

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 20 ____ г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»

«Проект оборотного водопользования предприятий
пищевой промышленности»
тема

Руководитель	<u> </u> подпись, дата	<u>к.т.н доцент</u> должность, ученая степень	<u>Ю.В. Гаврилова</u> инициалы, фамилия
Выпускник	<u> </u> подпись, дата		<u>Г.С. Снятинский</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролёр	<u> </u> подпись, дата		<u> </u> инициалы, фамилия

Красноярск 2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Проект оборотного водопользования предприятий пищевой промышленности» содержит страниц текстового документа – 76, использованных источников – 36, листов графического материала – 6.

ГЕНПЛАН ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ, ВОДОЗАБОРНАЯ СКВАЖИНА, СУЩЕСТВУЮЩАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, ПРЕДЛАГАЕМАЯ СХЕМА ОЧИСТКИ, ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ОТСТОЙНИКИ, БЛОК БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ, ТЕХНОЛОГИЯ БЕСТРАНШЕЙНОЙ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДА, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ДО И ПОСЛЕ РЕКОНСТРУКЦИИ, УСТАНОВКА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ.

Объект исследования – предприятие «АгроНик».

Цель работы:

- определение необходимых расходов воды;
- подбор метода очистки исходной воды;
- подбор оборудования для системы очистки.

В результате выполненной работы была внедрена система оборотного водоснабжения, были выбраны современные методы очистки воды и подобрано оптимальное использование водных ресурсов как для оптимизации работы, так и для сохранения баланса окружающей среды.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	5
1 Общие сведения.....	6
1.1 Современное состояние очистных систем предприятий	6
1.2 Состав стока предприятия пищевой промышленности	7
1.3 Методы очистки сточных вод.....	7
1.4 Предприятие пищевой промышленности «АгроНик»	9
1.4.1 Существующие проблемы предприятия.....	9
1.4.2 Методы борьбы с биообрастаниями	11
1.5 Типы кавитаторов.....	11
1.6 Применение комбинированных методов для очистки сточных вод.....	13
2 Расчет водозабора из подземного источника	14
2.1 Определение категории водозабора	14
2.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения	14
2.3 Расчет скважины	14
2.4 Гидрогеологический расчет скважины	16
2.5 Определение уровней воды в скважине	17
2.6 Подбор основного и вспомогательного оборудования.....	19
2.6.1 Водоподъемные установки и регулирующие ёмкости.....	19
2.6.2 Насосное оборудование.....	20
2.6.3 Грузоподъемное оборудование	21
2.6.4 Строение павильона и устья скважины	21
2.6.5 Выбор арматуры.....	22
2.7 Система водоподготовки.....	23
3 Технологическая часть	24
3.1 Исходные данные для проектирования	24
3.2 Определение расходов воды	25
3.3 Традиционная схема очистки стока	31
3.4 Предлагаемая схема очистки стока.....	32
3.4.1 Аккумулирующая емкость.....	36
3.4.2 Жироприемная камера.....	36
3.4.3 Вертикальный отстойник	38
3.4.4 Напорный фильтр.....	40
3.4.5 Насосная установка для подачи сточных вод от фильтра на флотатор	44
3.4.6 Флотационная установка.....	45
3.4.7 Блок биологической очистки	47
3.4.8 Бактерицидная установка.....	48
3.5 Предлагаемая схема обработки осадка сточных вод.....	49
3.5.1 Расчет шламонакопителя	49
3.5.2 Вакуум - фильтр	49
3.5.3 Иловые площадки	51
4 Исследования.....	52
4.1 Цель проведения эксперимента	52

4.2 Состав сточных вод.....	52
4.3 Причина развития биополлютантов.....	53
4.4 Идентификация микрофлоры и фауны сточной воды.....	53
4.5 Подсчет численности биополлютантов в камерах Горяева.....	54
4.6 Метод определения качественного и количественного состава биообрастаний	55
4.7 Недостатки типовых методов обеззараживания сточных вод	56
4.8 Кавитационная технология	58
4.9 Лабораторный суперкавитационный стенд.....	63
5 Бестраншейная прокладка трубопровода	66
5.1 Технология прокладки.....	66
5.2 Расширение скважины.....	66
5.3 Протягивание трубопровода	67
5.4 Методы монтажа ГНБ.....	67
5.5 Производство работ по бестраншейной прокладке с применением технологии	67
5.6 Расчет бестраншейной прокладки методом ГНБ.....	69
6 Заключение.....	73
Список использованных источников	74

ВВЕДЕНИЕ

Самый главный вопрос охраны экологии есть охрана водного бассейна. Необходимо усилить мощности оборотного комплекса и вторичного использования воды, спроектировать и использовать на предприятиях, бессточные системы водопользования. К важным методам по защите источников воды для питья будет дополнительная очистка промышленных и городских сточных вод и последующее их применение для промышленного водоснабжения предприятий.

Оборотное применение очищенных сточных вод для технического водоснабжения даёт в ряде районов нашей страны полностью убрать существующий недостаток ресурсов пресной воды для производственных нужд.

Самые опасные для водоёмов сточные воды промышленных комплексов. Сточные воды этих производств могут обладать сложным и переменным составом, высокой токсичностью, преимущественным содержанием растворённых ПАВ, жиров, нефтепродуктов поэтому традиционные способы обычно не обеспечивают нужную очистку, необходимую для оборотного использования воды на предприятиях.

Физико-химические способы очистки сточных вод наряду с обеспечением нужного качества воды в соответствии с требованиями водоподготовки дают также извлечь из сточной воды ценные продукты и уменьшить потери производства. В настоящее время эти способы имеют широкое применение и для дополнительной очистки биологически очищенных сточных вод, после которой их успешно используют в оборотных циклах.

Замена природных пресных вод, расходуемых на производстве, очищенными сточными водами может решить вопрос устранения нехватки водных ресурсов и предотвратить истощение запаса пресных вод. Одним из самых крайних путей нужного сокращения использования свежей воды будет создание замкнутых систем промышленного водоснабжения, основанных на многократном использовании для производственных целей сточных вод, очищенных до норм, отвечающих требованиям к качеству оборотной воды.

В данной бакалаврской работе дано решение компоновки оборотной технологической схемы очистки стока на базе теорий процессов отстаивания, фильтрации, флотации и гидродинамической кавитации.

1 Общие сведения

1.1 Современное состояние очистных систем предприятий

На сегодняшний день главный недостаток малой эффективности используемых на производствах пищевой промышленности очистных сооружений есть неподходящее определение технологической схемы очистки конкретном предприятии. Во время разработки или установки готового очистного комплекса надо рассматривать мощность, производительность компании, качественные и количественные показатели загрязненности в частности, надо подчеркнуть лимитирующие факторы загрязнений основного стока, и на основании выводов комплексного анализа определять метод очистки самой эффективный в этих обстоятельствах. С точки зрения профессора Журбы, на сегодняшний день, только 15 % очистных сооружений молочных производств, разработаны корректно, учитывая каждый влияющий на очистку критерий. Большинство владельцев отпугивает большая цена доведения стока к нормативным показателям, поэтому в нашей стране большая часть сточных вод вообще выводится с незначительной очисткой просто в общую канализацию. Существующие очистные сооружения не могут подобающе переработать все виды загрязнений, к примеру, жир должен быть удален до того как он окажется в очистных комплексах. В связи с этим первой задачей при строительстве предприятия есть создание экологической безопасности сточных вод. В настоящее время мерой воздействия на владельцев предприятий пищевой промышленности, работающих без очистных комплексов применяются штрафные санкции по статье 8.1., размер штрафа 50-100 МРОТ. Помимо этого, инспектор обязан выдать предписание об устранении нарушения, и если компания будет продолжать работать без очистки сточных вод, то в соответствии со статьей 19.5. того же придется заплатить еще со 100 МРОТ. Однако, штрафы не разрешают ситуацию, и количество закрытия заводов, нарушающих закон по очищению стока очень мал.

В связи с этим каждому предприятию необходимо разработать индивидуально подходящую технологическую схему очистки стоков, позволяющую не только подвести сток к необходимым показателям, но и уменьшить эксплуатационные расходы самого промышленного комплекса.

Есть два главных направления в способах очищения воды пищевого промышленного комплекса – локальная очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности и оборотное водоснабжение.

Локальная очистка сточных вод предполагает одноразовое использование воды с доочисткой загрязненных сточных вод перед выводом их в общую канализацию или поверхностные водоемы. Такая система использования воды, все чаще высококачественной питьевой, является не только неэкономичной, но и возможно опасной для больших групп людей.

Оборотное водоснабжение даёт возможность ещё раз воспользоваться 90-95% изначальной воды и создать бессточный цикл производства. Большое

количество распространенных способов очистки вод создаёт возможность сделать оборотное водоснабжение.

1.2 Состав стока предприятия пищевой промышленности

На предприятиях пищевого производства создаются стоки, включающие загрязнения:

– коллоидные и взвешенные вещества минерального и органического происхождения;

– жиродержащие компонентные вещества масляного происхождения от масложирового цеха и цеха сепарационной обработки, а так же цеха обмывки главного оборудывания.

Качественный и количественный состав сточных вод молокозаводов и их свойства зависят от времени года, количества выпускаемой продукции, сезонных предпочтений рынка. Основываясь на данном положении, система очистки должна иметь дополнительные резервы для достижения необходимого качества во время чрезмерных показателей загрязнения стоков. При стечении всех этих нюансов, система водоочистки будет работать действительно эффективно.

1.3 Методы очистки сточных вод

В связи с надобностью уменьшения жирового загрязнения предприятия используются разные подходы очистки сточных вод, которые также применяются в промышленных очистных сооружениях. Разберём ряд методов очистки имеющих в данный момент самое массовое использование:

1) Биологическая очистка воды имеет ряд сходств с процессами самоочистки от загрязняющих веществ, которые происходят в естественных водоемах. У неё нет массового применения на урбанизированных территориях, поскольку основывается на отведение воды в естественные водоёмы (пруды биологической очистки), или использование собирающей ёмкости с биологической плёнкой.

2) Механические методы очистки сточных вод промышленных комплексов; статические и динамические отстойники, фильтрация сточных вод.

Отстойники – есть самый первый шаг очистки воды. Применяются разнообразные виды отстойников для очистки воды молокозаводов от взвесей, жиров, и других загрязняющих компонентов.

В статических отстойниках для очистки сточных вод молокозавода, применяется принцип оседания массивных частиц и всплывания легких, которые после этого удаляются из состава сточных вод.

Механическая очистка есть обязательный первичный этап, но не может быть одной и финальной схемой говоря о стоках предприятий пищевой промышленности так как, что не разрешает вопроса приведения стока к необходимым показателям. Появляется и задача переработки осадка и затрат

водного ресурса на собственное восстановление (промывки сетчатых, решетчатых фильтров, вымывание осадка из прямков отстойников и пр.), что приводит к росту эксплуатационных издержек атомоечной станции в общем.

3) Способ физико-химической очистки сточных вод молокозаводов: флотация, коагуляция, сорбция на разнообразных типах фильтров более эффективны.

Выделяют следующие виды фильтров, используемые в ходе очистки сточных вод предприятия:

- каркасные или намывные фильтры;
- зернистые или мембранные фильтры;

На порядок тщательную очистку жиросодержащей воды можно производить на каркасных фильтрах. Пленочные фильтры очищают воду до молекулярной степени.

Специалисты по очистке сточных вод предприятий пищевого комплекса говорят о трёх видах фильтров каркасного типа:

– фильтры каркасного типа, где применяются пористые зернистые компоненты, включающие адгезионные качества (кварцевый песок, керамзит, антрацит, пенополистирол, котельные и металлургические шлаки и др.);

– Вид каркасного фильтра, в структуре которых применены волокнистые и эластичные материалы. Схожие фильтры могут с достаточной эффективностью использоваться во время очистки сточных вод автомоек, так как имеют повышенную способность к остановлению жиропродуктов, так называемой увеличенной жироемкостью.

– Каркасного вида фильтры (коалесцирующие фильтры), в основании есть принцип увеличения эмульгированных частиц жиропродуктов.

На сегодняшний день, принципу фильтрования сточных вод предприятий во время их очистки дают большое значение ввиду того, что фильтрование должно быть основательным, лёгким и относительно не дорогим методом извлечения из состава сточных вод большого числа загрязняющих компонентов, но нельзя забывать что фильтры требуют восстановления загрузки вплоть до её полной замены, в дополнение к этому сложно разрешимым вопросом будет отведение и удаление осадка. Схожие установки должны иметь размещение в своём помещении с расходами электричества, тепла, и обслуживаться опытным персоналом. В то же время, необходимо сказать, что все плюсы данной системы очистки воды в полной мере раскрываются только при очистке большого числа сточных вод, загрязненных жирами, маслами. Увеличение эффективности фильтрации создаётся при использовании этого принципа в доочистке, когда главные загрязнения извлечены. То есть, фильтрование не будет всесторонним методом для всех видов предприятий пищевого производства.

1.4 Предприятие пищевой промышленности «АгроНик»

Объектом исследования является сточная вода предприятия пищевого комплекса ООО «АгроНик» находящийся в с. Никольское Красноярского края. Сточная вода содержит большое количество масляных стоков, колиформных бактерий, солей. Для приведения стока к нормативным показателям используются традиционные методы механической и физико-химической обработки стока. От эффективности работы данного оборудования в значительной мере зависит объем и качество работы предприятия, расходы сырья и энергии.

1.4.1 Существующие проблемы предприятия

При подборе существующей технологической схемы не учитывалось биообрастание, вследствие чего образуются различного рода отложения и обрастания. Помимо этого ряд случаев отказа оборудования также обуславливается наличием биопленки, и веществ, выделяемых в процессе метаболизма обрастателей. Микроорганизмы, прикрепившиеся к стенкам трубопроводов, образуют достаточно толстый слой, обладающий высокой прочностью на разрыв, в последствие увеличивается площадь твердой поверхности, создаваемой самими обрастателями. Это приводит к тому, что последующие клетки могут оседать и прикрепляться к поселившимся ранее. Таким образом, на поверхности появляются обрастатели второго, третьего и более высоких порядков. В результате прогрессирующей колонизации поверхности на ней формируются сообщества со сложной многоярусной структурой, благодаря чему возрастает пространственная гетерогенность и, соответственно этому, число потенциальных экологических ниш.

Негативное влияние биообрастаний достаточно полно освещено в научной литературе. Так известно, что биообрастания сокращают исходное сечение трубопроводов, которые в свою очередь теряют пропускную способность на 20-60% в течение 10-15 лет, а в некоторых случаях даже в течение первых 4-6 лет эксплуатации, изменяют гидравлический режим работы водопроводов внутренней сети, деятельностью микроорганизмов, по мнению ряда авторов, может быть обусловлено от 50 до 80% коррозионных повреждений трубопроводов и внутренних поверхностей очистного оборудования, резервуаров чистой воды.

Качественный и количественный анализ биообрастаний предприятия ООО «АгроНик» представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Качественный и количественный анализ биообрастаний системы предприятия ООО «АгроНик»

Классификационная принадлежность	Количество в 100 мл.	Наносимый вред окружающей среде и человеку	Наносимый вред инженерным сооружениям
<i>Zoogloea ramigera</i>	180000	Вызывает такие заболевания у человека, как ангина, рожа, воспаление костного мозга, сепсис.	Образуют плотную биопленку, вызывая уменьшение диаметров трубопроводов, провоцируют повышение давления и порывы. Продукты жизнедеятельности вызывают коррозионные изменения инженерных сетей и оборудования.
<i>Streptococcus marginatum</i>	240000		
<i>Zoogloea filipendula</i>	246670		
<i>Zygnema stellinum</i>	255000	Нарушение обмена веществ, заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергии, гаффскую болезнь, химические отравления, вызывающие поражение нервной системы.	
<i>Anabaena</i>	206667		
<i>Aphanizomenon</i>	154000		
<i>Microcystis</i>	156500	Заболевания желудочно-кишечного тракта, кожные аллергические реакции.	
<i>Aserionella Formosa</i>	22500		
<i>Melozira granulate</i>	2 колонии взрослых микроорганизмов состоит из 180000 клеток		
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	30667		
<i>Stephanodiscus astraea</i>	30000	Токсины этих водорослей вызывают летальный исход у рыб, тяжелые отравления млекопитающих, тяжелые аллергические реакции у человека.	Водоросли этого рода образуют налеты на трубопроводах, оборудовании и сооружениях, создавая эффект «мокрой стены».
<i>Oscillatoria putrida</i>	2 колонии взрослых микроорганизмов состоит из 180000 клеток		
<i>Arthrospira major</i>	200000		

Из приведенного анализа существующего очистного комплекса можно сделать вывод, что они не могут эффективно бороться со всем спектром загрязнений возникающим при его работе.

Следует отметить, что качественный и количественный состав сточных вод молокозавода и их свойства, в том числе и наличие клеток вышеприведенных групп бактерий, водорослей, диатомовых и цианобактерий непостоянен. Учитывая данное положение, система очистки должна обладать большими резервами для достижения необходимого качества при экстремальных значениях загрязнения стоков.

1.4.2 Методы борьбы с биообрастаниями

Напредприятия молокоперерабатывающей группы на урбанизированной территории широко применяются традиционные методы борьбы (хлорирование, озонирование, УФ-облучение и др.) с биообрастаниями не приемлемы. Одним из перспективных методов обеззараживания сточных вод является обработка в кавитационных реакторах.

1.5 Типы кавитаторов

Суть гидродинамического воздействия может быть сведена к действию двух механизмов: распространению ударных волн вблизи схлопывающегося кавитационного микропузырька и ударному воздействию кумулятивных микроструек при несимметричном коллапсе кавитационных микропузырьков. Дело в том, что непосредственно в зоне кавитационного воздействия создаются коротко живущие парогазовые микросферы, которые появляются в момент локального снижения давления в воде и затем схлопываются. На эффективность кавитации не влияет ни мутность, ни солевой состав обрабатываемой воды, ни цветность.

Для образования различных каверн можно использовать различные твердые тела с острыми выходящими кромками, жидкие и газовые струи, выдуваемые через сопло навстречу потоку, или их комбинации.

Общие оценки и прямые опыты дают следующее:

$$C_x = \frac{Rd}{\rho \cdot \frac{v_0^2}{2} \cdot S_k} \quad (1.1)$$

где S_k – площадь миделевого сечения каверны;

K – по опытным сведениям, 0,9-0,95;

x – число кавитаций.

$$x = (P_0 - P_k) / ((\rho V_0) / 2) \quad (1.2)$$

Если же коэффициент кавитационного сопротивления для твердого тела определять по максимальной площади его поперечного сечения F_H , то получим связь:

$$C_d = \frac{Rd}{\rho \cdot \frac{v_0^2}{2} \cdot F_H} = C_x \frac{S_k}{F_H} = xK \frac{S_k}{F_H} \quad (1.3)$$

или выразим её в форме

$$\frac{S_K}{F_H} = \frac{C_d}{xK} \quad (1.4)$$

Независимо от способа создания каверны (твердым телом или струёй) её удлинение L_k/V_k (L_k – полудлина, V_k - ширина) практически является лишь функцией числа кавитаций, которую можно аппроксимировать зависимостью

$$L_k/V_k \approx 0,4 + 1,60x \text{ при } x \geq 0,03. \quad (1.5)$$

Применяемые в настоящее время проточно-кавитационные реакторы имеют в своих конструкциях специфические особенности, в связи с чем этот тип кавитационных аппаратов может быть представлен в виде классификационной схемы рисунок 1.1. в которой указаны основные модификации проточно-кавитационных аппаратов. Совершенствование конструкций реакторов позволит продолжить их классификацию. Новые разработки в этой области связаны прежде всего с расширением границ применимости кавитационной технологии. Распространённость жидких материалов в современном производстве делает эту тенденцию достаточно перспективной.



Рисунок 1.1 – Классификационная схема проточно-кавитационных реакторов

Оптимизация конструкций гидродинамических кавитационных реакторов возможна, например, на основе анализа кавитационных течений в проточной камере аппарата с последующим учётом его результатов в стадии проектировочных работ. Существующие методы проектирования проточно-кавитационных реакторов в большинстве случаев основаны на предположении неизменности параметров потока жидкости вдоль всей рабочей камеры реактора. В частности, предполагается отсутствие сжимаемости среды. Последнее неизбежно приводит к отклонениям характеристик кавитационного обтекания

кавитаторов от оптимальных технологических значений с уменьшением эффективности работы устройства.

Например, при обтекании кавитаторов первой ступени реактора происходит насыщение потока пузырьками газа, что существенно увеличивает его сжимаемость. Вследствие этого картина кавитационного обтекания кавитаторов последующих ступеней значительно изменяется. Удлинение каверны возрастает, отклоняясь от оптимальных значений. Исходя из необходимости получить за кавитаторами вдоль всей рабочей камеры каверны с необходимым удлинением возникает задача разработки методики проектирования реактора, учитывающей реальные свойства потока.

1.6 Применение комбинированных методов для очистки сточных вод

Для решения проблемы очистки стоков предприятия на сегодняшний день рекомендуются к применению установки комбинированного типа, сочетающие в себе несколько методов очистки одновременно. Примером таких установок является оборудование, в основе принципа работы которого лежит кавитационная технология, позволяющая одновременно решать проблемы физико-химической очистки воды и проблемы обеззараживания биологических примесей. При кавитации наблюдаются следующие эффекты:

- уничтожение микрофлоры и окисление органических веществ в воде, что приводит к снижению биообрастания внутренних поверхностей систем очистки;
- гидростатическое разделение, коалесценция, коагуляция частиц нефтепродуктов;
- разрыв молекулы воды с образованием свободных радикалов, последующая рекомбинация которых приводит к синтезу озона, перекиси водорода. Помимо этого на контуре схлопывающегося пузырька образуются высокие теплофизические параметры ($P \sim 10000 \text{ атм}$; $T \sim 2000 \text{ К}$), позволяющие изначально крупные фракции разбивать на лёгкие с последующим окислением до конечных продуктов.

Таким образом такие установки позволяют создать оборотную систему водоснабжения, что приводит к снижению эксплуатационных затрат, экологических рисков, нагрузки на городские очистные сооружения, является одним из элементов реализации программ эффективного природопользования и ресурсосбережения.

2 Расчет водозабора из подземного источника

2.1 Определение категории водозабора

Данный водозабор относится ко 2 категории надежности. Величина допускаемого снижения подачи воды на хозяйственно – питьевые нужды не должна превышать 30%; длительность снижения подачи не должна превышать 10 суток. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 часов.

2.2 Обоснование выбора типа водозаборного сооружения

В основе классификации подземных водозаборных сооружений лежит глубина залегания водоносного пласта, в данных условиях 82 м, глубина залегания более 30 м. Мощность водоносного пласта 33,5 м, что более 25 м и коэффициент фильтрации равен 15 м/сут, что более, чем 0,12 м/сут. На основании этих данных проектируем скважину.

Для сооружения скважины используем роторный способ бурения. Суть способа состоит в разрушении пород инструментом, который вращается вокруг оси с одновременным созданием вертикальной нагрузки за счет веса бурового снаряда. Разбуренная порода непрерывно выносится из скважины восходящим потоком рабочего глинистого раствора, который подается по бурильным трубам грязевым насосом.

2.3 Расчет скважины

Расчет скважины начинается с определения притока воды к скважине – дебита и определяется по формуле

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot K_{\phi} \cdot m \cdot S}{\lg \frac{R}{r}}, \quad (2.1)$$

где K_{ϕ} – коэффициент фильтрации водоносного пласта, м/сут;

m – мощность водоносного пласта, м;

R и r – соответственно радиус влияния депрессионной воронки и радиус скважины, м.

S – понижение принимается в размере 12% от m , т.е. $S = 0,12 \cdot 35 = 4,02$ м.

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 33,5 \cdot 4,2}{\lg \frac{250}{0,2}} = 1860,4 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Теперь определим диаметр фильтра по формуле

$$D_{\phi} = \frac{Q_c}{\pi \cdot l_{\phi} \cdot V_{\phi}}, \quad (2.2)$$

где Q_c – подача насоса, м³/сут;

l_{ϕ} – длина рабочей водоприемной части фильтра, м, принимается в пластах с мощностью более 10 м по формуле

$$l_{\phi} = (0,5 \div 0,8) m, \quad (2.3)$$

$$l_{\phi} = (0,5 \div 0,8) 33,5 = 0,6 \cdot 33,5 = 20,1 \text{ м.}$$

V_{ϕ} – скорость фильтрации, м³/сут определяется по формуле

$$V_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{K_{\phi}}, \quad (2.4)$$

$$V_{\phi} = 65 \cdot \sqrt[3]{15} = 160,3 \text{ м}^3/\text{сут},$$

$$D_{\phi} = \frac{1860,4}{3,14 \cdot 20,1 \cdot 160,3} = 0,18 \text{ м.}$$

Диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб определяется по формуле

$$D_3 = D_{\phi} + 50, \quad (2.5)$$

где D_{ϕ} – диаметр фильтра, мм.

$$D_3 = 180 + 50 = 230 \text{ мм} = 0,23 \text{ м.}$$

Внутренний диаметр направляющей трубы равен:

$$D_n = D_3 + 100, \quad (2.6)$$

где D_3 – диаметр эксплуатационной колонны обсадных труб, мм.

$$D_n = 230 + 100 = 330 \text{ мм} = 0,33 \text{ м.}$$

Диаметр забоя:

$$D_z = D_{\phi} / 4, \quad (2.7)$$

$$D_z = 0,18 / 4 = 0,045 \text{ м.}$$

Тип фильтра и область его применения представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Тип фильтра и область его применения

Тип фильтра	Материал для изготовления	Особенности конструкции	Область применения
С ребристой водоприемной поверхностью	Фильтровые элементы колец или сегментов из пластмасс. Стержни $\varnothing 10$ мм из стеклопластика	Скважность каркаса до 20...25%. Ребристость в большинстве случаев продольная. Шаг ребер подбирается в зависимости от состава каптируемых пород.	Крупнозернистые, среднезернистые и мелкозернистые пески. Подземные воды характеризуются коррозионными свойствами.

2.4 Гидрогеологический расчет скважины

Гидрогеологические расчеты водозаборных сооружений производят на основании законов движения подземных вод с учетом гидравлических условий состояния подземного потока (напорный и безнапорный), при той или иной степени схематизации гидрогеологической обстановки. Схема притока воды в одиночной скважине изображена на рисунке 2.1.

