

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

Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование
20.03.02.06 Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения,
обводнения и водоотведения
Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия
молочной переработки

Научный руководитель _____ к.т.н доцент О.Г. Дубровская
подпись, дата должность, ученая степень инициалы, фамилия

Выпускник _____ А.Д. Ахтамова
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтролер _____ _____
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2020 г

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия молочной переработки» содержит 106 страниц текстового документа, .. используемых источников, 10 листов графического материала.

ПРЕДПРИЯТИЕ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ЭКОЛОГИЯ, ЭКОНОМИКА.

Объект проектирования – очистные сооружения предприятия молочной переработки производительностью 91,32 м³/сут.

В разделе «Очистка сточных вод» произведен расчет расходов воды, проанализирована существующая схема очистки стоков, рассчитаны сооружения предлагаемой схемы очистки сточных вод предприятия молочной переработки.

В разделе «Научные исследования» описан научный эксперимент по подбору метода обеззараживания для всех выявленных групп биополлютантов, выбору режима кавитации для устранения жиросодержащих веществ, биообрастаний.

В разделе «Охрана труда» описаны общие требования безопасности для обслуживающего персонала очистных сооружений.

В разделе «Технология и организация строительных процессов»:

- разработана бестраншейная прокладка трубопровода водоотводящей сети.

- определены объемы земляных работ, выполняемых механизированным и ручным способами;

- на основании исходных и рассчитанных параметров сделан предварительный выбор комплекта необходимых машин, механизмов и оборудования.

В разделе «Автоматизация» произведен расчет автоматизации работы насосных станций, а также оборотного водопользования.

В разделе «Экология» определены пояса зон санитарной охраны, установлен класс опасности осадка сточных вод.

В разделе «Экономика»:

- произведен сметный расчет существующей схемы очистки;

- приведено технико-экономическое обоснование предлагаемой схемы очистки сточных вод;

- выполнен расчет срока окупаемости предлагаемой схемы очистки.

Все расчеты, представленные в выпускной квалификационной работе, выполнены с учетом действующих нормативных документов и справочной литературы.

СОДЕРЖАНИЕ

Реферат	2
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»	8
1.4.1 Существующие проблемы предприятия	9
1.4.2 Методы борьбы с биообрастаниями.....	10
1.5 Типы кавитаторов.....	11
1.6 Применение комбинированных методов для очистки сточных вод	13
2 Технологическая часть.....	14
2.1 Исходные данные для проектирования.....	14
2.2 Определение расходов воды	15
2.3 Традиционная схема очистки стока	21
2.4 Предлагаемая схема очистки стока	21
2.4.1 Аккумулирующая емкость.....	26
2.4.2 Жироприемная камера	26
2.4.3 Вертикальный отстойник.....	28
2.4.4 Ионообменный фильтр.....	30
2.4.5 Насосная установка для подачи сточных вод от фильтра на блок биологической очистки.....	34
2.4.6 Блок биологической очистки	36
2.4.7 Бактерицидная установка.....	37
2.5 Предлагаемая схема обработки осадка сточных вод.....	39
2.5.1 Расчет шламонакопителя	39
2.5.2 Вакуум - фильтр	39
2.5.3 Иловые площадки.....	40
3 Исследования	42
3.1 Цель проведения эксперимента	42
3.2 Состав сточных вод.....	42
3.3 Причина развития биополлютантов.....	43
3.4 Идентификация микрофлоры и фауны сточной воды.....	43
3.5 Подсчет численности биополлютантов в камерах Горяева	44
3.6 Метод определения качественного и количественного состава биообрастаний	45
3.7 Недостатки типовых методов обеззараживания сточных вод	47
3.8 Кавитационная технология	48
3.9 Лабораторный суперкавитационный стенд	53
4 Охрана труда и техника безопасности	57
4.1 Типовая инструкция по охране труда для лаборанта химического анализа. Общие положения	57
4.2 Общие требования безопасности.....	57

4.3 Требования безопасности перед началом работы	59
4.4 Требования безопасности во время работы	60
4.5 Требования безопасности по окончании работы	62
5 Бестраншейная прокладка трубопровода	64
5.1 Технология прокладки	64
5.2 Расширение скважины	64
5.3 Протягивание трубопровода	65
5.4 Методы монтажа ГНБ	65
5.5 Производство работ по бестраншейной прокладке с применением технологии	66
5.6 Расчет бестраншейной прокладки методом ГНБ	67
6 Автоматизация	69
6.1 Автоматизация процесса обратного водопользования при наличии кавитационной установки	69
6.2 Энергосбережение в насосных установках	73
6.3 Автоматизация работы насосных станций	75
6.4 Датчики уровня	77
7 Охрана окружающей среды	79
7.1 Зоны санитарной охраны подземного источника водоснабжения	79
7.2 Установление класса опасности осадка сточных вод	82
Количество	83
8 Экономика	85
8.1 Технико-экономическое обоснование существующей схемы очистки сточных вод	85
8.1.1 Расчет капитальных вложений существующей схемы	85
8.1.2 Сводный сметный расчет существующей схемы	86
8.1.3 Расчет годовых эксплуатационных затрат существующей схемы	88
8.1.4 Приведенные затраты	96
8.2 Технико-экономическое обоснование предлагаемой схемы очистки сточных вод	96
8.2.1 Расчет капитальных вложений предлагаемой схемы	96
8.2.2 Сводный сметный расчет предлагаемой схемы	98
8.2.3 Расчет годовых эксплуатационных затрат существующей схемы	99
8.2.4 Приведенные затраты	103
8.3 Расчет срока окупаемости	103
Список сокращений	104
Список использованных источников	105

ВВЕДЕНИЕ

На предприятиях молочной промышленности производственные сточные воды образуются в процессе основного производства, а также мойки оборудования и тары. На тонну готовой продукции типичного молокозавода приходится около 5 м³ сточных вод, а сброс сточных с данных заводов неравномерен из-за периодического характера производства. Сточные воды, образующиеся в результате процессов переработки молока, характеризуются высокой (более 1000 мг/л) загрязненностью биоразлагаемыми органическими веществами, прежде всего жирами, белками и углеводами. Загрязненность многократно возрастает в случае, если на предприятии не решена проблема утилизации отходов производства, прежде всего, сыворотки.

Молоко и молочные продукты являются сложными коллоидно-дисперсными системами, содержащими полисахариды и высокомолекулярные белковые соединения, а также соединения азота и фосфора. В большинстве случаев очистку сточных вод предприятий молочной промышленности осуществляют локальными очистными сооружениями, которые традиционно делится на два этапа: первый включает себя блок предварительной очистки (жироловушка или отстойник с жируловителем); второй этап – классическая биологическая очистка, на вход которой поступают сточные воды с большим содержанием жиров, что отрицательно сказывается на микроорганизмах. Причём второй этап (биологическая очистка) находится не на заводе, а на очистных сооружениях населенного пункта. Кроме всего прочего, такая схема не позволяет очищать сточную воду до требований, предъявляемых к оборотному водоснабжению.

1 Общие сведения

1.1 Современное состояние очистных систем предприятий

Одной из основных проблем низкой эффективности применяемых на предприятиях пищевой промышленности очистных комплексов является неправильный подбор технологической схемы очистки конкретном предприятии. При проектировании или монтаже готовой очистной системы необходимо учитывать мощность, производительность компании, качественные и количественные показатели загрязненности в частности, необходимо выделить лимитирующие факторы загрязнений основного стока, и на основании результатов комплексного анализа подбирать метод очистки наиболее эффективный для данных условий. По мнению профессора Журбы, сегодня на молочных заводах только 15 % очистных сооружений спроектированы правильно, с учётом каждого влияющего на очистку критерия. Многих владельцев пугает дороговизна приведения стока к нормативным показателям, поэтому в России значительная часть сточных вод вообще сбрасывается с незначительной очисткой просто в городскую канализацию. Существующие очистные сооружения не могут эффективно переработать весь спектр загрязнений, например, жирные загрязнения должны быть удалены до попадания в очистные сооружения. Поэтому самой главной задачей при строительстве предприятия является обеспечение экологической безопасности сточных вод. На сегодняшний день мерой воздействия на владельцев предприятий пищевой промышленности, работающих без очистных сооружений являются штрафные санкции по статье 8.1. [35], размер штрафа 50-100 МРОТ. Кроме этого, инспектор обязательно выдаст предписание об устранении нарушения, и если компания будет продолжать работать без очистки сточных вод, то в соответствии со статьей 19.5. того же [35] придется расстаться еще со 100 МРОТ. Однако, штрафы не решают проблемы, и процент закрытия заводов, не очищающих стоки ничтожно мал.

Поэтому для каждого предприятия нужно предложить индивидуально подобранную технологическую схему очистки стоков, позволяющую не только привести сток к нормативным показателям, но и снизить эксплуатационные затраты самого промышленного комплекса.

Существуют два основных направления в способах очистки воды пищевого промышленного комплекса – локальная очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности и оборотное водоснабжение.

Локальная очистка сточных вод предполагает однократное использование воды с доочисткой загрязненных сточных вод перед сбросом в городскую канализацию или поверхностные водоемы. Такая технология использования воды, нередко высококачественной питьевой, является не только расточительной, но и потенциально опасной для больших континентов населения.

Оборотное водоснабжение позволяет повторно использовать 90-95% исходной воды и обеспечить бессточный цикл производства. Большинство

известных способов очистки вод дает возможность осуществлять оборотное водоснабжение.

1.2 Состав стока предприятия пищевой промышленности

На предприятиях пищевой промышленности образуются стоки, содержащие загрязнения:

– коллоидные и взвешенные вещества минерального и органического происхождения;

– жиродержащие вещества и вещества масляного происхождения от масложитного цеха и цеха сепарационной обработки, а так же цеха обмывки основного оборудования.

Качественный и количественный состав сточных вод молокозаводов и их свойства зависят от времени года, количества производимой продукции, сезонных предпочтений рынка. Учитывая данное положение, система очистки должна обладать большими резервами для достижения необходимого качества при экстремальных значениях загрязнения стоков. Если все эти нюансы рассмотрены, тогда и система водоочистки будет работать действительно эффективно.

1.3 Методы очистки сточных вод

Для систем очистки сточных вод предприятия от жиров применяются различные методы очистки сточных вод, которые также применяются в промышленных очистных сооружениях. Рассмотрим несколько методов очистки получивших на сегодняшний момент наиболее широкое применение:

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

Отстойники – это самый первый этап очистки воды. Используются различные типы отстойников для очистки вод молокозаводов от взвесей, жиров, и других загрязняющих веществ.

В статических отстойниках для очистки сточных вод молокозавода, используется принцип оседания тяжелых частиц и всплывания легких, которые затем удаляются из состава сточных вод.

Механическая очистка является обязательным первичным этапом, но не может быть единственной и конечной схемой применительно к стокам предприятиям пищевой промышленности в связи с тем, что не решает проблемы приведения стока к нормативным показателям. Встает и задача утилизации осадка и затрат водного ресурса на собственную регенерацию (промывки сетчатых, решетчатых фильтров, вымывание осадка из приемков отстойников и пр.), что приводит к увеличению эксплуатационных затрат атомоечной станции в целом.

2) Физико-химические методы очистки сточных вод молокозаводов: флотация, коагуляция, сорбция на различных видах фильтров более эффективны.

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

- ионообменные или намывные фильтры;
- зернистые или мембранные фильтры;

Более глубокую очистку жиросодержащей воды можно осуществлять на ионообменных фильтрах. Пленочные фильтры очищают воду на молекулярном уровне.

Специалисты по очистке сточных вод предприятий пищевого комплекса выделяют три смол, применяемых в ионообменных фильтрах:

- катионообменные;
- анионообменные;
- биполярные;

В настоящее время методу фильтрования сточных вод предприятий в процессе их очистки придается большое значение ввиду того, что фильтрование является надежным, простым и относительно дешевым методом удаления из состава сточных вод большого количества загрязняющих веществ, в то же время фильтры требуют регенерации загрузки вплоть до ее полной замены, помимо этого трудно решаемой проблемой является отведение и утилизация осадка. Подобные установки требуют размещения в отдельном помещении с затратами электричества, тепла, и обслуживаются квалифицированным персоналом. К тому же, надо отметить, что все преимущества данной схемы очистки воды в полной мере раскрываются только при очистке большого количества сточных вод, загрязненных жирами, маслами. Увеличение эффективности фильтрации достигается при применении этого метода в доочистке, когда основные загрязнения удалены. Таким образом, фильтрование не является универсальным способом для всех типов предприятий пищевой промышленности.

3) Биологическая очистка воды схожа с процессами самоочистки от загрязняющих веществ, которые протекают в естественных водоемах. Она не имеет широкого применения на урбанизированных территориях, так как основана на отведении воды в естественные водоёмы (пруды биологической очистки), либо применении аккумулирующей ёмкости с биологической плёнкой.

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 биозагрязнение, 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
Zoogloea ramigera	180000	Вызывает такие заболевания у человека, как ангина, рожа, воспаление костного	Образуют плотную биопленку, вызывая уменьшение диаметров
Streptococcus marginatum	240000		
Zoogloea filipendula	246670		

		мозга, сепсис.	трубопроводов, провоцируют повышение давления и порывы. Продукты жизнедеятельности вызывают коррозионные изменения инженерных сетей и оборудования.
Zygnema stellinum	255000	Нарушение обмена веществ, заболевания желудочно-кишечного тракта, аллергии, гаффскую болезнь, химические отравления, вызывающие поражение нервной системы.	
Anabaena	206667		
Aphanizomenon	154000		
Microcystis	156500	Заболевания желудочно-кишечного тракта, кожные аллергические реакции.	
Aserionella Formosa	22500		
Melozira granulate	2 колонии взрослых микроорганизмов состоит из 180000 клеток		
Stephanodiscus hantzschii	30667		
Stephanodiscus astraea	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».
Oscillatoria putrida	2 колонии взрослых микроорганизмов состоит из 180000 клеток		
Arthrospira major	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

На предприятии молокоперерабатывающей группы на урбанизированной территории широко применяемые 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 струей) её удлинение L_k/V_k (L_k – полудлина, V_k - ширина) практически является лишь функцией числа кавитаций, которую можно аппроксимировать зависимостью

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

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.

