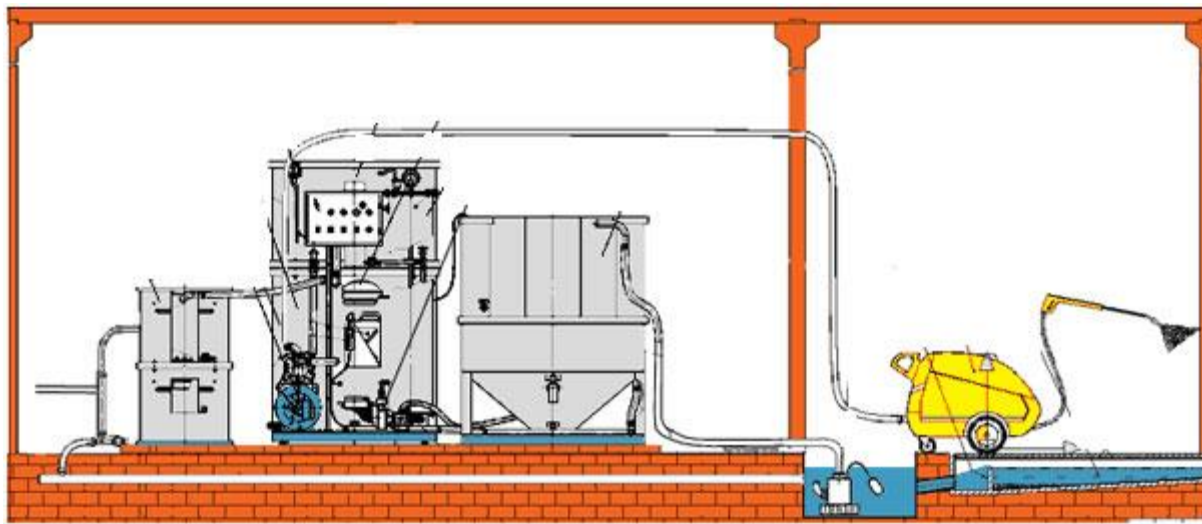


Рисунок 5.6 – Схема оборотной системы водоснабжения для автомоек СКАТ

В «БПО» происходит осаждение взвешенных примесей на тонкослойном отстойнике и окисление органических загрязнений с подавлением процесса гниения воды в биокоагуляторе. После этого вода подается на основной технологический блок «ОТБ».

В блоке «ОТБ» вода проходит флотационную реагентную очистку. При этом частицы загрязнений (нефтепродукты, взвешенные вещества, СПАВы) собираются на поверхности воды в виде пены, которая удаляется шламоборным механизмом в специальный отсек. Далее вода поступает на встроенный пенополиуретановый фильтр, где осуществляется дополнительная тонкая очистка. Очищенная вода поступает в накопительный бак, из которого при помощи насосной станции под давлением 2-3 атмосферы вновь подается на мойку.

При необходимости производится пополнение оборотной системы из водопровода. В случае переполнения накопительного бака излишки очищенной

воды сбрасываются через фильтр «ДСБ» в канализацию, на рельеф местности или в водоем (в зависимости от загрузки).

#### 5.1.4 Установка для обработки воды HDR 777

Область применения установки HDR 777 – автомоечные комплексы с применением аппаратов высокого давления. Схема работы установки HDR 777 представлена на рисунке 5.7.

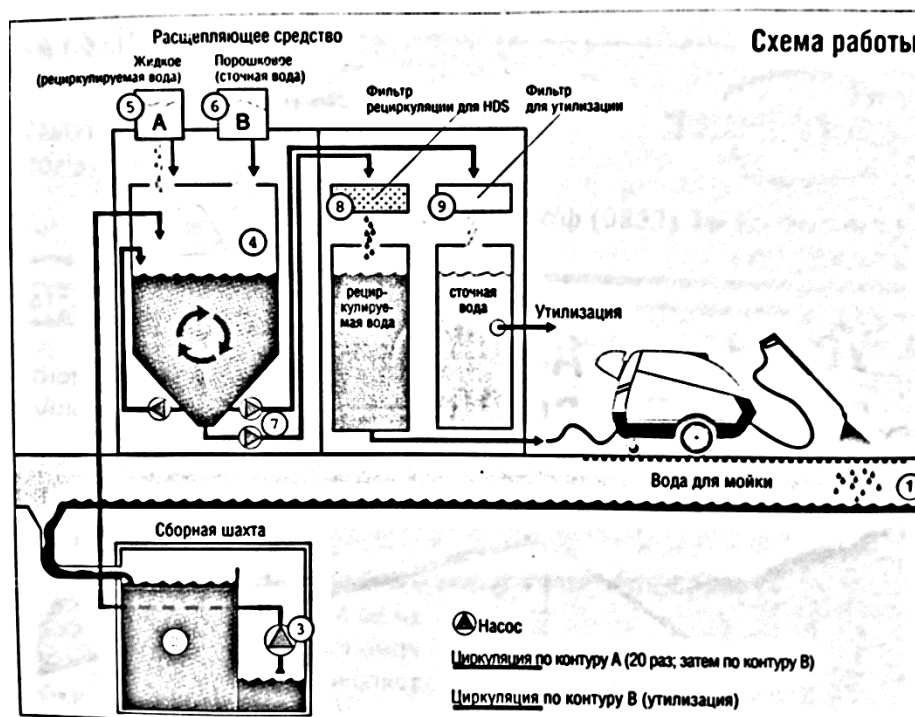


Рисунок 5.7 – Схема работы установки HDR 777:

1 – свежая вода; 2 – сборная шахта; 3 – погружной насос; 4 – реактор; 5,6 – расщепляющие средства RM 347 и RM 346; 7 – насос; 8 – рециркуляционный фильтр; 9 – фильтр для отводимой воды.

Принцип работы установки:

Свежая вода течет в сборную шахту. Погружной насос направляет всю собранную воду в реактор. Там в нее добавляется расщепляющее средство RM 347 (контур А) или RM 346 (контур В). Флокулированная вода подается насосом в рециркуляционный фильтр (контур А) или в фильтр для отводимой воды для утилизации (контур В).

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

Установка применяется на небольших автомобильных мойках, оснащенных аппаратами высокого давления. Для сопряжения установки и аппарата используются специальные модули, позволяющие переключать водоснабжение на чистую или очищенную воду. Производительность установки позволяет напрямую подключать к ней один аппарат высокого давления, либо использовать ее с применением буферной емкости для подачи воды на несколько аппаратов.

Установка и применение системы очистки и повторного использования воды для аппаратов высокого давления делает очистку еще более эффективной и экологически безвредной, что позволяет уменьшить в процессе мойки расход чистой воды.

Вода, образующаяся после мойки автомобилей, двигателей, узлов и деталей машин, сначала проходит через грязеуловитель для удаления твердых частиц, а затем обрабатывается на компактной регенерационной установке так, что она может использоваться вторично.

Очистка воды в установке HDR 777 осуществляется в два этапа: сначала химическая флокуляция – отделение загрязнений при помощи специальных реагентов, с образованием хлопьеобразного осадка; затем - удаление осадка из воды с помощью механической фильтрации.

Преимущества установки:

- до 80% экономия воды;
- до 80% экономия моющих средств;
- высокое качество очистки воды увеличивает ресурс помпы аппарата высокого давления;
- минимальный расход химических реагентов;
- позволяет работу со всеми видами аппаратов высокого давления;
- компактность;
- минимальное проведение строительных работ;
- выполняет требования санитарногигиенических служб.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 70   |



### 5.1.5 Установка «АРОС-2»

Модель АРОС-2 производительностью 2м<sup>3</sup>/час применяется для очистки воды от нефтепродуктов и твердых частиц (песок и пр.) после мойки автомобиля, и последующего повторного ее использования для мойки. Схема установки АРОС-2. Представлена на рисунке 5.8.



Рисунок 5.8 – Схема установки АРОС-2.

Технические характеристики:

- Степень очистки – 85%
- Взвешенные вещества - 30 мг/л;
- Нефтепродукты - 15 мг/л;
- Минимальная площадь для монтажа установки – 2 м<sup>2</sup>.

Составляющие установки:

- Опорная рама;
- Фильтровальная песчано-гравийная колонна с системой обратной промывки;
- Погружной насос;
- Накопительная емкость для чистой воды;
- Прочная рама, окрашенная порошковой краской;
- Модуль повышения давления Джилекс.
- Щит управления.
-

Описание установки:

Система очистки и рециркуляции воды АРОС - 2 является установкой, работающей в автоматическом режиме, и предназначена для очистки сточных вод от ручных автомобильных моек и моечных аппаратов высокого давления. Система, помимо очистки воды, позволяет удалять неприятные запахи, вызванные наличием бактерий в воде [19].

Применение данной системы позволяет экономить до 80% воды за счет её очистки и повторного применения. Очищенную воду рекомендуется использовать при предварительном и основном циклах мойки с последующим ополаскиванием автомобиля чистой водой.

Схема очистки воды с применением установки АРОС – 2 представлена на рисунке 5.9.