Обычно для расчетов выделяют три основные схемы водоносных пластов: неограниченные по площади распространения, изолированные и слоистые горизонты, к которым относятся артезианские бассейны; полуограниченные пласты и пласты – полосы – долины рек; ограниченные по площади распространения пласты. Кроме того, учитывают также расположение водоприемной части скважины в пласте, намеченном к эксплуатации: водоприемная часть вскрывает пласт на полную мощность (совершенная скважина) или не на полную (несовершенная скважина).

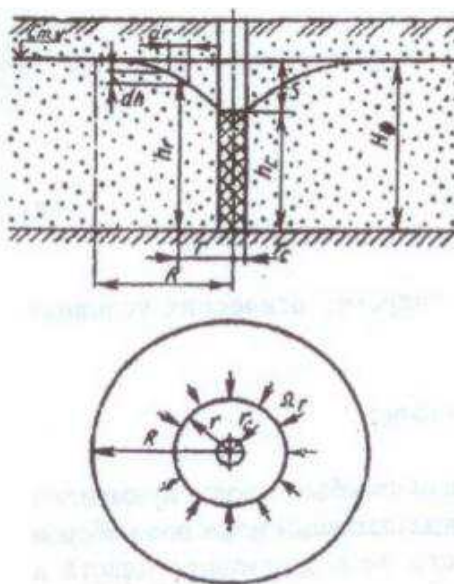


Рисунок 2.1 – Схема притока воды в одиночной скважине

В каждой одиночно работающей скважине расположенной в напорном пласте мощностью M , через любую цилиндрическую поверхность Ω_r пласта, очерченную вокруг скважины радиусом r , при коэффициенте фильтрации пород пласта K_f и диаметре фильтра скважины D_c в условиях установившегося движения расход воды будет одинаковым:

$$Q_c = \Omega_r \cdot v_r = \Omega_r \cdot k \cdot i_r = -2\pi r M k \frac{dh}{dr}, \quad (2.8)$$

где i_r – гидравлический градиент потока на расстоянии r от оси скважины, $i_r = -\frac{dh}{dr}$.

В результате интегрирования этого уравнения получаем известное выражение Дюпюи, связывающее параметры скважины и ее дебит с понижением уровня s в скважине:

$$Q_c = \frac{2,73 \cdot 15 \cdot 33,5 \cdot 4,2}{\lg \frac{250}{0,2}} = 1861,4 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

А также уравнение кривой напоров (напорной линии):

$$h_r = H_0 - \frac{Q_c}{2 \cdot \pi \cdot k_f \cdot m} \ln \frac{R}{r}, \quad (2.9)$$

$$h_r = 37,1 - \frac{1861,4}{2 \cdot 3,14 \cdot 15 \cdot 33,5} \ln \frac{250}{0,2} = 32,9 \text{ м.}$$

Определяем количество скважин:

$$n = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_c}, \quad (2.10)$$

где $Q_{\text{общ}}$ – общий суточный расход воды на технологические нужды, собственные нужды и обмыв оборудования, $\text{м}^3/\text{сут.}$

$$n = \frac{1005}{1861,4} = 0,53 \text{ шт} \approx 1 \text{ шт} + 1 \text{ резервная.}$$

2.5 Определение уровней воды в скважине

Отметка статического горизонта воды составляет $-2,500$ м.

Определяем расчётную отметку динамических уровней воды в скважинах, м:

$$Z_{\text{расч.дин}} = Z_{\text{стат.ур}} - S_i, \quad (2.11)$$

где $Z_{\text{стат.ур}}$ – отметка статического уровня воды в скважине, м;

S_i – понижение уровня воды в i -ой скважине, м.

$$Z_{\text{расч.дин1}} = -2,5 - 4,02 = -6,52 \text{ м,}$$

$$Z_{\text{расч.дин2}} = -2,5 - 4,83 = -7,33 \text{ м,}$$

Понижение уровня воды в j -ой скважине:

$$S_j = S_i \cdot k, \quad (2.12)$$

где S_i – понижение уровня в i -ой скважине, м;

k – величина, показывающая увеличение понижения уровня.

$$S_1 = S = 4,02 \text{ м,}$$

$$S_2 = 4,02 \cdot 1,15 = 4,623 \text{ м,}$$

Срезка уровня воды в скважине $n+1$ при откачке воды со скважины n с понижением уровня S_n :

$$t_{ij} = \frac{3}{7} \cdot S_i, \quad (2.13)$$

где t_{ij} – срезка в j -ой скважине от воздействия i -ой скважины на расстоянии 50 м, м.

$$t_{1,2} = \frac{3}{7} \cdot 4,02 = 1,72 \text{ м,}$$

$$t_{2,1} = \frac{3}{7} \cdot 4,83 = 2,07 \text{ м,}$$

Дебит скважины с учётом срезки:

$$Q'_n = Q_n \cdot \left(1 - \frac{t_{n,n+1}}{S_n}\right), \quad (2.14)$$

$$Q'_1 = 80,99 \cdot \left(1 - \frac{2,72}{4,02}\right) = 26,72 \text{ м}^3/\text{час,}$$

$$Q'_2 = 80,99 \cdot \left(1 - \frac{3,07}{4,83}\right) = 29,51 \text{ м}^3/\text{час,}$$

2.6 Подбор основного и вспомогательного оборудования

Каждое водозаборное сооружение оснащено основным и вспомогательным оборудованием.

К основному оборудованию относятся: насосные агрегаты, затворы, водоводы – самотечные или сифонные, всасывающие и напорные, а также, запорная арматура.

К вспомогательному оборудованию относятся гидроэлеваторы для откачки осадка из водоприёмных камер; компрессоры, вакуум–насосы, дренажные насосы; грузоподъёмные устройства и механизмы; устройства для промывки фильтра.

2.6.1 Водоподъёмные установки и регулирующие ёмкости

Для автономных систем водоснабжения следует применять автоматизированные водоподъёмные устройства, включающие в себя насос, регулируемую ёмкость и приборы автоматического регулирования, при которых насос периодически подаёт или прекращает подачу воды в регулируемую ёмкость в зависимости от уровня воды в безнапорном (открытом) баке или давления в напорном гидروпневматическом баке.

Работа водоподъёмной установки характеризуется частотой включения насоса в единицу времени, зависящей от регулирующего объёма бака. Безнапорный бак размещается в высшей точке системы на отметке, обеспечивающей необходимый напор в системе. В напорном гидропневмобаке необходимый напор создаётся давлением сжатого воздуха, передающимся на воду через эластичную мембрану.

Тип водоподъёмного оборудования зависит от вида водозаборного сооружения, глубины водоносного горизонта, дебита водоисточника, а также условий водопотребления. Для автономных систем водоснабжения могут применяться насосы различных типов: консольные, консольные многоблочные, вихревые, погружные, бытовые, а также комплектные водоподъёмные устройства. Насосы могут размещаться в колодце или подземной камере.

Для подъёма из водозаборных скважин, как правило, применяются погружные насосы. Работу насосов следует применять в повторнократковременном режиме совместно с регулирующей ёмкостью. Производительность насосов при этом должна составлять не менее максимального часового расхода воды.

Полный напор насосной установки, м:

$$H_p = H_{\text{geom}} + \sum H_{\text{total}} + H_f, \quad (2.15)$$

где H_{geom} – геометрическая высота подъёма воды от динамического уровня воды в водозаборном сооружении до расчётной точки (наиболее высоко расположенного прибора), 46 м;

$\sum H_{\text{total}}$ – потери напора при движении воды до расчётной точки, м;

H_f – необходимый свободный напор в расчётной точке, 4 м.

Потери напора при движении воды до расчётной точки, м:

$$\sum H_{\text{total}} = H_{\text{geom}} - (H_{\text{отмостки}} + H_{\text{пола}} + 0,5), \quad (2.16)$$

где $H_{\text{отмостки}}$ – высота отмостки над уровнем земли, 0,5 м;

$H_{\text{пола}}$ – толщина пола, 0,35 м;

0,7 – высота обсадной трубы над уровнем пола, м.

$$\sum H_{\text{total}} = 46 - (0,5 + 0,35 + 0,5) = 1,35 \text{ м.}$$

Итак, полный напор насосной установки, м:

$$H_p = 46 + 1,35 + 4 = 51,35 \text{ м.}$$

2.6.2 Насосное оборудование

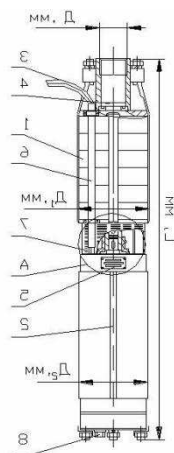
Параметры насосного оборудования, которые соответствовали бы требованиям надёжности подачи воды и работы сооружения в целом, находят методом подбора по результатам расчётов.

С учётом того, что расходный режим и водохозяйственный баланс по источнику с прогнозом на 15 лет, подбираем насос большей подачи, чем в расчётах.

В качестве насоса принимаем насос типа ЭЦВ8-65-70. Насос устанавливается в скважине ниже уровня воды и соединяется с сетью с помощью труб Ø150 мм. Трубы соединяются с помощью фланцев. В таблице 2.3 приведены технические характеристики насоса ЭЦВ8-65-70. Габаритные размеры насоса приведены ниже в таблице 2.4. Насос ЭЦВ8-65-70 представлен на рисунке 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики насоса марки ЭЦВ8-65-70

Подача насоса, м ³ /ч	Напор, м	Потребляемый ток, А	Мощность электродвигателя, кВт	Диаметр, мм	Масса, кг
65	70	49	22	186	115



1 – Насосная часть; 2 – Электродвигатель; 3 – Провода токопроводящие; 4 – клапан; 5 – табличка; 6 – кожух защитный; 7 – сетка защитная; 8 – сливная пробка

Рисунок 2.2 – Насос типа ЭЦВ

2.6.3 Грузоподъемное оборудование

Для монтажа и демонтажа оборудования скважины применяем грузоподъемное устройство. Монтаж и демонтаж скважинного насоса предусматривается через люк павильона.

Для этого используют различные типы грузоподъемных механизмов (ручные тали, кран–балки, козловые и мостовые краны), которые выбираются с учетом размеров сооружений, компоновки технологического оборудования, его размеров и максимальной массы поднимаемого элемента.

Для подъема и опускания насоса в скважину применяем электрическую таль марки Т 050 грузоподъемностью 0,5 т. Она состоит из самоходной тележки, перемещающейся по подвесному монорельсу, и тали. Характеристики тали приведены ниже в таблице 2.5.

Таблица 2.3 – Технические характеристики тали Т 050

Высота подъема, м	Размеры тали, мм			Установленная мощность, кВт	Радиус поворота пути, м	Наибольшая нагрузка на колесо, кН	Масса тали, кг
	L	L ₁	L ₂				
6,3	710	195	138	0,55+0,12	прямой	2,3	65

2.6.4 Строеение павильона и устья скважины

Павильон устраивают над водозаборной скважиной. Он предназначен для размещения оборудования скважины, предотвращения несанкционированного доступа к скважине и оборудованию, защиты от неблагоприятных погодных условий.

Павильон устанавливается на подготовленном основании, выровненном и укрепленном слоем щебня. Вокруг здания устраивается отмостка в виде глиняного замка.

Высота павильона состоит из следующих составляющих:

$$H_{\text{п}}=h_1+h_2+h_3+h_4+h_5+0,3, \quad (2.17)$$

где h_1 — высота монорельса грузоподъемного оборудования; 0,5 м;

h_2 — минимальное расстояние от тали до крюка 0,8 м;

h_3 — высота строповки груза, 0,5 м;

h_4 — высота груза 1,735 м длина насоса;

h_5 — минимальное расстояние от груза до пола, 0,5 м;

0,3 м —расстояние от монорельса до перекрытия.

$$H_{\text{п}}=0,5+0,8+0,5+1,735+0,5+0,3=4,3 \text{ м.}$$

Высота верхнего строения определяется с учётом строительного высотного шага, равного 0,3м. Исходя из этого, высота павильона будет на $H_{\text{п}} = 4,3 \approx 4,5$ м.

2.6.5 Выбор арматуры

В зависимости от выбранной марки насоса производится выбор запорной арматуры. Согласно диаметру напорного трубопровода, принимаем задвижку марки ЗАО “САРАТОВЭНЕРГОМАШКОМПЛЕКТ” ЗС 150.16.4310. Технические характеристики задвижки приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.4 – Технические характеристики задвижки марки ЗС 150.16.4310

Диаметр, мм	Строительная длина, мм	Масса, кг	Температура рабочей среды, °С	Материал корпуса
150	403	70	до +425	сталь

Обратный клапан исключает обратный поток воды в системе и является обязательным элементом в системе водоснабжения. Выбираем клапан марки ЗАО “САРАТОВЭНЕРГОМАШКОМПЛЕКТ” КО 150.16.3312. Технические характеристики клапана приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.5 – Технические характеристики клапана марки КО 150.16.3312

Ду, мм	H, мм	L, мм	Давление рабочей среды, МПа	Температура рабочей среды, °С	Масса, кг
150	275	480	1,6	до + 425	74

Манометр подбирается по диапазону давлений в системе и служит для её гидравлической настройки и визуального контролю за текущим давлением в

системе водоснабжения. Выбираем манометр марки ТМ-510Р.00. (0–0,6Мра) G1/2.150С.1,5. Технические характеристики манометра приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.6 – Технические характеристики манометра ТМ-510Р

D	A	b(b ₁)	H	SW	G	b ₂
100	14	36,5	59	22	G1/2	50

Для гидроизоляции скважины от сточных и талых вод, а также для изоляции от посторонних предметов и промерзания скважины, устанавливаем кессон. Скважинный кессон – это цилиндрический или квадратный короб, установленный над скважиной. Кессон – это большая водонепроницаемая бочка с горловиной. Выбираем марку кессона POLEXKESSON 12/25. Габаритные размеры – 2000 × 3000 мм.

2.7 Система водоподготовки

Вода каждого источника водоснабжения имеет индивидуальный химический состав. Это обусловлено географическим расположением источника, глубиной залегания эксплуатируемого водоносного пласта и составом слагающих его пород. Природная вода крайне редко соответствует нормам питьевого водоснабжения, а тем более требованиям, предъявляемым производителями водонагревательного и бытового оборудования, которое всегда есть в современном доме. Использование неподготовленной воды неизбежно приводит к увеличению затрат в том числе на защиту здоровья.

Подземные воды Емельяновского района имеют повышенное содержание железа 3,7-4,2 мг/л, что превышает ПДК в 12-14 раз.

К традиционным методам обезжелезивания воды относятся: окислительное обезжелезивание, аэрация, каталитическое окисление с фильтрацией, обезжелезивание мембранным и ионообменным методом, биологические обезжелезивание.

В качестве водоочистки от железа на данном водозаборе установлен напорный фильтр с загрузкой Вirm–синтетическая фильтрующая загрузка для удаления растворенного в воде железа. Вirm играет роль катализатора реакции окисления соединений железа кислородом воздуха, которым вода насыщается при предварительной аэрации. Продукты окисления железа осаждаются на гранулах загрузки. Физические свойства материала обеспечивают качественную фильтрацию, загрузка легко очищается от осажденных частиц путем обратной промывки. В процессе удаления железа Вirm не расходуется, что делает его достаточно экономичным материалом. Другим преимуществом Вirm является: относительно продолжительный срок службы, низкая истираемость, широкий температурный диапазон использования. В отличие от других фильтрующих загрузок Вirm не требует химических реагентов для восстановления.

3 Технологическая часть

3.1 Исходные данные для проектирования

Техническое задание на выполнение работы «Обследование локальных очистных сооружений ООО «АгроНик», расположенных по адресу Красноярский край, Емельяновский район, с. Никольское, ул. Тыжневская, 22.

Целевое назначение работ:

- 1) Исследование сточных вод с определением качественного и количественного состава;
- 2) Подбор оптимальных режимов работы локальных очистных сооружений с целью интенсификации процессов удаления загрязняющих веществ;
- 3) Установление соответствия эффективности технологии и качества очищенных сточных вод требованиям нормативных документов.

Основной причиной разработки данного проекта является низкая эффективность существующей технологической схемы очистки.

Реконструкция данной технологической схемы может быть осуществлена в срок до 7,7 месяцев.

Технологическая схема реконструируемого промышленного комплекса является оборотной с применением флотационной установки ФДП-6 ТУ 4859-003-47154242-2003.

Для предложения реконструкции действующей схемы был проведён анализ исследуемого стока, приведённый в таблице 3.1, и расчет превышения ПДК представлен в таблице 3.2.

Таблица 3.1 – Исходные данные состава сточных вод с предприятия ООО «АгроНик»

Наименование	Концентрация веществ в сточной воде, мг/л
рН	6,3
Взвешенные вещества	207 (оседает козеин)
ХПК	3923
БПК ₅	1552
Аммоний-ион (NH ₄)	32,7
Фосфат-ион (PO ₄)	25,8
Фосфат-ион (P) (расч.)	7,25
АПАВ	1,43
НПАВ	2,6
Жиры	0,28

Таблица 3.2 – Расчет превышения ПДК

Наименование	Фактический сброс, мг/л	ПДК, мг/л	Превышение, раз
рН	6,3	6,5-8,5	норма
Взвешенные вещества	207 (оседает козеин)	204,25	норма
ХПК	3923	15	261,5
БПК _{полн}	1552	3	517,3
Аммоний-ион (NH ₄)	32,7	1,5	21,8
Фосфат-ион (PO ₄)	25,8	3,5	7,3
Фосфат-ион (P) (расч.)	7,25	1,14	6,3
АПАВ	1,43	0,5	2,86
НПАВ	2,6	0,1	26
Жиры	0,28	0,1	28

Предельно-допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов определяется согласно [16].

3.2 Определение расходов воды

Объект водопотребления: оборотная система пищевого предприятия ООО «АгроНик»

Данный тип водоснабжения предприятий позволяет значительно снизить эксплуатационные затраты на собственное водопотребление, а также обеспечить снижение выбросов вредных веществ и снизить экологическую нагрузку урбанизированных территорий.

Расход сточных вод от промпредприятия складывается из бытовых, душевых, производственных и ливневых расходов.

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{б.с}} + Q_{\text{душ}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{л.с}}, \quad (3.1)$$

где $Q_{\text{б.с}}$ – расход хозяйственно-бытовых сточных вод, м³/сут;

$Q_{\text{душ}}$ – расход сточных вод от душевых сеток, м³/сут;

$Q_{\text{пр}}$ – расход производственных сточных вод, м³/сут;

$Q_{\text{л.с}}$ – расход ливневых сточных вод, м³/сут.

Расход хозяйственно-бытовых стоков определяется по формуле:

$$Q_{\text{смены}} = \frac{q_{\text{смены}} \cdot N \cdot n_{\text{см}}}{1000}, \quad (3.2)$$

где $q_{\text{смены}}$ – норма водоотведения на 1 человека в смену, л/с на 1 чел.;

N – число рабочих в смену, чел;

$n_{\text{см}}$ – количество смен.

$$Q_{\text{смены}} = \frac{25 \cdot 8 \cdot 3}{1000} = 0,6 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход душевых стоков:

$$Q_{\text{душ}} = q_{\text{душ}} \cdot n_{\text{душ}} \cdot 0,75 \cdot n_{\text{см}} \quad (3.3)$$

где $q_{\text{душ}}$ – норма потребления воды 1 душевой сеткой в час, $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$;

$n_{\text{душ}}$ – количество душевых сеток, шт.;

$0,75$ – коэффициент неравномерности водопотребления душевыми сетками.

Принимается, что душем будут пользоваться только 20% от числа рабочих в смену. Находится количество душевых сеток, зная, что 1 душевая сетка может использоваться одновременно 5-15 рабочими.

$$Q_{\text{душ}} = 0,5 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 3 = 1,125 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход ливневых сточных вод:

- Годовой объем сточных вод

Среднегодовой объем поверхностных сточных вод ($\text{м}^3/\text{год}$), образующихся на поверхности рассматриваемого предприятия в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожного покрытия, определяется по формуле:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}}, \quad (3.4)$$

где $W_{\text{д}}$ – среднегодовой объем дождевых вод, $\text{м}^3/\text{год}$;

$W_{\text{т}}$ – среднегодовой объем талых вод, $\text{м}^3/\text{год}$;

$W_{\text{п}}$ – среднегодовой объем поливочных вод, $\text{м}^3/\text{год}$.

Среднегодовой объем дождевых вод ($\text{м}^3/\text{год}$) определяется по следующей формуле:

$$W_{\text{д}} = 10 \cdot h_{\text{д}} \cdot \psi_{\text{д}} \cdot F. \quad (3.5)$$

где $h_{\text{д}}$ – высота слоя осадков за теплый период года, определяемая согласно таблице 4.1 [2].

$\psi_{\text{д}}$ – общий коэффициент стока дождевых вод, определяемый как средневзвешенная величина из частных значений для площадей стока с различным видом поверхности с учетом придорожной полосы и объектов придорожного сервиса:

$$\psi_d = \frac{\sum(\psi_i \cdot F_i)}{F}, \quad (3.6)$$

где ψ_i – коэффициент стока для поверхности данного типа;

F_i – площадь поверхности, характеризующая ψ_i , га;

F – общая площадь стока, га.

Высота слоя осадков за теплый год, определяемая согласно [2] $h_d = 367$ мм (апрель-октябрь).

Коэффициент стока дождевых вод:

$$\psi_d = \frac{F_k \psi_k + F_{gp} \psi_{gp} + F_A \psi_A + F_r \psi_r}{F}, \quad (3.7)$$

где ψ_A – коэффициент стока для асфальтобетонных покрытий дорог, 0,7;

ψ_r – коэффициент стока для газонов, 0,1;

ψ_k – коэффициент стока для кровли, 0,7;

ψ_{gp} – коэффициент стока для грунтовых поверхностей, 0,2;

F_A – площадь асфальтобетонных покрытий дорог, 0,086 га;

F_r – площадь газонов, 0,155 га;

F_k – площадь кровли, 0,015 га;

F_{gp} – площадь грунтовых поверхностей, 0,004 га;

F – общая площадь водосбора, 0,260 га.

Значения общего коэффициента стока для различных типов поверхности водосбора представлены в таблице 3.3.

$$\psi_d = \frac{0,015 \cdot 0,7 + 0,004 \cdot 0,2 + 0,086 \cdot 0,7 + 0,155 \cdot 0,1}{0,260} = 0,331.$$

Годовое количество дождевых вод ($m^3/год$) по формуле (3.5):

$$W_d = 10 \cdot 367 \cdot 0,331 \cdot 0,260 = 315,84 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Годовое количество талых вод ($m^3/год$) определяем по формуле:

$$W_T = 10 \cdot h_T \cdot \psi_T \cdot F, \quad (3.8)$$

где h_T – высота слоя осадков за холодный период года, мм (ноябрь – март), 104 мм;

ψ_T – коэффициент стока талых вод, 0,6.

$$W_T = 10 \cdot 104 \cdot 0,6 \cdot 0,260 = 162,24 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Годовое количество поливомоечных вод ($\text{м}^3/\text{год}$), стекающих с площади стока, определяется по формуле:

$$W_M = 10 \cdot m \cdot k \cdot F_M \cdot \psi_M, \quad (3.9)$$

Где m – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий (как правило, применяется 1,2...1,5 л/ м^2 на одну мойку), таблица 3.4

k – среднее количество моек в году;

F_M – площадь территории, подвергающаяся мойке, га;

ψ_M – коэффициент стока для поливомоечных вод (принимается равным 0,5).

$$W_M = 10 \cdot 1,35 \cdot 40 \cdot 0,085 \cdot 0,5 = 22,95 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Годовой объем сточных вод определяем по формуле (3.4) ($\text{м}^3/\text{год}$):

$$W = 315,84 + 162,24 + 22,95 = 501,03 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Таблица 3.3 – Значения общего коэффициента стока для различных типов поверхности водосбора

Вид поверхности стока	Значение коэффициента стока ψ_d
Газоны	0,1
Кровля зданий	0,7
Асфальтовые покрытия	0,7
Грунтовые поверхности	0,2

Таблица 3.4– Нормы расхода воды на полив территории

Назначение воды	Расход на одну процедуру, л/ м^2
Механизованная мойка асфальтовых и бетонных покрытий	1,0...1,5
Шланговый полив асфальтовых и бетонных покрытий	0,5
Полив деревьев и кустарников	4,0
Полив газонов и цветников	6,0

Суточный расход поверхностных вод ($\text{м}^3/\text{сут}$) определяется с использованием данных по среднему в году количеству дождливых дней по формуле:

$$q_{\text{сут}} = \frac{W_d}{t_{\text{д}}}, \quad (3.10)$$

где W_d – годовое количество дождевых вод, $m^3/год$;
 $t_{д1}$ – среднее в году количество дождливых дней, 90.

$$q_{сут} = \frac{315,84}{90} = 3,50 m^3/сут.$$

Часовой расход поверхностного стока ($m^3/час$) определяется с использованием данных по средней продолжительности дождя в течение суток по формуле:

$$q_{час} = \frac{q_{сут}}{t_{д2}}, \quad (3.11)$$

где $q_{сут}$ – суточный расход поверхностных вод, $m^3/сут$;
 $t_{д2}$ – средняя продолжительность дождя в течении суток (определяется по данным предоставленным региональным центром Росгидромета), 3 часа.

$$q_{час} = \frac{3,50}{3} = 1,16 m^3/час.$$

Суточный расход талого стока ($m^3/час$) определяется с использованием данных по среднему количеству дней интенсивного таяния снега по формуле:

$$q_{сут} = \frac{W_T}{t_{T1}}, \quad (3.12)$$

где W_d – годовой объем талых вод, $m^3/год$;
 t_{T1} – среднее в году количество дней интенсивного таяния снега, 10 дней.

$$q_{сут} = \frac{162,24}{10} = 16,22 m^3/сут.$$

Часовой расход талых стоков ($m^3/час$) определяется с использованием данных по средней продолжительности таяния снега в течение суток по формуле:

$$q_{час} = \frac{q_{сут}}{t_{T2}}, \quad (3.13)$$

где $q_{сут}$ – суточный расход талых вод, $m^3/сут$;

t_{T2} –средняя продолжительность таяния снега в течении суток принятых 10 дней составляет 10 часов

$$q_{\text{час}} = \frac{16,22}{10} = 1,62 \text{ м}^3/\text{час} .$$

Максимальный часовой расход сточных вод для расчета ПДС определяется как максимальное значение из часовых расходов дождевых стоков и талых вод: $Q_{\text{час}}=1,6 \text{ м}^3/\text{час}$.