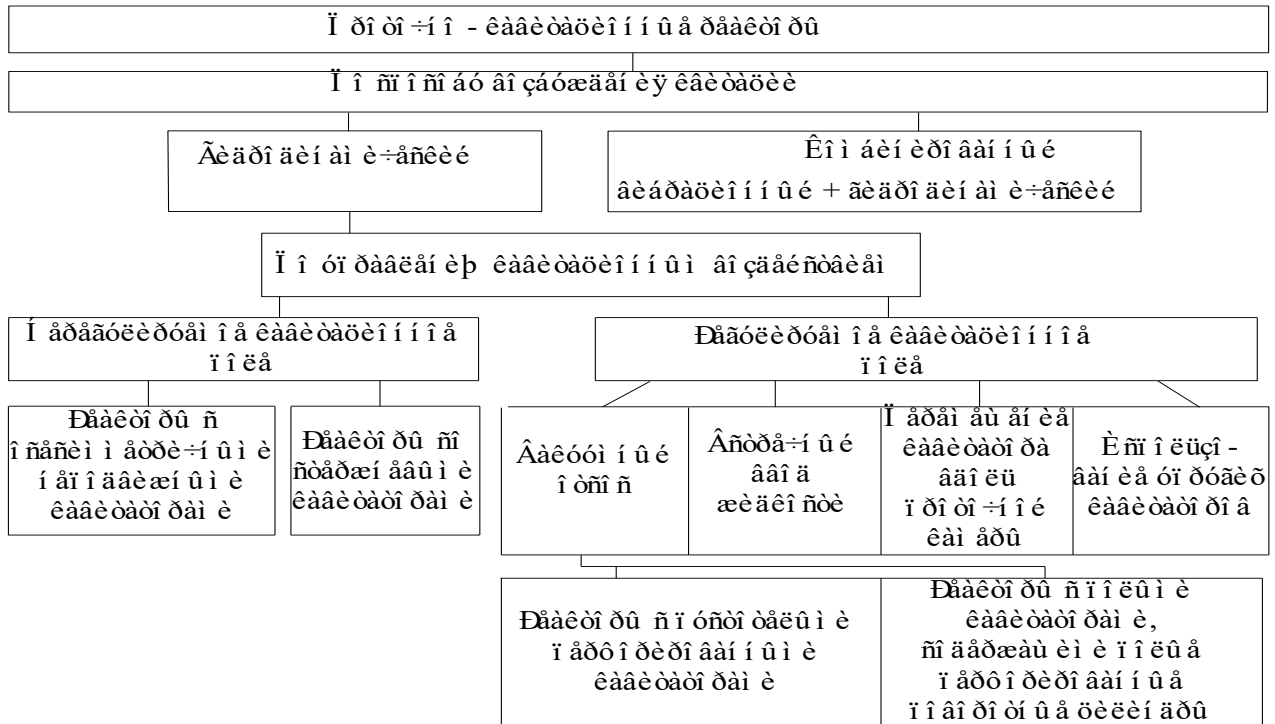


Рисунок 1.1 – Классификационная схема проточно-кавитационных реакторов

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 Технологическая часть

2.1 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 2.1, и расчет превышения ПДК представлен в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Исходные данные состава сточных вод с предприятия ООО «АгроНик»

Наименование	Концентрация веществ в сточной воде, мг/л
рН	6,2
Взвешенные вещества	204 (оседает козеин)
ХПК	3919
БПК ₅	1550
Аммоний-ион (NH ₄)	32,2
Фосфат-ион (PO ₄)	25,6
Фосфат-ион (P) (расч.)	7,27
АПАВ	1,47
НПАВ	2,5
Жиры	0,29

Таблица 2.2 – Расчет превышения ПДК

Наименование	Фактический сброс, мг/л	ПДК, мг/л	Превышение, раз
pH	6,2	6,5-8,5	норма
Взвешенные вещества	204 (оседает козеин)	204,25	норма
ХПК	3919	15	261,3
БПК _{полн}	2015	3	671,7
Аммоний-ион (NH ₄)	32,2	1,5	21,5
Фосфат-ион (PO ₄)	25,6	3,5	7,3
Фосфат-ион (P) (расч.)	7,27	1,14	6,4
АПАВ	1,47	0,5	2,9
НПАВ	2,5	0,1	25
Жиры	0,29	0,1	29

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

2.2 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.

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{б.с}} + Q_{\text{душ}} + Q_{\text{пр}} + Q_{\text{л.с}}, \quad (2.1)$$

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:

$$Q_{\text{смены}} = \frac{q_{\text{смены}} \cdot N \cdot n_{\text{см}}}{1000}, \quad (2.2)$$

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.

$$Q_{\text{смены}} = \frac{25 \cdot 8 \cdot 2}{1000} = 0,4 \text{ м}^3/\text{сут}$$

Расход душевых стоков:

$$Q_{\text{душ}} = q_{\text{душ}} \cdot n_{\text{душ}} \cdot 0,75 \cdot n_{\text{см}} \quad (2.3)$$

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.

$$Q_{\text{душ}} = 0,5 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 2 = 0,75 \text{ м}^3/\text{сут}$$

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:

$$W_{\Gamma} = W_{\text{д}} + W_{\text{т}} + W_{\text{м}}, \quad (2.4)$$

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 поливомоечных вод, $\text{м}^3/\text{год}$.

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

$$W_{\text{д}} = 10 \cdot h_{\text{д}} \cdot \psi_{\text{д}} \cdot F. \quad (2.5)$$

где $h_{\text{д}}$ – высота слоя осадков за теплый период года, определяемая согласно таблице 3.1 [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:

$$\psi_d = \frac{\sum(\psi_i \cdot F_i)}{F}, \quad (2.6)$$

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:

$$\psi_d = \frac{F_k \psi_k + F_{gp} \psi_{gp} + F_A \psi_A + F_r \psi_r}{F}, \quad (2.7)$$

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, 0,085 га;
 F_r – площадь газонов, 0,154 га;
 F_k – площадь кровли, 0,015 га;
 F_{gp} – площадь грунтовых поверхностей, 0,003 га;
 F – общая площадь водосбора, 0,257 га.

Значения общего коэффициента стока для различных типов поверхности водосбора представлены в таблице 2.3.

$$\psi_d = \frac{0,015 \cdot 0,7 + 0,003 \cdot 0,2 + 0,085 \cdot 0,7 + 0,154 \cdot 0,1}{0,257} = 0,339.$$

Годовое количество дождевых вод ($m^3/год$) по формуле (2.5):

$$W_d = 10 \cdot 367 \cdot 0,339 \cdot 0,257 = 319,74.$$

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

$$W_T = 10 \cdot h_T \cdot \psi_T \cdot F, \quad (2.8)$$

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

ψ_T – коэффициент стока талых вод, 0,7.

$$W_T = 10 \cdot 104 \cdot 0,7 \cdot 0,257 = 187,10 \text{ м}^3/\text{год}.$$

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

$$W_M = 10 \cdot m \cdot k \cdot F_M \cdot \Psi_M, \quad (2.9)$$

где m – удельный расход воды на мойку дорожных покрытий (как правило, применяется $1,2 \dots 1,5 \text{ л/м}^2$ на одну мойку), таблица 2.4

k – среднее количество моек в году;

F_M – площадь территории, подвергающаяся мойке, га;

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

$$W_M = 10 \cdot 1,2 \cdot 30 \cdot 0,085 \cdot 0,5 = 15,3 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Годовой объем сточных вод определяем по формуле (2.4) ($\text{м}^3/\text{год}$):

$$W = 319,74 + 187,10 + 15,3 = 522,14 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Таблица 2.3 – 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 2.4 – Нормы расхода воды на полив территории

Назначение воды	Расход на одну процедуру, л/м^2
Механизированная мойка асфальтовых и бетонных покрытий	$1,0 \dots 1,5$
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:

$$q_{\text{сут}} = \frac{W_d}{t_{d1}}, \quad (2.10)$$

где W_d – годовое количество дождевых вод, $\text{м}^3/\text{год}$;

t_{d1} – среднее в году количество дождливых дней [3], 90.

$$q_{\text{сут}} = \frac{319,74}{90} = 3,55 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

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

$$q_{\text{час}} = \frac{q_{\text{сут}}}{t_{\text{д2}}}, \quad (2.11)$$

где $q_{\text{сут}}$ – суточный расход поверхностных вод, $\text{м}^3/\text{сут}$;

$t_{\text{д2}}$ – средняя продолжительность дождя в течении суток (определяется по данным предоставленным региональным центром Росгидромета), 7 часов.

$$q_{\text{час}} = \frac{3,55}{7} = 0,51 \text{ м}^3/\text{час}.$$

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

$$q_{\text{сут}} = \frac{W_{\text{T}}}{t_{\text{T1}}}, \quad (2.12)$$

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

t_{T1} – среднее в году количество дней интенсивного таяния снега, 10 дней.

$$q_{\text{сут}} = \frac{160,37}{10} = 16,04 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

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

$$q_{\text{час}} = \frac{q_{\text{сут}}}{t_{\text{T2}}}, \quad (2.13)$$

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

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

$$Q_{\text{час}} = \frac{16,04}{10} = 1,6 \text{ м}^3/\text{час}.$$

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 (2.1):

$$Q_{\text{общ}} = 0,6 + 1,125 + 73,49 + 16,1 = 91,32 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

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 (2.5).

Таблица 2.5 – Количество загрязнений, поступающих от предприятия

Показатели состава	Концентрация C_i , г/м ³ (мг/л)	Количество P_i^I , г/ч
рН	6,2	6,2
Взвешенные вещества	204 (оседает козеин)	857,0
ХПК	3919	16463,7
БПК _{полн}	2015	8465,0
Аммоний-ион (NH ₄)	32,2	135,3
Фосфат-ион (PO ₄)	25,6	107,5
Фосфат-ион (P) (расч.)	7,27	30,5
АПАВ	1,47	6,2
НПАВ	2,5	10,5
Жиры	0,29	1,2

По полученному значению расхода сточных вод составляем балансовую схему оборотного водопользования по часам суток, таблица 2.6.

Таблица 2.6 – 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
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

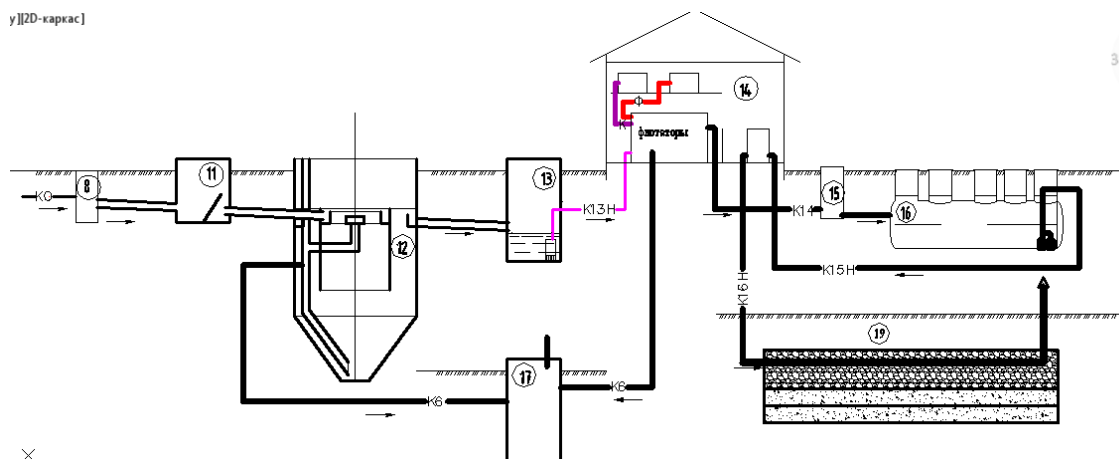
Окончание таблицы 2.6 – Балансовая схема оборотного водопользования

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

2.3 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 2.1 – Традиционная схема существующей очистки предприятия ООО «АгроНик»

2.4 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.

Модернизированная схема очистки стоков предприятия пищевой промышленности: аккумулярующая емкость → вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой → ионообменный параллельноточный фильтр с анионообменной загрузкой → блок биологической доочистки → бактерицидная установка «Лазурь-М-5К».

Эффективность очистки стока технологической схемы до и после реконструкции представлена, соответственно в таблице 2.7, 2.8.

Снижение концентрации веществ в сточной воде на традиционной схеме очистки и предлагаемой представлено на рисунке 2.2, 2.3.

Таблица 2.7 – Эффективность очистки стока технологической схемы до реконструкции

	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после аккумуляющей емкости, мг/л	%	Концентрация после жироприемной камеры, мг/л	%	Концентрация после отстойника, 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	204	142,8	30	57,12	60	22,8	60	22,8	0	11,4	50	10,3	10	1,03	90
ХПК	3919	3919	0	3919	0	2312,2	41	2312,2	0	462,4	80	185,0	60	11,10	94
БПК	1550	1550	0	1550	0	1550,0	0	1550,0	0	620,0	60	111,6	82	6,70	94
Аммоний-ион	32,2	32,2	0	32,2	0	32,2	0	32,2	0	25,8	20	21,1	18	1,06	95
Фосфат-ион (PO ₄)	25,6	25,6	0	25,6	0	25,6	0	6,4	75	5,1	20	0,051	99	0,003	95
Фосфат-ион P	7,27	7,27	0	7,27	0	7,3	0	1,8	75	1,5	20	0,015	99	0,001	95
АПАВ	1,47	1,47	0	1,47	0	1,5	0	0,4	75	0,3	15	0,1	78	0,003	96
НПАВ	2,5	2,5	0	2,5	0	2,5	0	0,6	75	0,3	55	0,006	98	0,0002	96
Жиры	0,29	0,29	0	0,116	60	0,1	0	0,1	0	0,02	80	0,9	0	0,04	96
Биополлютанты	34353066	34353066	0	34353066	0	34353066,0	0	34353066,0	0	34353066,0	0	34353066,0	0	34353,07	99,9

Таблица 2.8 – Эффективность очистки стока технологической схемы после реконструкции

	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после отстойника, мг/л	%	Концентрация после флотатора, мг/л	%	Концентрация после биологической очистки, мг/л	%	Концентрация после УФ-обеззараживания, мг/л	%
Взвешенные вещества	204	81,6	60	40,8	50	36,7	10	36,7	0
ХПК	3919	2312,21	41	462,4	80	187,3	60	187,3	0
БПК	1550	1550	0	620,0	60	109,4	82	109,4	0
Аммоний-ион	32,2	32,2	0	25,8	20	21,2	18	21,2	0
Фосфат-ион (PO ₄)	25,6	25,6	0	20,5	20	0,236	99	0,236	0
Фосфат-ион P	7,27	7,27	0	5,8	20	0,1	99	0,067	0
АПАВ	1,47	1,47	0	1,2	15	0,3	78	0,28	0
НПАВ	2,5	2,5	0	1,1	55	0,022	98	0,022	0
Жиры	0,29	0,29	0	0,1	80	2,3	0	2,3	0
Биополлютанты	34353066	34353066	0	34353066,0	0	34353066,0	0	20820040,0	61