Технологический процесс:

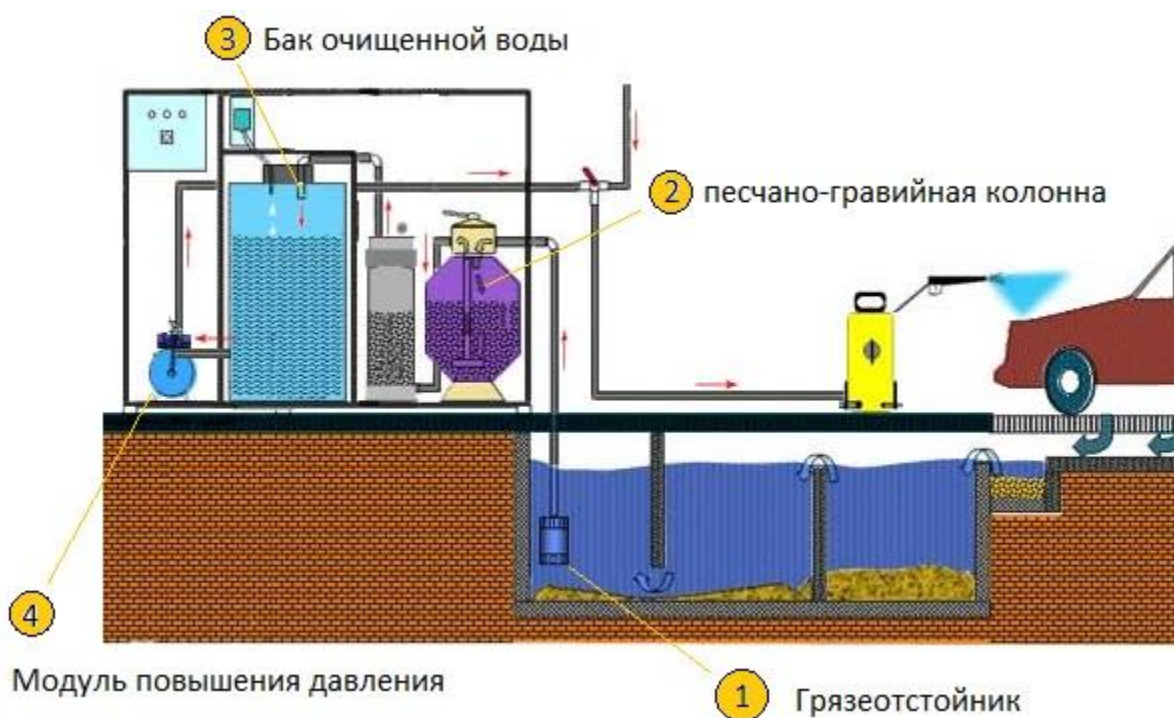


Рисунок 5.9 – Схема очистки воды с применением установки АРОС – 2.

Вода, образовавшаяся в процессе мойки автомобиля, собирается в трехсекционном грязеотстойнике. Конструкция грязеотстойника обеспечивает

разделение твердых частиц, масла и частиц топлива, содержащихся в воде, по разнице в удельных весах. Взвешенные твёрдые частицы осаждаются на дне грязеотстойника, а масло и топливо всплывают и, с помощью специального аппарата или щитов-уловителей, отделяются от воды. Масло и топливо может отводиться в маслосборник, который периодически необходимо очищать, образующийся твердый осадок утилизируется пользователем в соответствии с местными нормами.

Погружной насос подает воду из отстойника во флотатор, затем в тонкослойный отстойник и в механический фильтр. После прохождения блока очистки, вода попадает в бак чистой воды. Перед подачей в установку высокого давления вода проходит дополнительный фильтр грубой очистки и нагревательную установку.

Необходимо организовать регулярную утилизацию отходов из приямка и из шламосборника. Утилизацию осуществляют специальные фирмы, которые приезжают, выгребают осадки и увозят их на собственные сооружения по утилизации осадков, захоронения или повторного использования [19].

Рекомендации:

Для предотвращения закисания (брожения) воды в отстойниках необходимо добавлять средство для устранения запаха и обеззараживания Окситест или использовать ультрафиолетовые лампы в отстойниках. Для предотвращения пенообразования в процессе очистки воды из-за содержания в воде моющих пенообразующих химических средств рекомендуется использовать пеногаситель (с дополнительной комплектацией дозирующим насосом).

## 5.2 Влияние нефтепродуктов и взвешенных веществ на очистку и утилизацию сточных вод

Состав примесей в сточных водах может быть разнообразен в зависимости от характера их образования. Для бытовых сточных вод масса загрязнений на одно человека в сутки остается более или менее постоянной. Однако бытовые сточные воды городских канализаций в большинстве случаев имеют ту или иную примесь производственного стока, который влияет на качественный состав сточных вод.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 73   |

Количественное и качественное определение состава загрязнений в стоках необходимо не только для выбора технологии их очистки, но и для соблюдения норм сброса очищенных сточных вод в водоемы.

На все загрязнения существуют предельно допустимые концентрации, которые приводятся в СНиП, в правилах технической эксплуатации канализации и правилах приема производственных стоков в бытовую канализацию.

Повсеместное загрязнение примесями антропогенного и техногенного происхождения обусловлено поступлением в водоем неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод, хозяйственно-бытовых и промышленных, талых и ливневых вод с водосборов. Большую долю загрязнений составляют взвешенные вещества. Это частицы минерального и органического происхождения, находящиеся в воде во взвешенном или коллоидном состоянии. Взвеси неблагоприятно сказываются на режиме перемещения потока, материале трубопроводов, приводят к их заиливанию.

Одними из наиболее существенных загрязнений водных ресурсов являются нефть и нефтепродукты. Состав нефтесодержащих сточных вод характеризуется сложностью, большим разнообразием и зависит от вида, назначения, технологии производства.

Нефть и ее производные - это сложная смесь различных химических соединений, среди которых наиболее многочисленными являются углеводороды (50 - 98% от общего состава).

Главная особенность нефтезагрязнений в стоках – это меньшая плотность по сравнению с водой и низкая растворимость в воде.

В сточных водах нефтепродукты по дисперсному составу могут быть в свободном, эмульгированном и растворенном состоянии.

В основной массе нефтепродукты в стоках находятся в свободном (грубодисперсном) состоянии, образуя плавающую пленку или слой. Меньшая часть может оказаться в тонкодисперсном состоянии, образуя эмульсию "нефть в воде". Устойчивость эмульсии обусловлена поверхностным натяжением,

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 74   |

кинетической устойчивостью частиц, небольшой их концентрацией. Стабилизаторами эмульсии могут быть механические примеси, покрывающие капельки нефти.

Влияние нефтепродуктов, масел, жиров и ПАВ на процессы очистки сточных вод заключается в снижении эффективности отстаивания (уменьшении скорости оседания взвешенных веществ), торможении биохимических процессов в сооружениях биохимической очистки, в интенсивном пенообразовании. Попадая в водные объекты, эти вещества изменяют органолептические свойства воды (вкус, цвет, запах), затрудняя ее использование для питьевых и хозяйственных целей. Нефтепродукты и ПАВ образуют на поверхности воды пленку, которая препятствует газовому обмену между водой и атмосферой, снижая степень насыщения воды кислородом, что приводит к нарушению экосистемы в водоемах.

Нефтезагрязнения сточных вод влияют не только на поверхностные воды водоемов. С поверхности земли при непосредственной инфильтрации сточных вод нефтепродукты могут поступать и в водоносный слой подземных вод, ухудшая их состав и физические свойства. В связи с этим в подземных водах обнаруживаются ароматические углеводороды, нефтепродукты, фенолы и другие токсиканты.

Борьба с нефтяными загрязнениями, попавшими в водоносный слой, является сложной и дорогостоящей задачей, практически часто труднореализуемой.

Для охраны поверхностных и подземных вод необходим комплекс мер, включающий применение эффективных способов очистки стоков, сопровождаемое необходимым контролем состава сбрасываемых стоков.

### Выводы

Сточные воды современных автомоек характеризуются высоким содержанием нефтепродуктов, взвешенных веществ, а также ПАВов и СПАВов (моющие средства). Эти загрязнения могут ухудшать процессы очистки хозяйственно бытовых сточных вод и наносить вред окружающей среде. Поэтому необходимо оснащать автомойки установками очистки сточных вод, которые предусматривают

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 75   |

использование воды повторно, т.е. загрязненная вода очищается, а затем вновь подается на мойку автомобилей. Такие установки позволяют удалять из сточных вод основную массу загрязнений и существенно сократить расход воды.

Проанализировав различные установки для очистки сточных вод автомоек, выбираем установку АРОС-2 производительностью 2м<sup>3</sup>/час на 2 поста. Основное водоснабжение автомойки будет осуществляться промывными водами от установок подготовки воды для хозяйственно питьевого водоснабжения, а также промывными водами водоподготовки бассейна и водами при его опорожнении.

Автомоечный комплекс будет располагаться в одном здании очистных сооружений.

План автомойки и схема установки «АРОС-2» представлены на листе 5.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 76   |

## 6 ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО МЕТОДАМ СБОРА, ОЧИСТКИ И УТИЛИЗАЦИИ ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИИ ПОСЕЛКА

### 6.1 Основные сооружения для сбора и очистки поверхностного стока

Поверхностный сток с населенных пунктов и площадок предприятий является одним из интенсивных источников загрязнения окружающей среды различными примесями природного и техногенного происхождения.