Расход сточных вод от промпредприятия определяем по формуле (3.1):

$$Q_{\text{общ}}=0,6+ 1,125+ 83+ 16,1 = 100,83 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Количество загрязнений, поступающих со сточными водами от промышленного предприятия, определено с учетом концентрации i -го компонента в производственных сточных водах и расхода сточных вод представлен в таблице (3.5).

Таблица 3.5 – Количество загрязнений, поступающих от предприятия

Показатели состава	Концентрация $C_i, \text{ г/м}^3(\text{мг/л})$	Количество $P_i, \text{ Г/ч}$
pH	6,3	6,2
Взвешенные вещества	207 (оседает козеин)	857,0
ХПК	3923	16463,7
БПК _{полн}	1552	8465,0
Аммоний-ион (NH ₄)	32,7	135,3
Фосфат-ион (PO ₄)	25,8	107,5
Фосфат-ион (P) (расч.)	7,25	30,5
АПАВ	1,43	6,2
НПАВ	2,6	10,5
Жиры	0,28	1,2

По полученному значению расхода сточных вод составляем балансовую схему оборотного водопользования по часам суток, таблица 3.6.

Таблица 3.6 – Балансовая схема оборотного водопользования

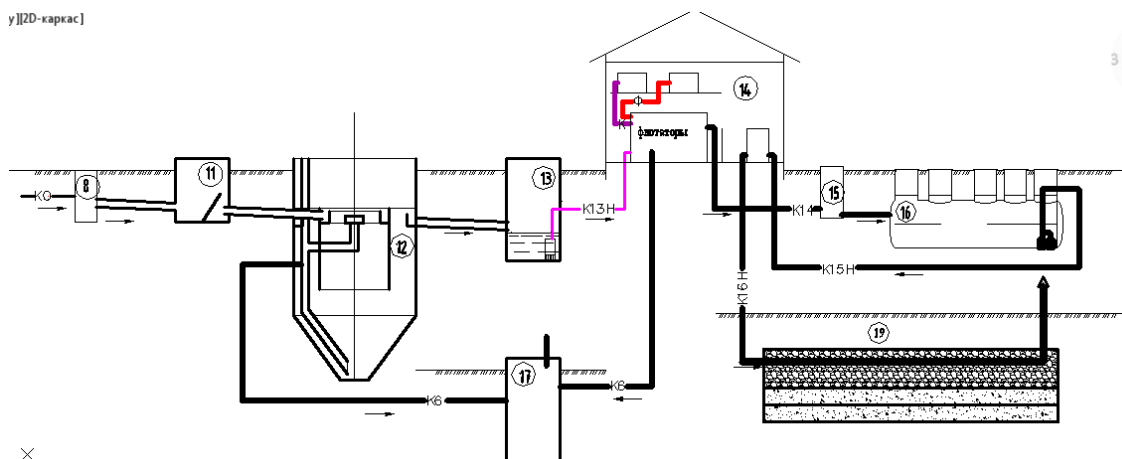
Часы суток	Часовое водоотведение, $\text{м}^3/\text{ч}$	%	Поступление в аккумулирующую емкость, $\text{м}^3/\text{ч}$	Расход из аккумулирующей емкости, $\text{м}^3/\text{ч}$	Остаток воды в аккумулирующей емкости, $\text{м}^3/\text{ч}$
0-1	16,13	16	16,13	4,20	11,93
1-2	12,91	12,8	12,91	4,20	20,64
2-3	12,91	12,8	12,91	4,20	29,34

Окончание таблицы 3.6 – Балансовая схема оборотного водопользования

Часы суток	Часовое водоотведение, м ³ /ч	%	Поступление в аккумулирующую емкость, м ³ /ч	Расход из аккумулирующей емкости, м ³ /ч	Остаток воды в аккумулирующей емкости, м ³ /ч
3-4	12,91	12,8	12,91	4,20	38,04
4-5	12,91	12,8	12,91	4,20	46,75
5-6	12,91	12,8	12,91	4,20	55,45
6-7	-	-	-	4,20	51,25
7-8	-	-	-	4,20	47,05
8-9	1,26	1,25	1,26	4,20	44,11
9-10	1,26	1,25	1,26	4,20	41,17
10-11	1,26	1,25	1,26	4,20	38,23
11-12	1,26	1,25	1,26	4,20	35,29
12-13	1,26	1,25	1,26	4,20	32,35
13-14	1,26	1,25	1,26	4,20	29,41
14-15	1,26	1,25	1,26	4,20	26,47
15-16	1,26	1,25	1,26	4,20	23,53
16-17	1,26	1,25	1,26	4,20	20,59
17-18	1,26	1,25	1,26	4,20	17,64
18-19	1,26	1,25	1,26	4,20	14,70
19-20	1,26	1,25	1,26	4,20	11,76
20-21	1,26	1,25	1,26	4,20	8,82
21-22	1,26	1,25	1,26	4,20	5,88
22-23	1,26	1,25	1,26	4,20	2,94
23-24	1,26	1,25	1,26	4,20	0,00

3.3 Традиционная схема очистки стока

Традиционная схема очистки сточных вод представлена на рисунке 3.1.



8 – жируловитель; 11 – приемная камера с сороудерживающей решеткой; 12 – первичный вертикальный отстойник; 13 – насосная станция подачи стоков на флотаторы; 14 – здание очистных сооружений (флотаторы, реагентное хозяйство, УФ-лампы); 15 – колодец распределительный; 16 – блок глубокой доочистки; 17 – емкость-шламонакопитель; 19 – фильтрующее поле

Рисунок 3.1 – Традиционная схема существующей очистки предприятия ООО «АгроНик»

3.4 Предлагаемая схема очистки стока

Эффективность работы таких систем в значительной степени зависит от рационально скомпонованной технологической схемы очистки стока, состав которого определяется рядом факторов: времени года, актуальности продукции, и т.д.

Оборотная схема предприятия пищевой промышленности: аккумулярующая емкость → вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой → скорый напорный фильтр с порозластановой загрузкой → флотатор → блок биологической доочистки → бактерицидная установка «Лазурь-М-5К».

Эффективность очистки стока технологической схемы до и после реконструкции представлена, соответственно в таблице 3.7, 3.8.

Снижение концентрации веществ в сточной воде на традиционной схеме очистки и предлагаемой представлено на рисунке 3.2, 3.3.

Таблица 3.7 – Эффективность очистки стока технологической схемы до реконструкции

	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после отстаивания, мг/л	%	Концентрация после флотатора, мг/л	%	Концентрация после биологической очистки, мг/л	%	Концентрация после УФ-обеззараживания, мг/л	%
Взвешенные вещества	207	82,8	60	41,4	50	33,12	10	36,7	0
ХПК	3923	2314,57	41	462,9	80	185,16	60	187,3	0
БПК	1552	1552	0	620,8	60	111,744	82	109,4	0
Аммоний-ион	32,7	32,7	0	26,16	20	21,4512	18	21,2	0
Фосфат-ион (PO ₄)	25,8	25,8	0	20,64	20	0,2064	99	0,236	0
Фосфат-ион P	7,25	7,25	0	5,8	20	0,058	99	0,067	0
АПАВ	1,43	1,43	0	1,21	15	0,2662	78	0,28	0
НПАВ	2,5	2,5	0	1,125	55	0,0225	98	0,022	0
Жиры	0,28	0,28	0	0,056	80	0,056	0	2,3	0
Биополютанты	34353066	34353066	0	34353066,0	0	34353066,0	0	20820040,0	61

Таблица 3.8 – Эффективность очистки стока технологической схемы после реконструкции

	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после аккумуляющей емкости, мг/л	%	Концентрация после жироприемной камеры, мг/л	%	Концентрация после отстаивателя, мг/л	%	Концентрация после фильтра, мг/л	%	Концентрация после флотатора, мг/л	%	Концентрация после биологической очистки, мг/л	%	Концентрация после бактерицидной установки, мг/л	%
Взвешенные вещества	207	144,9	30	57,96	60	23,184	60	23,184	0	11,592	50	10,432	10	1,043	90
ХПК	3923	3923	0	3923	0	2314,57	41	2314,57	0	462,914	80	185,1656	60	11,1	94
БПК	1552	1552	0	1552	0	1552	0	1552	0	620,8	60	111,744	82	6,70	94
Аммоний-ион	32,7	32,7	0	32,7	0	32,7	0	32,7	0	26,16	20	21,45	18	1,07	95

Фосфат-ион (PO4)	25,8	25,8	0	25,8	0	25,8	0	6,45	75	5,16	20	0,0516	99	0,00258	95
Фосфат-ион P	7,25	7,25	0	7,25	0	7,25	0	1,81	75	1,45	20	0,0145	99	0,000725	95
АПAB	1,43	1,43	0	1,43	0	1,43	0	0,3575	75	0,303	15	0,668	78	0,00267	96
НПАВ	2,5	2,5	0	2,5	0	2,5	0	0,625	75	0,28	55	0,0056	98	0,000225	96
Жиры	0,28	0,28	0	0,112	60	0,112	0	0,112	0	0,0224	80	0,0224	0	0,00089	96
Биополютанты	34353066	34353066	0	34353066	0	34353066,0	0	34353066,0	0	34353066,0	0	34353066,0	0	34353,07	99,9

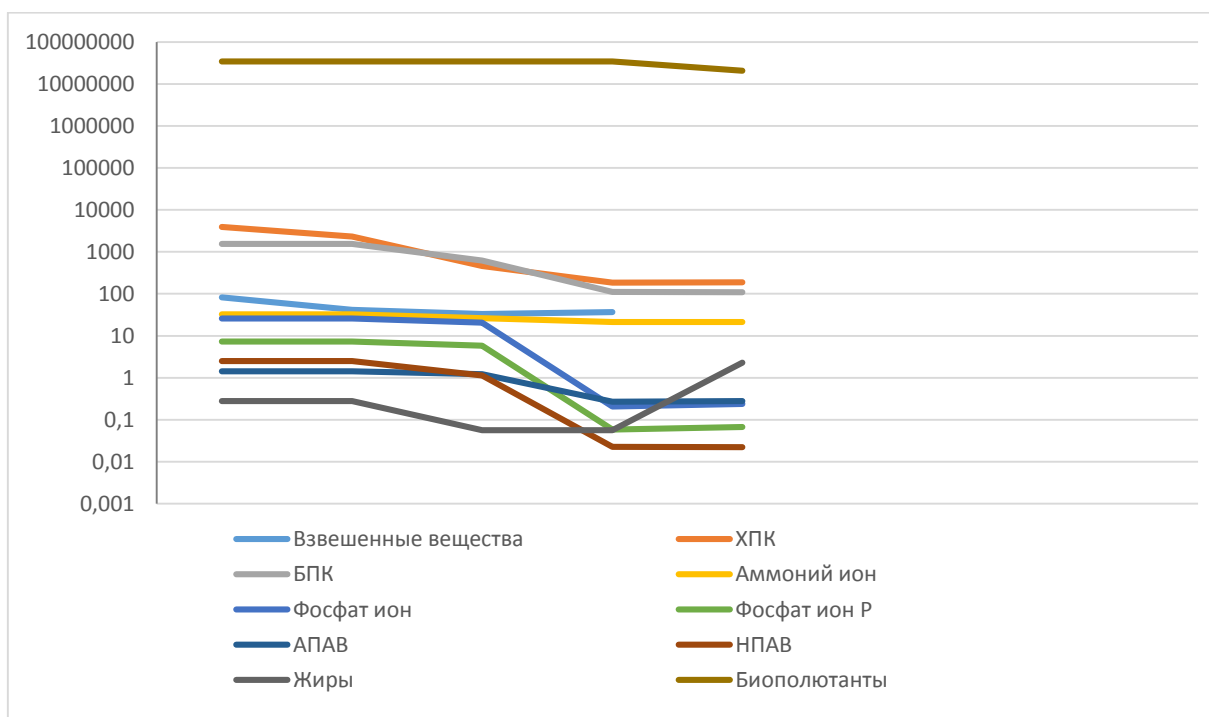


Рисунок 3.2 – Снижение концентрации веществ в сточной воде на традиционной схеме очистки

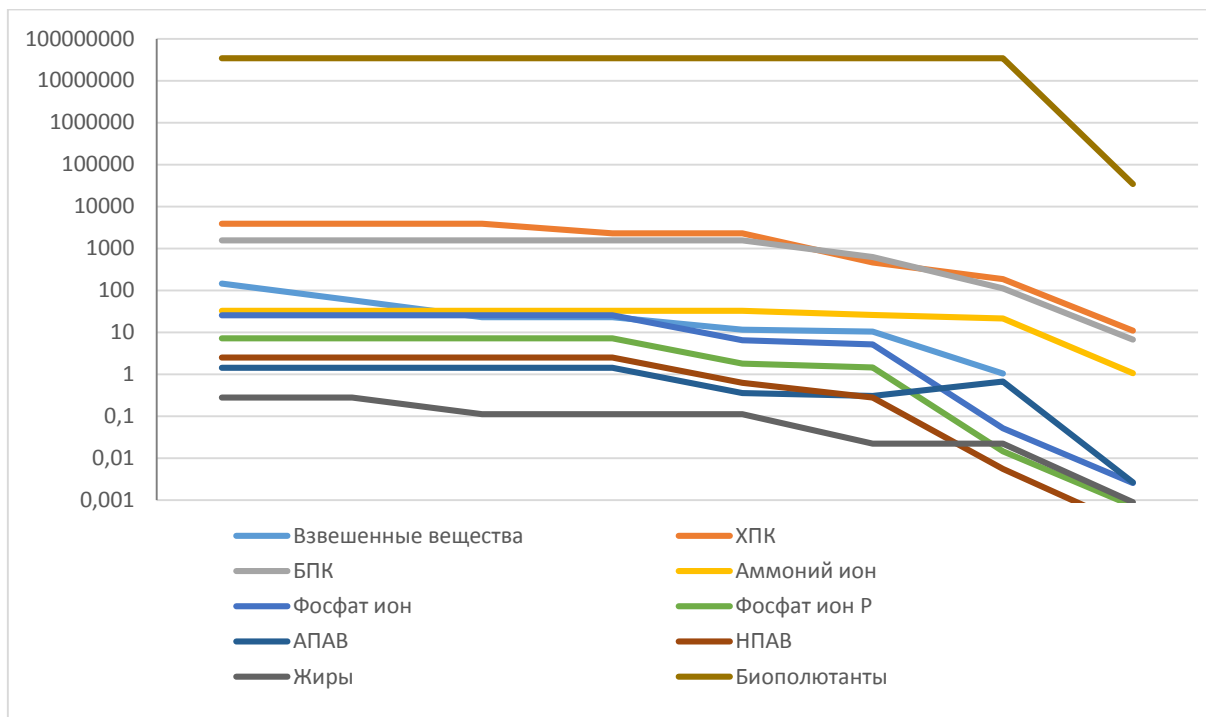


Рисунок 3.3 – Снижение концентрации веществ в сточной воде на предлагаемой схеме очистки

3.4.1 Аккумулирующая емкость

Объем аккумулирующей емкости равен максимальному остатку воды в промежуток времени 5-6 часов.

$$W_{\text{акк}} = 55,45 \text{ м}^3.$$

Принимаем аккумулирующую емкость с размерами в плане 4,5x5x2,5 м.

3.4.2 Жироприемная камера

Жироловка предназначена для отделения и задержания жиров и минеральных масел из сточных вод, направляемых в очистные сооружения из кухонь, ресторанов, мясоперерабатывающих и других предприятий. Используется как отдельная очистная единица в самостоятельной изолированной канализационной системе. Жироуловитель (жироотделитель), как правило, применяют в качестве начальной системы улавливания и удаления неэмульгированных жиров и масел из сточных вод и проектируется, обычно, вне здания, непосредственно на выпусках канализации. Защищает бытовую канализацию от жирового загрязнения, а очистные сооружения от снижения эффективности процессов очистки и проблем в эксплуатации.

Жироуловитель представляет собой цилиндрический моноблочный резервуар-емкость, образующими два отстойника, в которых происходит отделение песка, осадка и жира.

Все модели жироуловителей имеют технический колодец, предназначенный для обслуживания и откачки накопленного ила и жира.

Сточные воды поступают через подводящий патрубок в первую камеру жироуловителя, где происходит осаждение взвешенных веществ и отделение частиц жира от воды в результате разницы их удельных плотностей.

Предварительно очищенные стоки, попадают в камеру отстаивания где происходит окончательное осветление сточной воды. Очищенные стоки через выходной патрубок направляются на дальнейшую доочистку на флотаторе.

Осадок и жировой слой находится в жироуловителе до момента его удаления, например, при помощи ассенизационной машины.

$$\text{Диаметр } D = 2,0 \text{ м.}$$

$$V_p = q \cdot 1000 / \pi d^2 / 4, \quad (3.14)$$

$$V_p = 0,001167 \cdot 1000 / 3,14 \cdot 2^2 / 4 = 0,037 \text{ мм/с.}$$

Коэффициент учитывающий влияние механических примесей на всплытие жиросодержащих веществ:

$$\alpha = 0,0015 \frac{K_{\text{ж}}}{K_{\text{м.п}}} + 0,875, \quad (3.15)$$

где $K_{\text{ж}}$ – концентрация жира в воде, мг/л;

$K_{\text{м.п}}$ – концентрация механических примесей в воде, мг/л.

$$\alpha = 0,0015 \frac{0,29}{142,8} + 0,875 = 0,875.$$

Скорость всплывания частиц жира:

$$U = \frac{\alpha(112 - 93 \cdot \gamma_{\text{ж}})10^{0,0143d}}{1000}, \quad (3.16)$$

где $\gamma_{\text{ж}}$ – удельный вес жира;

d – расчетный диаметр частицы жиродержащих, мкм.

$$U = \frac{0,875(112 - 93 \cdot 0,89)10^{0,0143 \cdot 0,00}}{1000} = 0,69.$$

Рабочая глубина жироприемника:

$$H = 12,5 \frac{D}{0,312 + \frac{U}{\sqrt{V_p}} - 0,00018 \cdot V_p^2}, \quad (3.17)$$

$$H = 12,5 \frac{2}{0,312 + \frac{0,69}{\sqrt{0,037}} - 0,00018 \cdot 0,037^2} = 6,4 \text{ м.}$$

Продолжительность всплывания жиродержащих частиц:

$$t_{\text{в}} = \frac{H}{U \cdot 3,6}, \quad (3.18)$$

$$t_{\text{в}} = \frac{6,4}{0,69 \cdot 3,6} = 2,6 \text{ ч.}$$

Количество осадка, удерживаемого в жироприемнике:

$$W_{oc} = \frac{24 \cdot Q_{\text{ч}} \cdot K_{\text{МП}} \cdot \text{Э}}{\gamma_{oc} (100 - P) 10^6}, \quad (3.19)$$

где Э – эффект очистки по взвешенным веществам, %;
P – влажность осадка.

$$W_{oc} = \frac{24 \cdot 4,201 \cdot 142,8 \cdot 60}{1,5(100 - 97,5)10^6} = 0,019 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Объем выпускаемых обводненных жиропродуктов:

$$W = \frac{24 \cdot Q_{\text{ч}} (C_{\text{исх}} - C_{\text{ост}})}{\gamma_{\text{Н}} \cdot 10^6}, \quad (3.20)$$

где $C_{\text{исх}}$ – исходная концентрация жира, мг/л;
 $C_{\text{ост}}$ – остаточная концентрация, 60% от исходной, мг/л.

$$W = \frac{24 \cdot 4,201(0,29 - 0,116)}{0,89 \cdot 10^6} = 0,00002 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Потери:

$$Q_{\text{П}} = W + W_{oc}, \quad (3.21)$$

$$Q_{\text{П}} = 0,00002 + 0,019 = 0,019 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Суточный расход, $\text{м}^3/\text{сут}$

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{сут}} - Q_{\text{П}}, \quad (3.22)$$

$$Q_{\text{сут}} = 100,83 - 0,019 = 100,81 \text{ м}^3/\text{сут} = 4,2 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

3.4.3 Вертикальный отстойник

Вертикальные отстойники представляют собой цилиндрические, а иногда квадратные или многоугольные в плане резервуары.

Сточная жидкость подводится к жироприемной камере, а затем опускается по ней вниз и попадает в камеру отстаивания.

Диаметр отстойника:

$$D = \sqrt{\frac{(F + f_{\text{ж.к}}) \cdot 4}{\pi}}, \quad (3.23)$$

где F – площадь отстойника, м^2 :

$$F = \beta \frac{Q_{\text{ч}}}{3,6 \cdot V_{\text{р}} \cdot N}, \quad (3.24)$$

N – количество отстойников, шт;

$V_{\text{р}}$ – расчетная скорость восходящего потока воды, м/с ;

$$F = 1,3 \cdot \frac{4,20}{3,6 \cdot 0,6 \cdot 1} = 2,53 \text{ м}^2,$$

$$D = \sqrt{\frac{(2,53 + 3,14) \cdot 4}{3,14}} = 2,7 \text{ м, принимаем } 3 \text{ м.}$$

Период работы между сбросами осадка:

$$T = \frac{W_{\text{ос}} \cdot N \cdot \delta}{Q_{\text{ч}}(C - m)}, \quad (3.25)$$

где δ – концентрация уплотненного осадка, г/см^3 .

C – концентрация взвешенных веществ, поступающих в отстойник, мг/л ;

$W_{\text{ос}}$ – объем конической осадочной части отстойника, м^3 :

$$W_{\text{ос}} = \frac{\pi}{3} \cdot h_{\text{к}} \cdot \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 + \left(\frac{d}{2} \right)^2 + \frac{D}{2} \cdot \frac{d}{2} \right], \quad (3.26)$$

$$W_{\text{ос}} = \frac{3,14}{3} \cdot 1,67 \cdot \left[\left(\frac{3,0}{2} \right)^2 + \left(\frac{0,2}{2} \right)^2 + \frac{3,0}{2} \cdot \frac{0,2}{2} \right] = 4,14 \text{ м}^3,$$

$$T = \frac{4,14 \cdot 1 \cdot 20000}{4,2 \cdot (57,12 - 22,8)} = 574 \text{ ч.}$$

Высота конической осадочной части:

$$h_{\text{к}} = \frac{D - d}{2 \cdot \text{tg}(90^\circ - \alpha)}, \quad (3.27)$$

где $\alpha = 50 \div 55^\circ$;

D – диаметр отстойника, м ;

d – диаметр трубопровода для сброса осадка, $d=200 \text{ мм}$.

$$h_K = \frac{3,0 - 0,2}{2 \cdot \operatorname{tg}40^\circ} = 1,67 \text{ м.}$$

Количество воды, теряемой при сбросе осадка:

$$q_{\text{ос}} = \frac{K_p \cdot (C - m)}{\delta_{\text{ср}}} \cdot 100\% , \quad (3.28)$$

где k_p – коэффициент взвеси в воде после $3 \div 12$ ч;

$\delta_{\text{ср}}$ – концентрация взвешенных веществ, мг/л.

$$q_{\text{ос}} = \frac{1,5 \cdot (57,12 - 22,8)}{20000} \cdot 100\% = 0,25\% .$$

$$100,81 \text{ м}^3/\text{сут} - 100\%$$

$$x - 0,25\%$$

$$x = 0,252 \text{ м}^3/\text{сут}$$

С учетом потерь расход воды в отстойнике:

$$Q_{\text{сут}} = 100,81 - 0,252 = 100,56 \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (3.29)$$

3.4.4 Напорный фильтр

Сточные воды с помощью насосной установки подаются в здание очистных сооружений на напорные фильтры.

Напорные фильтры применяют при частичном осветлении воды, используемой для технических целей, при мутности исходной воды до 300 мг/л, рисунок 3.4.

Напорный фильтр представляет собой закрытый стальной резервуар, рассчитанный на внутреннее давление до 6 атм. В ряде случаев это позволяет подавать профильтрованную воду в разводящую сеть труб с достаточным напором, данные о напорных фильтрах в таблице 3.9 и таблице 3.10.

Продолжительность фильтроцикла в напорном фильтре обуславливается предельной потерей напора в фильтрующей загрузке и дренаже до 15 м вод. ст.

Кроме дренажной системы для отвода отфильтрованной воды и распределения воды при промывке устраивается распределительная система, по которой подаётся сжатый воздух. Подача воды на напорный фильтр и отвод промывной воды осуществляется либо через воронку, обращённую широким концом кверху, либо по кольцевой дырчатой трубе.

Таблица 3.9 – Данные о напорных фильтрах

Материал загрузки	Крупность зёрен в мм	Коэффициент неоднородности	Скорость фильтрации в м/ч	Интенсивность промывки в л/сек м ²	
				водяной	воздушной
Песок кварцевый	0,8-1,8	1,8	10-12	6-8	15-20
То же	1,5-2,5	2	13-15	6-8	18-25
Активированный уголь	0,8-1,8	1,8	10-12	6-8	13-15
То же	1,5-2,5	2	13-15	6-8	16-20
Nortex ВСБ полимер	3-5	0,5	13-14	4-5	10-12

Примечание. Гравийные поддерживающие слои не устраиваются.

Фильтрующая загрузка:

Nortex ВСБ – полимер представляет собою смесь полимерных материалов определенного состава и оригинальной структуры. В состав полимерной композиции входят специально модифицированные полиолефины. Изготавливается и поставляется ВСБ-полимер в гранулированном виде. ВСБ-полимер обладает высокой коалесцирующей способностью по отношению к различным нефтепродуктам, маслам и жирам природного или искусственного происхождения. По своей коалесцирующей способности ВСБ-полимер превышает известный коалесцирующий материал полипропилен более чем в 10 раз. ВСБ-полимер обладает также определенной сорбционной способностью по отношению к нефти и нефтепродуктам. Поэтому данный материал может быть использован в качестве коалесцирующей насадки и поглотителя в высокоэффективных коалесцирующих и адсорбционных фильтрах, предназначенных для очистки воды от нефтепродуктов.