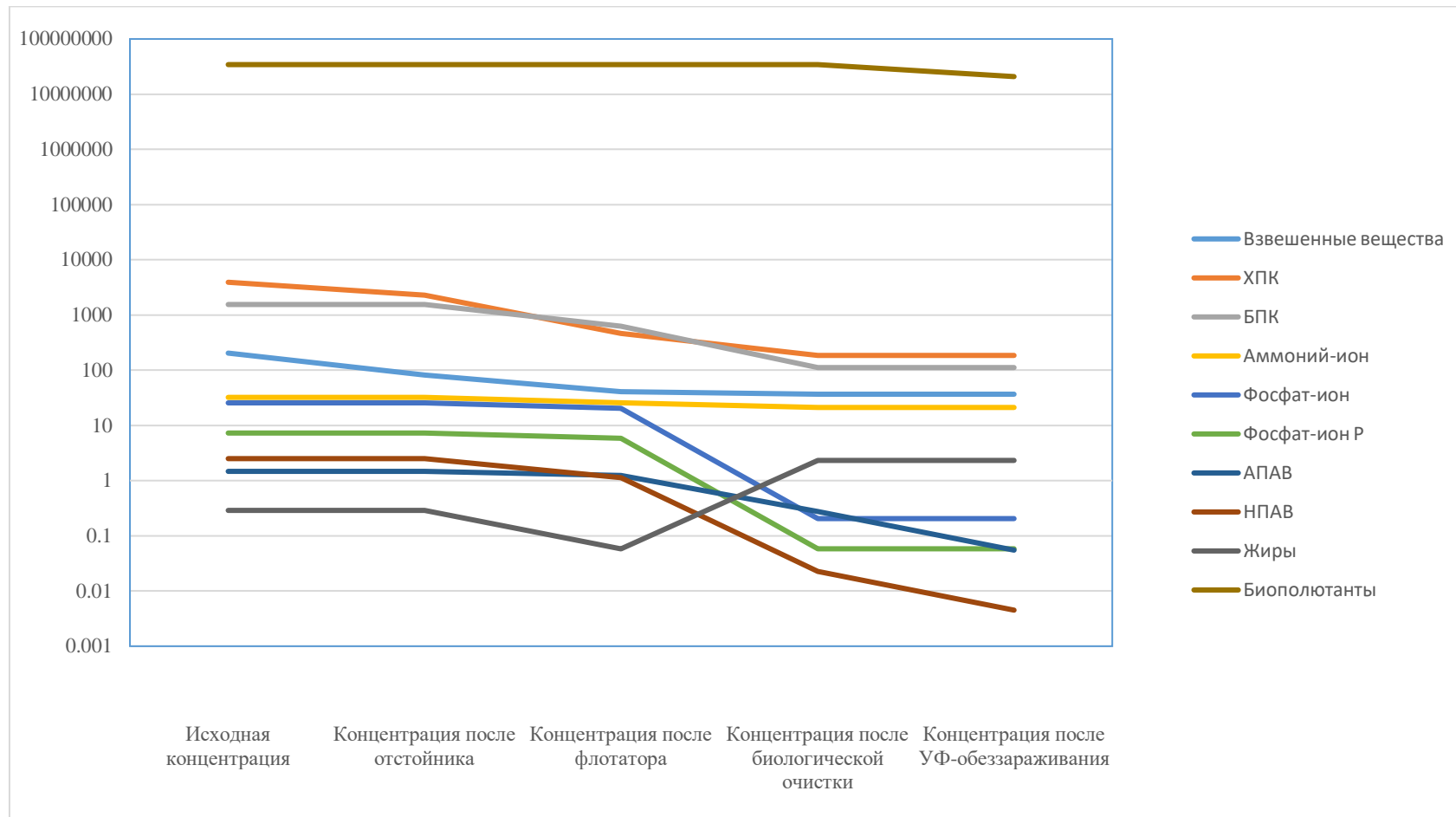


Рисунок 2.2 – Снижение концентрации веществ в сточной воде на традиционной схеме очистки

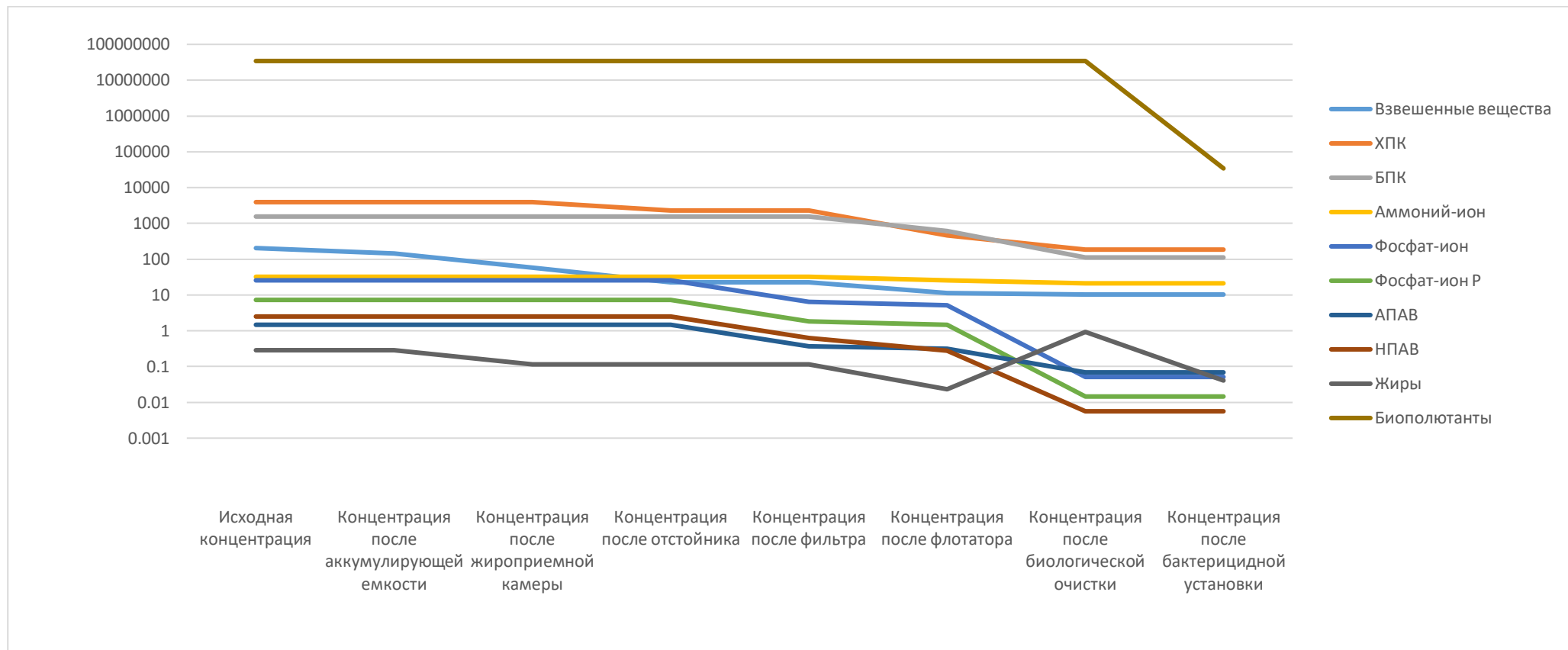


Рисунок 2.3 – Снижение концентрации веществ в сточной воде на предлагаемой схеме очистки

2.4.1 Аккумулирующая емкость

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

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

Принимаем аккумулирующую емкость с размерами в плане 4,5х5х2,5 м.

2.4.2 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.

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

$$V_p = q \cdot 1000 / \pi d^2 / 4, \quad (2.14)$$

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

Коэффициент учитывающий влияние механических примесей на всплывание жиросодержащих веществ:

$$\alpha = 0,0015 \frac{K_{\text{ж}}}{K_{\text{м.п}}} + 0,875, \quad (2.15)$$

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:

$$U = \frac{\alpha(112 - 93 \cdot \gamma_{\text{ж}})10^{0,0143d}}{1000}, \quad (2.16)$$

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

d – расчетный диаметр частицы жиросодержащих, мкм.

$$U = \frac{0,875(112 - 93 \cdot 0,89)10^{0,0143 \cdot 100}}{1000} = 0,69.$$

Рабочая глубина жироприемника:

$$H = 12,5 \frac{D}{0,312 + \frac{U}{\sqrt{V_p}} - 0,00018 \cdot V_p^2}, \quad (2.17)$$

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

Продолжительность всплывания жиросодержащих частиц:

$$t_{\text{в}} = \frac{H}{U \cdot 3,6}, \quad (2.18)$$

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

Количество осадка, удерживаемого в жироприемнике:

$$W_{\text{ос}} = \frac{24 \cdot Q_{\text{ч}} K_{\text{м.п}} \text{ Э}}{\gamma_{\text{ос}} (100 - P) 10^6}, \quad (2.19)$$

где \mathcal{E} – 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:

$$W = \frac{24 \cdot Q_{\text{ч}} (C_{\text{исх}} - C_{\text{ост}})}{\gamma_{\text{Н}} \cdot 10^6}, \quad (2.20)$$

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:

$$Q_{\text{П}} = W + W_{oc}, \quad (2.21)$$

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

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

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{сут}} - Q_{\text{П}}, \quad (2.22)$$

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

2.4.3 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:

$$D = \sqrt{\frac{(F + f_{\text{ж.к}}) \cdot 4}{\pi}}, \quad (2.23)$$

где F – площадь отстойника, м^2 :

$$F = \beta \frac{Q_{\text{ч}}}{3.6 \cdot V_p \cdot N}, \quad (2.24)$$

N – количество отстойников, шт;

V_p – 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:

$$T = \frac{W_{\text{ос}} \cdot N \cdot \delta}{Q_{\text{ч}}(C - m)}, \quad (2.25)$$

где δ – концентрация уплотненного осадка, г/см³.

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

$W_{\text{ос}}$ – объем конической осадочной части отстойника, м³:

$$W_{\text{ос}} = \frac{\pi}{3} \cdot h_{\text{к}} \cdot \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 + \left(\frac{d}{2} \right)^2 + \frac{D}{2} \cdot \frac{d}{2} \right], \quad (2.26)$$

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

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

Высота конической осадочной части:

$$h_{\text{к}} = \frac{D - d}{2 \cdot \text{tg}(90^\circ - \alpha)}, \quad (2.27)$$

где $\alpha = 50 \div 55^\circ$;

D – диаметр отстойника, м;

d – диаметр трубопровода для сброса осадка, $d=200$ мм.

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

Количество воды, теряемой при сбросе осадка:

$$q_{oc} = \frac{K_p \cdot (C - m)}{\delta_{cp}} \cdot 100\% , \quad (2.28)$$

где K_p – коэффициент взвеси в воде после 3÷12 ч;
 δ_{cp} – концентрация взвешенных веществ, мг/л.

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

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

$$x - 0,25\%$$

$$x = 0,252 \text{ м}^3/\text{сут}$$

С учетом потерь расход воды в отстойнике:

$$Q_{сут} = 100,81 - 0,252 = 100,56 \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (2.29)$$

2.4.4 Ионообменный фильтр

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

Ионообменные фильтры применяют для понижения жесткости воды, а также для ее качественной очистки.

Ионообменный фильтр состоит из корпуса, выполненного из особо прочного пластика или стали, картриджа с ионообменной смолой, трубопроводов, верхнего или нижнего распределительного устройств, отвечающих за равномерное распространение воды, и емкости под регенерирующий раствор. В центральной части корпуса находится блок фильтрации, выполненный из ионообменного волокнистого материала. За ним расположен сетчатый фильтр, отвечающий за удержание механического мусора, и ионообменник. Именно в нём происходит обмен ионов тяжёлых металлов на натрий или водород. Завершает конструкцию фильтр тонкой очистки. Для выведения растворённых в воде газов наружу, в корпусе прибора предусмотрены специальные отводящие отверстия. Данные об ионообменных фильтрах представлены в таблице 2.9 и таблице 2.10.

Таблица 2.9 – Данные об ионообменных фильтрах

Режим работы	Скорость потока, объем смолы/час	Продолжительность стадии, мин	Объем воды на промывку, объем смолы
Фильтрация	8 – 40	-	-
Обратная промывка	5 – 7	5 – 20	1,5 – 4
Регенерация	2 – 5	60	-
Медленная промывка	2 – 5	20 – 60	2 – 4
Быстрая промывка	20	15 – 30	3 – 6

Фильтрующая загрузка:

Применена загрузка ионообменная макропористая, анионообменная на основе анионита Purolite A500P. Удаляет не только анионы сильных и слабых кислот, но и органические кислоты и неионизированные средне- и высокомолекулярные органические соединения. Применяется для работы в воде с высокой степенью окисляемости и повышенной цветностью.

Подходит для обработки водных растворов этиленгликоля, глицерина, глюкозы, сыворотки сахарного сиропа.

Анионит A500P с обменными ионами Cl эффективно справляется с очисткой воды от танинов, фульвокислот и гуминовых кислот.

Макропористая структура анионита способствует хорошей кинетике обмена и сорбции, а высокорегенерационные свойства анионита позволяют использовать его в качестве барьерной ступени перед ионитами гелевого типа для предотвращения попадания в них органических веществ.

Таблица 2.10 – Основные размеры ионообменных параллельноточных фильтров

Обозначение фильтра	Степень	Условный проход, D _y	H, не более	H _{сл} , не более	h ₁	h ₂ , не более
ФИПа1-0,7-6	1	700	3500	2500	-	250
ФИПа1-1,0-6		1000	4400		210±15	320
ФИПа1-1,4-6		1400	4800		220±15	420
ФИПа1-2,0-6		2000	5300		360±25	485
ФИПа1-2,6-6		2600	5800		470±25	610
ФИПа1-3,0-6		3000	6300		470±25	690
ФИПа1-3,4-6		3400	6700		570±25	775
ФИПа2-0,7-6	2	700	2500	1500	-	250
ФИПа2-1,0-6		1000	3400		220±15	320
ФИПа2-1,4-6		1400	3800		230±15	420
ФИПа2-2,0-6		2000	4300			485
ФИПа2-2,6-6		2600	4800			610
ФИПа2-3,0-6		3000	5300			690
ФИПа2-3,4-6		3400	5700			775
ФИПа2-2,0-10		2000	4300			485
ФИПа2-2,6-10		2600	4800			610
ФИПа2-3,0-10		3000	5300			690
ФИПа2-3,4-10		3400	5700			775

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.

$$F = \frac{100,56}{24 \cdot 8,1 \cdot 3,6 \cdot 2 \cdot (5 \cdot 0,1) - 2 \cdot 0,33 \cdot 14} = 0,55 \text{ м}^2.$$

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

Диаметр определяется по формуле

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

$$D = \sqrt{\frac{0,55 \cdot 4}{3,14}} = 0,84 \text{ м.}$$

Принимаем 1 ионообменный + 1 резервный фильтр с анионообменной загрузкой на основе анионита Purolite A500P Ø 1000 мм.

Типоразмеры:

H = 3610; H₁ = 210 мм; L = 568 мм; L₁ = 407 мм; L₂ = 476 мм.

Схема ионообменного параллельноточного фильтра представлена на рисунке 2.4.