Поверхностный сток по большинству показателей более загрязнен, чем городские сточные воды. Из общего годового количества загрязняющих веществ, содержащихся во всех видах сточных вод, отводимых с территории населенного пункта, на долю поверхностного стока приходится около 78 % взвешенных веществ, 20 % органических веществ, 68 % нефтепродуктов. Практически весь объем поверхностных сточных вод, образующихся на хозяйственно освоенных территориях, отводится в водные объекты без очистки. Водным законодательством РФ запрещается сбрасывать в водные объекты неочищенные до установленных нормативов дождевые, талые и поливочные воды. На очистные сооружения должна отводиться наиболее загрязненная часть поверхностного стока, которая образуется в периоды выпадения дождей, таяния снега и от мойки дорожных покрытий, в количестве не менее 70% годового объема стока для селитебных территорий и площадок промпредприятий.

Поверхностные сточные воды с территорий промышленных зон, строительных площадок, складских хозяйств, автохозяйств, а также особо загрязненных участков, расположенных на территории населенных пунктов (бензоаправочные станции, автостоянки, автобусные станции), перед сбросом в дождевую канализацию или централизованную систему коммунальной канализации должны подвергаться очистке на локальных очистных сооружениях.

Для приема, очистки, обеззараживания и отведения дождевого стока создаются системы канализации, представляющие собой сложный комплекс инженерно-технических сооружений и устройств. Наружная дождевая канализация предназначена для организованного и достаточно быстрого стекания выпавших на

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 77   |

территории жидких атмосферных осадков, а также талых вод. В эту сеть в ряде случаев допускается сбрасывать дренажные воды.

Тип системы водоотведения зависит от многих факторов, таких как: рельеф местности, степень благоустройства объекта водоотведения, расход сточных вод по категориям, загрязненность сточных вод, климатические условия, вид и мощность водных объектов, в которые сбрасываются сточные воды, и других.

Существует 5 систем водоотведения поверхностного стока: полная и неполная раздельная, полураздельная, комбинированная и общесплавная.

При полной раздельной системе водоотведения поверхностный сток отводится по самостоятельному трубопроводу, в то время как бытовые и производственные сточные воды отводятся вместе. При неполной раздельной системе водоотведения поверхностный сток отводится по открытым лоткам и каналам в водоем без очистки.

При общесплавной системе водоотведения все виды стоков отводятся в одном коллекторе.

Полураздельная система в отличие от других водоотводящих систем в своем составе имеет главный общесплавной коллектор, который принимает все виды стоков. В коллекторе устраиваются разделительные камеры, позволяющие при сильных ливнях сбрасывать часть поверхностного стока в водный объект без очистки, это снижает нагрузку на очистные сооружения.

Комбинированная система водоотведения, представляющая собой совокупность общесплавной и полной раздельной системы. Такие системы складываются исторически по мере развития канализационных сетей горда.

В зависимости от расположения улиц, рельефа местности используются различные схемы размещения дождевых коллекторов. Возможно применение перпендикулярной, зонной и пересеченной схем, также могут быть применены параллельные или радиальные схемы водоотведения.

Выбор схем расположения дождевых коллекторов и системы водоотведения поверхностного стока следует выполнять на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом санитарно-гигиенических показателей и норм.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 78   |



Для малых населенных пунктов с населением до 5 тысяч человек целесообразно предусматривать водоотведение по неполной раздельной системе.

При разработке систем отведения поверхностного стока с селитебных территорий следует исходить из конкретных условий: размеров, конфигурации и рельефа стока, источников загрязнения территории, наличия свободных площадей для строительства очистных сооружений.

Системы отведения поверхностного стока устраивают открытого, закрытого и смешанного типа:

- в первом случае дождевые воды отводят с помощью открытых канав и лотков;
- во втором случае дождевая вода, стекающая по поверхности, собирается водоотводными лотками, входящими в конструкцию городских дорог и тротуаров, и через особые колодцы-дождеприемники поступает в сеть подземных трубопроводов; водосточные сети второго типа получили наибольшее распространение, так как являются наиболее совершенными;
- в третьем случае часть элементов открытой сети заменяется закрытыми подземными трубопроводами.

На территории населенных пунктов и промышленных предприятий следует предусматривать закрытые системы отведения поверхностных сточных вод.

Отведение по открытой системе водостоков с использованием борд-лотков, канав, кюветов, оврагов, ручьев и водоотводных открытых каналов, допускается для селитебных территорий с малоэтажной индивидуальной застройкой, поселков городского типа, а также парковых территорий с устройством мостков или труб на пересечениях с дорогами.

Борд-лотки устраивают из сборных железобетонных (бетонных) элементов, из монолитного бетона, из асбестоцементных труб, разрезанных пополам и т. п. Лотки бывают треугольного, трапециoidalного, прямоугольного или полукруглого сечения [14]. Их размеры определяются расчетом.

Глубина воды в лотке, входящем в конструкцию внутриквартальных проездов, при расчетном дожде не должна превышать 0,06 м. На улицах ширина потока воды

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 79   |

ограничивается, в лотке перед дождеприемником она не должна превышать 2 метра.

Кюветы размещают по сторонам проезжей части дороги непосредственно за обочинами или за бортовыми камнями при ограждении ими проезжей части дороги. В этом случае в бортовых камнях предусматривают разрывы для сброса воды из лотков в кюветы. Кюветы обычно устраивают трапецеидального сечения; стенки их укрепляют по дну или по всему периметру мощеным камнем, бетонными плитами, монолитным бетоном или сборными железобетонными плитами.

Водоотводные каналы для перехвата дождевых вод с выше расположенных территорий устраиваются аналогично кюветам. В местах пересечения кюветов и каналов с уличными проездами, въездами в кварталы или во дворы предусматриваются водопропускные трубы диаметром не менее 0,5 м или мостики.

Наименьшие размеры кюветов и каналов трапецеидального сечения следующие: ширина по дну  $B = 0,3$  м, глубина  $H$  не более 0,4 м. Запас глубины каналов над расчетным горизонтом должен быть не менее 0,2 м. Максимальная глубина кюветов и каналов в населенном пункте не должна превышать 1 м.

Иногда в населенных пунктах устраивают открытые водоотводящие каналы, в которых включают протекающие в населенном пункте небольшие речки.

На дождевых сетях устраиваются смотровые и перепадные колодцы, в местах слияния двух или трех водостоков большого диаметра устраиваются камеры.

Смотровые колодцы устраиваются в местах присоединения к коллектору, к уличной или к внутриквартальной магистрали, в местах изменения диаметров труб, уклонов и направления движения воды, а также на прямых участках через определенное расстояние, зависящее от диаметра [14].

Колодцы и камеры выполняются из сборного или монолитного бетона, или железобетона.

Перепадные колодцы применяются при необходимости понижения оси трубопроводов для приема притоков, во избежание возникновения скоростей,

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 80   |

превышающих допустимые, при пересечении с другими подземными сооружениями и для устройства затопленных выпусков [14].

Дождеприемники применяются для предотвращения затопления поверхностными водами улиц и подвальных помещений. Они устанавливаются в пониженных местах и в конце улиц с затяжными спусками, на перекрестках и у пешеходных переходов, внутри кварталов.

На проездах расстояние между дождеприемниками следует определять расчетом. Непосредственно перед дождеприемником наполнение лотка должно быть максимальным – на 2...3 см ниже минимальной высоты бордюрного камня. Ширина зеркала воды в лотке перед дождеприемником не должна превышать 2 м.

К дождеприемникам допускается присоединение водосточных труб зданий, а также дренажных трубопроводов.

Установка дождеприемников непосредственно на трубопроводах не рекомендуется, так как поступающая вода нарушает нормальный режим течения в них. Дождеприемники к трубопроводам должны присоединяться соединительными ветками длиной не более 40 м. Диаметр соединительной ветки назначается по расчетному притоку воды к дождеприемнику и уклону 0,02, но не менее 200 мм [14].

Присоединение открытых кюветов и канав к закрытой сети следует предусматривать через колодец с осадочной частью. В оголовке канавы необходимо предусматривать решетки с прозорами не более 50 мм. Диаметр соединительного трубопровода должен быть не менее 250 мм.

Глубина дождеприемных колодцев зависит от глубины промерзания грунтов. К дождеприемникам допускается присоединение водосточных труб зданий и дренажных трубопроводов.

Дождеприемные отверстия обычно перекрываются горизонтальными решетками, разрешается применение дождеприемников с вертикальным в плоскости бордюрного камня отверстием и комбинированного типа с отверстием как горизонтальным, так и вертикальным.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 81   |

В соответствии с современными требованиями перед спуском поверхностного стока в водоем нужно предусмотреть его очистку.

Основными загрязняющими элементами поверхностного стока являются нефтепродукты и взвешенные вещества.

При определении производительности очистных сооружений поверхностного стока исходят из условия задержания как можно большего количества загрязнений.

Выбор схемы очистки поверхностного стока должен быть обоснован технико-экономическим сравнением различных вариантов.

### 6.1.1 Системы очистки ливневых сточных вод. Комплексы «ФФУ-ФСД»

Флотационно-фильтрационные установки серии «ФФУ» серийно выпускаются с 1998 года. Установки обеспечивают эффективную очистку сточных вод от нефтепродуктов, жиров, взвешенных веществ, и других загрязнений.