Регенерация – промывка горячей водой. Утилизация – сжиганием, захоронением на полигонах промышленных отходов. Гарантированный срок работы с учетом регенерации – не менее одного года.

Таблица 3.10 – Основные размеры напорных вертикальных фильтров с пороэластановой загрузкой

Диаметр фильтра в мм	Высота слоя	Размеры фильтра по высоте в мм	Размеры фильтра в плане в мм	Диаметры основных трубопроводов в мм

	загрузки в мм	H	H ₁	H ₃	L	L ₁	L ₂	d	d ₁	d ₂
700	1000	1873	349	134	568	407	476	63	25	25
1000	1000	2675	492	192	812	583	680	80	50	50
1500	1000	2962	643	193	860	602	955	125	80	50
1000	1000	3235	738	236	885	685	1170	150	80	50
2600	1000	3512	820	220	1400	808	1500	200	100	80
3000	1000	3745	850	290	1706	690	1730	250	125	100
3400	1000	3870	850	250	1700	982	1930	250	125	100

Определение площади фильтра, м². Площадь фильтра определяется по формуле:

$$F = \frac{Q_{\text{сут}}}{T \cdot V_{\text{р.н.}} \cdot (-3,6n(\omega_1 \cdot t_1 + \omega_2 \cdot t_2 + \omega_3 \cdot t_3) - n \cdot t_4 \cdot V_{\text{р.н.}})}, \quad (2.30)$$

где Q – производительность фильтра (полезная) в м³/сут;

T – продолжительность работы станции в течении суток в ч;

V_{р.н.} – расчётная скорость фильтрования в м/ч;

n – число промывок фильтров за сутки;

W₁ и t₁ – интенсивность в л/сек·м² и продолжительность первоначального взрыхления фильтрующей загрузки;

t₄ – продолжительность простоя фильтра из-за промывки, час.

$$F = \frac{100,56}{24 \cdot 14 - 3,6 \cdot 2 \cdot (5 \cdot 0,1) - 2 \cdot 0,33 \cdot 14} = 0,31 \text{ м}^2.$$

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4}. \quad (2.31)$$

Диаметр определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{F \cdot 4}{\pi}}, \quad (2.32)$$

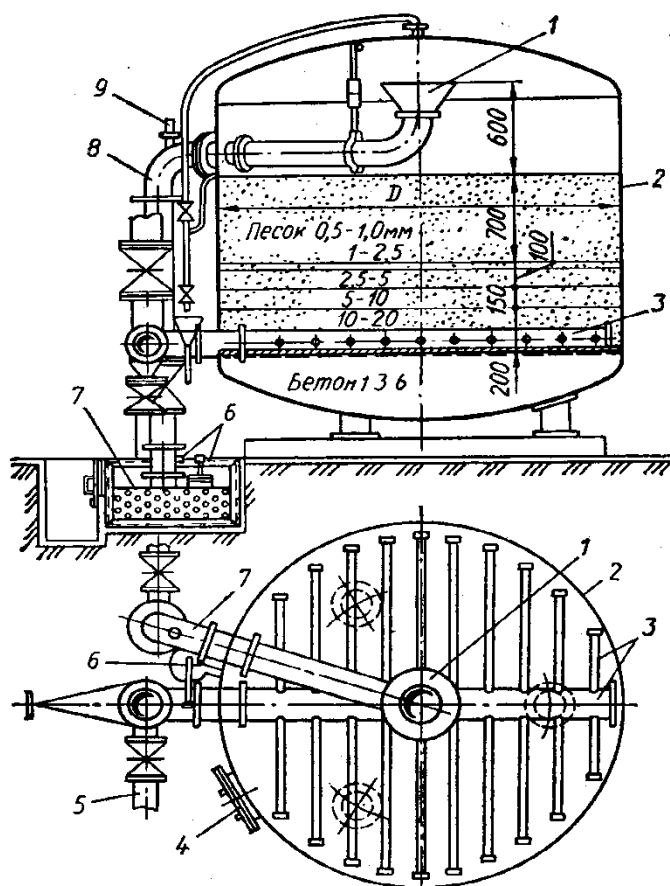
$$D = \sqrt{\frac{0,31 \cdot 4}{3,14}} = 0,63 \text{ м.}$$

Принимаем 1 напорный + 1 резервный фильтр с порозластановой загрузкой Nortex ВСБØ 700 мм.

Типоразмеры:

H = 1873 мм; H₁ = 349 мм; L = 568 мм; L₁ = 407 мм; L₂ = 476 мм.

Схема напорного вертикального фильтра представлена на рисунке 3.4.



1 – воронка; 2 – корпус; 3 – дренажная система; 4 – люк; 5 – трубы для отвода фильтрата; 6 – поплавок; 7 – лоток для промывной воды; 8 – трубопровод; 9 – предохранительный клапан

Рисунок 3.4 – Схема вертикального напорного фильтра

Расчёт распределительной системы напорного фильтра.

Проектируется вертикальный напорный фильтр $\varnothing 700$ мм.

Площадь песчаной загрузки фильтра $f = 0,38$ м².

Интенсивность промывки $\omega = 5$ л/сек·м².

Общий расход воды на промывку на один фильтр $q_{пр} = 0,38 \cdot 5 = 1,92$ л/сек = 0,00192 м³/сек.

Длина ответвлений:

С каждой стороны коллектора размещается по 6-7. Принимаем между осями ответвлений 0,10 м, следовательно, количество ответвлений принимаем 14 шт. Расход, поступающий в коллектор равен 0,001164 м³/с, следовательно, расход на одно ответвление составляет 0,000083 м³/с, исходя из этого находим диаметр ответвления, он равен 15 мм.

Так как фильтр имеет в плане круглое сечение, то ответвления будут разной длины: 0,11 м; 0,24 м; 0,29 м; 0,31 м.

Разрез дренажной системы фильтра представлен на рисунке 3.5.

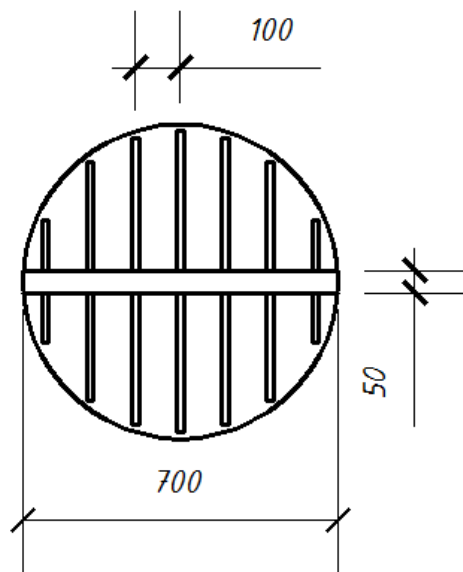


Рисунок 3.5 – Разрез фильтра

Щель 1,5 мм. Расстояние между щелями 2,5 мм.

3.4.5 Насосная установка для подачи сточных вод от фильтра на флотатор

Серия ACTIVE SYSTEM

Самозаполняющаяся насосная станция бытового назначения, оснащена датчиком сухого хода, датчиком давления. Благодаря системе ACTIVE исключаются гидравлические удары, ограничение количества запусков, обеспечивается стабильное давление внутри гидравлической системы таблица 3.9.

Температура перекачиваемой жидкости от 0 до 35С

Способны работать при наличии в воде воздушных пузырьков и газа.

Питание 220–230 В/50 Гц.

Глубина всасывания до 8 м.

Максимальное рабочее давление 8 бар.

Технические характеристики автоматической насосной станции серии ACTIVE SYSTEM представлены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Характеристики автоматической насосной станции

Технические характеристики				
Модель	Расход, м ³ /ч	Напор, м	Максимальная мощность, кВт	Диаметр входного патрубка
Active J/II/JS 92 M	0.6-4,8	36,2-17,6	0.75	2''
Active J/II/JS 132 M	0.6-4,8	48,3-27,2	1	2''

Автоматические насосные установки повышения давления, предназначены для бытового применения в небольших системах водоснабжения гражданского и промышленного назначения, для сельскохозяйственных установок, для моек и т. д. Данные насосные установки созданы на основе следующих насосов:

– JET, JETINOX, JETCOM, EUROINOX – самовсасывающие насосы с превосходной всасывающей способностью даже при наличии в воде пузырьков воздуха. Незаменимы в случае, когда вода подается из колодцев или существуют какие-либо трудности при всасывании;

– EURO, EUROCOM – многоступенчатые центробежные насосы с низким уровнем шума, работают при положительном давлении во всасывающем патрубке.

Система ACTIVE помогает повысить давление в системе, когда оно недостаточное или периодически падает.

Система ACTIVE – установленный на насос блок, который:

- 1) контролирует насос
- 2) управляет насосом в автоматическом режиме
- 3) ограничивает количество пусков насоса
- 4) гарантирует стабильное давление в гидравлической системе.
- 5) позволяет отрегулировать минимальное давление в гидравлической системе.

Принцип работы.

Система ACTIVE представляет собой устройство управления насосом со встроенной электронной платой. Встроенный микропроцессор собирает и обрабатывает данные по давлению и расходу воды, что позволяет насосу работать в оптимальных условиях. Даже при незначительном потреблении воды насос включается при падении давления в системе до установленного потребителем значения (1,5-2,5 атм). В случае утечек в системе или при малом водопотреблении система ACTIVE ограничивает число пусков насоса. Исключение гидроударов: при прекращении водопотребления насос останавливается с задержкой по времени (около 10 сек). При прекращении подачи воды в насос система ACTIVE останавливает его, после чего периодически делает попытки запуска насоса.

Система ACTIVE не требует никаких регулировок или технического обслуживания.

Подбираем автоматическую насосную станцию ActiveJ 92 M.

3.4.6 Флотационная установка

После фильтров сточная вода подается на флотаторы, расположенные в здании очистных сооружений с помощью насоса.

Флотатор двухступенчатый проточный ФДП предназначен для флотационной очистки сильнозагрязненных промышленных сточных вод предприятий: нефтехимии, мясомолочной промышленности, масложировых производств, обслуживающих железнодорожный транспорт, прачечных и других сточных вод

от жиров, масел, взвешенных веществ, нефтепродуктов, органических примесей, ПАВ и других загрязнений. Флотаторы ФДП отличаются повышенной степенью очистки (по сравнению с одноступенчатыми схемами), более надежной работой.

Конструкция флотаторов позволяет использовать химические реагенты (коагулянты, флокулянты), что значительно увеличивает степень очистки воды. Стоки подаются на очистку в ФДП с помощью погружного насоса. Такая «проточная» схема позволяет регулировать производительность аппарата и не требует установки дополнительных накопительных емкостей, а сам флотатор можно установить практически на любом расстоянии и высоте от источника образования сточных вод.

При залповом сбросе сточных вод не происходит проскока неочищенной воды. Первая ступень флотации имеет отстойную зону, что позволяет подавать воду на очистку без предварительного отстаивания, что значительно упрощает схему очистных сооружений.

Количество флотаторов: 1 рабочий и 1 резервный.

Технические характеристики флотатора ФДП представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Технические характеристики флотатора ФДП-6

Модель	Производительность, м ³ /ч	Потребляемая мощность, кВт	Габаритные размеры, м	Масса сухая/с водой, т
ФДП-6	6,0	6,0	3850x2350x2370	1,9/10,0

Для очистки сточных вод применяются реагенты: гидрооксихлорида-люминия и АкваАурат 30, которые подаются по патрубкам на флотаторы.

Аква-Аурат30

Применение:

- очистка и кондиционирование питьевой воды;
- очистка сточных вод в промышленности, сельском хозяйстве, бытовых целях;

- для водоподготовки ТЭЦ, ГРЭС, котельных;

- в бумажной промышленности для проклеивания бумаги;

- парфюмерии и др.

Преимущества:

- имеет высокие потребительские свойства;
- технологическая активность практически не зависит от температуры очищаемой воды;

- не образует в воде, воздухе и почве токсичных веществ;

- имеет длительный срок хранения;

- не слеживается при хранении;

- не требует для хранения отапливаемых складов и помещений;

- удобен в применении, легко и быстро растворяется в воде;

– позволяет осуществлять точную дозировку.

3.4.7 Блок биологической очистки

Из флотатора сточная вода подается самотеком в блок глубокой доочистки.

Сооружения для биологической очистки хозяйственно-бытовых и приравненных к ним по составу производственных сточных вод применяются там, где нет возможности сбрасывать стоки в городской канализационный коллектор или в случаях, если превышения по ПДК некоторых показателей стоков, таких как жиры, БПК, ХПК и прочее выше, чем допустимые условия сброса. Объекты, на которых возможно применение производимого «ЭКОЛАЙН» оборудования различны, от отдельно стоящих административных или жилых зданий, до посёлков, баз отдыха, санаториев, промышленных предприятий различных отраслей деятельности и многие другие объекты. Предлагаются разные по составу и производительности комплексные установки по очистке сточных вод, которые решают поставленные задачи в каждом конкретном случае.

Отдельно стоит отметить те организации, которые вынуждены платить большие штрафы за содержание повышенных концентраций различных загрязнений в стоках. Реализовывается множество подобных объектов и помогли предприятиям общепита (рестораны, кафе), гостиницам, базам отдыха, решить вопросы с уменьшением ПДК, а, следовательно, и отсутствием штрафных санкций.

Принимаем два блока биологической очистки ЭКО-Р-120 производства ООО «ЭКОЛАЙН» Тольятти с габаритными размерами: диаметр 3 м, длина 8 м. Блок глубокой биологической доочистки представлен на рисунке 3.6.

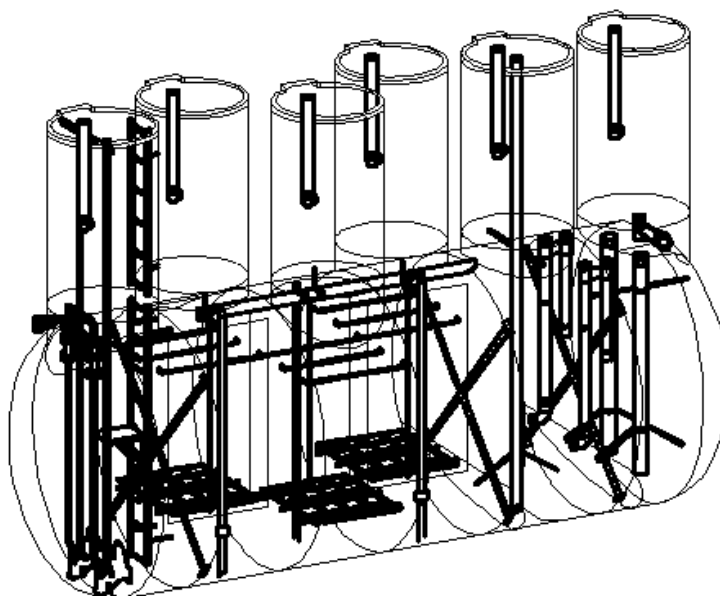


Рисунок 3.6 – Блок глубокой биологической доочистки

3.4.8 Бактерицидная установка

После биологической доочистки сточная вода насосами подается на обеззараживание.

В качестве блока обеззараживания применяем кавитационную установку, представляющую собой новое поколение устройств для обеззараживания воды, созданная на базе конверсионных технологий. Их отличает практически полное уничтожение патогенных микроорганизмов и превращение токсичных органических соединений в нетоксичные нейтральные химические соединения. Использование кавитационных установок позволяет производить обеззараживание высокоминерализованных вод, без биообрастания и соляризации поверхностей излучателей. Установки выпускаются производительностью 500 л/час, 1000 л/час, 3000 л/час, 5000 л/час, 10000 л/час, 30000 л/час, 50000 л/час, 100000 л/час, 250000 л/час, 500000 л/час. Они просты в эксплуатации, малогабаритны, малоэнергичны (<10 Вт - 1000 л/час), долговечны (до 12000 часов). Могут работать от сети 220 В, 50-60 Гц, а также от солнечных батарей, аккумуляторов и т.д.

Подбор данной установки был осуществлён на основе гидродинамического способа возбуждения кавитации, заключающемся в создании каверн за обтекаемыми телами в потоке жидкости. К их числу относятся аппараты с лопастными кавитирующими крыльчатками, вращение которых в жидкой среде создаёт кавитационное поле пульсирующих давлений (несколько тысяч атмосфер), оказывающих на жидкость силовое воздействие, и различные кавитационные мельницы с кавитирующими механизмами на базе центробежных насосов. В этих аппаратах кавитирующие элементы совмещают в себе функции кавернообразующих тел и рабочих частей насосной установки, вращение которых приводит жидкость в движение.

Явление гидродинамической кавитации лежит на основе принципа действия проточно-кавитационных реакторов различных конструкций, в которых происходит кавитационная обработка технологического сырья. Применение кавитационных реакторов с кавитаторами простой геометрии обладает рядом отличительных особенностей: более разработанной теорией расчёта параметров кавитационного течения в проточной камере, возможностью регулирования интенсивности кавитационного поля, надёжностью в эксплуатации, низкой трудоёмкостью изготовления.

Работа кавитационных аппаратов основана на использовании энергии кавитационных пузырьков, выделяющихся при их пульсации по симметричной схеме с образованием полей пульсирующих давлений (4-10 тыс. атм); асимметричном схлопывании каверн с образованием ударных кумулятивных микроструек (скорость 100-500 м/с, давление 1-2 тыс. атм).

Кроме того, в кавитационном воздействии на жидкость определённую роль играют эффекты, сопровождающие явления кавитации:

- образование за обтекаемыми телами турбулентных зон, заполненных смыкающимися пузырьками, в которых происходит интенсивное микроперемешивание технологических реагентов;
- температурные пульсации парагаза в пузырьках (до 1-2 тыс. °С), вызываемые их расширением – сжатием;
- фазовые переходы, протекающие на поверхности кавитационных пузырьков;
- электризация пузырьков на границе между жидкой и газовой средами.

Расход сточных вод после блока биологической очистки составляет 4,175 м³/ч, поэтому подбираем установку Лазурь М-5К.

Бактерицидная установка Лазурь М-5К представлена на рисунке 3.6.



Рисунок 3.7 – Бактерицидная установка Лазурь М-5К

Для подачи оборотной воды на предприятие «АгроНик», после бактерицидной установки Лазурь М-5К устанавливаем автоматическую насосную станцию ActiveJ 92 М.

3.5 Предлагаемая схема обработки осадка сточных вод

3.5.1 Расчет шламонакопителя

При объемном весе осадка сточных вод в шламонакопителе 0,509 т/м³. Объем шламонакопителя при расчете четырехчасового запаса осадка равен:

$$W_{ш.н} = \gamma \cdot Q_{ч} \cdot 4 \cdot \rho, \quad (3.33)$$

$$W_{ш.н} = 0,509 \cdot 4,201 \cdot 4 \cdot 1,9 = 16,3 \text{ м}^3.$$

Принимаем шламонакопитель диаметром 2,2 м, следовательно высота будет равна:

$$H = \frac{W_{ш.н}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}. \quad (3.34)$$

$$H = \frac{16,3}{\frac{3,14 \cdot 2,2^2}{4}} = 4,3 \text{ м.}$$

Из шламонакопителя насосом DABNOVA 200 M-NA мощность 0,35 кВт, осадок перекачивается на обезвоживание в вакуум-фильтр.

3.5.2 Вакуум - фильтр

Объем уплотненного осадка, м³:

$$W_{\text{упл}} = \frac{W_{\text{з.н}} \cdot 80,5}{97,5}, \quad (3.35)$$

$$W_{\text{упл}} = \frac{3,9 \cdot 80,5}{97,5} = 3,22 \text{ м}^3.$$

где W – объем поступающего за сутки осадка.

Объем зоны накопления, м³:

$$W_{\text{з.н}} = \frac{T \cdot Q_{\text{сут}} \cdot (C_p - m)}{\delta}, \quad (2.36)$$

где T – работа между очистками, 3 ч.

$$W_{\text{з.н}} = \frac{3 \cdot 100,83 \cdot 257,87}{20000} = 3,9 \text{ м}^3.$$

Расчет вакуум – фильтрации по сухому веществу:

$$M_{\text{сух}} = \frac{W_{\text{упл}} \cdot (100 - B_{\text{л}}) \cdot \gamma_{\text{ос}}}{100}, \quad (3.37)$$

где $B_{\text{л}}$ – влажность осадка после шламонакопителя, 80,5 %;

$\gamma_{\text{ос}}$ – объемный вес осадка, 0,466 т/м³.

$$M_{\text{сух}} = \frac{3,22 \cdot (100 - 80,5) \cdot 0,466}{100} = 0,29 \text{ т/сут.}$$

Требуемая площадь вакуум – фильтров:

$$F_{\text{в.ф.}} = \frac{M_{\text{сух}} \cdot 1000}{T_{\text{в.ф.}} \cdot K}, \quad (3.38)$$

где $T_{\text{в.ф.}}$ – время работы вакуум-фильтров в сутки, 16 ч;

K – коэффициент характеризующий нагрузку на 1 м^2 поверхности вакуум фильтров, 24.

$$F_{\text{в.ф.}} = \frac{0,29 \cdot 1000}{16 \cdot 24} = 0,76 \text{ м}^2.$$

Подбираем вакуум-фильтр БОН1-1,0-1У с техническими характеристиками:

Таблица 3.13 – Технические характеристики вакуум-фильтра БОН1-1,0-1У

Модель	Площадь, м^2	Размер барабана, мм	Мощность, кВт	Габаритные размеры, мм	Масса, кг
БОН1-1,0-1У	1,0	$\emptyset 1000 \times 370$	1,1	1800x1600x1700	980

Обезвоженный осадок (кек) направляется для обезвреживания на иловые площадки, а фугат направляется в голову сооружений с помощью автоматической насосной станции ActiveJ 92 М.

3.5.3 Иловые площадки

Количество осадка:

$$W_{\text{ос}} = \frac{Q_{\text{сут}}(C-m)365}{10^6}, \quad (3.39)$$

$$W_{\text{ос}}^{\text{в.в.}} = \frac{100,83(204-1,03)365}{10^6} = 7,46 \text{ т/год},$$

$$W_{\text{ос}}^{\text{фосфаты}} = \frac{100,83(25,6-0,003)365}{10^6} = 0,94 \text{ т/год},$$

$$W_{\text{ос}}^{\text{хлориды}} = \frac{100,83(29,3)365}{10^6} = 1,08 \text{ т/год}.$$

Суммарное количество осадка:

$$W = W_{\text{ос}}^{\text{в.в.}} + W_{\text{ос}}^{\text{фосфаты}} + W_{\text{ос}}^{\text{хлориды}}, \quad (3.40)$$

$$W = 7,46 + 0,94 + 1,08 = 9,48 \text{ т/год}.$$

Объем осадка с учетом обезвоживания:

$$V_{oc} = \frac{W \cdot 100}{(100 - P) \cdot \gamma}, \quad (3.41)$$

где P – влажность осадка после вакуум-филтра, %;
 γ – объемный вес осадка после вакуум-филтра, т/м³.

$$V_{oc} = \frac{9,48 \cdot 100}{(100 - 64,4) \cdot 0,424} = 62,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Площадь иловых площадок:

$$F = \frac{V_{oc}}{h \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3, \quad (3.42)$$

где h – глубина иловых площадок, м;

1,5 – коэффициент увеличения иловых площадок с учетом подземных путей;

3 – коэффициент, учитывающий уплотнение осадка в течении трех лет.

$$F = \frac{62,8}{1 \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3 = 0,028 \text{ га} = 282,6$$

4 Исследования

4.1 Цель проведения эксперимента

Цель: Подбор метода обеззараживания на все группы выявленных биополлютантов. Выбор режима кавитации для устранения жиросодержащих веществ, биообрастаний, при компановке оборотной системы водоподготовки предприятия пищевой промышленности с качеством воды соответствующим европейским стандартам и [33] регламентирующему 3 категорию технической воды.

4.2 Состав сточных вод

Сточные воды предприятий отрасли пищевой промышленности относятся к категории высококонцентрированных стоков по содержанию органических загрязнителей и биополлютантов.

В большом количестве в них содержатся органические загрязнения естественного происхождения. Кроме того, в сточные воды в значительных количествах поступают минеральные примеси и поверхностно-активные вещества (моющие средства). Минеральными загрязнениями этих стоков являются хлориды, нитраты, минеральные взвешенные вещества (песок, глина).

Бактериальные и биологические загрязнения представляют собой различные микроорганизмы: дрожжевые и плесневые грибки, мелкие водоросли и бактерии, в том числе болезнетворные.

4.3 Причина развития биополлютантов

Причиной развития в бактериях и водорослях является наличие в охлаждающей воде необходимых для них питательных веществ и подходящих температурных условий. Особенно интенсивное развитие биообрастаний наблюдается при повышенном содержании в охлаждающей воде органических веществ. Развитие бактерий проявляется в форме слизистых отложений на стенках аппаратов и труб. Среди слизистых отложений скапливается песок и другая взвесь.

4.4 Идентификация микрофлоры и фауны сточной воды

Для подбора эффективной схемы очистки сточных вод требуется идентификация микрофлоры, содержащейся в них.

Существует несколько способов для изучения морфологии, анатомического строения типичных свойств микроорганизмов, такие как: простой способ окраски бактерий и сложный метод окраски микроорганизмов по Грамму.

В данном исследовании используется последний метод, предназначенный для изучения химического состава и анатомических структур клетки бактерии.

Прежде чем приступить к данному методу необходима высева микроорганизмов в течение 14 дней на питательной среде Тамиа следующего состава: KNO_3 – 5,0 г/л; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 2,5 г/л; KH_2PO_4 – 1,25 г/л, цитрат железа – 0,003 г/л. В готовую среду вносятся раствор микроэлементов (1 мг/л среды) следующего состава: H_2BO_3 – 2,86 г/л; $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ – 1,81 г/л; $\text{ZnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – 0,222 г/л; MoO_4 – 17,64 мг/л; NH_4VO_3 – 22,96 мг/л.

Непосредственно сам способ окраски является самым универсальным из сложных способов. Все бактерии по своему отношению к этому методу распределяются на две группы: грамположительные (фиолетового цвета) и грамотрицательные (красного цвета). Отношение к окраске по Грамму является настолько важным опознавательным признаком бактерий, что обязательно упоминается в их характеристике.