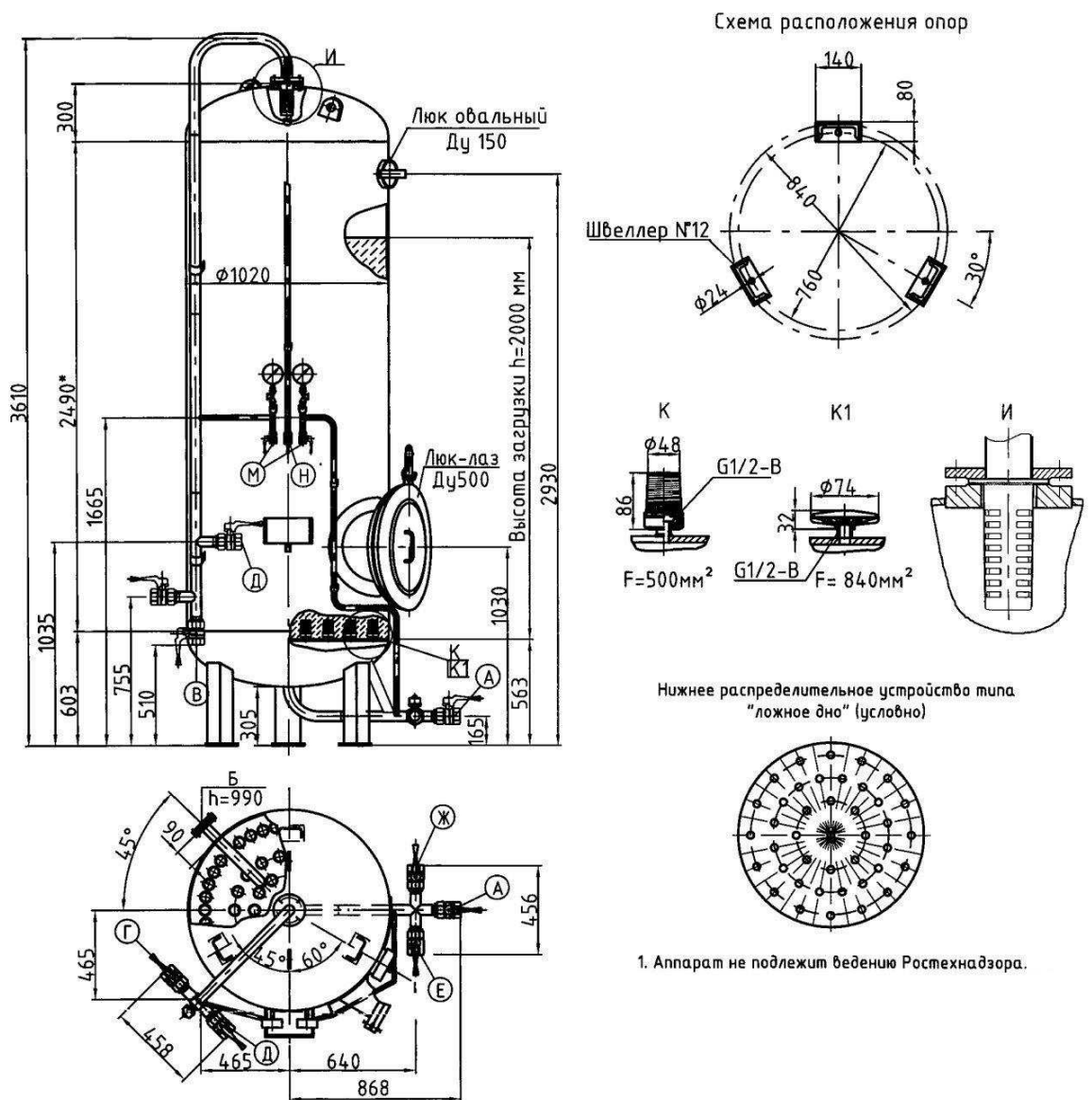


Рисунок 2.4 – Схема ионообменного параллельноточного фильтра

Расчёт распределительной системы напорного фильтра.

Проектируется параллельноточный ионообменный фильтр Ø 1000 мм.

Площадь песчаной загрузки фильтра $f = 0,38 \text{ м}^2$.

Интенсивность промывки $\omega = 5 \text{ л/сек}\cdot\text{м}^2$.

Общий расход воды на промывку на один фильтр $q_{\text{пр}} = 0,38 \cdot 5 = 1,92 \text{ л/сек} = 0,00192 \text{ м}^3/\text{сек}$.

Длина ответвлений:

С каждой стороны коллектора размещается по 6-7. Принимаем между осями ответвлений $0,10 \text{ м}$, следовательно, количество ответвлений принимаем 10 шт . Расход, поступающий в коллектор равен $0,001164 \text{ м}^3/\text{с}$, следовательно, расход на одно ответвление составляет $0,000083 \text{ м}^3/\text{с}$, исходя из этого находим диаметр ответвления, он равен 15 мм .

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

Разрез дренажной системы фильтра представлен на рисунке 2.5.

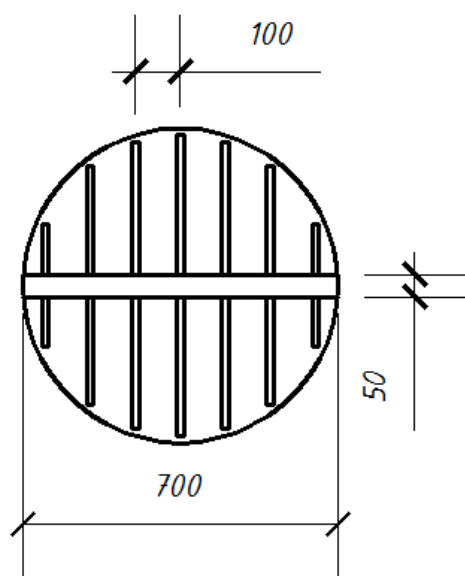


Рисунок 2.5 – Разрез фильтра

Щель $1,5 \text{ мм}$. Расстояние между щелями $2,5 \text{ мм}$.

2.4.5 Насосная установка для подачи сточных вод от фильтра на блок биологической очистки

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 2.9.

Температура перекачиваемой жидкости от 0 до 35С

Способны работать при наличии в воде воздушных пузырьков и газа.

Питание $220\text{--}230 \text{ В}/50 \text{ Гц}$.

Глубина всасывания до 8 м .

Максимальное рабочее давление 8 бар.

Технические характеристики автоматической насосной станции серии ACTIVE SYSTEM представлены в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Характеристики автоматической насосной станции

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

2.4.6 Блок биологической очистки

С фильтра сточная вода подается насосом 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 2.6.

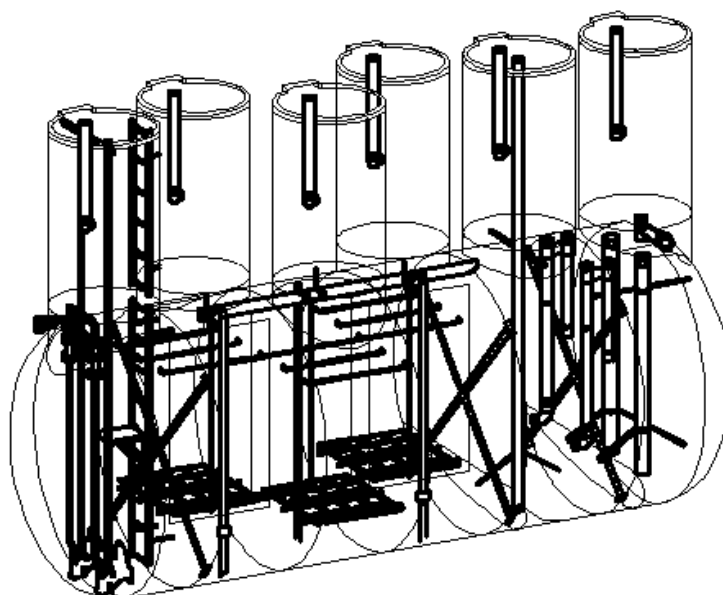


Рисунок 2.6 – Блок глубокой биологической доочистки

2.4.7 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, заполнённых 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 2.6.



Рисунок 2.7 – Бактерицидная установка Лазурь М-5К

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

2.5 Предлагаемая схема обработки осадка сточных вод

2.5.1 Расчет шламонакопителя

При объемном весе осадка сточных вод в шламонакопителе $0,509 \text{ т/м}^3$. Объем шламонакопителя при расчете четырехчасового запаса осадка равен:

$$W_{\text{ш.н}} = \gamma \cdot Q_{\text{ч}} \cdot 4 \cdot \rho, \quad (2.33)$$

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

Принимаем шламонакопитель диаметром $2,2 \text{ м}$, следовательно высота будет равна:

$$H = \frac{W_{\text{ш.н}}}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}. \quad (2.34)$$

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

Из шламонакопителя насосом DAB NOVA 200 M-NA мощность $0,35 \text{ кВт}$, осадок перекачивается на обезвоживание в вакуум-фильтр.

2.5.2 Вакуум - фильтр

Объем уплотненного осадка, м^3 :

$$W_{\text{упл}} = \frac{W_{\text{з.н}} \cdot 80,5}{97,5}, \quad (2.35)$$

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

где W – объем поступающего за сутки осадка.

Объем зоны накопления, м^3 :

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

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:

$$M_{\text{сух}} = \frac{W_{\text{упл}} \cdot (100 - B_{\text{л}}) \cdot \gamma_{\text{ос}}}{100}, \quad (2.37)$$

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:

$$F_{\text{в.ф.}} = \frac{M_{\text{сух}} \cdot 1000}{T_{\text{в.ф.}} \cdot K}, \quad (2.38)$$

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

K – коэффициент характеризующий нагрузку на 1 м² 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 2.13 – 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	∅ 1000x370	1,1	1800x1600x1700	980

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

2.5.3 Иловые площадки

Количество осадка:

$$W_{\text{ос}} = \frac{Q_{\text{сут}}(C-m)365}{10^6}, \quad (2.39)$$

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

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

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

Суммарное количество осадка:

$$W = W_{\text{ос}}^{\text{в.в}} + W_{\text{ос}}^{\text{фосфаты}} + W_{\text{ос}}^{\text{хлориды}}, \quad (2.40)$$

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

Объем осадка с учетом обезвоживания:

$$V_{\text{ос}} = \frac{W \cdot 100}{(100-P) \cdot \gamma}, \quad (2.41)$$

где P – влажность осадка после вакуум-фильтра, %;

γ – объемный вес осадка после вакуум-фильтра, т/м³.

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

Площадь иловых площадок:

$$F = \frac{V_{\text{ос}}}{h \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3, \quad (2.42)$$

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.

$$F = \frac{62,8}{1 \cdot 10^4} \cdot 1,5 \cdot 3 = 0,028 \text{ га} = 282,6 \text{ м}^2.$$

3 Исследования

3.1 Цель проведения эксперимента

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

3.2 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 загрязнителями 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.

3.3 Причина развития биополлютантов

Причиной развития в бактерий и водорослей 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.

3.4 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 и физиологических 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 высевака микроорганизмов в течение 14 дней на питательной среде Тамиа следующего состава: KNO_3 – 5,0 г/л; $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 2,5 г/л; KH_2PO_4 – 1,25 г/л, цитрат железа – 0,003 г/л. В готовую среду вносится раствор микроэлементов (1 мг/л среды) следующего состава: H_2BO_3 – 2,86 г/л; $\text{MnCl}_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$ – 1,81 г/л; $\text{ZnSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$ – 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 (*Zoogloea ramigera*, *Streptococcus marginatum*, *Zoogloea filipendula*) 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, гаффскую болезнь, химические отравления, вызывающие, поражение нервной системы.

Диатомовые (*Aserionella Formosa*; *Melozira granulate*; *Stephanodiscus Astraea*; *Stephanodiscus hantzschii*) 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 (*Oscillatoria putrida*; *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.

3.5 Подсчет численности биоплютантов в камерах Горяева

Для подсчета численности водорослей использовались счетные камеры Горяева (рисунок 3.1). 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 3.1 – Камера Горяева

Вычисление биомассы планктона проводят 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.

3.6 Метод определения качественного и количественного состава биообрастаний

Определение качественного и количественного состава биообрастаний соответствует [36]. Была применена методика прямого подсчёта количества клеток биообрастаний на камерах Горяева.

Подсчет клеток многоклеточных проводился в соответствии с формулой

$$N = \frac{n \cdot B}{k \cdot V}, \quad (3.1)$$

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 (см^3);
 V – объем сгущенной пробы (см^3).

Произведён первоначальный перерасчёт на количество клеток во взрослой особи.

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

$$N = n \cdot 10 \cdot v / S \cdot 10, \quad (3.2)$$

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 3.1.

Таблица 3.1 – 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

Oscillatoria putrida	2 колонии взрослых микроорганизмов состоит из 180000 клеток
Arthrospira major	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, хлоргиередин, 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 озонированная вода приобретает 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.

3.8 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.

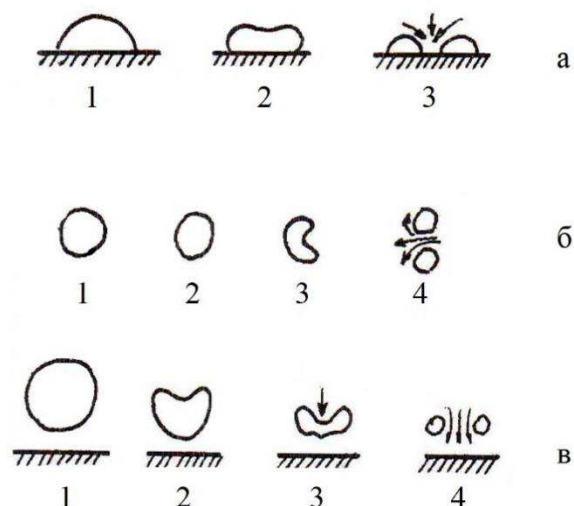


Рисунок 3.2 – Схемы схлопывания пузырька у стенки (по М. Корнфельду-А.Суворову)

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 3.3.

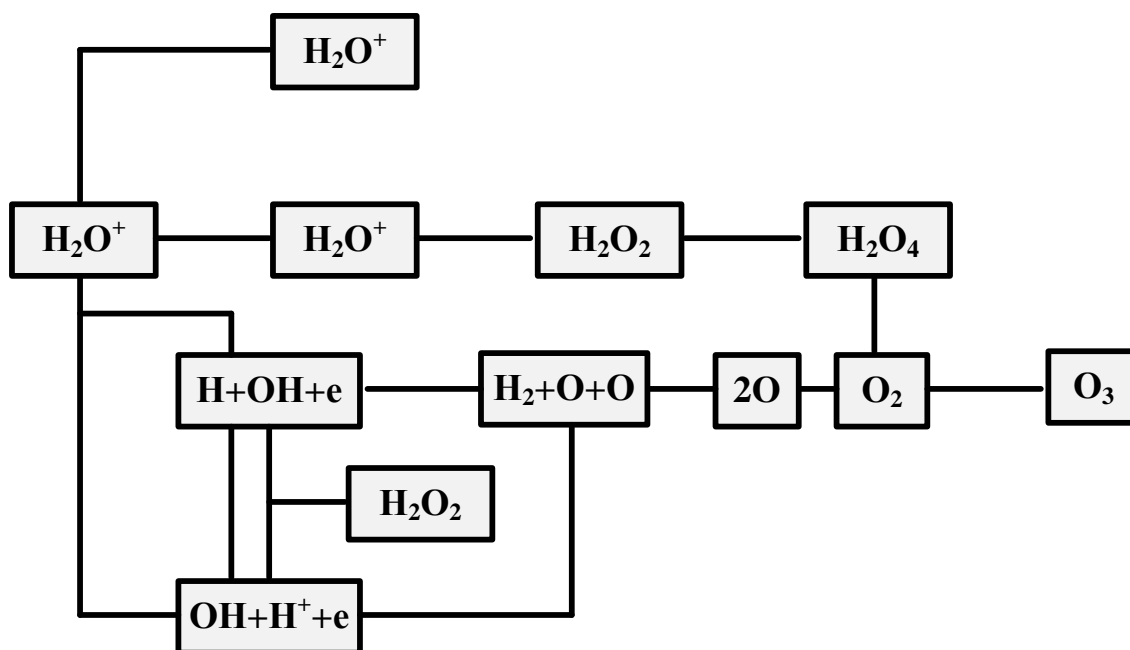


Рисунок 3.3 – Схема разложения молекулы воды при кавитационном воздействии

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, рН, температуру, солесодержание, 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