Система очистки ливневых сточных вод «ФФУ» изображена на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Система очистки ливневых сточных вод «ФФУ»

Фильтры «ФСД» обеспечивают глубокую очистку сточных вод от растворенных нефтепродуктов и органических загрязнений перед сбросом их на рельеф или в водоем.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 82   |

Принцип работы:

Технология очистки поверхностных стоков содержит 4 ступени очистки:

- Первичное отстаивание в емкости-накопителе, обеспечивающее удаление минеральных примесей и пленочных нефтепродуктов;
- Напорную флотацию на установке «ФФУ», эффективно удаляющую из воды основное количество нефтепродуктов и взвешенных веществ, и обеспечивающую значительное снижение БПК и ХПК. В состав «ФФУ» входит устройство для дозирования химических реагентов, позволяющее в несколько раз повысить эффективность очистки и снизить нагрузку на последующие ступени очистки;
- Фильтрацию на встроенном фильтре установки «ФФУ», загруженном пенополиуретановой крошкой, обеспечивающую удаление из воды остаточных взвесей. Данный фильтрующий материал обладает высокой грязеемкостью и подвергается периодической промывке;
- Сорбционную очистку на фильтре «ФСД», загруженном активированным углем, либо любым эффективным сорбционным материалом. При этом поступление на сорбционную очистку воды, очищенной от взвешенных веществ на предыдущих стадиях, значительно увеличивает срок службы материала загрузки, упрощает его регенерацию.

Достоинства установки «ФФУ\_ФСД»:

- Процесс очистки полностью автоматизирован, что сводит к минимуму эксплуатационные затраты.
- Такая ступенчатая схема позволяет максимально эффективно использовать каждый используемый метод очистки сточных вод.
- При необходимости очищенную воду после «ФФУ» можно направить в водооборот на технологические нужды, например, использовать на различных промывочных операциях и т.д.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 83   |

Схема очистных сооружений поверхностных сточных вод представлена на рисунке 6.2.

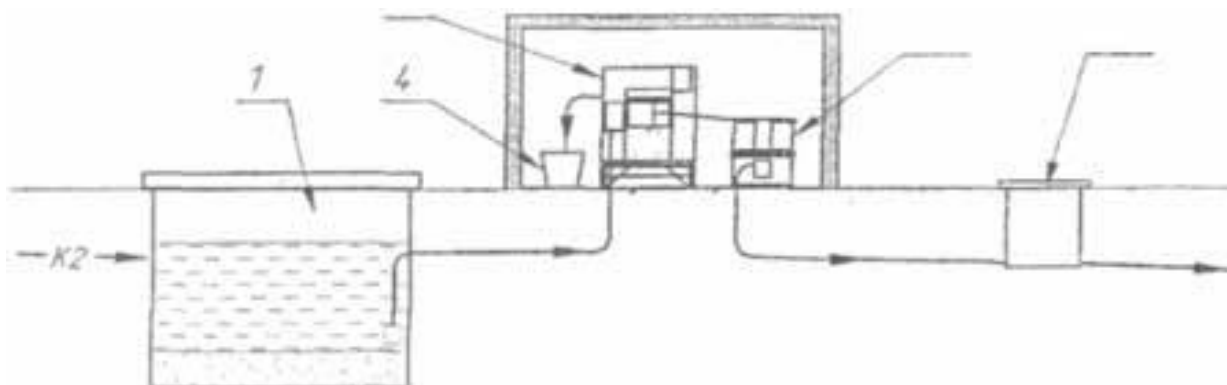


Рисунок 6.2 – Схема очистных сооружений поверхностных сточных вод: 1 - Аккумулирующая емкость; 2 - Установка «ФФУ»; 3 – Фильтр «ФДС»; 4 - Накопитель шлама; 5 – Сбросной колодец; К2 – ливневая канализация.

#### 6.1.2 Установки очистки поверхностного стока «АГ-сток»

Установка «АГ-сток» предназначена для очистки поверхностного стока с территории промплощадок (в том числе АЗС, автостоянок, гаражей) и селитебных зон.

Основные характеристики установки:

- Площадь водосбора, га – от 0,05 га;
- Содержание загрязнений в воде, мг/л:
- Взвешенные вещества – до очистки до 1000 мг/л, после очистки не более 3 мг/л;
- Нефтепродукты – до очистки до 70 мг/л, после очистки не более 0,05 мг/л.

Состав установки:

- Резервуар-накопитель со встроенным блоком тонкослойного отстаивания;
- Узел доочистки включающий систему фильтров, обеспечивающих очистку воды до качества, соответствующего условиям сброса в водоемы рыбохозяйственного значения;

- Система подачи реагентов (при поступлении сильно загрязненного стока).

Схема установки очистки поверхностного стока «АГ-сток» изображена на рисунке 6.3.

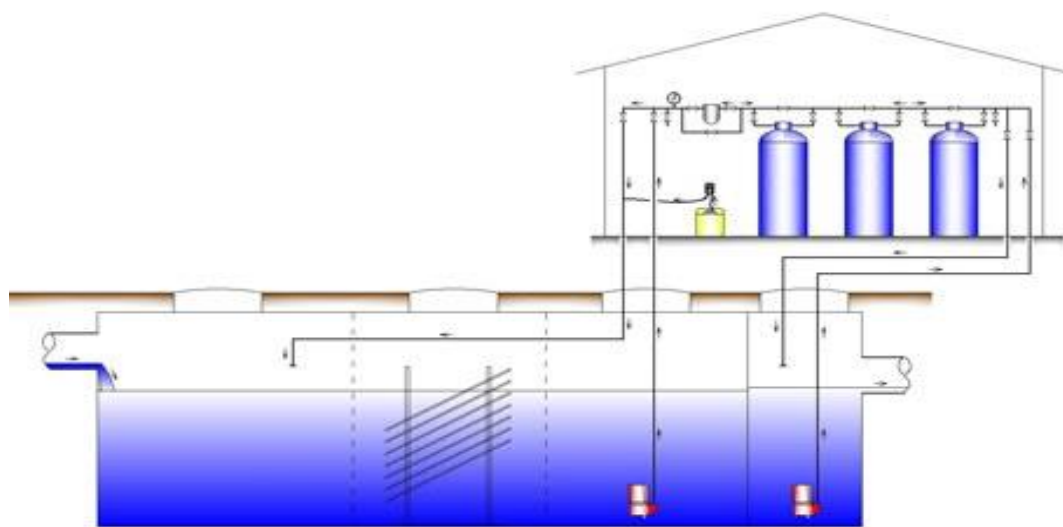


Рисунок 6.3 – Схема установки очистки поверхностного стока «АГ-сток»

Основные характеристики установки:

- Площадь водосбора, га – от 0,05 га;
- Содержание загрязнений в воде, мг/л:
- Взвешенные вещества – до очистки до 1000 мг/л, после очистки не более 3 мг/л;
- Нефтепродукты – до очистки до 70 мг/л, после очистки не более 0,05 мг/л.

Состав установки:

- Резервуар-накопитель со встроенным блоком тонкослойного отстаивания;
- Узел доочистки включающий систему фильтров, обеспечивающих очистку воды до качества, соответствующего условиям сброса в водоемы рыбохозяйственного значения;
- Система подачи реагентов (при поступлении сильно загрязненного стока).

Преимущества установок «АГ-сток»:

- Высокая степень заводской готовности;
- Простота обслуживания;
- Возможность регенерации большей части загрузок фильтров.

### 6.1.3 Очистные сооружения фирмы «ОЗОН» для поверхностного стока производительностью 2,5; 3; 6; 10; 20; 30 л/сек

Установка фирмы «ОЗОН» глубоко очищает поверхностного сток от нефтепродуктов и взвешенных веществ до допустимой концентрации для сброса в открытые водоемы.

Режим движения поверхностных сточных вод в очистных сооружениях — безнапорный. Движение основного потока сточных вод через сооружение с учетом всех потерь напора происходит самотеком. Такое технологическое решение позволяет избежать использования насосного оборудования и затрат на электроэнергию.

Схема очистных сооружений фирмы «ОЗОН» представлена на рисунке 6.4.

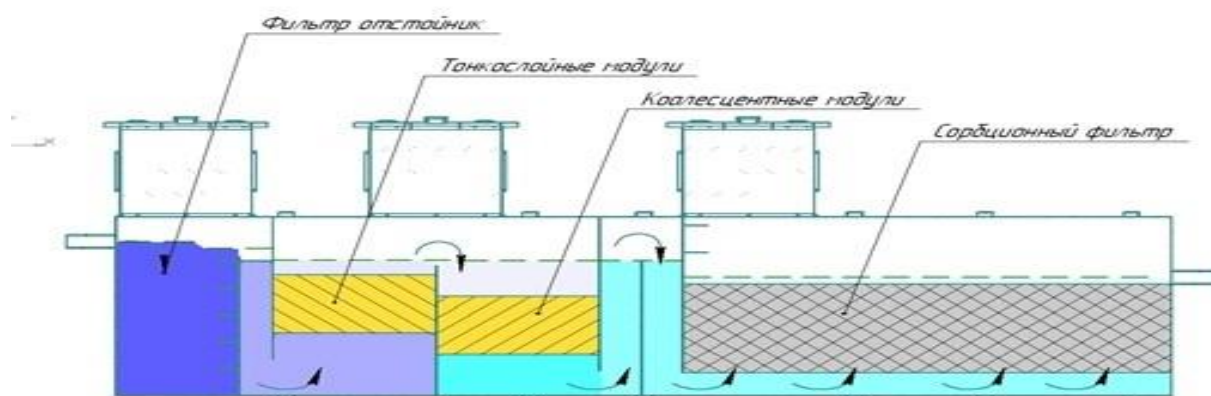


Рисунок 6.4 – Схема очистных сооружений фирмы «ОЗОН»

Очистка поверхностных сточных вод происходит в четыре ступени.