Механизм окраски основан на способности некоторых грамположительных бактерий связывать кристаллический фиолетовый и после обработки йодом и промывания этиловым спиртом сохранять образующийся комплекс краситель-йод. Этот комплекс фиксируется на магниевых солях РНК, которые содержатся в цитоплазме грамположительных бактерий, у грамотрицательных бактерий магниевые соли РНК имеются в небольшом количестве. Отмечается разница в проницаемости клеточных стенок у этих двух групп бактерий.

Грамотрицательные бактерии содержат в клеточной стенке значительно меньше гликопептида, молекула которого «сшита» гораздо слабее, чем это имеет место в клеточной стенке грамположительных бактерий.

После окраски проводится микробиологический анализ путем микроскопирования на микроскопе типа Ломо никмед-1, с последующей идентификацией

обнаруженных микроорганизмов по методическим указаниям Г.П. Алехина. В ходе идентификации были обнаружены следующие микроорганизмы:

Бактерии (*Zoogloearamigera*, *Streptococcusmarginatum*, *Zoogloeafulvipes*) они вызывают такие заболевания у человека, как ангина, рожа, воспаление костного мозга, сепсис.

Водоросли (*Zygnema stellinum*; *Anabaena*; *Aphanizomenon*; *Microcystis*) вызывают нарушение обмена веществ, заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергии, гаффульную болезнь, химические отравления, вызывающие поражение нервной системы.

Диатомовые (*AserionellaFormosa*; *Meloziragranulate*; *StephanodiscusAstraea*; *Stephanodiscushantzschii*) вызывают заболевания желудочно-кишечного тракта, кожные аллергические реакции.

Что касается инженерных сооружений, образуют плотную биопленку, вызывая уменьшение диаметров трубопроводов, провоцируют повышение давления и порывы. Продукты жизнедеятельности вызывают коррозионные изменения инженерных сетей и оборудования.

Цианобактерии (*Oscillatoriaputrida*; *Arthrospira* major): токсины этих водорослей вызывают летальный исход у рыб, тяжелые отравления млекопитающих, тяжелые аллергические реакции у человека. Водоросли этого рода образуют налеты на трубопроводах, оборудовании и сооружениях, создавая эффект «мокрой стены», часто пленки осцилляторий плавают на поверхности воды.

4.5 Подсчет численности биоплютоантов в камерах Горяева

Для подсчета численности водорослей использовались счетные камеры Горяева (рисунок 4.1). Перед счетом одну каплю пробу одну каплю переносят в камеру и одну каплю тщательно перемешивают. Равномерное перемешивание пробы проводят продуванием воздуха через пипетку с отпиленным окончанием. Камеру закрывают и после осаждения водорослей на дно камеры проводят идентификацию и подсчет всех обнаруженных видов водорослей, проводят измерение размеров их клеток для дальнейшего подсчета биомассы. Для статистической обработки и установления биомассы доминирующих видов необходимо, чтобы каждый из них был встречен не менее 100 раз.



Рисунок 4.1 – Камера Горяева

Вычисление биомассы планктона проводя методом суммирования биомасс популяций отдельных видов. Для этого надо установить среднюю массу клеток водорослей, составляющих популяцию в пробе. Для вычисления биомассы измеряют не менее 30 экземпляров водорослей каждого вида в каждой пробе с нахождением средних значений для каждой популяции. Найденный для каждой клетки объем умножают на ее численность и получают значение биомассы.

В качестве критерия бактериологической загрязненности используют подсчет общего числа образующихся колонии бактерий КОЕ в 100 мл воды.

Для выделения бактерий и подсчета общего микробного числа использовался метод фильтрации через мембрану. При этом анализе воды определенное количество воды пропускается через специальную мембрану с размером ячейки порядка 0,45 мкм. В результате, на поверхности мембраны остаются все находящиеся в воде бактерии. После чего мембрану с бактериями помещают в специальную питательную среду при температуре 30 - 37 °С на 24 часа.

Во время этого инкубационного периода, бактерии получают возможность размножиться и образовать хорошо различимые колонии, которые и подсчитываются. Полученное число колоний называют Общим Микробным Числом, полученным при +37 градусах Цельсия (ОМЧ +37 °С), которое свидетельствует об общей микробиологической загрязненности среды.

По результатам такого анализа нельзя однозначно судить о присутствии в водной среде патогенных микробов, но высокое микробное число свидетельствует об общей бактериологической загрязненности воды и о высокой вероятности наличия патогенных элементов.

4.6 Метод определения качественного и количественного состава биообрастаний

Определение качественного и количественного состава биообрастаний соответствует. Была применена методика прямого подсчёта количества клеток биообрастаний на камерах Горяева.

Подсчет клеток многоклеточных проводился в соответствии с формулой

$$N = \frac{n \cdot B}{k \cdot V}, \quad (4.1)$$

где N – количество организмов в 1 мл воды исследуемого пробы;

n – количество организмов, обнаруженных на просмотренных дорожках (квадратах);

B – количество дорожек (квадратов). на которых производился подсчет водорослей;

k – первоначальный объем отобранной пробы (см³);

V – объем сгущенной пробы (см³).

Произведён первоначальный перерасчёт на количество клеток во взрослой особи.

Для субстратных прикреплённых водорослей таких как *Melozira granulate* и *Oscillatoria putrida* расчёт производится по формуле:

$$N = n \cdot 10 \cdot v / S \cdot 10, \quad (4.2)$$

где N – количество организмов на 10 см^2 поверхности субстрата;

n – число организмов в просчитанной капле воды объемом $0,1 \text{ см}^3$;

V – объем пробы (см^3);

S – площадь сечения трубки в микробентометре (для бентосных проб) или площадь поверхности субстрата, с которого смыты водоросли (для проб обрастания), см^2 .

Расчет количественного и качественного состава биополлютантов отражён в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Качественный и количественный анализ биообрастаний системы предприятия пищевой промышленности ОАО «АгроНик»

Классификационная принадлежность	Количество клеток в 100 мл.
<i>Zoogloea ramigera</i>	180000
<i>Streptococcus marginatum</i>	240000
<i>Zoogloea filipendula</i>	246670
<i>Zygnema stellinum</i>	255000

Окончание таблицы 4.1 – Качественный и количественный анализ биообрастаний системы предприятия пищевой промышленности ОАО «АгроНик»

Классификационная принадлежность	Количество клеток в 100 мл.
<i>Anabaena</i>	206667
<i>Aphanizomenon</i>	154000
<i>Microcystis</i>	156500
<i>Aserionella Formosa</i>	22500
<i>Melozira granulate</i>	2 колонии взрослых микроорганизмов состоит из 180000 клеток
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	30667
<i>Stephanodiscus astraea</i>	30000
<i>Oscillatoria putrida</i>	2 колонии взрослых микроорганизмов состоит из 180000 клеток
<i>Arthrospira major</i>	200000

4.7 Недостатки типовых методов обеззараживания сточных вод

Выявленные микроорганизмы, как говорилось выше, способны оказывать негативное воздействие как на человека, так и на инженерные сооружения.

В связи с этим существует необходимость удаления этих микроорганизмов из сточной воды. При использовании типовых схем очистки сточных вод (хлорирование, озонирование, УФ-облучение), где индикация ведется на E.coli, общий эффект очистки составляет не более 80%.

Стандартные методы обеззараживания не учитывают полного состава микроорганизмов в сточной воде, а как следствие имеют низкую эффективность и практически нет пролонгированного эффекта.

Недостатками вышеуказанных методов является:

– Хлорирование – высокая активность хлора (он вступает в химические реакции со всеми органическими и неорганическими веществами, находящимися в сточной воде).

При этом, образуются хлорсодержащие токсины, мутагенные и канцерогенные вещества и яды, в том числе диоксиды, а именно:

– хлороформ, обладающий канцерогенной активностью

– дихлорбромметан, хлоридбромметан, трибромметан – обладающие мутагенными свойствами

– 4,6-трихлорфенол, 2-хлорфенол, дихлорацетонитрил, хлоргирердин, полихлорированные бифенилы – являющиеся иммунотоксичными и канцерогенными веществами

– тригалогенметаны – канцерогенные соединения хлора.

Озонирование:

Озон – газ, токсичный при вдыхании, как следствие схемы усложняются высокоточными аппаратами контроля

Чистый озон взрывоопасен.

Обработанная озоном вода приобретет высокую окислительную способность и становится коррозионно-активной.

Особенно коррозионная активность может возрасти при повышении температуры или снижения давления в системе. Это требует использования оборудования и материалов, стойких к озону – трубы из ПВХ или нержавеющей стали.

Озонирование – это процесс, требующий уникального состава, дорогостоящего оборудования, которое эксплуатируется в строго нормированных условиях.

УФ-облучение:

– При недостаточной мощности излучения или малой длительности воздействия не все микробы в сточной воде инактивируются.

– Не обладает длительным пролонгированным эффектом и способен провоцировать увеличение численности биополлютантов.

– Необходимо организовать профилактическое обслуживание и контроль загрязнения трубок.

– Высокая концентрация взвешенных частиц и мутность воды могут быть причиной низкой эффективности ультрафиолетовой дезинфекции.

Исходя из выше сказанного, целью моей работы является подбор альтернативного метода обеззараживания, направленного на все группы выявленных биополлютантов.

Одним из перспективных методов является обработка воды в кавитационных реакторах.

4.8 Кавитационная технология

Кавитация – нарушение сплошности внутри жидкости в результате местного понижения давления. Гидротермодинамическая кавитация вызывает распад молекул воды с образованием сильных окислителей таких как, озон, перекись водорода, атомарный кислород.

В работах В. М. Ивченко впервые было обращено внимание на комплексное кавитационное воздействие на гомогенные и гетерофазные жидкости, которое возможно использовать в технологических целях. В работах В. М. Ивченко, В. А. Кулагина, А. М. Кривцова, А. Ф. Немчина и др. показано, что кавитационное воздействие на обрабатываемую среду является одним из эффективных методов интенсификации химико-технологических, гидромеханических и массообменных процессов в жидкостях, деструкции веществ и т.п.

Физико-химические аспекты кавитационных явлений изучены ранее с использованием ультразвуковых генераторов кавитации. Экспериментально установлено, что величина порога, при котором образуется кавитация, зависит от многих факторов, поэтому определение этих значений возможно только для конкретно заданных условий.

В зависимости от внешних факторов, схлопывание пузырька может происходить по-разному. Особенно сильно это влияние сказывается на последнем этапе схлопывания пузырьков, когда их размеры очень малы. Увеличение плотности и вязкости снижает интенсивность кавитационного воздействия; наличие растворенных и нерастворенных газов в растворе замедляет коллапс пузырьков; силы поверхностного натяжения ускоряют этот процесс. Наиболее вероятной является схема несимметричного схлопывания с образованием кумулятивных струек по М. Корнфельду-Л.Суворову.

Схемы схлопывания пузырька у стенки представлена на рисунке 4.2.

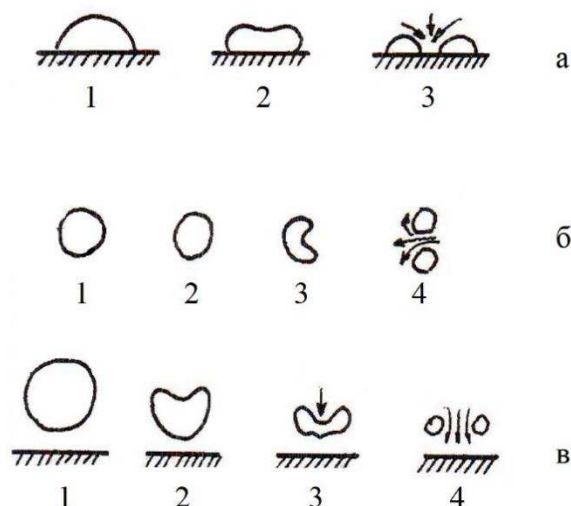


Рисунок 4.2 – Схемы схлопывания пузырька у стенки (по М. Корнфельду-А.Суворову)

Образующиеся при схлопывании микроструи обладают высокой скоростью и ударной силой (скорость от 100 до 500 м/с, давление от 1 до 2 тыс. атм). Именно они являются причиной сильной эрозии на винтах, рабочих колесах насосов и других аппаратов. Данные эффекты могут применяться в различных производственных процессах, например, данное свойство кавитации используется для очистки поверхностей от последствий коррозии.

Формы течений для пузырька в жидкости можно условно разделить на четыре типа:

- кавитационную эрозию (подводный взрыв с образованием кумулятивной струи);
- развитие из поверхностного зародыша микропузырька (кипение - кавитация);
- газификацию пограничного слоя (барботаж, аэрация);
- пульсацию парогазового пузырька (гидроакустика, кавитационная технология, водородные камеры).

Некоторые из них поддаются точному математическому описанию в рамках соответствующих моделей сплошных сред.

При резком снижении давления жидкости, даже при малых температурах, всегда имеющиеся в воде микроскопические «ядра» кавитации разрастаются до видимых размеров и образуют белесую, среду – жидкость, сплошь заполненную парогазовыми микропузырьками диаметром от 20 до 200 мкм.

О химических процессах, протекающих в водных растворах под воздействием кавитации, известно достаточно много. Внутри схлопывающихся кавитационных микрополостей возникает огромное давление и температура, в таких условиях происходит разложение молекул воды с образованием H_2O_2 , OH и H радикалов вызывающие различные окислительно-восстановительные реакции.

Схема разложения молекулы воды при кавитационном воздействии представлена на рисунке 4.3.

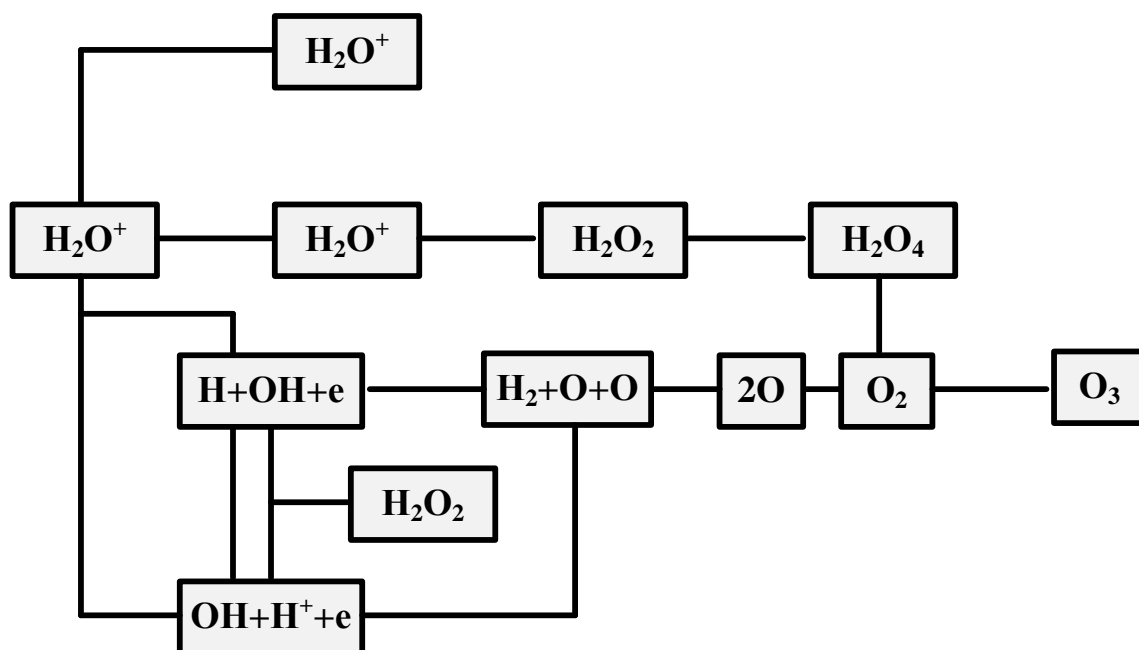


Рисунок 4.3 – Схема разложения молекулы воды при кавитационном воздействии

В этих условиях протекают сложные физико-химические процессы, классифицируемые следующим образом:

- окислительно-восстановительные реакции с участием присутствующих в водной среде органических и неорганических веществ. Например, доказано, что сонохимическое окисление иодида в трийодид вызывается кавитационным воздействием за счет образования в растворе H_2O_2 и OH ;

- цепные реакции в растворе, инициируемые продуктами расщепления присутствующих в растворе примесей;

- деструкция макромолекул и инициирование ее полимеризации;

- реакции между растворенными газами внутри кавитационных пузырьков.

Изменение условий проведения технологических процессов также влияет на интенсивность кавитационного воздействия. Так, снижение температуры и давления насыщенных паров повышает интенсивность кавитации, а повышение давления увеличивает скорость кумулятивных струек при схлопывании пузырька. Время кавитационной обработки неоднозначно влияет на конечный результат, не всегда увеличение времени обработки ведет к усилению эффектов и может даже ухудшать конечный результат. Поэтому, при кавитационной обработке раствора, необходимо учитывать не только физические свойства жидкости, но и условия проведения технологического процесса: давление, pH, температуру, соледержание, длительность обработки, степень турбулентности потоков, наличие твердых частиц и т. д.

В случае ультразвуковой кавитации протекание этих реакций сопровождается явлением сонолюминесценции. Свечение содержащегося в кавитационных

пузырьках парагаза отмечается и при гидродинамической кавитации. Однако в определенных условиях возможно расщепление молекул воды и без свечения.

По данным работы время релаксации для ряда процессов в воде при температуре 20 °С составляет от 10-11 до 10-13 с, а некоторых до 10-14 с. В связи с тем, что продолжительность конечной стадии коллапса пузырька от 10-9 до 10-8 с, становятся возможными процессы передачи энергии и перезарядки с участием молекул воды, благородных и активных газов, а также диссоциация молекул воды.

Пульсационные эффекты кавитации превращают каждый пузырек в кавитационно-гидродинамический микрореактор, в котором создаются предпосылки для протекания механохимических реакций. Одновременно происходит и изменение структуры воды с образованием свободных водородных связей, что обуславливает ее повышенную активность и реагентную способность.

Механизмы воздействия кавитации на органические и неорганические соединения в настоящее время недостаточно изучены, но отмечается снижение фенолсодержащих веществ, например на рисунке 4.4 показано образование пероксида водорода и разложение 4-хлорфенола и хлорбензола при воздействии ультразвука разной частоты.

Частота, кГц

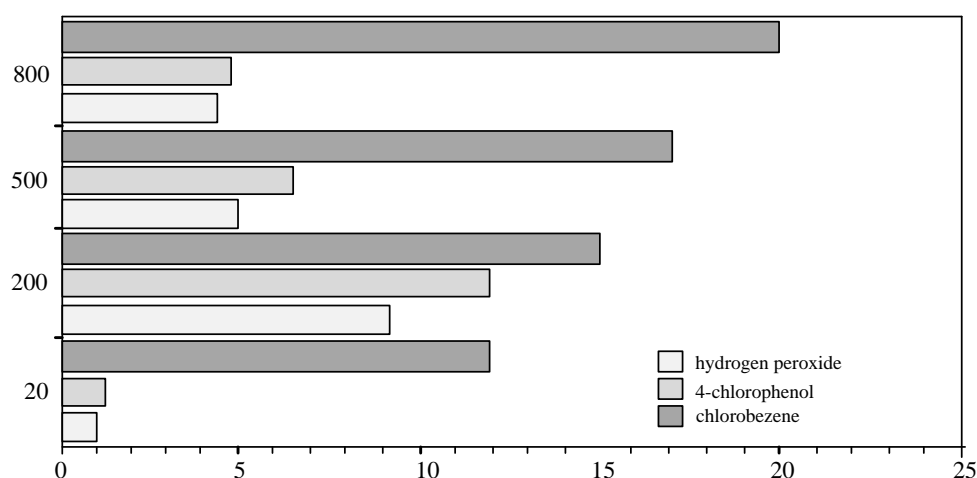
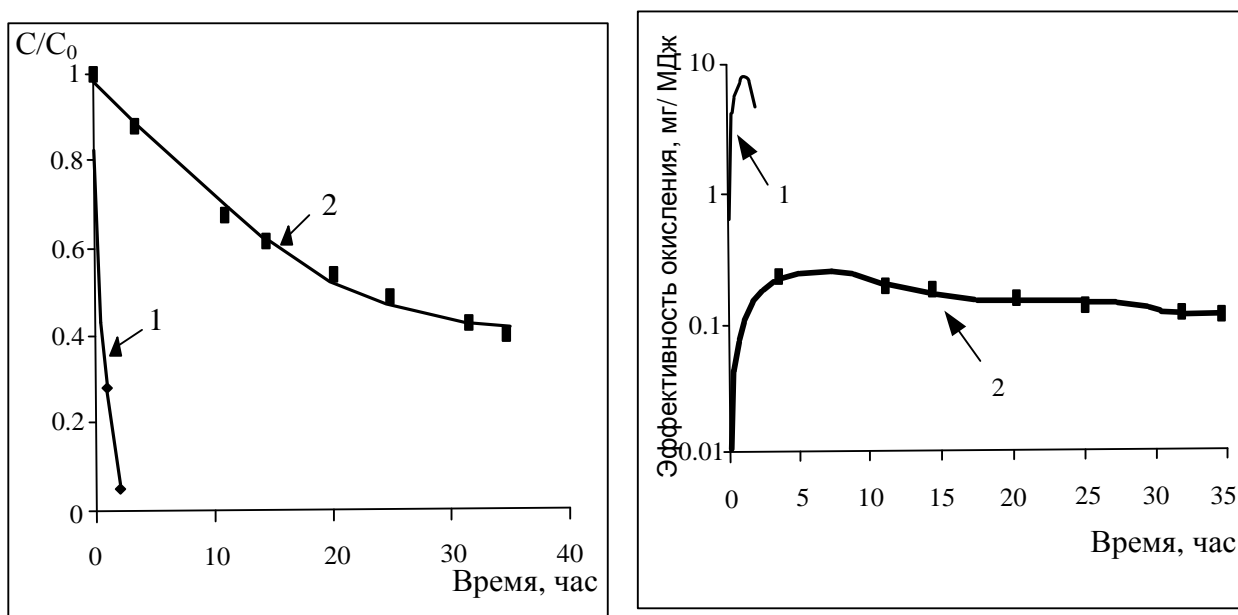


Рисунок 4.4 – Образование пероксида водорода, разложение 4-хлорфенола и хлорбензола при воздействии ультразвука различной частоты (мощность ультразвуковой установки 30 Вт)

Изучение возможности использования кавитации в системах кондиционирования сточных вод проводятся многими учеными с использованием различных аппаратов и устройств, генерирующих как акустическую, так и гидродинамическую кавитацию. Имеется достаточно большое количество систематизированных результатов исследования действия ультразвуковой кавитации. Экспериментально исследован механизм химических сдвигов в воде, происходящих под воздействием ультразвуковой кавитации, и сделан вывод о том, что

принципиального влияния на проявляющиеся эффекты метод возбуждения кавитации не оказывает, в частности на механо-термолиз воды. Кинематика кавитационного воздействия и влияние кавитации на некоторые физико-химические и другие свойства воды рассмотрены в литературном анализе.

Сравнение эффективности окисления проведенная автором в при использовании гидродинамических и акустических кавитаторов показывает, что при равных условиях гидродинамический способ возбуждения кавитации позволяет более рационально использовать затраченную энергию на возбуждение кавитации. На рисунке 4.5 показано сравнение снижения концентрации и окислительной эффективности гидродинамической и акустической кавитации.



1 – гидродинамическая кавитация; 2 – ультразвуковая

Рисунок 4.5 – Сравнение снижения концентрации и окислительной эффективности гидродинамической и акустической кавитации для 4-NP начальная концентрация 4-NP 8мг/л

Химические процессы, происходящие в воде при гидродинамической и акустической кавитации одинаковы, но подвергаемый кавитационному воздействию объем воды значительно отличается. При гидродинамическом способе возбуждения кавитации процесс окисления активными частицами, возможно, реализовать во всём потоке обрабатываемой воды, при акустическом способе зона воздействия ограничивается только вокруг источника генерирования.

Применение кавитационных технологий позволяет получить значительный эффект в энерго-и ресурсосбережении в том числе, и в процессах кондиционирования и водоподготовки вод различного назначения.

Специфика определенного круга задач, связанных с применением кавитации при очистке сточных вод в энергетических системах и комплексах обу-

славливает необходимость подробных исследований в этом направлении. Результаты проведенного анализа литературных источников подтверждают актуальность выбранной темы диссертационного исследования и целесообразность решаемых задач.

Анализ предшествующих работ и полученные результаты позволяют наметить ряд задач, требующих более детального изучения и решений. Среди них:

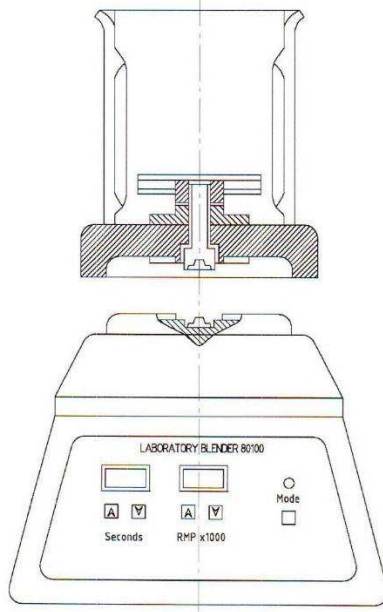
- разработка и развитие теоретических и экспериментальных методов кондиционирования водных систем; оптимизация режимных параметров работы систем кондиционирования;
- возможность использования маловодных или безводных технологических процессов, обеспечивающих комплексное использование водных ресурсов;
- возможность многократного использования воды; создание локальных замкнутых систем технического водоснабжения;
- разработка прикладных программ и математических моделей сложных кавитационных течений в различных аппаратах, технологиях и процессах;
- фундаментальное исследование изменений физико-химических свойств и молекулярных структур воды при кавитационном воздействии, а также межфазного взаимодействия находящихся в растворах веществ;
- систематизация и обобщение накопленных научных знаний;
- установление кинетических уравнений о связи параметров кавитационного воздействия с технологическими показателями конкретного производства;
- разработка и создание новых технологий, аппаратов и машин, работающих в кавитирующих жидкостях.