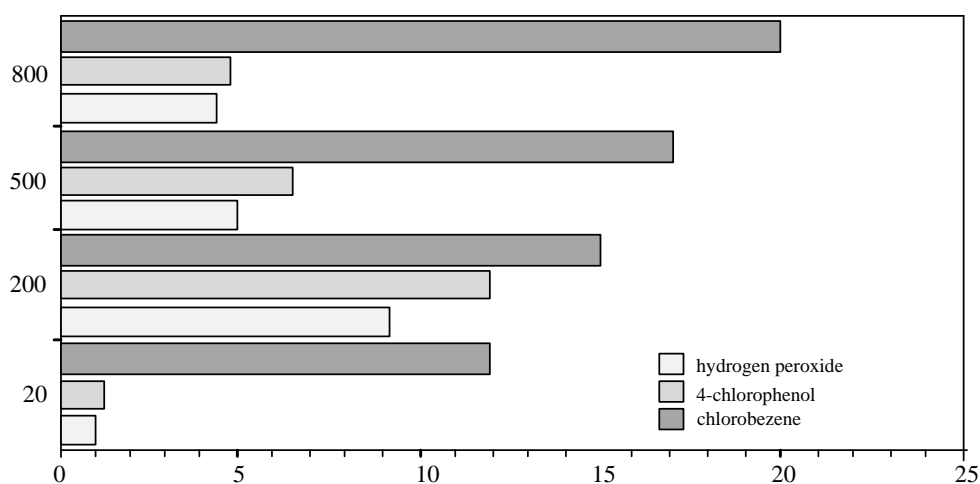
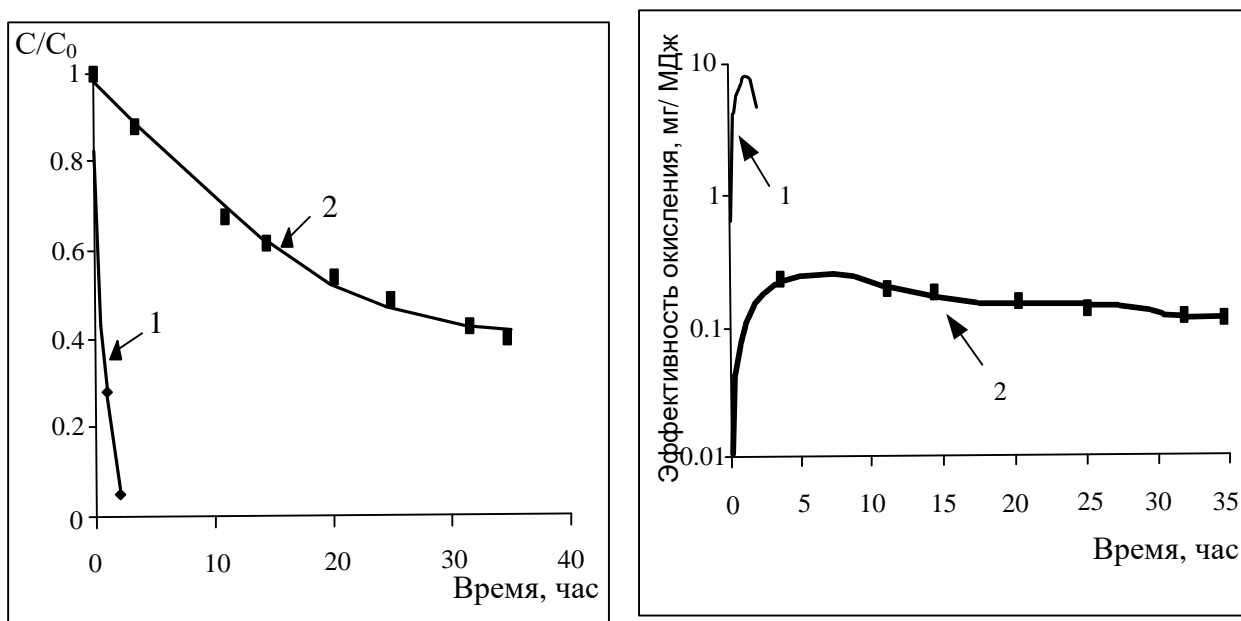


Рисунок 3.4 – Образование пероксида водорода, разложение 4-хлорфенола и хлорбензола при воздействии ультразвука различной частоты (мощность ультразвуковой установки 30 Вт)

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 3.5 – 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 обуславливает 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:

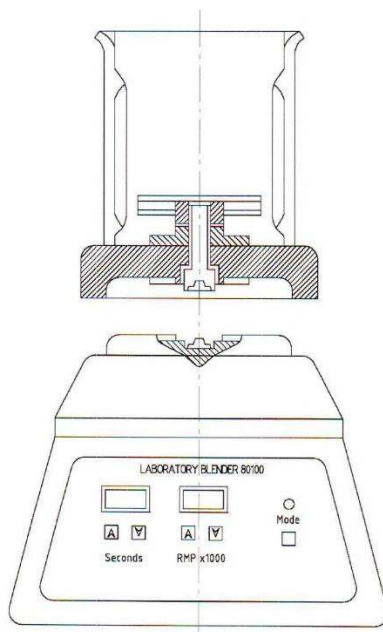
- разработка и развитие теоретических и экспериментальных методов кондиционирования водных систем; оптимизация режимных параметров работы систем кондиционирования;
- возможность использования маловодных или безводных технологических процессов, обеспечивающих комплексное использование водных ресурсов;
- 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 3.6 – Схема лабораторного кавитационного blendera

На рисунке представлен реактор усовершенствованного лабораторного blendera. 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 3.2 – 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 3.3 – 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.

4 Охрана труда и техника безопасности

4.1 Типовая инструкция по охране труда для лаборанта химического анализа. Общие положения

4.1.1 Инструкция по охране труда является основным документом, устанавливающим для рабочих правила поведения на производстве и требования безопасного выполнения работ.

4.1.2 Знание Инструкции по охране труда обязательно для рабочих всех разрядов и групп квалификации, а также их непосредственных руководителей.

4.1.3 Администрация предприятия (цеха) обязана создать на рабочем месте условия, отвечающие правилам по охране труда, обеспечить рабочих средствами защиты и организовать изучение ими настоящей Инструкции по охране труда.

На каждом предприятии должны быть разработаны и доведены до сведения всего персонала безопасные маршруты следования по территории предприятия к месту работы и планы эвакуации на случай пожара и аварийной ситуации.

4.1.4 Каждый рабочий обязан:

- соблюдать требования настоящей Инструкции;
- немедленно сообщать своему непосредственному руководителю, а при его отсутствии – вышестоящему руководителю о происшедшем несчастном случае и обо всех замеченных им нарушениях требований Инструкции, а также о неисправностях сооружений, оборудования и защитных устройств;
- помнить о личной ответственности за несоблюдение требований техники безопасности;
- содержать в чистоте и порядке рабочее место и оборудование;
- обеспечивать на своем рабочем месте сохранность средств защиты, инструмента, приспособлений, средств пожаротушения и документации по охране труда.

Запрещается: выполнять распоряжения, противоречащие требованиям настоящей Инструкции и "Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок".

4.2 Общие требования безопасности

4.2.1 К работе на данную рабочую профессию допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр и не имеющие противопоказаний к выполнению вышеуказанной работы.

4.2.2 Рабочий при приеме на работу должен пройти вводный инструктаж. До допуска к самостоятельной работе рабочий должен пройти:

- первичный инструктаж на рабочем месте;
- проверку знаний настоящей Инструкции по охране труда; действующей Инструкции по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования; по применению

средств защиты, необходимых для безопасного выполнения работ; ПТБ для рабочих, имеющих право подготавливать рабочее место, осуществлять допуск, быть производителем работ, наблюдающим и членом бригады в объеме, соответствующем обязанностям ответственных лиц ПТБ;

– обучение по программам подготовки по профессии.

4.2.3 Допуск к самостоятельной работе оформляется соответствующим распоряжением по структурному подразделению предприятия.

4.2.4 Вновь принятому рабочему выдается квалификационное удостоверение, в котором должна быть сделана соответствующая запись о проверке знаний инструкций и правил, указанных в п. 2.2, и право на выполнение специальных работ.

Квалификационное удостоверение для дежурного персонала во время исполнения служебных обязанностей может храниться у начальника смены цеха или при себе в соответствии с местными условиями.

4.2.5 Рабочие, не прошедшие проверку знаний в установленные сроки, к самостоятельной работе не допускаются.

4.2.6 Рабочий в процессе работы обязан проходить:

– повторные инструктажи - не реже одного раза в квартал;

– проверку знаний Инструкции по охране труда и действующей Инструкции по оказанию первой помощи пострадавшим в связи с несчастными случаями при обслуживании энергетического оборудования – один раз в год;

– медицинский осмотр – один раз в два года;

– проверку знаний по ПТБ для рабочих, имеющих право подготавливать рабочее место, осуществлять допуск, быть производителем работ, наблюдающим или членом бригады, – один раз в год.

4.2.7 Лица, получившие неудовлетворительную оценку при квалификационной проверке, к самостоятельной работе не допускаются и не позднее одного месяца должны пройти повторную проверку.

При нарушении правил техники безопасности в зависимости от характера нарушений должен проводиться внеплановый инструктаж или внеочередная проверка знаний.

4.2.8 При несчастном случае рабочий обязан оказать первую помощь пострадавшему до прибытия медицинского персонала. При несчастном случае с самим рабочим, в зависимости от тяжести травмы, он должен обратиться за медицинской помощью в здравпункт или сам себе оказать первую помощь (самопомощь).

4.2.9 Каждый работник должен знать местоположение аптечки и уметь ею пользоваться.

4.2.10 При обнаружении неисправных приспособлений, инструмента и средств защиты рабочий сообщает своему непосредственному руководителю.

Запрещается: работать с неисправными приспособлениями, инструментом и средствами защиты.

4.2.11 Во избежание попадания под действие электрического тока не следует наступать или прикасаться к оборванным, свешивающимся проводам.

4.2.12 Невыполнение требований Инструкции по охране труда для рабочего рассматривается как нарушение производственной дисциплины.

За нарушение требований инструкций рабочий несет ответственность в соответствии с действующим законодательством.

4.2.13 В зоне обслуживания оборудования лаборанта химического анализа могут иметь место следующие опасные и вредные производственные факторы: вредные вещества, которые могут вызвать отравления и химические ожоги.

4.2.14 Для защиты от воздействия опасных и вредных факторов необходимо применять соответствующие средства защиты.

Все работы с вредными веществами необходимо выполнять в вытяжных шкафах с принудительной вентиляцией, обеспечивающей скорость всасывания воздуха в сечении открытых на 15 - 20 см створок шкафа в пределах 0,5 - 0,7 м/с.

При нахождении в помещениях с технологическим оборудованием (за исключением щитов управления) необходимо носить защитную каску для защиты головы от ударов случайными предметами.

4.2.15 Лаборант должен работать в спецодежде и применять средства защиты, выдаваемые в соответствии с действующими отраслевыми нормами.

При выдаче двойного сменного комплекта спецодежды срок носки должен удваиваться.

В зависимости от характера работ и условий их производства лаборанту химического анализа должна бесплатно временно выдаваться дополнительная спецодежда и защитные средства для этих условий.

4.2.16 Лаборанту химического анализа бесплатно должны выдаваться согласно отраслевым нормам следующие средства индивидуальной защиты:

- халат хлопчатобумажный (на 12 мес.);
- сапоги резиновые (на 12 мес.);
- фартук прорезиненный (на 6 мес.);
- перчатки резиновые и трикотажные (на 1 мес.);
- респиратор (до износа);
- портянки (на 3 мес.);
- очки защитные (до износа).

При выдаче двойного сменного комплекта спецодежды срок носки должен удваиваться.

В зависимости от характера работ и условий их производства лаборанту бесплатно временно должна выдаваться дополнительная спецодежда и защитные средства для этих условий.

4.3 Требования безопасности перед началом работы

4.3.1 Перед началом работы лаборант химического анализа должен:

- привести в порядок спецодежду. Обшлага рукавов застегнуть, волосы убрать под плотно облегающий головной убор;
- проверить и убедиться в исправности приточно-вытяжной вентиляции;

- проверить исправность приборов на рабочем месте и наличие четких надписей на бутылках и склянках с реактивами;
- проверить наличие и целостность стеклянной посуды, бюреток, пипеток, исправность электроприборов и их заземление, приборов КИП, правильность подключения датчиков кондуктометрического контроля к работающему оборудованию, состояние титровальных столов, достаточность реактивов и реагентов;
- проверить освещение рабочего места.

4.4 Требования безопасности во время работы

4.4.1 Запрещается лаборанту химического анализа для отбора проб открывать люки, лазы и т.д. Отбор проб в таких местах, где требуются подготовительные работы (открытие лазов, люков и т.д.), а также в местах, небезопасных для персонала, отбирающего пробы (золоотвалы, маслобаки, трансформаторы, маслосистемы, водосбросные устройства, водоемы, топливоподача, склады топлива и т.д.), должны производить два человека: один из цеха, к которому относится соответствующее сооружение или устройство, другой - из химического цеха.

4.4.2 Отбирать пробы пара и воды необходимо после проверки состояния пробоотборников.

Запрещается: при обнаружении в них каких-либо неисправностей отбирать пробы. Об обнаруженных дефектах, о неудовлетворительной освещенности места отбора проб следует сообщить начальнику смены соответствующего цеха.

4.4.3 Пробы пара и воды следует отбирать при устойчивых режимах работы оборудования с ведома дежурного персонала, обслуживающего это оборудование.

Запрещается отбирать пробы пара и воды при парении или гидроударах в пробоотборниках, а также при температуре пробы выше 40 °С.

При более высокой температуре контролируемой среды на линии отбора должны быть установлены холодильники.

4.4.4 Пробы пыли и золы лаборант химического анализа должен отбирать в местах, специально оборудованных для этой цели, в присутствии лица, обслуживающего котельные установки. Открывать заглушки (пробки) в местах отбора следует медленно. После отбора пробоотборники необходимо закрывать.

Пробы золы разрешается отбирать только через специальные золоотборные циклончики. Перед открыванием стакана с золой пробоотборное устройство следует слегка обстучать.

4.4.5 Пробы воздуха для анализа необходимо отбирать переносными газоанализаторами в присутствии наблюдающего, выделяемого начальником смены соответствующего цеха.

4.4.6 Пробы следует отбирать в прочную посуду без острых краев и граней. Переносить стеклянные емкости (бутыли, склянки, колбы) как пустые,

так и заполненные пробками или химреактивами, следует в специальном ящике с ячейками или в ведре.

Запрещается носить в руках стеклянные колбы с пробками.

4.4.7 При работе со стеклянной посудой, сборке приборов из стекла, резке стеклянных трубок, надевании резиновых трубок на стеклянные изделия руки необходимо защищать от порезов полотенцем. Края трубок следует смачивать водой, глицерином или вазелиновым маслом; острые края стеклянных деталей оплавливать или опиливать.

4.4.8 Взвешивать ядовитые вещества необходимо в вытяжном шкафу (под тягой).

4.4.9 При попадании ядовитого вещества на наружную часть склянки необходимо снять капли его фильтровальной бумагой (оберегая руки) и сжечь ее в вытяжном шкафу (под тягой).

4.4.10 Запрещается пользоваться стеклянной посудой, имеющей надколы, трещины, острые края.

4.4.11 Работы, при которых возможно бурное протекание химического процесса, разбрызгивание горячих или вредных веществ, а также работы под вакуумом, должны выполняться в вытяжных шкафах на противнях или поддонах. При работе следует пользоваться защитными очками, резиновым фартуком и перчатками.