- 1-я ступень – горизонтальный отстойник;
- 2-я ступень – очистка на тонкослойных модулях;
- 3-я ступень – очистка на коалесцентных модулях;
- 4-я ступень – доочистка на сорбционном фильтре.

Предварительная грубая очистка поверхностных сточных вод от взвешенных частиц и нефтепродуктов предусматривается на тонкослойных модулях отстойника из специальных полимерных материалов. Конфигурация пластин и



особенности их крепления в пакеты обеспечивают самоочищение тонкослойных модулей в процессе эксплуатации.

Вторая ступень очистки поверхностного стока предусматривается на коалицентных модулях отстойника из специальных полимерных материалов.

Взвешенные частицы и нефтепродукты, осевшие в отстойниках, выкачиваются с помощью специализированной автомобильной техники (илосос) и вывозятся в санкционированные места размещения нефтеотходов один раз в три месяца.

Доочистка осуществляется на четвертой ступени, на сорбционном фильтре с помощью гидрофобного сорбента.

#### 6.1.4 Очистные сооружения поверхностного стока «ВЕКСА-М»

Очистные сооружения «ВЕКСА-М» предназначены для очистки поверхностных сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов, отводимых с территорий промышленных предприятий и селитебных территорий.

Сооружения обеспечивают высокую степень очистки поверхностных стоков, что позволяет применять её для очистки вод, сбрасываемых в водные объекты рыбохозяйственного назначения.

Степень очистки – взвешенные вещества до 3 мг/л и нефтепродукты – до 0,05 мг/л. (ПДК сброса в водные объекты рыбохозяйственного назначения).

Установка представляет собой цилиндрический моноблочный резервуар-емкость, разделенный перегородками, образующими песколовку, тонкослойный отстойник, механический фильтр тонкой фильтрации, двухступенчатый сорбционный фильтр.

Песколовка - камера, предназначенная для удаления из сточных вод грубых примесей минерального происхождения и пленочных нефтепродуктов. Сточные воды подаются с помощью входного патрубка в первый отсек установки - песколовку, где происходит смена режима потока с турбулентного на ламинарный и происходит гравитационное отделение взвешенных веществ и нефтепродуктов от

воды в результате разницы их удельного веса, более лёгкие частицы нефтепродуктов поднимаются на поверхность, а тяжелые оседают.

Схема установки «ВЕКСА» представлена на рисунке 6.5.

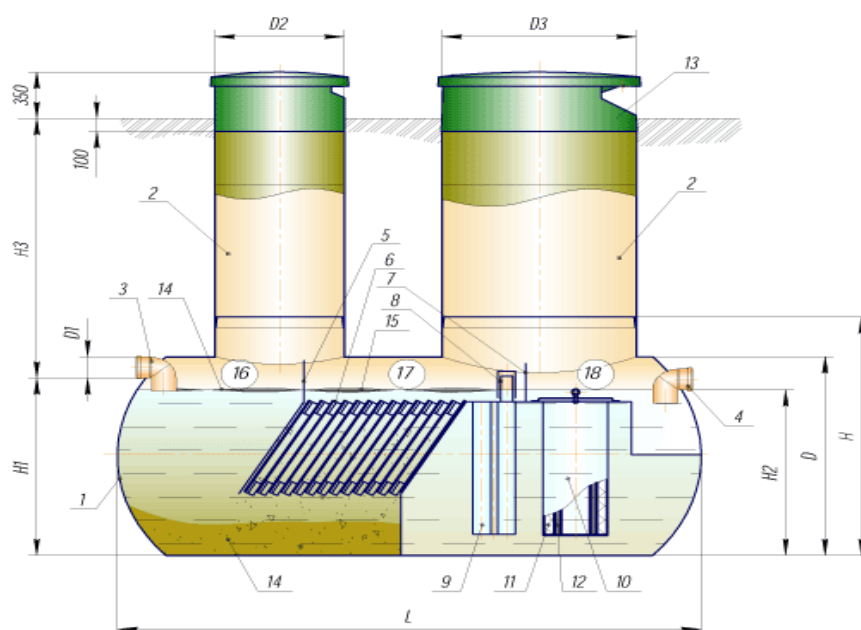


Рисунок 6.5 – Схема установки «ВЕКСА»:

1 – Корпус; 2 - Смотровой колодец с люком; 3 - Входной патрубок с раструбным соединением; 4 - Выходной патрубок с раструбным соединением; 5 - Первая перегородка; 6 -Тонкослойный блок; 7 - Вторая перегородка; 8 - Обводной байпас; 9. Коалесцентный фильтр; 10. - Сорбционный двухступенчатый фильтр; 11. - Сорбционный материал первой ступени очистки; 12. - Сорбционный материал второй ступени очистки ;13 - Люк; 14 - Зона накопления осадка; 15 - Зона накопления нефтепродуктов; 16 - Песколовка; 17 - Тонкослойный отстойник; 18 - Зона фильтрации.

Тонкослойный отстойник - камера, предназначенная для задержания растворенных мелкодисперсных взвешенных веществ и нефтепродуктов. Принцип действия: первично осветленная вода в первом отсеке направляется во второй отсек с тонкослойным блоком. В данном отсеке с увеличенной площадью осаждения, состоящем из профильных блоков-сепараторов тонкослойного отстаивания, сделанном из специальных полимерных материалов, поток в ламинарном режиме разделяется на ярусы (слои) в целях повышения эффективности отстаивания.

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

Мелкодисперсные взвешенные вещества по наклонным пластинам тонкослойного блока стекают на дно, а всплывающие нефтепродукты концентрируются на поверхности воды.

Коалесцентный сепаратор представляет собой отсек, предназначенный для задержания эмульгированных нефтепродуктов. Последующая очистка поверхностного стока от нефтепродуктов происходит на контактном коалесцентном фильтре, благодаря слиянию и укрупнению капель нефтепродуктов при соприкосновении их на поверхности фильтрующей загрузки, обладающей высокой гидрофобностью.

Сорбционный фильтр - применяется для очистки ливневых и талых сточных вод до требований ПДК предъявляемых для сброса в водные объекты. После коалесцентных фильтров сточные воды подаются на сорбционный фильтр, обладающий сорбирующими свойствами. В результате адсорбции происходит глубокая очистка сточных вод от нефтепродуктов и остаточных механических примесей.

### 6.1.5 Очистные сооружения поверхностного стока «FloTenk»

Система очистки «FloTenk» – это система очистных сооружений для поверхностного стока, позволяющая довести показатели по взвешенным веществам и нефтепродуктам в сточной воде до параметров, допустимых к сбросу в централизованную городскую канализацию и в водоёмы рыбохозяйственного и рекреационного назначения.

В состав очистных сооружений дождевой канализации включены следующие блоки:

- блок пескоотделителя;
- маслобензоотделитель;
- сорбционный блок;
- блок доочистки;
- распределительный колодец;

- колодец отбора проб;
- аккумулирующая емкость;
- блок УФ обеззараживания.

Схема установки для очистки поверхностного стока «FloTenk» представлена на рисунке 6.6.

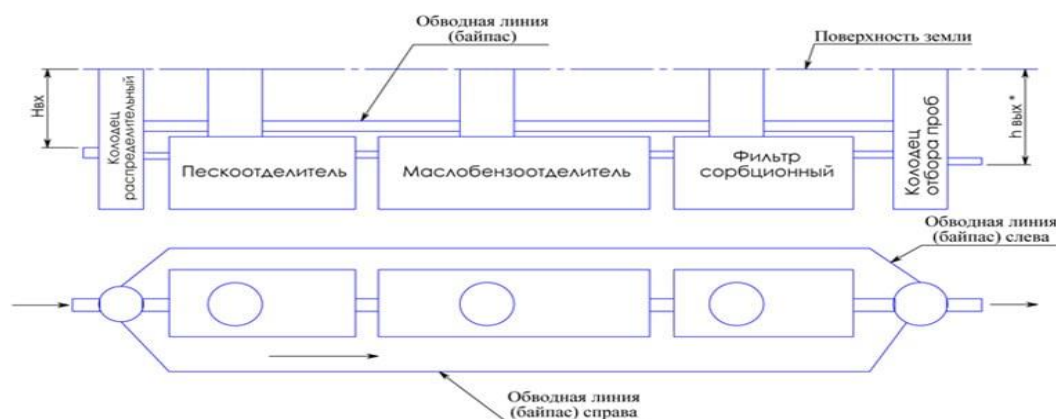


Рисунок 6.6 – Схема установки для очистки поверхностного стока «FloTenk»

В основе первой ступени очистки - аккумулирующая емкость и пескоотделитель, позволяющие собрать расчётный объем дождевой воды и осадить различные фракции взвешенных частиц.

На второй и третьей ступенях очистки происходит удаление оставшихся взвешенных частиц малой гидравлической крупности и выделение механически эмульгированных нефтепродуктов и масел. Этот этап обеспечивается блоком маслобензоотделителя.

В маслобензоотделителе установлены коалесцентные модули, представляющие собой тонкослойные гофрированные пластины. При протекании сквозь коалесцентные модули изменяется скорость потока, что приводит к отслаиванию растворенных нефтепродуктов и осаждению взвешенных веществ, с последующим закреплением капель нефтепродуктов на гидрофобных поверхностях пластин модуля и отрывом укрупнившихся частиц на поверхность. Масло и нефтепродукты образуют единый слой на поверхности емкости. Также возможно оснащение

маслобензоотделителя губчатым полимерным фильтром. Маслобензоотделитель снабжен датчиком-сигнализатором, который контролирует уровень всплывших нефтепродуктов.