4.9 Лабораторный суперкавитационный стенд

Экспериментальные исследования эффективности кавитационной технологии производились на лабораторном блендере (лабораторном стенде кавитационной технологии).

Конструкция усовершенствованного лабораторного блендера основана на применении в качестве рабочего органа суперкавитирующей крыльчатки, что позволяет исследовать жидкие композиции с высоким процентом содержания твердых частиц. Известно, что количество и размеры кавитационных пузырьков, генерируемых за СК-крыльчаткой, не зависят от количества и спектр ядер кавитации в жидкости, а определяются гидродинамическими параметрами течения (скорость обтекания лопастей, температурой, длиной образующейся суперкаверны и т.д.). Изменяя параметры, можно регулироваться размеры и количество кавитационных пузырьков, а, следовательно, и степень кавитационной обработки на жидкую среду. В качестве рабочего органа генератора кавитации использована двухлопастная крыльчатка с клиновидным профилем с различными углами раскрытия клина. Рабочие числа оборотов регулировались до 12000 об/мин, что обеспечило получение чисел кавитации до $x = 0,05$. Схема

управления позволяет плавно изменять частоту вращения ротора, поддерживать число оборотов независимо от изменяющейся нагрузки и фиксировать время обработки. Мощность электродвигателя $N_{эл} = 270$ Вт, ёмкость реактора 300 мл. СК-винт изготавливался из алюминиевого сплава Д16Т. Основной и дополнительный гидротормоз препятствует циркуляционному движению воды в направлении вращения вала, повышая эффективность кавитационной обработки.



1 – гидротормоз; 2 – рабочая камера; 3 – СК-крыльчатка; 4 – вал кавитатора; 5 – дополнительный гидротормоз; 6 – станина реактора; 7 – вал электродвигателя; 8 – блок управления

Рисунок 4.6 – Схема лабораторного кавитационного блендера

На рисунке представлен реактор усовершенствованного лабораторного блендера. Реактор состоит из устройства гидротормоза 1, бачка 2 с рабочей камерой, суперкавитирующей крыльчатки 3, вала кавитатора 4, дополнительного устройства гидротормоза стенок реактора 5, станины реактора 6, вала электродвигателя 7, блока управления 8. Для предотвращения влияния окружающей среды, на проведения эксперимента, бачок имеет плотную закрывающуюся крышку.

Результаты эксперимента представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Результаты обработки сточной воды в кавитационном реакторе

Количество клеток биополлютантов в 100 мл сточной воды, шт	Количество клеток биополлютантов в 100 мл обработанной сточной воды в кавитационном реакторе, шт
20820040	20820

Таблица 4.3 – Эффекты очистки и пролонгированный эффект типовых методов обеззараживания и кавитационной технологии

Способы обеззараживания	Индикаторный организм	Эффект очистки	Пролонгация
Хлорирование	E.coli	80 %	8-12 часов
Озонирование		85 %	4-8 часов
УФ-облучение		До 95 %	До 1 часа
Кавитация		99,9 %	До 5 месяцев

Вывод: Использование сточных вод для производства технической воды позволяет значительно сократить потребность предприятия в свежей пресной воде и наиболее надежно и экономично решить задачу защиты водного бассейна от загрязнения. Поэтому в последнее время особенно интенсивно разрабатываются технологические схемы очистки сточных вод, обеспечивающие необходимое качество получаемой воды в соответствии с нормами, принятыми в данном производстве.

Наиболее распространена биологическая очистка промышленных и бытовых (городских) сточных вод, однако качество воды после такой очистки позволяет ее использовать без дальнейшей обработки лишь для немногих целей и при обязательном условии отсутствия контакта воды с людьми. В большинстве же случаев биологически очищенные сточные воды являются лишь исходным сырьем для подготовки технической воды на установках, в которых используются в различных сочетаниях физико-химические методы удаления из воды органических веществ, корректировки солевого состава, и более или менее, глубокого обессоливания.

Сточные воды многих, преимущественно химических и пищевых производств, не могут, однако, направляться непосредственно на биологическую очистку, так как содержат компоненты, токсичные для микроорганизмов «активного ила» биологических очистных сооружений либо устойчивые к воздействию ферментов этих микроорганизмов. Такие сточные воды подвергаются предварительной обработке для удаления токсичных и биохимически устойчивых веществ, после этого они могут поступать в общую систему биологической очистки стоков. Если физико-химическая обработка таких промышленных сточных вод обеспечивает необходимый уровень очистки для их использования, разумеется, биологическая очистка их оказывается ненужной.

Практика показала целесообразность локальной очистки сточных вод, образующихся в отдельных цехах или в итоге проведения каких-либо технологических операций, если эти воды содержат ценные компоненты, которые необходимо вернуть в производство либо утилизировать в виде вторичных товарных продуктов. Локальные очистные установки предпочтительны и при необходимости удаления токсичных веществ из стоков, подвергающихся в дальнейшем централизованной биологической или физико-химической очистке.

Основой локальных установок может быть использование таких физико-химических процессов, как азеотропная отгонка, пароциркуляционный метод, экстракция, адсорбция или ионный обмен, флотация, а также различные методы химического разрушения растворенных веществ, однако адсорбционные установки, как правило, обеспечивают наиболее глубокую очистку воды от органических загрязнений.

Актуальность. Экологическая доктрина Российской Федерации (2002г.) основана на стратегии устойчивого развития страны и входящего в её состав регионов. Устойчивое развитие России может быть обеспечено, в том числе, при условии сохранения природных систем и соответствующего качества окружающей среды, включая природные воды.

Результаты наблюдения за качеством в поверхностных водоёмах Красноярского края показывают, что в последние годы имеет место устойчивая тенденция к его ухудшению.

Производственные стоки, включая стоки пищевых комплексов, содержат большое количество жиров, масел, взвешенных веществ, хлоридов, сульфатов, солей жесткости и тяжёлых и других вредных микрокомпонентов. Это обстоятельство ставит под вопрос возможность очистки стоков традиционными методами. Альтернативным методом очистки является безреагентный способ основанный на гидродинамической кавитационной технологии.

Научная новизна:

– сформулирована и научно обоснована концепция организации оборотного водоснабжения предприятия, позволяющая повысить эффективность её эксплуатации за счёт ресурсосбережения и снизить нагрузку на городские очистные сооружения;

– разработана оптимальная схема глубокой очистки стоков с применением кавитационной технологии.

5 Бестраншейная прокладка трубопровода

Горизонтально направленное бурение (ГНБ) – метод, не требующий создания траншей, и обеспечивающий иную прокладку трубопроводов. Она имеет ряд преимуществ перед классической технологией открытой разработки.

ГНБ может быть осуществлено с малыми дефектами верхнего слоя, необходимо меньше рабочего участка, проводится гораздо быстрее, чем обычная технология установки трубопроводов, имеет разницу в высоком качестве и возможном выполнении работ в местах, где традиционные методы невозможно использовать. Важным фактором будет и охрана окружающей среды в применении таких методов.

5.1 Технология прокладки

ГНБ является собой получением малого отверстия, имеющего направление с применением метода мониторинга и регулирования сверлом на верхнем слое.

Метод заключается в применении особых буровых механизмов, буров, штанг, которые производят преждевременное сверление по ранее посчитанному направлению с дальнейшим увеличением скважины и занесением в созданную шахту трубопровода.

Скважина, имеющая направление находится над поверхностью земли под углом 8-20, и получив необходимую глубину, преобразуется в горизонтальное положение.

Установка трубопроводов по методам ГНБ происходит в два этапа:

- бурение пилотной скважины на данной проектоместности.
- укрупнение скважины и затаскивание трубопровода.

Бурение пилотной скважины – очень значимый этап, от которого зависит финальный результат. Происходит при помощи породоразрушающего инструмента- буровой головки со скосом в передней части и встроены датчиком сигнала местонахождения буровой головки. У буровой головки есть отверстия для подачи особого бурового раствора, который закачивается в скважину и превращается в суспензию с размельченной породой. Буровой раствор снижает трение, предохраняет скважину от обвалов, охлаждает породоразрушающий инструмент, разрушает породу и очищает скважину от ее обломков, вынося их на поверхность. Строительство пилотной скважины завершается выходом буровой головки в заданной проектом точке.

5.2 Расширение скважины

Увеличение скважины производится сразу по завершению пробного бурения. В то время как буровая головка открепляется от буровых штанг и вместо нее соединяется ример-расширитель обратного действия. Приложением тягового усилия с одновременным вращением ример протягивается через створ

скважины и направлении буровой установки, увеличивая пилотную скважину до требуемого для протаскивания трубопровода диаметра.

Для применения свободного протягивания трубопровода через увеличенную скважину ее диаметр должен на 25-30% быть больше максимального диаметра трубы.

5.3 Протягивание трубопровода

На другой стороне от буровой установки на стороне скважины находится готовая плеть трубопровода. К переднему концу плети закрепляется устройство для протягивания труб с воспринимающим тяговое усилие вертлюгом и риммером. Вертлюг оборачивается с буровой нитью и риммером, и одновременно не передает вращательные движения на трубопровод. То есть, буровая установка затягивает в скважину плеть протягиваемого трубопровода по проектной траектории.

Технология ГНБ особая в том, что она даёт возможность изменять при надобности направления прокладки в любом направлении, огибая на своем пути возможные препятствия.

Если почвы могут создавать коррозию труб, то необходимо предотвращение этого. Хорошей защитой будет покрытие трубопровода полиэтиленовым рукавом.

Он закрепляется поперечными нахлестами липкой ленты с расстоянием между собой около 60 см. Чтобы защитить полиэтилен в местах соединений, на оба конца соединения труб плотно наматывается пластиковая соединительная лента.

5.4 Методы монтажа ГНБ

Бестраншейная прокладка трубопроводов методом ГНБ проводится двумя методами:

1) Картриджный метод

Представляет собой поэтапное соединение труб во время прокладки и предпочтительней, когда прямой или изогнутый участок трубопровода ограничен. Данный способ прокладки требует значительно меньше места для прямых участков трубопровода, чем сборочный метод.

2) Метод линейной конструкции

Метод, являет собой протягивание через направляющую скважину уже соединенного трубопровода. При использовании этого метода нужно располагать достаточно большим пространством, которое позволило бы сначала расположить трубы над землей в необходимой дистанции от направляющей скважины.

5.5 Производство работ по бестраншейной прокладке с применением технологии

Подготовка строительства с использованием способа ГНБ производится в соответствии с положением пунктов 5.2.1;5.2.2;5.2.3;5.2.4;5.2.6.1 [22].

До начала процесса бурения производятся следующие операции:

- проводится контроль исправности и работоспособности локальной системы;
- датчики бурильной головки выбираются в соответствии с проектной глубиной бурения и нужной точностью прокладки трубопровода;
- разрабатываются проекты производства работ, технологические карты и инструкции по применению комплекта бурового оборудования;
- Сразу же по завершению работ по прокладке трубопровода строительная площадка освобождается от временных построек и благоустраивается в соответствии с проектом.

Технология бестраншейной прокладки коммуникаций методом горизонтально-направленного бурения. Проектирование бестраншейной прокладки коммуникаций с применением ГНБ.

При проектировании участков бестраншейной прокладки коммуникаций методом ГНБ оборудование выбирается в зависимости от инженерно геологических условий данного участка и расчетного внутреннего диаметра проектируемого трубопровода.

Планово-высотные показатели участков бестраншейной прокладки коммуникаций назначаются исходя из положений общего проекта этих коммуникаций. Глубина заложения труб из ПНД диаметрами 100-300 мм лимитируется минимальным расстоянием от верхнего слоя до свода скважины прокладываемого трубопровода в устойчивых грунтах не менее двух диаметров скважины, в неустойчивых грунтах - не менее трех диаметров скважины.

Максимальная глубина прокладки труб составляет 20 м. Расстояние между начальной и приемной шахтами соответствует 300 м.

В продольном профиле положение участка бестраншейной прокладки по величине и направлению уклона не лимитируется и назначается по общему проекту.

Порядок прокладки трубопроводов из ПНД диаметрами 100-300 мм приведена выше.

При выполнении расчетов труб на прочность следует принимать давление вышележащего слоя грунта с учетом сводообразования, временную подвижную нагрузку, собственную массу труб и транспортируемой жидкости, давления транспортируемой жидкости, а также физико-механические характеристики грунтов в зоне трубопровода.

Начальные и приемные шахты необходимо располагать в местах, освобожденных от застройки, от зеленых насаждений и подземных коммуникаций.

Начальная шахта обустраивается грузоподъемными механизмами для доставки элементов трубопровода.

Глубина начальной шахты назначается с учетом расстояния от оси трубопровода до днища шахты. Конструкция крепи начальной шахты в проекте должна рассчитываться на восприятие горного и гидростатического давления. В случае недостаточной несущей способности грунта в проекте надо предусматривать особые методы проведения работ. На свободных площадках рекомендуется проектировать начальный котлован прямоугольного очертания с целью возможного удлинения монтажных секций трубопровода. В стесненных условиях и при глубине шахты более 10 м, обычно, производят круговое очертание с минимально возможными размерами.

В зависимости от инженерно-геологических изысканий и градостроительных условий, глубины заложения, используемого оборудования, формы и размеров сечения шахт в проекте определяется метод их сооружения. Допускаются разные способы сооружения начальных и приемных шахт:

- опускной колодец, в том числе с применением тиксотропной рубашки;
- стена в грунте;
- буросекущие сваи;
- забивное шпунтовое ограждение;
- забивная деревянная крепь с применением инвентарных швеллерных колец и рамного крепления;
- котлованы с откосами с креплением торцевых стен.

5.6 Расчет бестраншейной прокладки методом ГНБ

Определяем вертикальное и боковое давление грунта на жесткую трубу из ПНД с наружным диаметром $D_H = 210$ мм, укладываемую методом ГНБ на большой глубине в супеси.

Объемный вес грунта $\gamma = 2,68$ кг/см³ и угол внутреннего трения $\varphi = 20$ град.

Расчетный пролет разгружающего свода:

$$B = D_H \left[1 + \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]. \quad (5.1)$$

Высота разгружающего свода при коэффициенте прочности $f = 0,6$ по формуле

$$h_{CB} = \frac{B}{2 \cdot f}. \quad (5.2)$$

Расчетная сила вертикального давления на трубу с коэффициентом перегрузки $k = 1,5$.

$$J_B = n \cdot g_B \cdot D_H = n \cdot h_{CB} \cdot \gamma \cdot D_H = \frac{n \cdot \gamma \cdot D_H^2}{2 \cdot f} \left[1 + \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right]. \quad (5.3)$$

Расчетное боковое давление с коэффициентом перегрузки $n_2 = 0,8$:

Величины J_B для труб диаметрами 200 мм в грунтах Г-2 на глубине $H = 2,8$ м составляют 17,3 кН/м. Значения Q для труб диаметрами 100-300 мм и коэффициентов запаса прочности приведены в таблице 4.3-4.7. Соотношение Q и J_B для труб диаметром 300 мм для глубины 2,8 м равно $17,3/3,4 = 5,08$. Для труб диаметром 100-300 мм это соотношение лежит в пределах 1,5-3,3.

Таким образом, при прокладке труб из ПНД диаметром 100-300 мм методом ГНБ нагрузка от грунта на трубы в 2-5 раз меньше, чем при прокладке в траншее с обратной засыпкой. Из таблицы 4.3-4.7 видно, что коэффициенты запаса прочности на внешнюю нагрузку для труб диаметром 100-300 мм на глубине 2,8 м лежат в пределах 1,4-3,0.

Для грунта, представленного смесью супеси и кварцита, значения $f = 0,6$, $\varphi = 20$,

Расчетный пролет разгружающего свода определим по формуле (5.1)

$$B = 21,0(1 + 0,49) = 31,29 \text{ см.}$$

Высота разгружающего свода определим по формуле (5.2)

$$h_{CB} = \frac{31,29}{2 \cdot 0,6} = 26,08 \text{ см.}$$

Расчет давления грунта для всех категорий грунта возможен при $h_{CB} > 70$. Допустимое внутреннее давление для труб диаметром 100-300 мм при нагрузках от грунта и транспорта при $H = 2,8$ м и по лежит в пределах 30,0-8,0 МПа. Коэффициенты запаса прочности при такой нагрузке и при $P_{раб} = 1,6$ МПа лежат в пределах 17,3-5,0.

При укладке труб методом ГНБ коэффициенты запаса прочности возрастут как минимум в 3-4 раза.

Эти расчеты показали, что давление грунта на трубу, уложенную методом ГНБ намного меньше, чем на трубу, уложенную в траншее или насыпи.

Следует отметить, что полученные расчетные данные для труб диаметрами 100-300 мм справедливы также для труб диаметрами 1000 мм и выше.

6 Заключение

В данной выпускной квалификационной работе мы пришли к выводу, что использование сточных вод для производства технической воды позволяет значительно сократить потребность предприятия в свежей пресной воде и наиболее надежно и экономично решить задачу защиты водного бассейна от загрязнения. Поэтому в последнее время особенно интенсивно разрабатываются технологические схемы очистки сточных вод, обеспечивающие необходимое качество получаемой воды в соответствии с нормами, принятыми в данном производстве.

Наиболее распространена биологическая очистка промышленных и бытовых (городских) сточных вод, однако качество воды после такой очистки позволяет ее использовать без дальнейшей обработки лишь для немногих целей и при обязательном условии отсутствия контакта воды с людьми. В большинстве же случаев биологически очищенные сточные воды являются лишь исходным сырьем для подготовки технической воды на установках, в которых используются в различных сочетаниях физико-химические методы удаления из воды органических веществ, корректировки солевого состава, и более или менее, глубокого обессоливания.

В данной работе мы сформулировали и научно обосновали концепцию организации оборотного водоснабжения предприятия, позволяющую повысить эффективность её эксплуатации за счёт ресурсосбережения и снизить нагрузку на городские очистные сооружения; мы разработали оптимальную схему глубокой очистки стоков с применением кавитационной технологии.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АПАВ – анионоактивное поверхностно-активное вещество;
БПК – биологическое потребление кислорода;
ГНБ – горизонтальное направленное бурение;
ЗСО – зоны санитарной охраны;
КОЕ – колонии-образующие единицы;
МРОТ – минимальный размер оплаты труда;
НПАВ – неионоактивное поверхностно-активное вещество;
ПАВ – поверхностно-активное вещество;
ПДС – предельно допустимый сброс;
ПДК – предельно-допустимая концентрация;
ПНД – полиэтилен низкого давления;
ХПК – химическое потребление кислорода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 31.13330.2010 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 14 с.
2. СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 31 с.
3. СП 30.13330.2012. Внутренний водопровод и канализация зданий. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. –
4. Репин, Б.Н. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: справочник/ Б.Н. Репин. – Москва: Высш. шк., 1995. –
5. Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб/ Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. Москва: Стройиздат, 1984. –
6. Абрамов, Н.Н. Водоснабжение/Н.Н. Абрамов. – Москва: Стройиздат, 1974. –
7. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Водозаборные сооружения: в 3 т. / М.Г. Журба; научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. – Вологда: ВоГТУ, 2001. – Т 1. – 14 с.
8. Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов / Л.А. Кульский [и др.]. – Киев: Будвельник, 1972. – 24 с.
9. Москвитин, Б.А. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений/ А.С. Москвитин, Б.А. Москвитин, Г.М. Мирончик. – Москва: Стройиздат, 1984. – 19 с.
10. Кожинов, В.Ф. Очистка питьевой и технической воды / В.Ф. Кожинов. – Москва: Стройиздат, 1971. – 31 с.
11. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Очистка и кондиционирование природных вод: в 3 т. /М.Г. Журба; научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. – Вологда: ВоГТУ, 2001. –Т 2. – 36 с.

12. Журба, М.Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений. Системы распределения и подачи воды: в 3 т. / М.Г Журба; научно-методическое руководство и общая редакция докт. техн. наук, проф. Журбы М.Г. – Вологда: ВоГТУ, 2001. – Т 1. –

13. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – Взамен СанПиН 4630-88 : введ. 22.06.2000. – Москва: Минздрав России, 2000. – 53 с.

14. ГН 2.1.5.1315–03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. – Взамен ГН 2.1.5.689-98 : введ. 27.04.2003. – Москва: Минздрав России, 2003. – 52 с.

15. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – Взамен СанПиН 2.1.4.559-96 : введ. 26.09.2001. – Москва: Минздрав России, 2001. – 7 с.

16. Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации: справочник монтажника/А.А. Александров [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1988. –

17.СНиП 2.07.01-89 Пособие по водоснабжению и канализации городских и сельских поселений. Введ. 06.09.1992. – Москва: Стройиздат, 1992. –

18. Марков, П.П. Системы оборотного водоснабжения промышленных предприятий/ П.П. Марков. – Москва: ЦИНИС Госстроя СССР, 1976. – 5 с.

19. Марков, П.П. Стандарты качества и степень очистки сточных вод при сбросе их в водоёмы и повторном использовании в промышленности, сельском хозяйстве/П.П. Марков. – Москва: ЦИМИС ГОССТРОЯ СССР, 1976. –

20. Гольтгоф, И.М. Качественный анализ / И.М.Гольтгоф, Е.Б. Сендэл. – Москва: Госхимиздат,1948. –

21. Кулагин, В.А. Биологические аспекты гидродинамической кавитации / тез. докл. всесоюз. науч. шк. Гидродинамика больших скоростей. – Чебоксары, 1989. – 57 с.

22 ТСН 40-303-2003 Бестраншейная прокладка коммуникаций с применением микротоннелепроходческих комплексов и реконструкция трубопроводов с применением специального оборудования: введ. 03.08.2004. – Москва: Госстрой России, 2004. – 67 с.

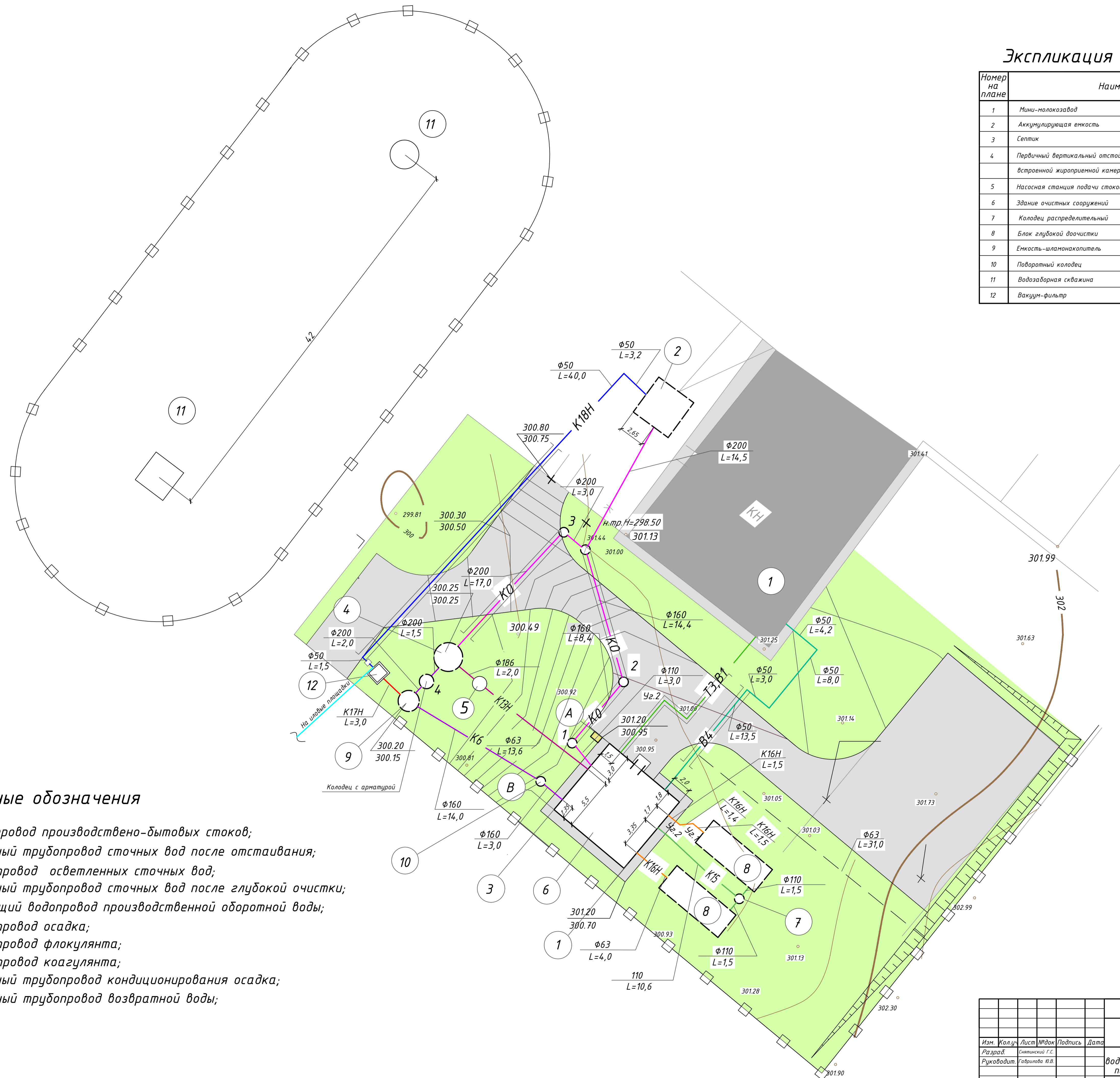
23.СанПиН 2.1.4.1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. – Взамен СанПиН 2.1.4.027-95 : введ. 26.02.2002. – Москва: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ, 2002. –

24.Кодекс об административных правонарушениях (КоАП РФ) : федер. закон от 27.07.2010. № 239-ФЗ. Москва: ОТиСС, 2011. – 6 с.

25. ГОСТ 18963-73 Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа. – ВзаменГОСТ 5215-50 : введ. 29.06.1973. – Москва: Госстандарт СССР, 1973. – 52 с.