4.4.12 Растворы вредных веществ следует переливать только под вытяжной вентиляцией с применением ручного насоса, сифона или специальной воронки, снабженной воздухоотводящей трубкой и предохранительным щитком.

4.4.13 Для приготовления растворов серной кислоты ее необходимо подливать в воду тонкой струей при непрерывном перемешивании, так как разбавление кислоты сопровождается выделением тепла с последующим разбрызгиванием кислоты. Лить воду в серную кислоту ЗАПРЕЩАЕТСЯ. Посуда, применяемая для приготовления раствора, должна быть из термостойкого стекла.

4.4.14 Переносить бутылки с агрессивными веществами на небольшие расстояния в пределах рабочего места следует в корзинах с двумя ручками не менее чем двумя лицами после предварительной проверки прочности ручек и дна корзины.

4.4.15 Запрещается набирать жидкость в пипетку ртом. Для набора жидкостей следует пользоваться грушей.

4.4.16 При незначительных утечках газа в помещении следует включить приточно-вытяжную вентиляцию и открыть окна и двери. В случае крупной аварии и попадания в помещение большого количества газа окна и двери должны быть закрыты для ограничения распространения облака.

Проветривание в этом случае начинается только после ликвидации аварийной утечки и дегазации помещения.

4.4.17 Запрещается брать руками твердые щелочи. Их следует брать с помощью пинцетов или фарфоровых ложек.

Куски твердых щелочей разрешается раскалывать в специально отведенном месте завернутыми в бумагу. Работать необходимо в защитных очках.

4.4.18 Концентрированные кислоты и щелочи следует хранить в стеклянных бутылках с притертыми пробками, пробки привязывают к горлышку бутылей. Бутыли хранят в отдельном помещении, их устанавливают на полу в корзинах или деревянных обрешетках. На горлышках бутылей должны быть бирки с надписью.

4.4.19 На рабочем месте лаборанта химического анализа разрешается хранить не более 1 кг концентрированных и горючих веществ.

4.4.20 Запрещается сливать отработанные кислоты и щелочи в канализацию без предварительной их нейтрализации в специальной посуде.

4.4.21 Разлитые кислоты и щелочи следует засыпать песком, затем песок удалить из помещения и лишь после нейтрализации проводить уборку. Нейтрализацию производить раствором кальцинированной соды.

4.4.22 При попадании кислоты на кожу или в глаза немедленно смыть ее обильной струей воды, затем промыть однопроцентным раствором пищевой соды, после чего доложить о случившемся начальнику смены.

4.4.23 В случае попадания на кожу или в глаза щелочи необходимо смыть ее обильной струей воды и промыть трехпроцентным раствором борной кислоты.

4.4.24 Все приборы химического контроля (рН-метр, колориметр, муфельные печи, сушильные шкафы, пламяфотометр, ионметр и др.) должны иметь защитное заземление.

4.4.25 Все электронагревательные приборы должны устанавливаться на столах, защищенных стальными листами и покрытых листовым асбестом, на расстоянии 300 мм от стены. ЗАПРЕЩАЕТСЯ пользоваться электроплитами с открытой спиралью.

4.4.26 Штепсельные розетки сети 220 и 12 В должны различаться и иметь соответствующие надписи. ЗАПРЕЩАЕТСЯ включать в одну розетку несколько электронагревательных приборов.

4.4.27 Для предотвращения взрывов и загораний сжиженных и сжатых газов необходимо контролировать отсутствие утечек газа. Для этого нужно систематически проверять целостность шлангов, плотность в местах соединений.

4.4.28 Проверку плотности стыков шлангов и мест присоединений следует производить мыльной пеной. Запрещается использование открытого огня.

4.4.29 Запрещается хранить и принимать пищу в лабораториях, а также курить на рабочем месте.

4.5 Требования безопасности по окончании работы

4.5.1. По окончании смены лаборант химического анализа должен:

- привести в порядок рабочее место. Химическую посуду, использованную для анализов, вымыть хромовой смесью и высушить;
- сообщить принимающему смену или начальнику смены о всех неисправностях и нарушениях техники безопасности, замеченных во время работы и о принятых мерах по их устранению. Необходимо сделать запись в журнале;
- снять и убрать индивидуальные средства защиты;
- выключить все электроприборы, закрыть воду, отключить вытяжной шкаф;
- помыть руки с мылом;
- доложить о сдаче смены вышестоящему дежурному персоналу.

5 Бестраншейная прокладка трубопровода

Горизонтально направленное бурение (ГНБ) – технология, не требующая прокладывания траншей, и обеспечивающая альтернативную прокладку трубопроводов. Она имеет преимущества перед традиционным методом открытой разработки.

ГНБ может осуществляться с небольшими повреждениями поверхности, требует меньше рабочего пространства, осуществляется гораздо быстрее, чем традиционный метод прокладки трубопроводов, отличается высоким качеством и возможностью выполнения работ в местах, где традиционные методы не применимы. Немаловажным фактором остается и экологическая сторона применения подобных технологий.

5.1 Технология прокладки

ГНБ представляет собой сверление небольшого направляющего отверстия с использованием технологии слежения и управления сверлом с поверхности.

Сущность метода состоит в использовании специальных буровых машин, буров, штанг, которые осуществляют предварительное бурение по заранее рассчитанной траектории с последующим расширением скважины и протаскиванием в образующуюся полость трубопровод.

Направляющая скважина располагается от поверхности земли под углом 8-20, и достигнув необходимой глубины, переходит в горизонтальное положение.

Прокладка трубопроводов по технологии ГНБ осуществляется в два этапа:

- бурение пилотной скважины на заданной проектом территории.
- расширение скважины и протягивание трубопровода.

Бурение пилотной скважины – особо ответственный этап, от которого зависит конечный результат. Осуществляется при помощи породоразрушающего инструмента - буровой головки со скосом в передней части и встроенным датчиком сигнала местонахождения буровой головки. Буровая головка имеет отверстия для подачи специального бурового раствора, который закачивается в скважину и образует суспензию с размельченной породой. Буровой раствор уменьшает 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

Расширение скважины осуществляется после завершения пилотного бурения. При этом буровая головка отсоединяется от буровых штанг и вместо

нее присоединяется риммер-расширитель обратного действия. Приложением тягового усилия с одновременным вращением риммер протягивается через створ скважины и в направлении буровой установки, расширяя пилотную скважину до необходимого для протаскивания трубопровода диаметра.

Для обеспечения беспрепятственного протягивания трубопровода через расширенную скважину ее диаметр должен на 25-30% превышать максимальный диаметр трубы.

5.3 Протягивание трубопровода

На противоположной от буровой установки стороне скважины располагается готовая плеть трубопровода. К переднему концу плети крепится приспособление для протягивания труб с воспринимающим тяговое усилие вертлюгом и риммером. Вертлюг вращается с буровой нитью и риммером, и в тоже время не передает вращательные движения на трубопровод. Таким образом, буровая установка затягивает в скважину плеть протягиваемого трубопровода по проектной траектории.

Технология ГНБ уникальна тем, что она позволяет изменять при необходимости направления прокладки в любом направлении, огибая на своем пути возможные препятствия.

Если почвы могут вызывать коррозию труб, то требуется защита. Надежной защитой является покрытие трубопровода полиэтиленовым рукавом.

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

5.4 Методы монтажа ГНБ

Бестраншейная прокладка трубопроводов методом ГНБ выполняется двумя методами:

1) Картриджный метод

Включает в себя последовательное соединение труб во время прокладки и предпочтительней, когда прямой или изогнутый участок трубопровода ограничен. Данный метод прокладки требует значительно меньше места для прямых участков трубопровода, чем сборочный метод.

2) Метод линейной конструкции

Метод, представляет собой протягивание через направляющую скважину уже соединенного трубопровода. При использовании этого метода необходимо располагать достаточно большим пространством, которое позволило бы сначала расположить трубы над землей в непосредственной близости от направляющей скважины.

5.5 Производство работ по бестраншейной прокладке с применением технологии

Подготовка строительства с применением технологии ГНБ выполняется в соответствии с положением пунктов 4.2.1;4.2.2;4.2.3;4.2.4;4.2.6.1 [34].

До начала процесса бурения выполняются следующие операции:

- проводится контроль исправности и работоспособности локальной системы;
- датчики бурильной головки выбираются в соответствии с проектной глубиной бурения и необходимой точностью прокладки трубопровода;
- разрабатываются проекты производства работ, технологические карты и инструкции по применению комплекта бурового оборудования;
- после завершения работ по прокладке трубопровода строительная площадка освобождается от временных сооружений 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 инженерногеологических 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 поверхности до свода скважины прокладываемого трубопровода в устойчивых грунтах не менее двух диаметров скважины, в неустойчивых грунтах – не менее трех диаметров скважины.

Максимальная глубина заложения труб составляет 20 м. Расстояние между стартовой и приемной шахтами назначается до 300 м.

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

Характеристики труб, используемых при бестраншейной прокладке трубопроводов, приведены в [35] и [36].

Последовательность 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.

Стартовые и приемные шахты рекомендуется размещать в местах, свободных от застройки, от зеленых насаждений и подземных коммуникаций.

Стартовая шахта оборудуется грузоподъемными устройствами для доставки элементов трубопровода.

Глубина стартовой шахты назначается с учетом расстояния от оси трубопровода до днища шахты. Конструкция крепи стартовой шахты в проекте должна рассчитываться на восприятие горного и гидростатического давления. В случае недостаточной несущей способности грунта в проекте необходимо предусматривать специальные способы производства работ. На свободных территориях рекомендуется проектировать стартовый котлован прямоугольного очертания с целью возможного увеличения длины монтажных секций трубопровода. В стесненных условиях и при глубине шахты более 10 м, как правило, принимают круговое очертание с минимально возможными размерами.

В зависимости от инженерно-геологических изысканий и градостроительных условий, глубины заложения, применяемого оборудования, формы и размеров сечения шахт в проекте определяется способ их сооружения. Допускаются различные способы сооружения стартовых и приемных шахт:

- опускной колодец, в том числе с использованием тиксотропной рубашки;
- стена в грунте;
- буросекущие сваи;
- забивное шпунтовое ограждение;
- забивная деревянная крепь с использованием 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 $D_n = 210$ 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:

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

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

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

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

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

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. [36]. 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 [36] 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)

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

Расчет давления грунта для всех категорий грунта возможен при $h_{св} > 70$. Допустимое внутреннее давление для труб диаметром 100-300 мм при нагрузках от грунта и транспорта при $H = 2,8$ м и по [36] 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 Автоматизация

6.1 Автоматизация процесса оборотного водопользования при наличии кавитационной установки

Схема автоматизации насосной станции предусматривает возможность включения и отключения насосов как дежурным персоналом (режим местного управления – М), так и автоматически в зависимости от уровня воды в резервуаре. При этом обеспечиваются:

- защита электродвигателей насосов от перегрузок и коротких замыканий;
- автоматическое открытие и закрытие напорной задвижки;
- автоматическое отключение электродвигателя насоса при неисправности напорной задвижки, перегреве подшипников насосного агрегата, срыве давления за насосом;
- возможность изменения очередности включения насосов при изменении уровня воды в резервуаре;
- сигнализация о включении электродвигателя насоса, срыве давления за насосом, перегреве подшипников, неисправности напорной задвижки, открытии и закрытии напорной задвижки;
- бесперебойная подача напряжения на блоки контроля сопротивлений – датчики уровня воды в резервуаре.

В состав схемы автоматизации входят следующие элементы:

- автоматический выключатель **1QF1**, установленный в силовой цепи электродвигателя насоса, для защиты электрической сети от перегрузки и коротких замыканий;
- тепловое реле **1KK1**, установленное в силовой цепи электродвигателя насоса, для защиты электродвигателя от перегрузки;
- предохранитель **1FU1** в цепи 2 схемы управления для защиты схемы от коротких замыканий (далее по тексту под обозначением цепи понимается обозначение цепей в схеме управления);
- контактор **1KM1** в цепи 2 для подключения электродвигателя насоса к электрической сети;
- реле **1K1** в цепи 3, определяющее очередность включения насосов в зависимости от уровня воды в резервуаре;
- реле **1KT1** в цепи 11, обеспечивающее выдержку времени до 3 с при отключении электродвигателя насоса при срыве давления за насосом, перегреве подшипников или неисправности напорной задвижки;
- токовые реле **1KN1** в цепи 12, **1KN2** в цепи 13, **1KN3** в цепи 14, сигнализирующие соответственно об отключении электродвигателя насоса вследствие срыва давления, перегрева подшипников или неисправности напорной задвижки;
- реле **1K2** в цепи 15, формирующее сигнал на отключение электродвигателя насоса;
- реле **1K3** в цепи 17, формирующее сигнал на отключение электродвигателя насоса при неисправности напорной задвижки;

- реле **1К4** в цепи 18 для контроля наличия напряжения в схеме управления электродвигателем насоса;
- реле **К5, К6** в цепях 20 и 21 для контроля наличия напряжения в схемах управления электродвигателями других насосных агрегатов;
- реле **КО1** в цепи 22, **КО2** в цепи 23, **КО3** в цепи 24 для включения электродвигателя насоса в зависимости от уровня воды в резервуаре;
- реле блоков контроля сопротивлений **1КСL** в цепи 25, **2КСL** в цепи 26, **3КСL** в цепи 27, формирующие сигнал о достижении соответствующего (I, II или III) уровня воды в резервуаре;
- кнопки управления **1SB1** в цепи 2, **1SB2** в цепи 1 для отключения и включения электродвигателя насоса в режиме местного управления;
- сигнальная лампа **1НL1** в цепи 1, горение которой сигнализирует о включении насоса.

В схему управления электродвигателем насоса введены контакты аппаратуры из схемы управления электродвигателем задвижки:

- контакт реле **2К1** в цепи 16 (катушка реле **2К1** включена в цепь 2 схемы управления электродвигателем задвижки), замыкающийся после полного открытия задвижки;

- контакты **2К1, 2К2, 2КМ1, 2КМ2** в цепи 17 (катушки этих аппаратов включены соответственно в цепи 2, 6, 3, 5 схемы управления электродвигателем задвижки), замкнутое состояние которых после включения электродвигателя насоса обусловит его отключение вследствие неисправности задвижки (нормальное функционирование задвижки при включенном двигателе насоса соответствует хотя бы одному разомкнутому контакту **2К1, 2К2, 2КМ1, 2КМ2**).

Схема автоматизации предусматривает возможность автоматического включения насоса при достижении как первого, так и второго, и третьего уровней воды в резервуаре, т.е. при наличии на насосной станции трех рабочих насосов их очередность включения может устанавливаться переключателем **1SA1**, секции которого используются в цепях 2-4, 9-11 схемы управления электродвигателем насоса и в цепях 3-6 схемы управления электродвигателем задвижки. Переключатель **1SA1** имеет 3 фиксированных положения:

- 1) левое – режим автоматического управления – А;
- 2) среднее – режим местного управления – М;
- 3) правое – режим ввода резерва – Вр.