Сорбционный блок, блок доочистки и блок УФ обеззараживания образуют четвертую и пятую ступени очистки дождевых стоков. В качестве сорбента используются композитный материал или гидрофобные угольные композиции. На этих ступенях производится глубокая доочистка и бактериологическое обеззараживание сточных вод.

## 6.2 Утилизация поверхностного стока после очистки

Поверхностный сток с селитебных территорий и площадок предприятий является одним из главных источников загрязнения окружающей среды различными примесями природного и техногенного происхождения.

Современные системы поверхностного водоотведения призваны обеспечить нормальную жизнь населенных пунктов во время выпадения дождей, таянья снега.

Основным способом утилизации поверхностного стока является сброс его в водоем. Также, в настоящее время помимо «прямого» выпуска очищенного поверхностного стока водоем, используют альтернативные способы его утилизации. Например, очищенный поверхностный сток рекомендуется использовать как дополнительный источник технической воды на промышленных предприятиях. Возможно также накопление и использование поверхностного стока для орошения полей.

Водным законодательством РФ запрещается сбрасывать в водные объекты неочищенные до установленных нормативов дождевые, талые и поливомоечные воды, организованно отводимые с селитебных территорий, поэтому необходимо предусматривать сооружения для их очистки. Очищенные стоки не должны вызывать загрязнение воды и заиление водоемов.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 91   |

Степень очистки поверхностного стока с селитебных территорий и площадок предприятий определяется условиями приема его в системы водоотведения населенного пункта или условиями выпуска в водные объекты.

При выпуске очищенных сточных вод в водоем необходимо учитывать категорию водного объекта и ПДК вредных загрязнений. Условия выпуска, очищенных поверхностных сточных вод в водоемы регламентированы «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами».

Условия выпуска очищенного поверхностного стока в водоем:

- по взвешенным веществам - до 3 мг/л;
- по нефтепродуктам - до 0,05 мг/л;
- БПК5-3мг/л.

Отведение поверхностных сточных вод на очистные сооружения и в водные объекты следует предусматривать по возможности в самотечном режиме по пониженным участкам площади стока. Перекачка поверхностного стока на очистные сооружения допускается в исключительных случаях при соответствующем обосновании.

### Выводы

Для проектируемого поселка «Европа» организуется система дождевой канализации, посредством которой будет отводятся поверхностные стоки с улиц, площадок, а также с территорий жилых и общественных объектов застройки.

Для сбора и отведения поверхностных стоков на территории существующей застройки предусматривается открытая система водоотвода (лотки, кюветы, канавы).

Дождевая сеть намечается с учётом границ водосборного бассейна. Территория населенного пункта представляет собой один бассейн поверхностных стоков, который обслуживается сетью каналов и лотков, которые транспортируют поверхностные стоки на очистные сооружения дождевой канализации.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 92   |

Проанализировав различные виды очистных сооружений для поверхностного стока, выбираем очистные сооружения марки «ВЕКСА-М», которые будут построены на берегу озера Кум-Куль в северо-восточной части поселка. Исходя из расхода дождевых вод будут использоваться сооружения модели «ВЕКСА - 6М», производительностью 6 л/с.

Схема установки «ВЕКСА-6М» представлена на листе 7.

Качество очистки поверхностного стока на очистных сооружениях «ВЕКСА-6М» будет соответствовать требованиям, предъявляемым к стокам, поступающим в рыбохозяйственный водоем. Поэтому после очистки на локальных очистных сооружениях сточные воды будут отводиться в озеро Кум-Куль.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 93   |

## 7 ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 7.1 Характеристика объекта производства работ

Объектом производства работ является участок трубопровода канализации из полиэтиленовых труб диаметром 250 мм протяженностью 200 метров.

В данном разделе представлены работы по укладке участка трубопровода с разработкой и укладкой их в траншею.

### 7.2 Состав работ строительного процесса

В дипломном проекте рассматриваются следующие строительные работы:

- 1) разработка и перемещение растительного грунта;
- 2) разработка основного грунта;
- 3) устройство приямков;
- 4) укладка трубопровода;
- 5) присыпка трубопровода;
- 6) телевизионная инспекция и осмотр трубопровода изнутри;
- 7) промывка трубопровода;
- 8) предварительное гидравлическое испытание;
- 9) засыпка траншеи бульдозером;
- 10) уплотнение грунта;
- 11) окончательное гидравлическое испытание;
- 12) рекультивация растительного грунта;
- 13) хлорирование и промывка.

### 7.3 Подсчет объемов работ

Геологические условия данной местности:

- грунт растительный без корней и примесей толщиной 0,3 м и плотностью 1200 кг/м<sup>3</sup> – 1 группы для всех машин;
- суглинков толщиной 0,3 м и плотностью 1750 кг/м<sup>3</sup> – 3 группы для одноковшового экскаватора и для бульдозера.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 94   |



### 7.3.1 Разработка грунта в траншее

Работы по разработке грунта в выемках является земляными. Эти работы являются первым этапом основного периода строительства.

Земляные работы включают следующие основные работы:

- срезку и транспортировку растительного слоя грунта;
- разработку осинового грунта;
- устройство приямков;
- засыпку траншеи бульдозерам.

Чтобы определить объем земляных работ по устройству траншеи, необходимо знать ее основные размеры – ширину, длину, глубину. Размеры траншеи определяем, исходя из общих размеров траншеи в плане, глубины заложения трубопровода, крутизны откосов, а также принятых методов выполнения основных производственных процессов.

Способ укладки трубопровода – отдельными трубами.

Размеры по дну траншеи:

- длина 200 м;
- ширина траншеи по низу – 1,25 м.

Размеры по верху траншеи:

- длина:  $200 + 2,4 \cdot 0,5 \cdot 2 = 202,4$  м;
- ширина  $1,25 + 2,4 \cdot 0,5 \cdot 2 = 3,65$  м.

Крутизна откоса равна 0,5 для суглинков [6], при глубине выемки 3 м.

Объем траншеи определяется по формуле (21)

$$V_{mp} = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot L, \quad (21)$$

где L – длина траншеи, м;

F<sub>1</sub> – площадь сечения траншеи в начале участка, равная 5,52 м<sup>2</sup>;

F<sub>2</sub> – площадь сечения траншеи в конце участка, равная 5,52 м<sup>2</sup>.

$$V_{mp} = \frac{5,52 + 5,52}{2} \cdot 202,4 = 1117,3 \text{ м}^3.$$

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 95   |

### 7.2.2 Ручная подчистка дна траншеи

Площадь ручной подчистки составит:

$$F = 200 \cdot 1,25 = 250 \text{ м}^2.$$

### 7.2.3 Устройство песчаного основания, толщиной 0,1 м.

Объем работ составит:

$$V_{oc} = 1,25 \cdot 200 \cdot 0,1 = 25 \text{ м}^3.$$

### 7.2.4 Укладка труб в траншею длиной 200 метров.

### 7.2.5 Соединение трубопроводов

### 7.2.6 Присыпка трубопроводов слоем грунта на 0,3 м

Объем присыпки составит:

$$V_{гр} = 200 \cdot 1,25 \cdot 0,4 - 1,57 = 73,43 \text{ м}^3.$$

### 7.2.7 Гидравлические испытания трубопроводов.

### 7.2.8 Обратная засыпка траншеи

Объем обратной засыпки  $\text{м}^3$ , в уплотненном состоянии определяется по формуле (22)

$$V_{o.z.} = V_{тр} - V_{гр}, \quad (22)$$

где  $V_{тр}$  – объем траншеи,  $\text{м}^3$ ;

$V_{гр}$  – объем грунта, вытесненного трубопроводами, находится по формуле (23)

$$V_{гр} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L \cdot 1,05, \quad (23)$$

где  $d$  – диаметр трубопровода, 0,1 м;

$L$  – длина участка сети, 200 м

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
|      |      |          |         |      |                                      | 96   |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      |      |

Расчет объемов засыпки и объемов грунта:

$$V_{zp} = \frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} \cdot 200 \cdot 1,05 = 10,3 \text{ м}^3$$

$$V_{o.z.} = 1117,3 - 10,3 = 1106,99 \text{ м}^3.$$

С учетом коэффициента разрыхления грунта, объем обратной засыпки составит:

$$V_{o.z.p.} = \frac{1106,99}{1,2} = 922,49 \text{ м}^3.$$

Полученные объемы работ представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Ведомость объемов работ

| Наименование работ  | Единицы измерения      | Объем работ |
|---|------------------------|-------------|
| Разработка грунта в траншее одноковшовым экскаватором, оборудованным обратной лопатой | 100 м <sup>3</sup>     | 11,17       |
| Ручная подчистка дна траншеи  | 100 м <sup>2</sup>     | 2,50        |
| Устройство песчаного основания толщиной 0,1 м.  | 1 м <sup>3</sup> песка | 25,00       |
| Укладка труб в траншею  | м                      | 200,00      |
| Соединение трубопроводов  | 1 стык                 | 33,00       |
| Присыпка трубопроводов слоем грунта 0,3 м   | м <sup>3</sup>         | 73,43       |
| Гидравлические испытания  | м                      | 200,00      |
| Обратная засыпка  | 100 м <sup>3</sup>     | 9,22        |

#### 7.4 Определение трудоемкости и продолжительности работ

Трудоемкость – это количество рабочего времени затраченного на производство какого-либо вида продукции.