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Мини-молокозавод	
2	Аккумуляторная емкость	
3	Септик	
4	Первичный вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой	
5	Насосная станция подачи стоков на фильтры	
6	Здание очистных сооружений	
7	Колодец распределительный	
8	Блок глубокой доочистки	
9	Емкость-шламонакопитель	
10	Поворотный колодец	
11	Воздуховодная скважина	
12	Вакуум-фильтр	



Условные обозначения

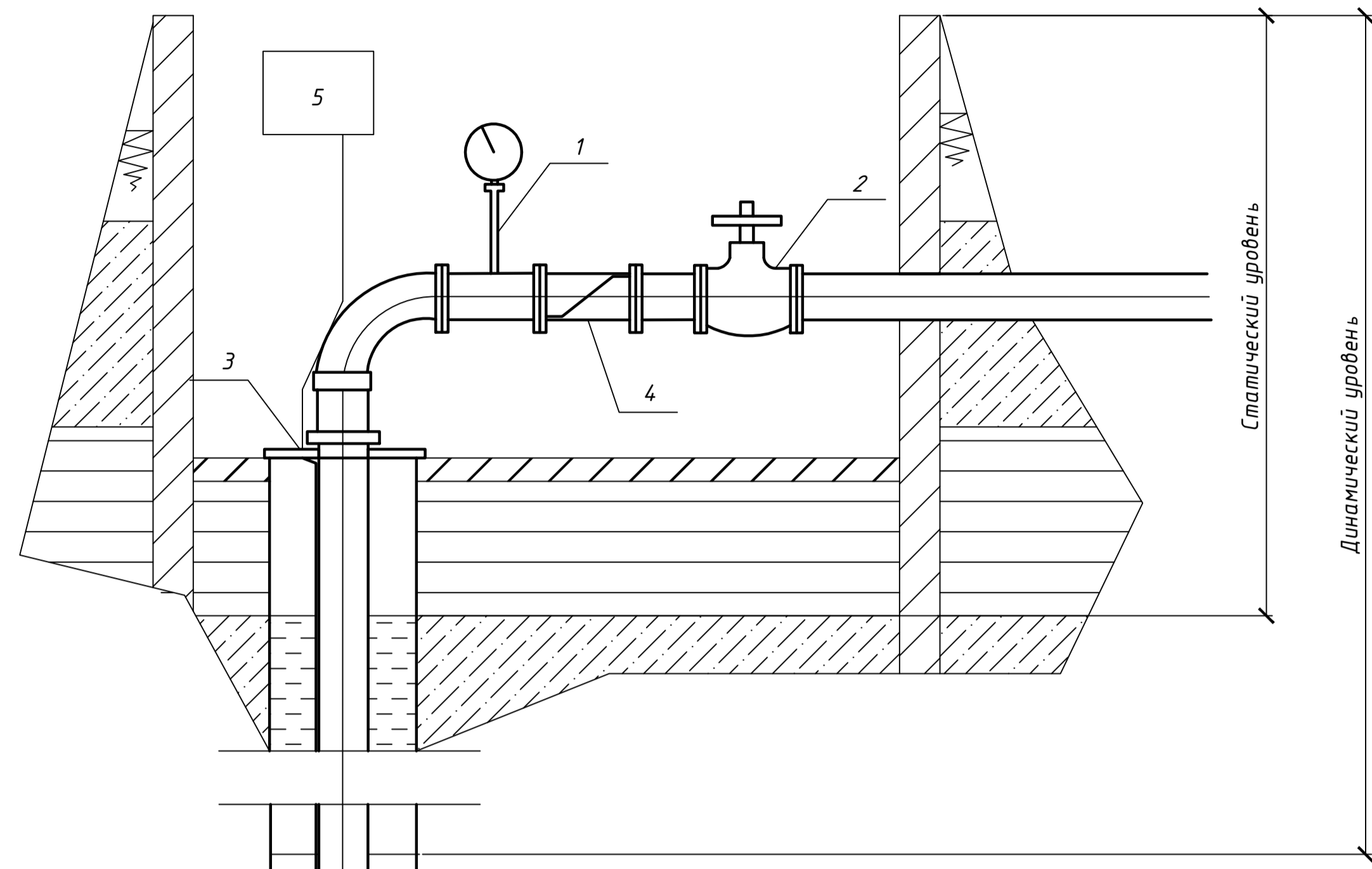
- KO — трубопровод производственно-бытовых стоков;
- K13H — напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
- K15 — трубопровод осветленных сточных вод;
- K16H — напорный трубопровод сточных вод после глубокой очистки;
- B4 — падающий водопровод производственной оборотной воды;
- K6 — трубопровод осадка;
- Ф — трубопровод флокулянта;
- К — трубопровод коагулянта;
- K17H — напорный трубопровод кондиционирования осадка;
- K18H — напорный трубопровод возвратной воды;

ВКР-08.03.01.06-2019

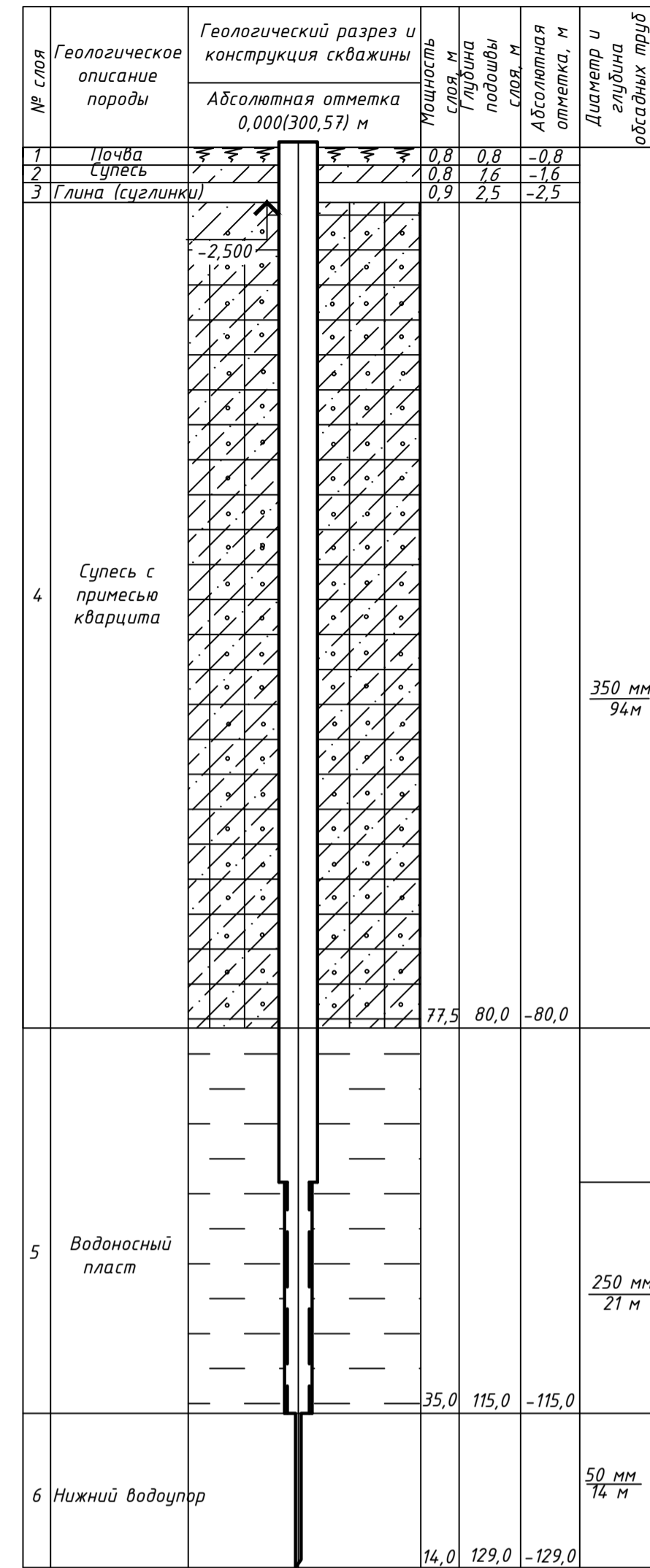
Сибирский Федеральный Университет
Инженерно-строительный институт

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
						Проект оборотного водопользования предприятий пищевой промышленности	1	6
Н. контр.	Габрилова Ю.В.					Генплан очистных сооружений М 1:200		Кафедра ИСЭИС
Зав. каф.	Мельниченко А.И.							

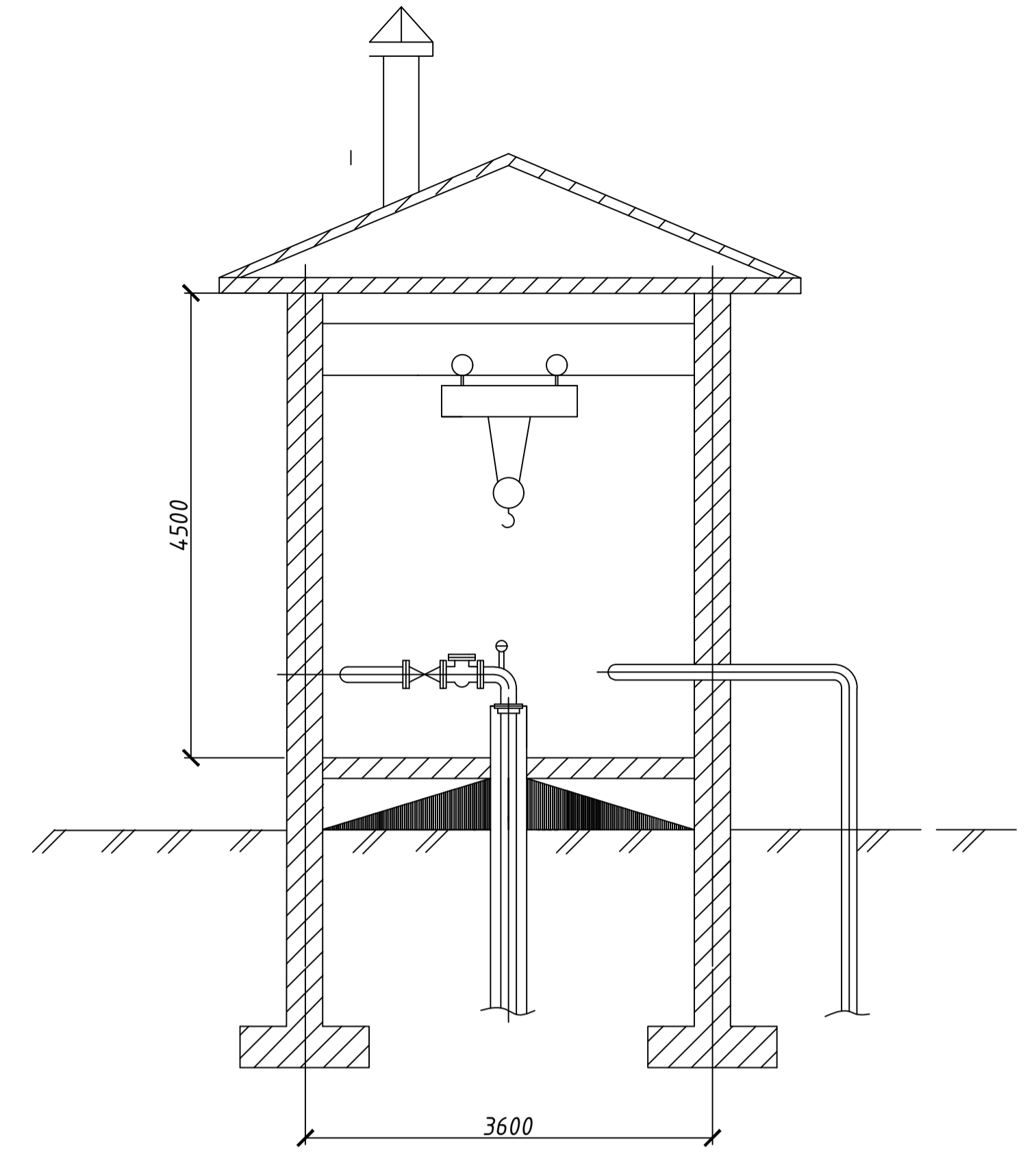
Аппаратурное оформление устья скважины



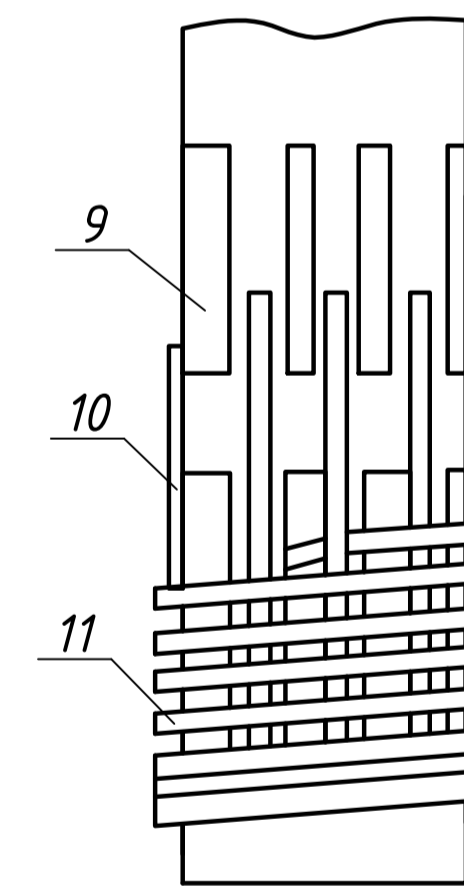
Геолого-технологический разрез скважины М 1:500



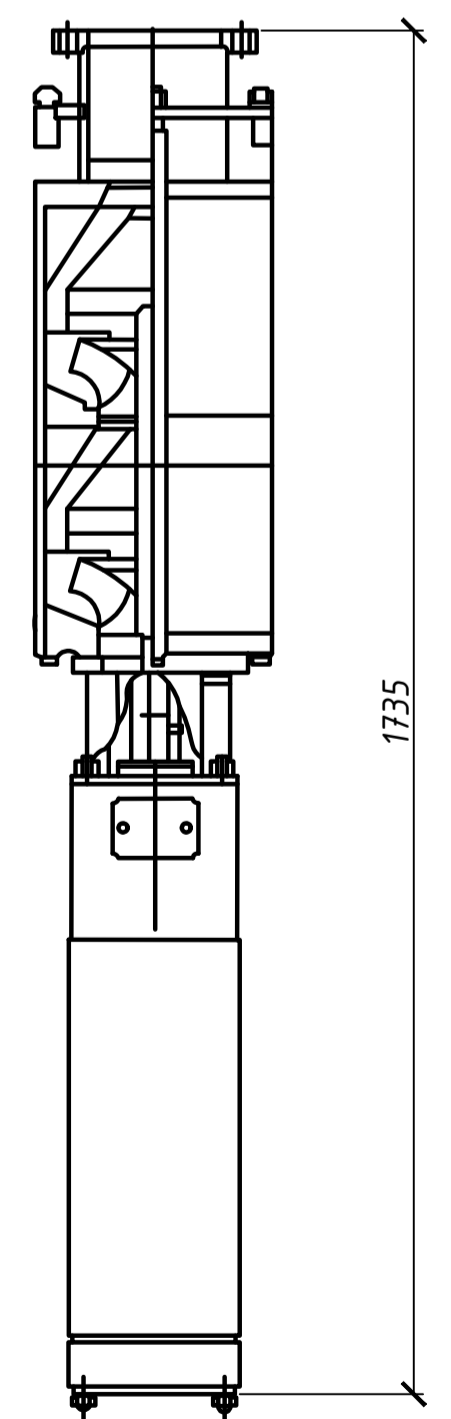
Конструкция павильона М 1:50



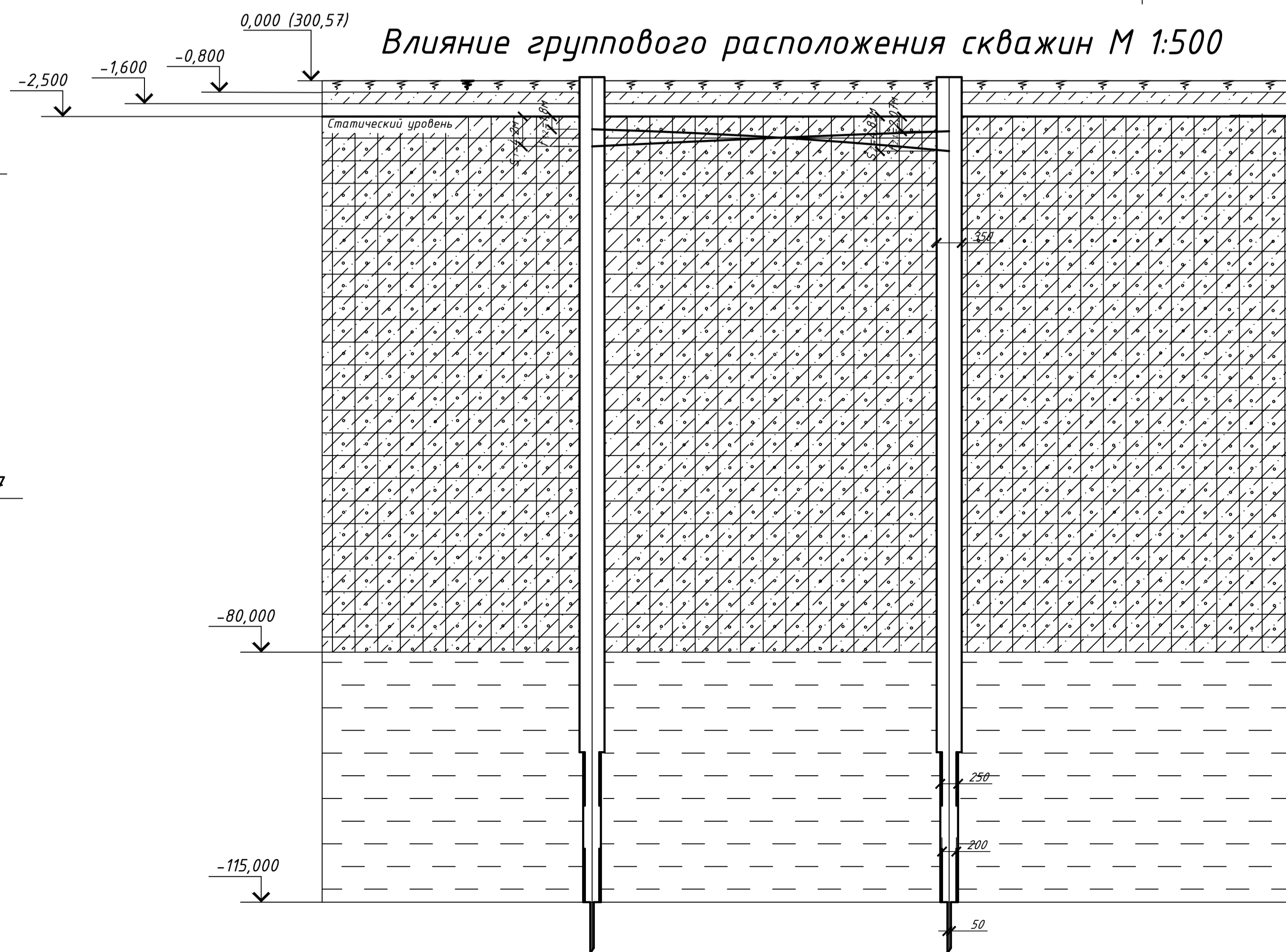
Фильтр с ребристой водоприемной поверхностью



Насос ЭЦВ 8-65-70 М 1:10



Влияние группового расположения скважин М 1:500

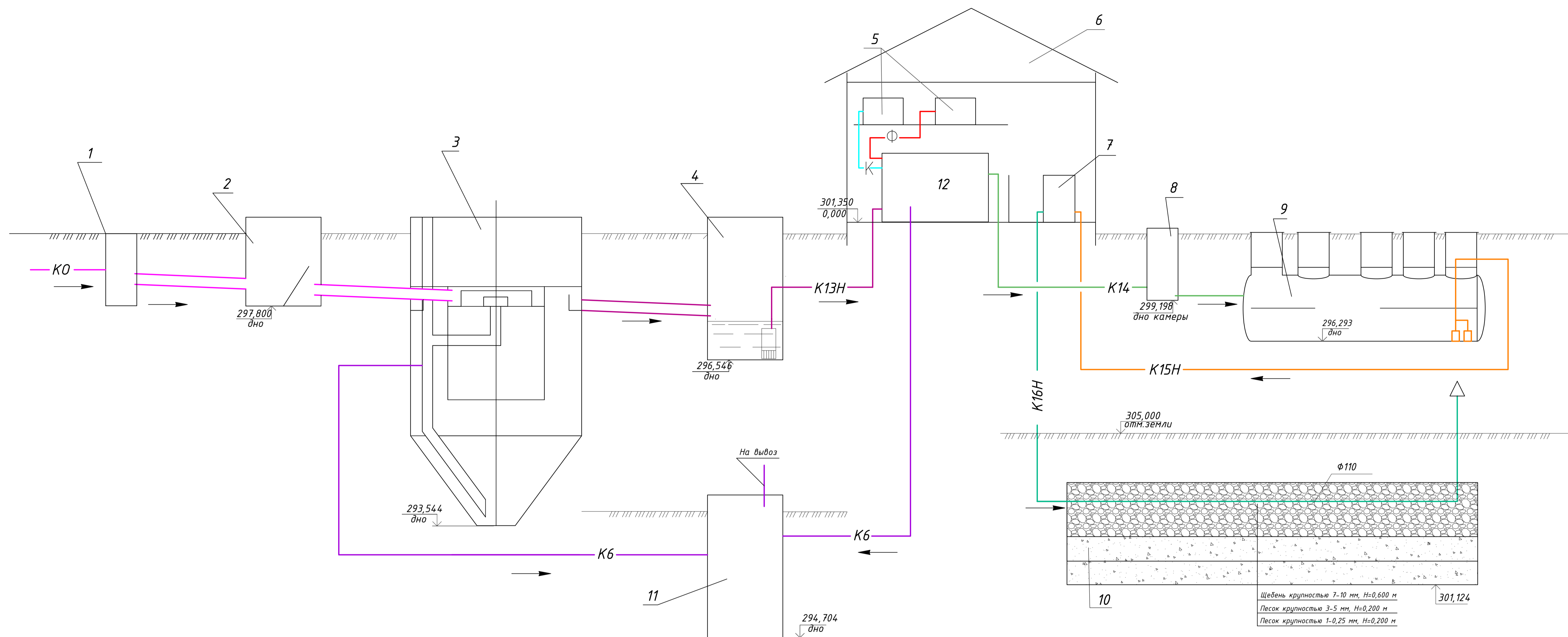


Условные обозначения

- 1 - манометр;
- 2 - задвижка;
- 3 - оголовок скважины;
- 4 - обратный клапан;
- 5 - система управления;
- 6 - насос ЭЦВ;
- 7 - фильтр;
- 8 - трубчатый каркас с щелевой перфорацией;
- 9 - подкладочные продольные стержни;
- 10 - водоприемная поверхность из проволоочной обмотки.

ВКР-08.03.01.06-2019					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.		Сметовский Г.С.			
Руководит.		Габрилова Ю.В.			
Н. контр.		Габрилова Ю.В.			
Зав. каф.		Мельникова А.М.			
Проект оборотного водопользования предприятий пищевой промышленности				Стадия	Лист / Листов
Водозаборная скважина				2	6
				Кафедра ИСЭИС	

Существующая схема очистки сточных вод



Условные обозначения

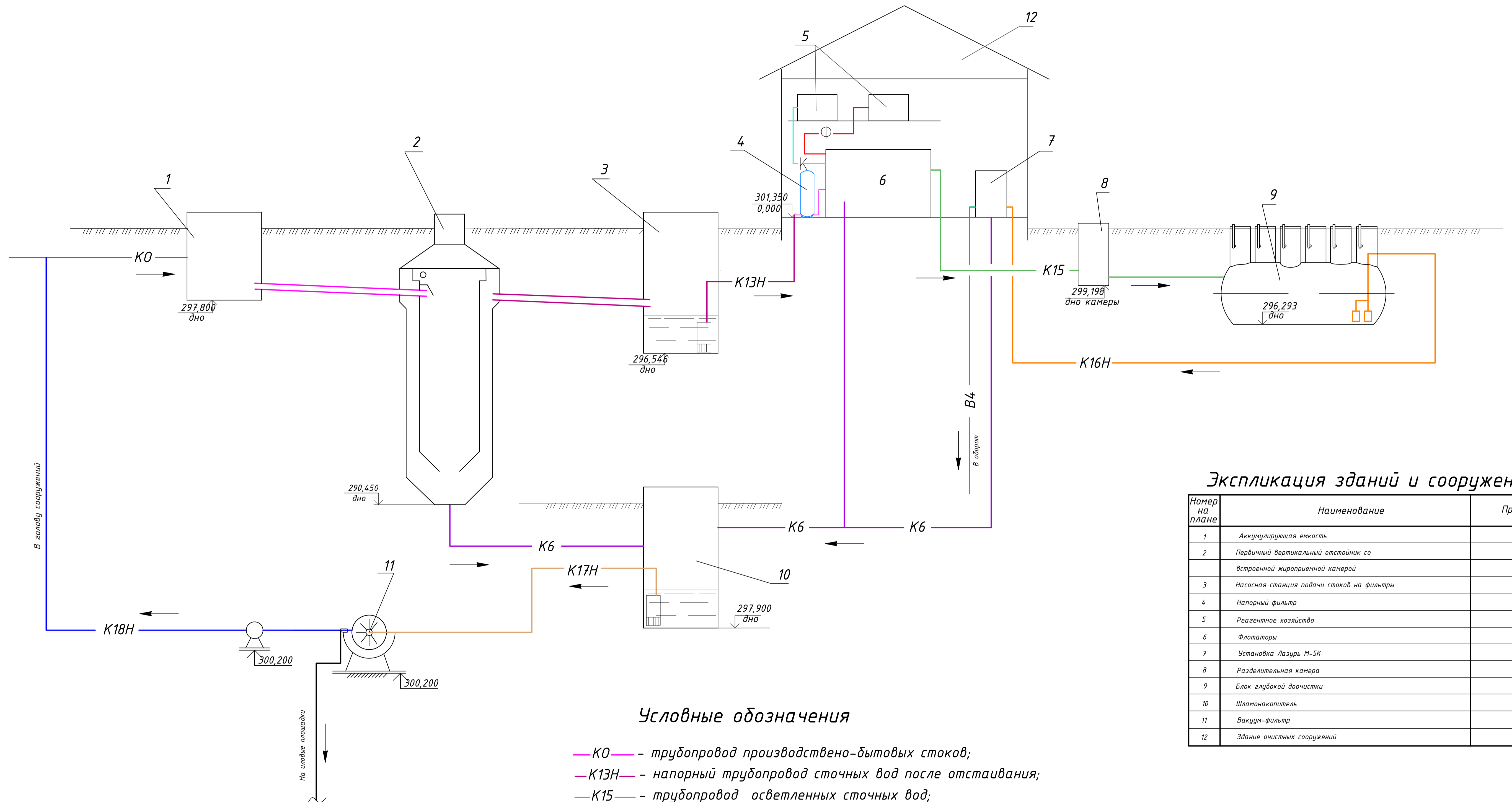
- KO — трубопровод производственно-бытовых стоков;
- K13H — напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
- K14 — трубопровод очищенных сточных вод;
- K15H — напорный трубопровод сточных вод после глубокой очистки;
- K16H — напорный трубопровод очищенных и обеззараженных сточных вод;
- K6 — трубопровод осадка;
- Ф — трубопровод флокулянта;
- К — трубопровод коагулянта.