В режиме местного управления пуск электродвигателя насоса осуществляется нажатием на кнопку **1SB2** в цепи 1. При этом по цепи: фаза сети, предохранитель **1FU1**, замкнутая секция 1-2 переключателя **1SA1** в цепи 2, замкнутый контакт кнопки управления **1SB1**, замкнутый при нажатии на кнопку, управления **1SB2** ее контакт в цепи 2, замкнутый контакт реле **1К2**, замкнутый контакт теплового реле **1КК1**, катушка контактора **1КМ1**, нулевой провод сети – подается напряжение на катушку **1КМ1**, и контактор **1КМ1** срабатывает. Его контакты в силовой цепи замыкаются и подключают электродвигатель насоса к электрической сети. Одновременно замыкается контакт **1КМ1** в цепи 2, что сохраняет цепь подачи напряжения на катушку **1КМ1** после размыкания контакта кнопки управления **1SB2** при прекращении нажатия на нее.

Отключение электродвигателя насоса от сети в режиме местного управления осуществляется нажатием на кнопку **1SB1**.

Во всех режимах (вне зависимости от уровня воды в резервуаре) аварийное отключение электродвигателя насоса от сети произойдет при одном из следующих условий:

- отключении автоматического выключателя **1QF1** в силовой цепи вследствие короткого замыкания или перегрузки;
- перегорании предохранителя **1FU1** в цепи 2 схемы управления;
- размыкании контакта теплового реле **1KK1** в цепи 2 при перегрузке электродвигателя;
- размыкании контакта реле **1K2** в цепи 2, что обуславливается неисправностью напорной задвижки, или перегревом подшипников, или срывом давления за насосом.

В режиме ввода резерва переключатель **1SA1** находится в положении **Вр**

При этом в цепях 3, 10, II контакты 7-8, 9-10, 11-12 переключателя замкнуты, (все остальные секции в положении **Вр** разомкнуты).

Реле **1K1** в цепи 3 находится под напряжением, и его контакты замкнуты.

В схемах управления электродвигателями насосов 2 и 3 имеются аналогичные реле, позиционные обозначения которых **2K1** и **3K1** соответственно.

В режиме **Вр** может находиться только один (любой) насос.

В частности, если в режиме **Вр** находится насос 2, то в схеме управления электродвигателем насоса I контакты реле **2K1** в цепи 5 будут замкнуты. Если же в режиме **Вр** находится насос 3, то в схеме управления электродвигателем насоса 1 замкнуты контакты реле **3K1** в цепи 6.

В режиме **Вр** включение насоса 1 произойдет только после достижения уровня **III** воды в резервуаре, т.е. после замыкания контакта **3KSL** в цепи 24, что обуславливает подачу напряжения на катушку реле **КОЗ** и замыкание контактов **КОЗ** в цепи 9.

Если при этом какой-либо из остальных насосов не включен (т.е. замкнут контакт **2KM1** в цепи 9 или контакт **3KM1** в цепи 10), то по цепи: предохранитель **1FU1**, секция 9-10 переключателя **1SA1**, замкнутый контакт реле **КОЗ**, замкнутый контакт контактора **2KM1** (или **3KM1**) в цепи 9, замкнутые контакты реле **1K2** и **1KK1** в цепи 2 - на катушку контактора **1KM1** подается напряжение и электродвигатель насоса 1 контактами **1KM1** в силовой цепи подключается к электрической сети.

Очередность включения насоса 1 в автоматическом режиме зависит от того, какой из остальных насосов находится в режиме **Вр**. Если таковым является насос 3 (т.е. замкнут контакт **3K1** в цепи 6 насоса 1, и насос 1 переключателем **1SA1** переведен в режим автоматического управления – А), то после достижения уровня I в резервуаре замкнется контакт реле блока контроля сопротивлений **1KSL** в цепи 22, сработает реле **КО1**, контакт которого в цепи 6 замкнется. Последнее обусловит подачу напряжения на катушку контактора **1KM1** по цепи: **1FL**, секция 15-16 переключателя **1SA1**, замкнутые контакты реле **КО1** и **3K1** в цепи 6, замкнутые контакты **1K2** и **1KK1** в цепи 2, катушка контактора **1KM1** – т.е. включение электродвигателя насоса 1.

Если в режиме **Вр** находится насос 2, то при достижении уровня 1 в резервуаре (т.е. при замыкании контакта реле **КО1** в цепи 6) включения насоса 1 не произойдет, т.к. контакт реле **ЗК1** в цепи 6 разомкнут, и должен включиться насос 3. Однако, если вследствие неисправностей последнего не произойдет и контакт реле **ЗК4** в цепи 8 останется замкнутым, то по цепи: предохранитель

1FU1, секция 15 – 16 переключателя **1SA1**, замкнутый контакт реле **КО1**, **ЗК4**, **КК2**, **1КК1** – на катушку контактора **1KM1** будет подано напряжение и в результате включится насос 1. Описанная процедура соответствует аварийному включению насоса 1 при отказе насоса 3. Нормально (если в режиме **Вр** находится насос 2) после достижения уровня I в резервуаре включается насос 3, а после достижения уровня II – насос 1. При этом на катушку контактора 1 KM 1 подается напряжение по цепи: предохранитель **1FU1**, секция 15 – 16 переключателя **1SA1**, замкнутый контакт реле **КО2** в цепи 4, замкнутый контакт реле **2К1** в цепи 5, замкнутые контакты реле **1К2** и **1КК1** в цепи 2.

Если в режиме **Вр** находится насос 3 (т.е. замкнутый контакт реле **ЗК1** в цепи 6), то после достижения уровня I в резервуаре включается насос 1 (на катушку контактора **1KM1** подается напряжение по цепи: предохранитель **1FU1**, секция 15-16 переключателя **1SA1**, замкнутые контакты реле **КО2** и **ЗК1** в цепи 7 и **1К2**, **1КК1** в цепи 2), а после достижения уровня II – включится насос 2.

Отключение насосов произойдет после достижения уровня воды в резервуаре, соответствующего уровню отключения насосов, что обусловит размыкание контактов **1KSL – 3KSL** и, как следствие, размыкание контактов реле **КО1 – КО3** в цепях управления электродвигателями насосов, что приводит к исчезновению напряжения на катушке контактора **1KM1**, контакты которого в силовой цепи электродвигателя размыкаются и отключают его от электрической сети.

Аварийное отключение электродвигателя насоса при неисправностях в насосном агрегате осуществляется при размыкании контакта реле **1К2** в цепи 2.

Последнее произойдет, если:

– при работающем насосе вследствие неисправности механизма задвижки по цепи 17 на катушку реле **1К3** подается напряжение, что обусловит замыкание его контакта в цепи 14;

– срыве давления за насосом, т.е. при замыкании контакта **ВР** в цепи 12;

– перегреве подшипников, т.е. при замыкании контакта **ВК** в цепи 13.

В этих условиях на катушку реле времени **1КТ1** в цепи 11 подается напряжение и его контакт в цепи 15 замкнется с выдержкой времени 3 с, что обусловит подачу напряжения на катушку реле **1К2** в цепи 15 и, следовательно, отключение электродвигателя насоса от электрической сети.

Цепи 18 – 21 и имеющаяся в них аппаратура предназначены для обеспечения бесперебойной подачи напряжения на реле блоков контроля сопротивлений **1KSL– 3KSL**.

Реле **1К4** контролирует наличие напряжения в цепях управления электродвигателем насоса. На цепи 22 – 27 может подаваться напряжение из схем управления любого из насосов. Если в схеме управления электродвигателем насоса 2 имеется напряжение, то на реле **Кб** в цепи 21 подается напряжение и его

контакт в цепи 19 разомкнут. Аналогично, наличие напряжения в цепях управления электродвигателем насоса 3 обусловит размыкание контактов реле К5 в цепях 19 и 21. В этом случае подача напряжения на цепи 22 – 27 осуществляется из схемы насоса 3 по цепи 20.

При исчезновении напряжения в схеме управления электродвигателем насоса 3 цепи 22 – 27 подключаются по цепи 21 к схеме управления электродвигателем насоса 2. И только при исчезновении напряжения в цепях управления электродвигателями насосов 2 и 3 на цепи 22 – 27 напряжение подается от цепей насоса 1.

6.2 Энергосбережение в насосных установках

В структуре себестоимости промышленной продукции затраты на потребление энергоресурсы составляют значительную часть. Уменьшить расход электроэнергии в насосных агрегатах возможно посредством регулирования частоты вращения (числа оборотов в минуту) насосов в функции расхода воды. Частота переменного напряжения f в электрических сетях энергосистем страны постоянна и равна 50Гц, что достаточно для вращения электродвигателей насосов с номинальной частотой n (об/мин).

Чтобы изменить частоту переменного напряжения, подводимого к электродвигателю насоса, необходимо подключить электродвигатель к индивидуальному преобразователю частоты, присоединенному в свою очередь к электрической сети с частотой переменного напряжения $f=50\text{Гц}$. В зависимости от величины сигнала управления, поступающего от соответствующего датчика на вход преобразователя частоты, частота переменного напряжения на выходе может изменяться в интервале 5-50 Гц, что обеспечивает возможность десятикратного уменьшения частоты вращения насосного агрегата. Функциональная схема автоматического регулирования частоты вращения насосного агрегата, представлена на рисунке 6.1, а для откачивающего насосного агрегата на рисунок.6.2.

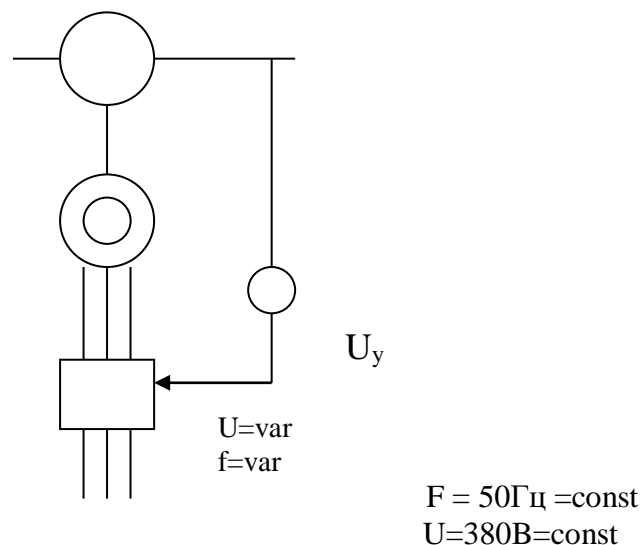


Рисунок 6.1 – Функциональная схема регулирования скорости вращения сетевого насоса

Эффективность регулирования частоты вращения насосного агрегата, работающего на сеть водоснабжения, обуславливается следующим.

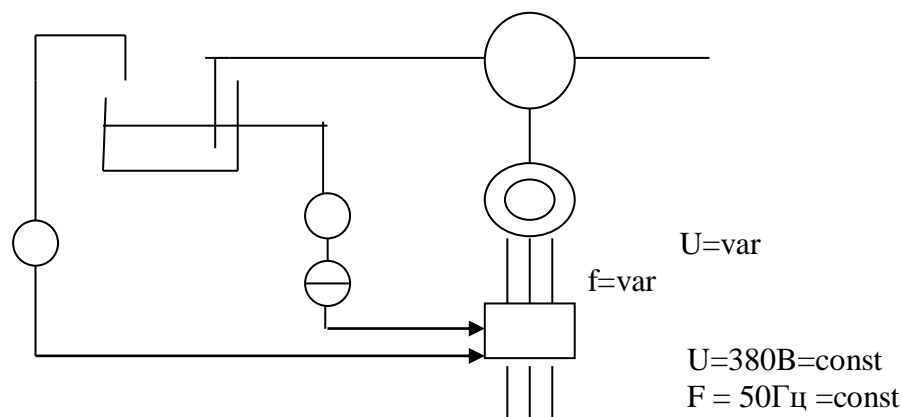


Рисунок 6.2 – Функциональная схема регулирования скорости вращения откачивающего насоса

Откачивающие насосные агрегаты подают равное (постоянное) количество воды, автоматически включаясь и отключаясь в зависимости от ее уровня в резервуаре. Производительность насоса определяют максимальным притоком воды в приемный резервуар в течение часа. Если в течении какого-то промежутка времени приток меньше максимального, то посредством преобразователя частоты можно снизить частоту вращения насоса до значения, при котором подача насоса будет равна значению притока. При автоматическом регулировании подача насоса в функции значения притоков приемный резервуар, несмотря на непрерывность работы насоса, за счет уменьшения развиваемого им напора потребление электроэнергии электродвигателем насоса уменьшается по сравнению с вариантом периодической работы насоса с неизменной частотой вращения. Для насосной станции, работающей на сеть водоснабжения, при неизменной частоте вращения насосов возможно отключение одного или нескольких в зависимости от водопотребления.

Условные графические обозначения основных элементов принципиальных схем.

FU – Плавкие предохранители. Предназначены для защиты цепей управления от токов короткого замыкания. Если ток в цепях управления превысит величину тока плавкой вставки, то ставка перегорает, и цепь управления отключается от сети, что обуславливает прекращение функционирования системы автоматизации и отключение электродвигателя соответствующей технологической установки.

QF – Автоматический воздушный выключатель (автомат). Предназначен для защиты электрических цепей от коротких замыканий и перегрузки по току.

SA – Переключатель режимов (ключ) управления. Предназначен для выбора режима. Характерными режимами управления являются:

– Режим местного управления, при котором включение и отключение технологической установки осуществляется эксплуатационным персоналом;

– Режим автоматического управления, при котором включение и отключение технологической установки осуществляется автоматически в соответствии с алгоритмом управления;

Режим ввода резерва, при котором некоторая технологическая установка нормально отключена, а при необходимости автоматически включается в работу;

– Режим опробования, при котором возможно кратковременное включение и отключение отдельных механизмов технологической установки ремонтным персоналом для проверки работоспособности этих механизмов.

Конструктивно ключи управления выполняются в виде набора секций, замыкание или размыкание контактов которых осуществляется установкой рукоятки ключа в одно из возможных положений.

В зависимости от типа ключа управления количество секций может быть более трех, количество возможных положений рукоятки тоже не всегда равно трем. Обычно на принципиальных схемах положения рукоятки ключа обозначают не цифрами, а буквами. **М** – режим местного управления, **А** – автоматическое управление, **Вр** – режим ввода резерва, **О** – режим опробования.

SB1 – Кнопка управления (обычно красного цвета) или кнопка отключения. Предназначена для отключения технологических установок персоналом по эксплуатации.

SB2 – Кнопка управления (обычно черного цвета) или кнопка включения. Предназначена для включения технологических установок персоналом по эксплуатации.

K1 – Реле. Предназначены для реализации логических функций алгоритма управления. Под реле понимается техническое устройство, имеющее два устойчивых состояния. Причем переход из одного в другое возможен только при приложении (или прекращении) внешнего воздействия.

KK – Тепловое реле. Предназначены для защиты электродвигателей от перегрузки. При возникновении перегрузки электродвигателя контакт **KK** теплового реле, включаемый в цепь управления, размыкается, что обуславливает отключение двигателя от электрической сети.

QS – Путьевые (конечные) выключатели. Предназначены для формирования сигнала, о достижении какой – либо геометрической координаты предельного значения. Контакты конечных выключателей размыкаются при полностью открытых или закрытых задвижках, оставаясь замкнутыми в промежуточных положениях.

KM – Магнитные пускатели (контакторы). Предназначены для подключения электродвигателей к электрической сети при подаче напряжения на катушку магнитного пускателя.