Трудоемкость Т, чел-дн. определяется по формуле (24)

$$T = \frac{K_{\text{уср}} \cdot K_{\text{попр}} \cdot N_{\text{вр}} \cdot V}{C}, \quad (24)$$

где  $K_{\text{уср}}$  – коэффициент увеличения трудоемкости в зимний период;

$K_{\text{попр}}$  – поправочные коэффициенты;

$H_{вр}$  – норма времени, определяема по ЕНиР;

$V$  – объем работ;

$C$  – продолжительность смены.

Продолжительность работ определяется по формуле

$$П = \frac{T}{m \cdot n}, \quad (25)$$

где  $m$  – количество рабочих по ЕНиР;

$n$  – число смен в день;

$T$  – трудоемкость.

Продолжительность выполнения работ представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Калькуляция трудозатрат

| Наименование работ  | Единицы измерения | п. ЕНиРа | Объем работ | Норма времени, чел-ч. | Трудоемкость, чел-см. | Кол-во машино-смен | Требуемые машины | Состав звена           | Кол-во смен | Продолжительность |
|---|-------------------|----------|-------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|------------------|------------------------|-------------|-------------------|
| 1   | 2                 | 3        | 4           | 5                     | 6                     | 7                  | 8                | 9                      | 10          | 11                |
| Разработка грунта в котлованах одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой в отвал                             | 100м <sup>3</sup> | Е2-1-13  | 11,17       | 2,1                   | 2,9                   | 2,9                | ЭО-504-505       | машинист 6 разряда - 1 | 1           | 3,6               |
| Разработка грунта в котлованах одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой с погрузкой в транспортные средства | 100м <sup>3</sup> | Е2-1-13  | 2,23        | 2,6                   | 0,7                   | 0,7                |                  |                        |             |                   |

Продолжение таблицы 9

| 1   | 2                  | 3           | 4     | 5    | 6    | 7    | 8                  | 9                                     | 10 | 11   |
|---|--------------------|-------------|-------|------|------|------|--------------------|---------------------------------------|----|------|
| Ручная подчистка<br>дна траншеи   | 100м <sup>3</sup>  | E2-1-<br>60 | 2,5   | 1,7  | 0,5  | -    | -                  | землекоп<br>2 р-1                     | 1  | 0,5  |
| Устройство<br>песчаного<br>основания<br>толщиной 0,1 м.                               | 1м <sup>3</sup>    | E9-2-<br>7  | 25    | 0,9  | 2,5  | -    | -                  | Монтажн.<br>3 р-2,<br>2 р - 2         | 1  | 0,6  |
| Укладка<br>полиэтиленовых<br>труб в траншею<br>диаметром 100мм                        | 1м<br>труб         | E9-2-<br>7  | 200   | 1,32 | 33   | 11   | КС-<br>4572        | Монтажн.<br>4 р-1,<br>3 р-2           | 1  | 8    |
| Сварка стыков<br>труб   | 1стык              | E9-2-<br>7  | 33    | 1.3  | 5,4  | -    | -                  | землекоп<br>2 р-1,<br>1 р-1           | 1  | 2,7  |
| Присыпка<br>трубопроводов<br>слоем грунта 0,3 м                                       | 1 м <sup>3</sup>   | E2-1-<br>58 | 73,43 | 0,5  | 5,4  | -    | -                  | землекоп<br>2 р-1,<br>1 р-1           | 1  | 2,7  |
| Гидравлическое<br>испытание<br>трубопроводов<br>диаметром 100 мм<br>(предварительное) | 1 м                | E9-2-<br>9  | 200   | 0,12 | 3    | -    | -                  | Монтажн.<br>5 р-1,<br>4 р-1,<br>3 р-2 | 1  | 0,75 |
| Промывка и<br>хлорирование<br>трубопровода<br>диаметром 100мм                         | 1м                 | E9-2-<br>9  | 200   | 0,05 | 1,25 | -    | -                  | МОНТАЖН<br>4 р-1,<br>3 р-1,<br>2 р-2  | 1  | 0,3  |
| Обратная засыпка  | 100 м <sup>3</sup> | E2-1-<br>34 | 9,22  | 0,32 | 0,37 | 0,37 | Т-<br>100ДЗ<br>-17 | машинист<br>6 р - 1                   | 1  | 0,37 |

Окончание таблицы 9

| 1   | 2                  | 3       | 4    | 5    | 6   | 7   | 8       | 9  | 10 | 11   |
|---|--------------------|---------|------|------|-----|-----|---------|--|----|------|
| Уплотнение грунта   | 100 м <sup>3</sup> | Е2-1-34 | 9,22 | 5,06 | 5,9 | 5,9 | ИЭ-4504 | землекоп 3 разряда - 2                           | 1  | 2,9  |
| Гидравлическое испытание трубопроводов диаметром 100 мм (окончательное) | 1 м                | Е9-2-9  | 200  | 0,12 | 3   | -   | -       | монтажни к 5 разряда-1, 4 разряда-1, 3 разряда-2 | 1  | 0,75 |

### 7.5 Выбор машин и механизмов

Для разработки грунта примем одноковшовый гидравлический экскаватор оборудованный обратной лопатой ЭО-504. Технические характеристики экскаватора представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики экскаватора ЭО-504

| Наименование показателя                | Единицы измерения | Характеристика |
|--|-------------------|----------------|
| Вместимость ковша с зубьями            | м <sup>3</sup>    | 0,5            |
| Длина стрелы                           | м                 | 5,5            |
| Наибольший радиус резания              | м                 | 9,2            |
| Наибольшая глубина копания для траншей | м                 | 5,6<br>4       |
| Радиус выгрузки в транспорт            | м                 | 5,4            |
| Высота выгрузки в транспорт            | м                 | 1,7            |
| Мощность                               | л.с.              | 80             |
| Масса экскаватора                      | т                 | 20,5           |

Разработанный грунт увозится со стройплощадки самосвалом, в качестве которого применяется КамАЗ-65115. Технические характеристики КамАЗ-65115 представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Технические характеристики КамАЗ-65115

| Наименование показателя          | Характеристика                   |
|----------------------------------|----------------------------------|
| 1                                | 2                                |
| Колесная формула                 | 6×4                              |
| Грузоподъемность, кг             | 15 000                           |
| Объем платформы, куб. м.         | 8,5                              |
| Самосвальная платформа           | с задним бортом,                 |
| Направление разгрузки            | назад                            |
| Снаряженная масса автомобиля, кг | 9 300                            |
| Полная масса автомобиля, кг      | 24 450                           |
| КПП                              | КАМАЗ 15, 10 ступеней            |
| Сцепление                        | фрикционное, сухое, двухдисковое |
| Подвеска                         | Рессорная                        |
| Кабина                           | без спального места              |
| Топливный бак, л                 | 250                              |
| Предпусковой подогреватель       | ПЖД 15.8106-01                   |
| Колеса                           | Дисковые                         |
| Шины                             | 7.00 R 20                        |

Укладка труб производится трубоукладчиком марки ТГ-61. Трубоукладчик ТГ-61 предназначен для укладки трубопроводов в траншею, а также для выполнения различных подъемно-транспортных работ при строительстве трубопроводов с наружным диаметром до 720 мм на грунтах

обычных и с пониженной несущей способностью и подъема и перемещения единичных грузов.

Технические характеристики трубоукладчика представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Техническая характеристика трубоукладчика ТГ-61

| Наименование показателя   | Характеристика |
|---|----------------|
| Грузоподъемность, т   | 6,3            |
| Момент устойчивости, кНм  | 160,0          |
| Вылет крюка (максимальный), м                                       | 5,0            |
| Высота подъема крюка при вылете 1,5 м (максимальная), м             | 4,8            |
| Глубина опускания крюка от уровня земли (при вылете крюка 1,5 м), м | 3,0            |
| Момент устойчивости, кНм  | 160,0          |

Обратную засыпку и устройство насыпи осуществляем бульдозером ДЗ-171.

Технические характеристики представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Технические характеристики ДЗ-171

| Наименование показателя  | Характеристика |
|--|----------------|
| 1  | 2              |
| Тяговый класс базового трактора  | 10             |
| Максимальное тяговое усилие при общей эксплуатационной массе, кН, не менее | 150            |
| Эксплуатационная мощность двигателя, кВт (л.с.)                            | 125 (170)      |
| Тип трансмиссии  | механическая   |
| Рабочая скорость, км/ч: вперед минимальная                                 | 2,51           |
| Рабочая скорость, км/ч: назад максимальная                                 | 12,51          |
| Ширина отвала, мм, не менее  | 3 200          |
| Высота отвала, мм, не менее  | 1 300          |



Окончание таблицы 13

| 1   | 2    |
|---|------|
| Подъем отвала над опорной поверхностью (при погруженных почвозацепах), мм, не менее | 935  |
| Объем призмы (теоретический), куб.м, не менее                                       | 3,95 |

Весь грунт, засыпаемый в траншею, уплотняется вручную с помощью электротрамбовки. Технические характеристики электротрамбовки ИЭ-4502 представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Технические характеристики электротрамбовки

| Наименование показателя           | Характеристика |
|-----------------------------------|----------------|
| Марка электротрамбовки            | ИЭ-4502        |
| Глубина уплотнения (за 2 прохода) | 40 см          |
| Размеры башмака                   | 350×450мм      |
| Мощность                          | 0,4кВт         |
| Напряжение                        | 220В           |
| Частота ударов                    | 9,3 Гц         |
| Габариты                          | 970×475×960 мм |
| Масса                             | 81,5 кг        |

Состав работ:

- подготовка электрической трамбовки к работе;
- трамбование грунта;
- обслуживание электрической трамбовки.