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Жироуловитель	
2	Приемная камера с сородерживающей решеткой	
3	Первичный вертикальный отстойник с нисходяще-восходящим потоком	
4	Насосная станция подачи стоков на флотаторы	
5	Реагентное хозяйство	
6	Здание очистных сооружений	
7	Блок УФ-обеззараживания	
8	Разделительная камера	
9	Блок биологической очистки	
10	Фильтрующее поле	
11	Шламонакопитель	
12	Флотатор	

VKP-08.03.01.06-2019			
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.
Разраб.	Сметинский Г.С.	Руководит.	Гаврилова Ю.В.
Проект оборотного водопользования предприятий пищевой промышленности		Стация	Лист
		3	6
Существующая схема очистки сточных вод		Кафедра ИСЭИС	

Предлагаемая схема очистки сточных вод



Условные обозначения

- K0 — труба производственно-бытовых стоков;
- K13H — напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
- K15 — трубопровод осветленных сточных вод;
- K16H — напорный трубопровод сточных вод после глубокой очистки;
- B4 — падающий водопровод производственной оборотной воды;
- K6 — трубопровод осадка;
- Ф — трубопровод флокулянта;
- К — трубопровод коагулянта;
- K17H — напорный трубопровод кондиционирования осадка;
- K18H — напорный трубопровод возвратной воды;

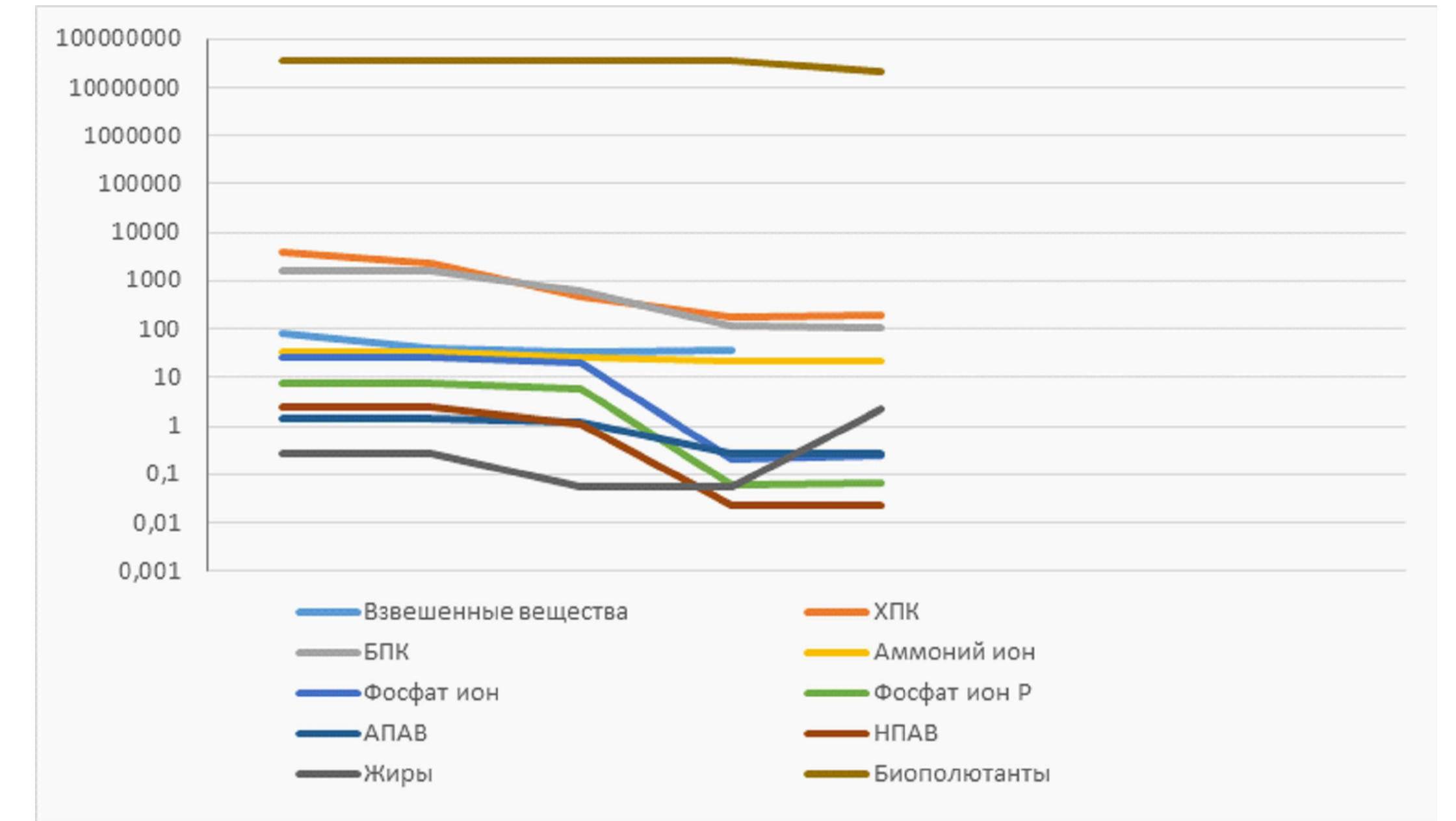
Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Аккумуляторная емкость	
2	Первичный вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой	
3	Насосная станция подачи стоков на фильтры	
4	Напорный фильтр	
5	Реагентное хозяйство	
6	Флотаторы	
7	Установка Лазурь М-5К	
8	Разделительная камера	
9	Блок глубокой доочистки	
10	Шламонакопитель	
11	Вакуум-фильтр	
12	Здание очистных сооружений	

ВКР-08.03.01.06-2019					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Сметельский Г.С.				
Руководит.	Габрилова Ю.В.				
Проект оборотного водопользования предприятий пищевой промышленности				Страницы	Листы
				4	6
Предлагаемая схема очистки сточных вод				Кафедра ИСЭИС	
Н. контр.	Габрилова Ю.В.				
Зав. каф.	Мельниченко А.И.				

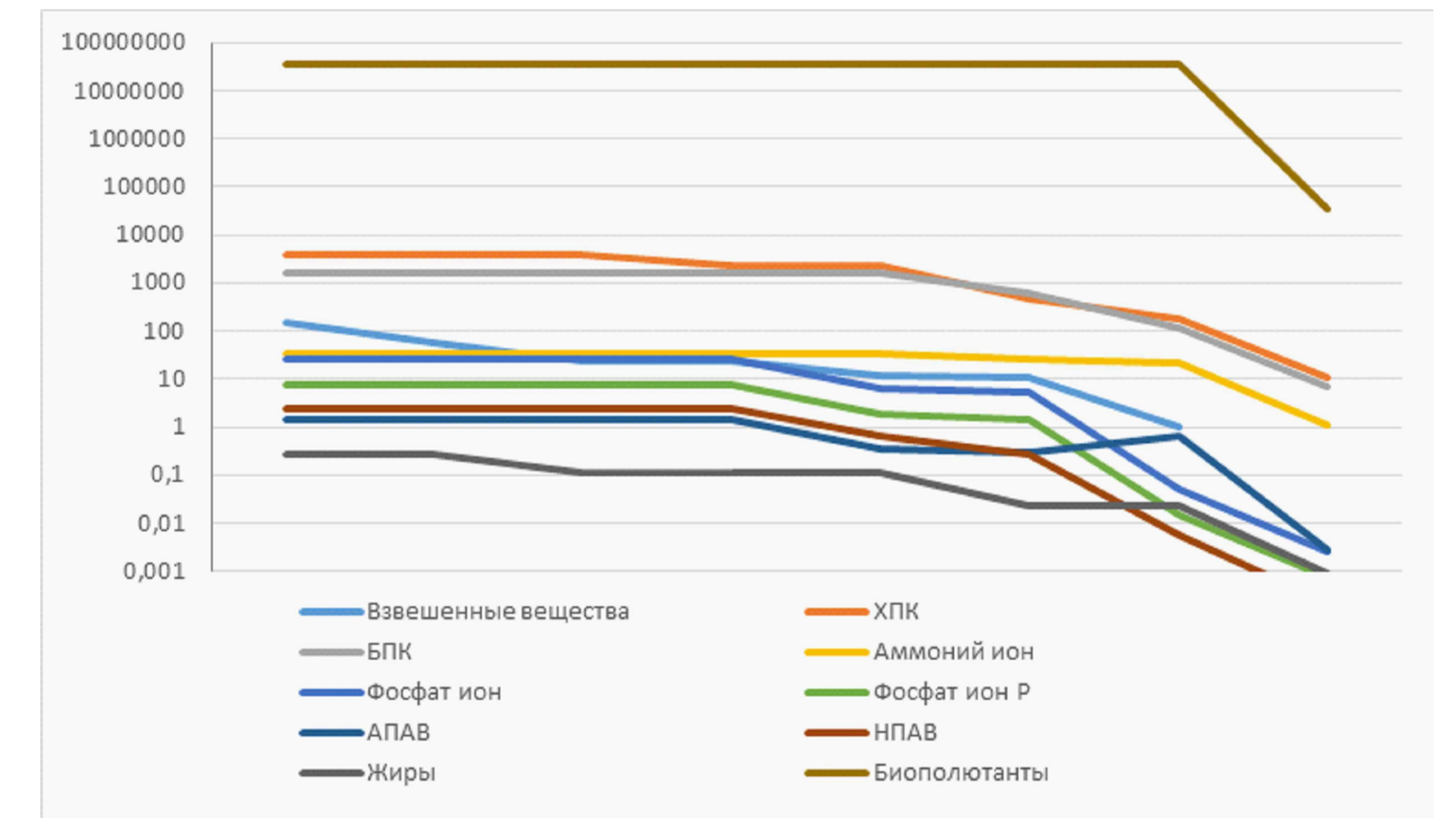
Эффективность очистки сточных вод технологической схемы до реконструкции

Наименование вещества	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после отстойника, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после флотатора, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после биологической очистки, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после УФ-обеззараживания, мг/л	Эффект очистки, %
Взвешенные вещества	207	82,8	60	41,4	50	33,12	10	36,7	0
ХПК	3923	2314,57	41	462,9	80	185,16	60	187,3	0
БПК	1552	1552	0	620,8	60	111,744	82	109,4	0
Аммоний-ион	32,7	32,7	0	26,16	20	21,45	18	21,2	0
Фосфат-ион (PO4)	25,8	25,8	0	20,64	20	0,2064	99	0,236	0
Фосфат ион (P)	7,25	7,25	0	5,8	20	0,58	99	0,067	0
АПАВ	1,43	1,43	0	1,21	15	0,26	78	0,28	0
НПАВ	2,5	2,5	0	1,125	55	0,022	98	0,022	0
Жиры	0,28	0,28	0	0,056	80	0,056	0	2,3	0
Биополлютанты	34353066	34353066	0	34353066	0	34353066	0	20820040	61



Эффективность очистки сточных вод технологической схемы после реконструкции

Наименование вещества	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после аккумулирующей емкости, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после жироприемной камеры, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после отстойника, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после фильтра, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после флотатора, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после биологической очистки, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после бактерицидной установки, мг/л	Эффект очистки, %
Взвешенные вещества	207	144,9	30	57,96	60	23,18	60	23,18	0	11,59	50	10,43	10	1,043	90
ХПК	3923	3923	0	3923	0	2314,57	41	2314,57	0	462,9	80	185,16	60	11,1	94
БПК	1552	1552	0	1552	0	1552	0	1552	0	620,8	60	111,74	82	6,7	94
Аммоний-ион	32,7	32,7	0	32,7	0	32,7	0	32,7	0	26,16	20	21,45	18	1,07	95
Фосфат-ион (PO4)	25,8	25,8	0	25,8	0	25,8	0	6,45	75	5,16	20	0,051	99	0,0025	95
Фосфат ион (P)	7,25	7,25	0	7,25	0	7,25	0	1,81	75	1,45	20	0,0145	99	0,0007	95
АПАВ	1,43	1,43	0	1,43	0	1,43	0	0,357	75	0,303	15	0,668	78	0,0026	96
НПАВ	2,5	2,5	0	2,5	0	2,5	0	0,6	75	0,28	55	0,0056	98	0,0002	96
Жиры	0,28	0,28	0	0,112	60	0,112	0	0,112	0	0,0224	80	0,0224	0	0,00089	96
Биополлютанты	34353066	34353066	0	34353066	0	34353066	0	34353066	0	34353066	0	34353066	0	34353,07	99,9



Календарный план производства работ

№ п/п	Наименование работ	Ед. изм	Объем работ	Затраты труда		Принятый состав звена	Число рабочих	Число смен	Продолжительность процесса, дни	График работы				
				рабочих, чел.-ч	машин, маш.-ч					Рабочие дни				
											1	2	3	4
1	Отрывка вручную прямков и углублений	м ²	8,06	3,42	-	Трубоукладчик 3 разряд - 2	2	3	1					
2	Добор не мерзлого грунта вручную при выкидке грунта на одну сторону котлована	м ³	0,3	7,81	-	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	1					
3	Крепление торцевых стенок котлована	м ²	17,28	5,76	-	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 2	3	3	2					
4	Устройство деревянной упорной стенки	1 упорная установка	2	12,5	-	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	1					
5	Подача и монтаж строительного оборудования	м	2	15,46	0,23	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 машина 5 разряд - 1	3	3	1					
6	Подача и укладка звеньев труб на направляющие	м	14,5	10,64	0,52	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	3					
7	Прокладка трубы диаметром 200 мм домкратом	м	14,5	7,2	-	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	2					
8	Сварка стыков звеньев труб	1 стык	2	12,5	-	Сварщик 5 разряд - 1	1	3	1					
9	Демонтаж строительного оборудования и поднятие на поверхность	1 установка	2	9,5	0,23	Трубоукладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 машина 5 разряд - 1	3	3	1					
10	Разборка креплений котлованов	м ²	17,28	4,32	-	Трубоукладчик 5 разряд - 2 4 разряд - 1	3	3	1					

Технические характеристики

1	Длина/Ширина/Высота	3090/1020/ 1400
2	Вес сухой (со штангами)	5350 кг
3	Модель двигателя	Д-243-202Н
4	Мощность	59,6 кВт
5	Топливный бак	110 л
6	Масляный бак	165 л

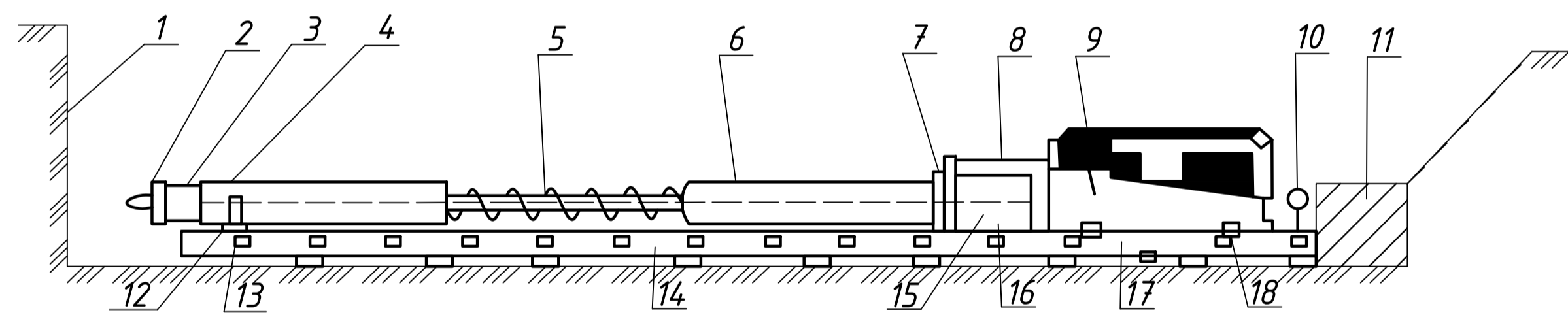
Рабочие характеристики

1	Максимальный крутящий момент	2600 нм
2	Скорость вращения	0-100 об/мин
3	Сила подачи/Сила протяжки	7,5/12,5 т
4	Подача воды	160 л/мин
5	Давление воды	60бар

Параметры бурения

1	Рабочая длина буровых штанг	1,0 м
2	Диаметр	64 мм
3	Резьба на штангах	Правая по ТУ
4	Диаметр пилотного бурения	90 мм
5	Максимальное расширение	560мм
6	Максимальная длина бурения	200 м

Схема установки для горизонтального бурения



Протягивание трубопровода через буровой канал на буровую установку

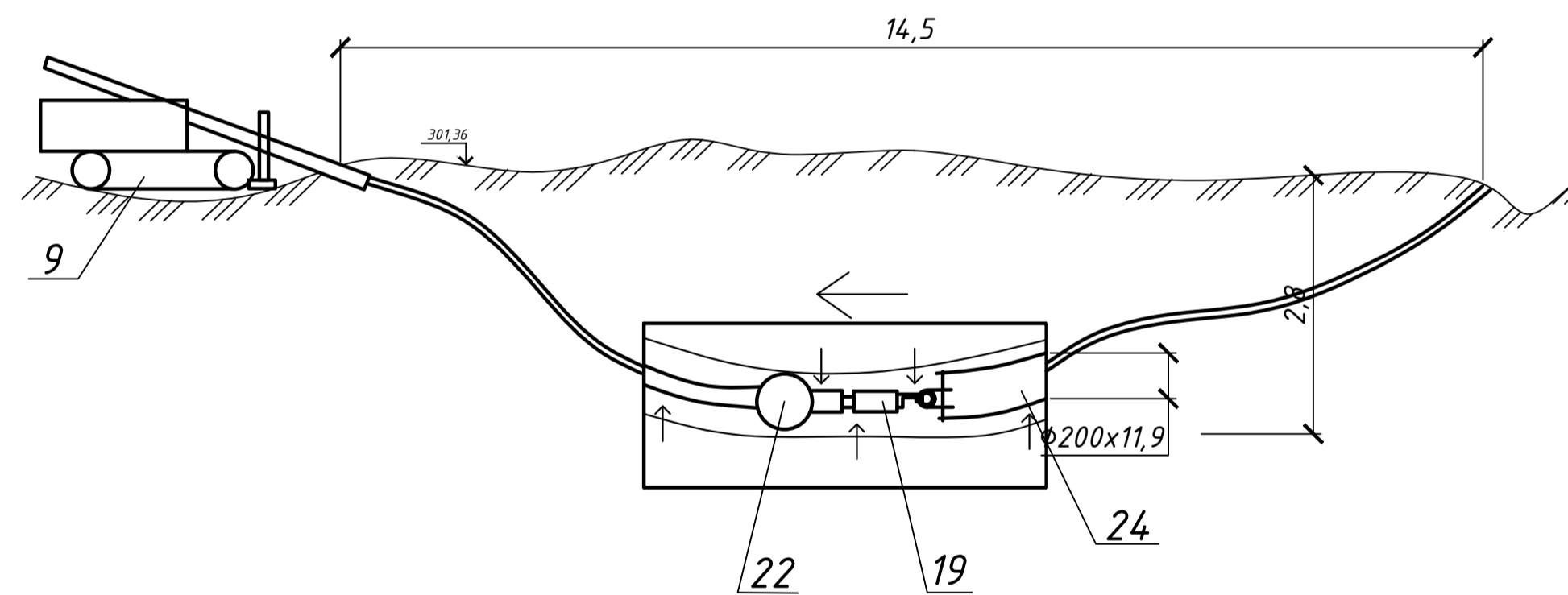
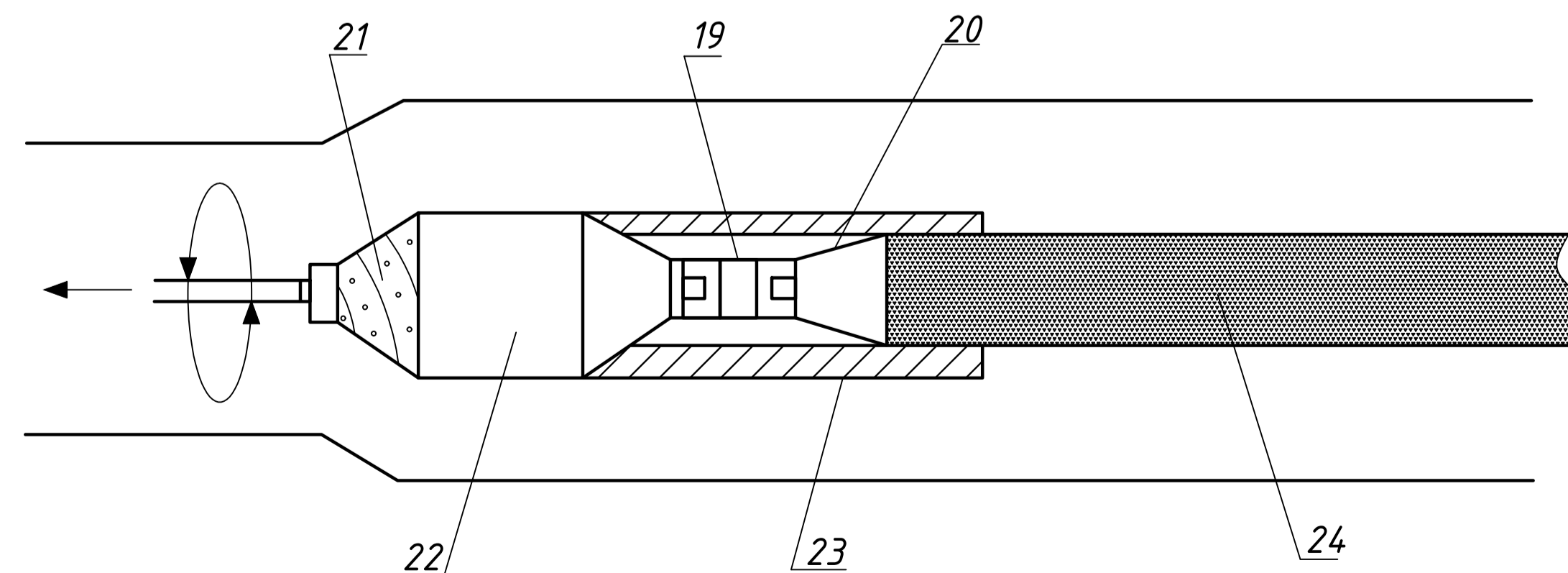


Схема протаскивания трубопровода в буровой канал с расширителем



Условные обозначения

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 - Стена карьера; 2 - Буровая головка; 3 - Отклоняющая головка; 4 - Отклоняющий шарнир; 5 - Шнек; 6 - Обсадная труба; 7 - Переходник толкателя обсадной трубы; 8 - Толкатель обсадной трубы; 9 - Буровая установка; 10 - Силовой блок (гидравлические замки и гидроцилиндры); 11 - Ограничитель обратного хода; 12 - Главная опора; 13 - Переходник опоры; 14 - Удлинитель направляющей; | <ul style="list-style-type: none"> 15 - Зажимной патрон шпинделя; 16 - Лопастной шнек для отвода породы; 17 - Главная направляющая; 18 - Ролики с крюками; 19 - Вертлог; 20 - Распорный ниппель; 21 - Отверстия для подачи буровой смеси; 22 - Расширитель; 23 - Защитная гильза; 24 - Полиэтиленовая труба. |
|--|--|

Спецификация

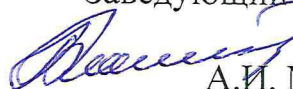
Позиция	Наименование	Марка, ГОСТ	Количество, шт	Примечание
1	Установка горизонтального бурения УГНБ-ЭМ4		1	
2	Пилот буровой со сменным ножом		1	
3	Расширитель $\varnothing 250$ мм		1	
4	Вертлог протяжки 10 т		1	
5	Захват для пластиковой трубы $\varnothing 110$ мм		1	
6	Паук цепной на три ветви		1	
7	Строп цепной		1	
8	Скоба соединительная $\varnothing 35$ мм		1	
9	Серьга с наружной резьбой		1	
10	Серьга с внутренней резьбой		1	

ВКР-08.03.01.06-2019				
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.ч	Лист	№ док	Подпись
Разраб.	Светловский Г.С.			
Руководит.	Гаврилова Ю.В.			
Проект оборотного водопользования предприятий пищевой промышленности			Стация	Лист
				6
Технология двусторонней прокладки трубопровода			Кафедра ИСЭИС	
Н. контр.	Гаврилова Ю.В.			
Зав. каф.	Мельникова А.И.			

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой



А.И. Матюшенко

подпись инициалы, фамилия

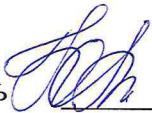
« 5 » 07 20 19 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

08.03.01 «Строительство»

«Проект оборотного водопользования предприятий
пищевой промышленности»

тема

Руководитель  05.07.19 к.т.н., доцент
подпись, дата должность, ученая степень

Ю.В. Гаврилова
инициалы, фамилия

Выпускник  05.07.19
подпись, дата

Г. С. Снятинский
инициалы, фамилия

Нормоконтролер  05.07.19
подпись, дата

Ю.В. Гаврилова
инициалы, фамилия

Красноярск 2019