Трамбование грунта производят слоями, начиная с краев трамбуемой площади с последующим приближением к ее середине. Каждым последующим ударом трамбовки должна захватываться часть уже уплотненной площади.

При работе по уплотнению грунта вблизи действующих и прокладываемых коммуникаций, стен (фундаментов) существующих и возводимых зданий и сооружений необходимо обеспечить их сохранность.

### 7.6 Рекомендации по технологии выполнения строительного-монтажных работ

Пайка полипропиленовых труб осуществляется на специальных аппаратах, которые обеспечивают четкий контроль за температурой расплавляемых деталей. Сваривать трубы можно только из одинакового материала.

Физические и химические свойства сварочного шва не отличаются от свойств основного материала, за счет этого гарантируется долговечность всей системы трубопровода.

На сварочном аппарате устанавливаются парные насадки нужного диаметра.

Технические характеристики сварочного аппарата Omikron KL 160 TOP-1 представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Техническая характеристика сварочного аппарата Omikron KL 160 TOP-1

| Наименование показателя                          | Характеристика            |
|--|---------------------------|
| 1  | 2                         |
| Диапазон свариваемых труб                        | 40–160 мм                 |
| Напряжение                                       | 230 В, 50 Гц              |
| Максимальная мощность                            | 2,1кВт 11А                |
| Мощность электромотора подстанции IP33 Класс 1   | 0,37кВт 3,5А 230В + 50Гц  |
| Мощность электромотора торцевателя IP 20 Класс 1 | 0,65 кВт 3,2А 230В + 50Гц |
| Мощность нагревательного элемента IP 54 Класс 1  | 1кВт 4,3А 230В + 50Гц     |

Место расположения насадок на нагревателе не имеет значения с точки зрения прогрева, поэтому их расположение выбирается исходя из удобства монтажа. Насадки имеют специальное антипригарное покрытие – тефлон, поэтому чистить их металлическими предметами не допускается. Отчистка насадок производится с помощью деревянных скребков или ветоши в нагретом состоянии.

Температура пайки выставляется на сварочном аппарате, и должна быть равна 260 °С. Нагрев паяльника происходит за 5-8 минут, и после этого поддерживает заданную температуру.

Детали перед сваркой необходимо очистить и обезжирить изопропиловым, изобутиловым или этиловым спиртом, а также отметить на трубе свариваемую зону.

После окончания прогрева, детали снимают с насадок и вставляют друг в друга на заданную глубину. После чего их необходимо зафиксировать на 2-8 минуты.

### 7.7 Контроль качества

Монтаж трубопроводов должен производиться в соответствии с проектом производства работ и технологическими картами после проверки соответствия проекту размеров траншеи и отметок дна. Результаты проверки должны быть отражены в журнале производства работ [9].

При прокладке трубопроводов прежде всего контролируют герметичность стыковых соединений, прямолинейность трубопроводов и расстояние между их осями, правильность уклонов [23].

Герметичность стыков трубопроводов зависит от их качественной сварки. Качество сварного соединения снижается из-за плохой подготовки концов труб к сварке, неудовлетворительного режима сварки, пониженного качества сварочных машин и электродов, плохой зачистки законченных слоев сварки, недостаточной квалификации сварщиков и трубоукладчиков, неправильной организации рабочего места сварщика и трубоукладчика.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 105  |

Качество сварного соединения проверяют внешним осмотром, ультразвуковой дефектоскопией или просвечиванием, механическими испытаниями, металлографическим исследованием. Эти виды контроля качества сварки выявляют внешние и внутренние дефекты сварного шва.

Правильность уклонов трубопроводов контролируют с помощью уровня и с использованием нивелира. Неточности величины и направления уклона трубопроводов во время монтажа могут возникнуть из-за произвольного их изменения, неправильного уклона основания, неточной сварки стыков труб в вертикальной плоскости.

При засыпке трубопроводов над верхом трубы обязательно выполнять защитный слой толщиной не менее 30 см.

### Выводы

На основании подсчета объемов работ была составлена калькуляция трудозатрат по устройству участка трубопровода из полиэтиленовых труб диаметром 250 мм. Также были подобраны машины и механизмы, необходимые для производства работ.

Все технологические процессы отражены на графике производства работ представленном на Листе ///.

Ко всем работам предъявляются требования приёмки, производится контроль качества параметров.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 106  |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В соответствии с утвержденным заданием на проектирование комплекса водоотведения поселка «Европа» в Аргаяшском районе, города Челябинска рассмотрены и предложены современные технологии по очистке сточных вод, обработке, образующихся осадков, утилизации очищенных стоков.

На основании литературных данных выбрана технологическая схема очистки хозяйственно-бытовых сточных вод и обработки образующегося осадка, основанная на кавитационно-ферментационном процессе. Установка включает в себя механическую, биологическую очистки, доочистку на самопромывных фильтрах и блок обеззараживания ультрафиолетовым облучением. В результате применения данной технологии происходит снижение содержания взвешенных веществ с 160 мг/л до 3 мг/л и БПК с 186 мг/л до 3 мг/л, что соответствует уровню предельно допустимых концентраций.

Рассмотрен вариант утилизации очищенных стоков на поля поглощения. Использование полей поглощения для приема очищенных сточных вод позволяет сохранить санитарное состояние озера Кум-Куль.

Произведен расчет технологических очистных сооружений: решёток, а также произведен расчет полей поглощения.

Подобран автомоечный комплекс АРОС-2, а также установка для очистки поверхностных сточных вод «ВЕКСА-6М».

В разделе технологии строительного производства представлены работы по укладке участка трубопровода канализации из полиэтиленовых труб с разработкой и укладкой их в траншею. Вычислены объемы земляных работ, трудозатраты, подобраны машины и механизмы, необходимые для производства работ.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
|      |      |          |         |      |                                      | 107  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      |      |

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 СП 32.13330.2012 Канализация. Наружные сети и сооружения/Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2012. – 87 с.
- 2 СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий /Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2012. -72 с.
- 3 Яковлев, С.В. Канализация. Водоотведение и очистка сточных вод. / С.В Яковлев, Ю.М. Ласков. – М.: Стройиздат, 1987. - 319 с.
- 4 Пособие по проектированию сооружений для очистки и подготовки воды (к СНиП 2.04.02-84). М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 128 с.
- 5 Ласков, Ю.М. Примеры расчетов канализационных сооружений / Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов, В.И.Калицун. - М.: Стройиздат, 1987. - 225 с.
- 6 ЕНиР сборник Е2. Земляные работы. Выпуск 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М.: Стройиздат, 1989. – 134с.
- 7 Перешивкин, А.К. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации. – 4-е изд. – М.: Стройиздат, 1988. – 653 с.
- 8 ЕНиР сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Выпуск – 2. Наружные сети и сооружения – М.: Стройиздат, 1988–95с.
- 9 Хамзин, С. К. Технология строительного производства. – М.: Стройиздат. 1989. – 281 с.
- 10 Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев- М.: Изд-во Ассоциация строительных вузов, 2006. - 704 с.
- 11 Пааль, Л.Л. Справочник по очистке природных и сточных вод/ Л. Л. Пааль, Я. Я. Кару, Х. А. Мельдер, Б. Н. Репин. - М.: Высш. шк., 1994. - 336 с.
- 12 Справочник проектировщика промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Под ред. В.Н. Самохина. Изд. 2-е М., Стройиздат, 1981.- 639 с.
- 13 Самойлов, В.С. Дренаж и очистка сточных вод/ В.С. Самойлов, В.С Левадный. - М.: Аделант, 2009. — 288 с.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      | 108  |

14 Дикаревский, В.С. Отведение и очистка поверхностных сточных вод. / В.С. Дикаревский, А.М. Курганов, А.П. Нечаев. – Л.: Стройиздат. Ленингр. отделение, 1990. – 224 с.

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

16 Официальный сайт ООО «Локальные инженерные сооружения» - <http://www.ooolis.ru/>.

17 Лукиных, А. А., Лукиных, Н. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского / А.А. Лукиных, Н. А. Лукиных.- Изд,4-е, доп. - М.: Стройиздат, 1974. - 156 с.

18 Каталог «Tsurumi BER» - <http://www.tsurumi-ber.ru>

19 Каталог систем очистки и рециркуляции воды– <http://www/aquasila.ru>

20 Каталог очистных сооружений поверхностного стока – <http://www//veksa.ru>

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

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

23 СНиП III-4-80. Техника безопасности в строительстве / Госстрой СССР. I М.: Стройиздат, 1982. - 225 с.

24 СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты / Госстрой СССР - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. - 117 с.

25 Белецкий, Б.Ф. Технология и механизация строительного производства / Б.Ф. Белецкий.. - Ростов-на-Дону.: Феникс, 2003. - 752 с.

|      |      |          |         |      |                                      |      |
|------|------|----------|---------|------|--------------------------------------|------|
|      |      |          |         |      | ЮУрГУ08.03.01.2017.305-04.077 ПЗ ВКР | Лист |
|      |      |          |         |      |                                      | 109  |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата |                                      |      |