6.3 Автоматизация работы насосных станций

Основными процессами, которые могут выполняться на насосных станциях автоматически, являются:

- возникновение и передача импульсов на пуск и остановку насосов;
- включение одного или нескольких насосов в установленной последовательности;
- создание и поддержание необходимого разрежения во всасывающем трубопроводе и насосе, если он находится не под заливом, перед пуском,
- открытие и закрытие задвижек в определенные моменты при пуске и остановке;
- отключение работающего насоса при неисправности и включение резервного агрегата;
- защита насосов от работы в недопустимых режимах;
- передача сигналов о работе на диспетчерский пункт;
- отопление и вентиляция здания;
- включение и выключение дренажных насосов.

Контролю должны подвергаться следующие основные технологические параметры: расход жидкости, уровни в приемном резервуаре и в дренажном приемке, давление в напорных трубопроводах, давление у каждого насосного агрегата.

Главной целью автоматического управления канализационными насосными станциями является поддержание в заданных пределах уровня жидкости в приемном резервуаре. Для контроля основного параметра (уровня жидкости в резервуаре) применяют поплавковые или электродные датчики уровня. Сигнал от датчика поступает в релейную схему управления насосами.

Комплексная схема автоматизации насосного агрегата обычно состоит из следующих отдельных частей:

- схема автоматизации залива насоса – управляет работой вакуум-насоса для залива,
- схема автоматизации напорной задвижки,
- схема автоматизации электропривода насоса – управляет работой электродвигателя,
- схема взаимосвязи – обеспечивает последовательность действия системы в целом и осуществляет необходимые блокировки и автоматическую защиту агрегата и сигнализацию.

Основой схем автоматизации насосных станций является применение реле и датчиков различного типа.

Реле представляет собой устройство, осуществляющее скачкообразное изменение управляемой величины при определенных значениях управляющей величины.

Управляемой величиной служит, как правило, электрическое напряжение или ток. Управляющими величинами могут быть электрические сигналы от датчиков давления, температуры, уровня и т.д., механические перемещения, промежутки времени и т.д.

Датчики – устройства, воспринимающие контролируемую величину (например, давление или уровень воды в баке) и преобразующие ее в сигнал,

удобный для передачи на расстояние. Для автоматизации насосной станции необходимы датчики расхода, давления, уровня, температуры, влажности и вязкости.

В настоящее время происходит переход от релейно-контактных схем автоматизации насосных станций к электронным схемам управления на основе компьютеров. Преимущества – высокая надежность, быстрота реагирования, легкая гибкость и перестраиваемость схем, низкая стоимость.

6.4 Датчики уровня

Для контроля уровня жидких и сыпучих сред (воды, породы, угля, силоса и т. д.) применяют блоки контроля сопротивлений БКС – 3, принцип работы которых заключается в следующем.

В комплект блока входят электроды, контролирующие уровень среды, источник напряжения, усилитель и исполнительное реле. Контролируемая среда (в частности, вода) характеризуется конечным значением электрического сопротивления, поэтому когда вода касается электрода, контролирующим верхний уровень, между этим электродом и электродом, контролирующим нижний уровень, протекает электрический ток от источника напряжения, входящего в состав БКС. Значение этого тока очень мало, т. к. электрическое сопротивление контролируемой среды очень велико. Отмеченный малый токовый сигнал усиливается усилителем и подаётся на встроенное в БКС исполнительное реле, которое при заданном уровне срабатывает. При этом отключение реле произойдёт только после того, как уровень контролируемой среды велико. Отмеченный малый токовый сигнал усиливается усилителем и подаётся на встроенное в БКС исполнительное реле, которое при заданном уровне среды срабатывает. При этом отключение реле произойдёт только после того, как уровень контролируемой среды понизится ниже электрода нижнего уровня.

Для контроля нескольких уровней среды в схемах автоматизации используют несколько БКС.

В современных системах автоматизации насосных станции в качестве датчиков уровня широко используются блоки контроля сопротивлений БКС – 3.1 и БКС – 3.2.

Диапазон контролируемых сопротивлений блоков 0 – 6300 к Ом.

Напряжение питания 220 В, 50 Гц.

Длительно допустимых ток в цепи контакта 4А.

Блок БКС – 3.1 предназначен для контроля одного уровня воды. При достижении заданного уровня воды в резервуаре срабатывает реле KSL1, отключение которого происходит после понижения уровня воды в резервуаре ниже уровня электрода.

Блок БКС – 3.1 используется в системах автоматизации кавитационных установок при небольшой частоте измерений уровня жидкости в резервуаре.

Спецификация комплектующих схемы управления станции (в соответствии с электрической схемой) представлена в таблице 7.1.

Таблица 6.1 Спецификация комплектующих схемы управления станции (в соответствии с электрической схемой)

Обозначение	Наименование	Ед.изм	Количество
HL	XB7EV43MP (Зеленая неоновая лампа, $U_n=220В$)	шт.	1
SA1	XB7ED21P (Переключатель режимов управления)	шт.	1
KM	PMUR3211M (Контактор 32А, 220В)	шт.	1
KK	RTL2U32 (Реле тепловое 23-32А)	шт.	1
QF	EZC100N3080 (Автоматич. выключатель 80А)	шт.	1
KT1	KT814А (реле времени)	шт.	1
SB1, SB2	XB5AL945 (Кнопка ПУСК/СТОП)	шт.	2
FU	DD04020300 (Плавкий предохранитель)	шт.	1
1M	Насосный агрегат с электродвигателем	шт	1

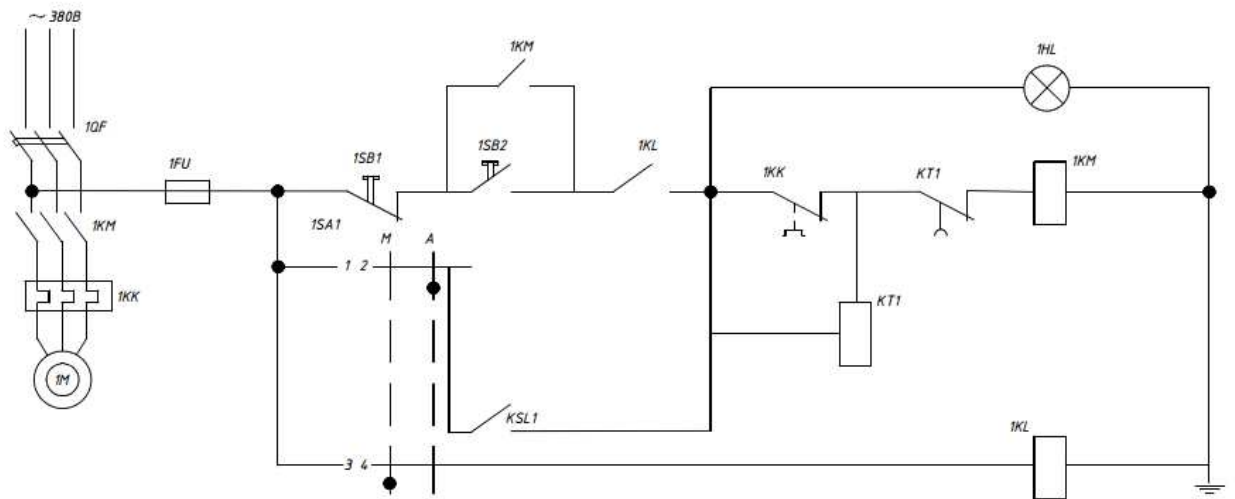


Рисунок 6.3 – Схема кавитационной установки

7 Охрана окружающей среды

7.1 Зоны санитарной охраны подземного источника водоснабжения

Зона санитарной охраны подземных источников водоснабжения (водоохранная зона) представляет собой специально выделенную территорию, примыкающую к скважинам (шахтным колодцам и т.п.), на которой устанавливается специальный режим хозяйственной или иных видов деятельности с целью предотвращения загрязнения (биологического, химического и др.), заиления и истощения водных объектов, а также сохранения объектов животного и растительного мира. Зона санитарной охраны состоит из трёх поясов. Границы зон санитарной охраны назначаются в соответствии с [37].

В каждом из поясов устанавливается свой особый режим, соблюдение которого, является частью комплекса природоохранных мер по улучшению гидрологического, гидрохимического, гидробиологического, санитарного и экологического состояния водных объектов и благоустройству их прибрежных территорий.

Первый пояс – строгого режима – предотвращает случайное загрязнение подземных вод непосредственно в водозаборных сооружениях и охватывает территорию, на которой расположены водоприемные сооружения, водозаборные колодцы, а также связанные с ними насосные станции, установки для обработки воды в резервуаре. Территория первого пояса устанавливается с учетом рельефа местности, направления грунтового потока, защищенности водоносных горизонтов от загрязнения с поверхности и т.п. Запрещается проживание и временное нахождение лиц, не связанных с работой на водопроводных сооружениях, а также какое бы то ни было строительство, за исключением связанного с техническими нуждами самого водопровода. Для надежно защищенных напорных горизонтов подземных вод границы первого пояса устанавливаются на расстоянии не меньше 30 м от водозабора. В границе первого пояса инфильтрационных водозаборов следует включать прибрежную территорию между водозабором и поверхностными источниками водоснабжения, если расстояние между ними меньше 150 м.

Границу второго пояса (зона ограничения), который охватывает территорию, непосредственно окружающую источники водоснабжения и их притоки, зоны подземного источника водоснабжения, устанавливаются расчетом.

Во втором поясе запрещается такое использование территории или источников водоснабжения, которое может вызвать качественное или количественное ухудшение последних. В расчете учитывают время продвижения микробного загрязнения воды до водозабора, составляющее в зависимости от климатических районов и защищенности подземных вод от 100 до 400 сут.

Граница третьего пояса ЗСО (м), предназначенного для защиты водоносного пласта от химических загрязнений, также определяется гидродинамическими расчётами. При этом учитывают время продвижения

химического загрязнения воды до водозабора, которое должно быть больше принятой продолжительности эксплуатации водозабора. Обычный срок эксплуатации водозаборного сооружения – 10 лет.

Границу второго и третьего поясов зоны санитарной охраны устанавливают из условия предупреждения возможности поступления в водоносный горизонт на участке водозабора химических и микробиологических загрязнений.

Для обеспечения необходимой санитарной защиты данного водозабора предусматриваем создание трех поясов зоны санитарной охраны. Первый пояс ЗСО (зона строгого режима) составляет 30 м от границ помещений водозабора. В этом поясе запрещаются все виды деятельности, сопровождающиеся токсичными выбросами.

Расход естественного потока:

$$q = K_{\phi} \cdot m \cdot i, \quad (7.1)$$

где m – средняя мощность зоны активной фильтрации водоносного горизонта на участке водозабора, 35 м;

i – уклон подземного потока – 0,004;

K_{ϕ} – коэффициент фильтрации водовмещающих пород, 15 м/сут.

$$q = 15 \cdot 35 \cdot 0,004 = 2,1 \text{ м}^2/\text{сут.}$$

Аналитическая координата X_B водораздельной точки:

$$X_B = X_0 \sqrt{1 - \frac{Q}{\pi X_0 q}}, \quad (7.2)$$

где X_0 – расстояние от реки до водозабора;

Q_c – дебит водозабора;

q – удельный расход потока подземных вод.

$$X_B = 1400 \sqrt{1 - \frac{5831,1}{3,14 \cdot 1400 \cdot 2,1}} = 869,8 \text{ м.}$$

Погрешности отклонения:

$$X_B^1 = \frac{X_B}{X_0}, \quad (7.3)$$

$$X_B^1 = \frac{869,8}{1400} = 0,62.$$

Общий радиус границы второго пояса, м:

$$R_2 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_M}{\pi \cdot m \cdot n}}, \quad (7.4)$$

где T_M – время микробного продвижения, 200 сут.

$$R_2 = \sqrt{\frac{5831,1 \cdot 200}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,04}} = 515,06 \text{ м.}$$

Погрешность отклонения:

$$T_1 = \frac{q \cdot T_M}{X_0 \cdot m \cdot n}, \quad (7.5)$$

$$T_1 = \frac{2,1 \cdot 200}{1400 \cdot 35 \cdot 0,04} = 0,21.$$

Расстояние вверх по потоку движения подземных вод:

$$R = R_q + \Delta R, \quad (7.6)$$

$$R = 300 + 952 = 1252 \text{ м.}$$

$$\Delta R = \Delta R^1 \cdot X_0, \quad (7.7)$$

где ΔR^1 – коэффициент движения подземных вод.

$$\Delta R = 0,68 \cdot 1400 = 952 \text{ м.}$$

Расстояние, преодолеваемое частицами воды при движении со скоростью бытового потока q :

$$R_q = \frac{T_M \cdot q}{m \cdot n}, \quad (7.8)$$

$$R_q = \frac{200 \cdot 2,1}{35 \cdot 0,04} = 300 \text{ м.}$$

Расстояние вниз по потоку:

$$r = r^1 \cdot X_0, \quad (7.9)$$

где r^1 – расстояние вниз по потоку, м.

$$r = 0,6 \cdot 1400 = 840 \text{ м.}$$

Ширина ЗСО:

$$d = \frac{2 \cdot Q \cdot T_M}{\pi \cdot m \cdot n \cdot L}, \quad (7.10)$$

$$d = \frac{2 \cdot 5831,1 \cdot 200}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,04 \cdot 2092} = 253,6 \text{ м.}$$

$$L = R + r, \quad (7.11)$$

$$L = 1252 + 840 = 2092 \text{ м.}$$

Общая ширина II пояса: $2d = 507,2 \text{ м.}$

Таким образом, размеры II пояса ЗСО данного водозабора следующие:

- общий радиус (R_2) = 515,06 м;
- вверх по потоку (R) = 1252 м;
- вниз по потоку (r) = 840 м;
- общая ширина ($2d$) = 507,2 м.

Размеры третьего пояса ЗСО:

$$R_3 = \sqrt{\frac{Q \cdot T_x}{\pi \cdot m \cdot n}}, \quad (7.12)$$

где T_x – расчётный срок эксплуатации водозабора, 10 лет = 3650 сут.

$$R_3 = \sqrt{\frac{5831,1 \cdot 3650}{3,14 \cdot 35 \cdot 0,04}} = 2200,4 \text{ м.}$$

7.2 Установление класса опасности осадка сточных вод

Класс опасности (токсичности) осадков определяется согласно [18], может быть определен экспериментально или расчетным путем.

Показатель степени опасности отхода для окружающей природной среды K :

$$K = \sum K_i, \quad (7.13)$$

где C_i – концентрация i -го компонента в отходе (по исходным данным);
 W_i – коэффициент степени опасности i -го компонента в отходе;
 K_i – показатель степени опасности компонента в составе отхода.

$$K_i = C_i / W_i, \quad (7.14)$$

Таблица 7.1 – Определение класса опасности отхода

Компоненты в отходе*	Концентрация в сточной воде, г/м ³		Количество выделенных загрязнений p_i^{**} , г/год	Количество выделенного ингредиента в отходе C_i^{o***} , мг/кг	Коэффициент степени опасности W_i	Показатель степени опасности K_i
	C_{ϕ}	C_{κ}				
Медь	0,235	0,00019	8641,7	911,57	358,9	2,54
Никель	0,217	0,00017	7979,9	841,76	128,8	6,53
Цинк	0,242	0,00019	8899,3	938,74	463,4	2,03
Свинец	0,288	0,00012	10594,83	1117,6	33,1	33,76
						44,86
*осадок образуют гидроксиды ионов тяжелых металлов (медь, никель, цинк, свинец), образующиеся в результате распада АПАВ, НПАВ и взвешенных веществ. ** $p_i = (C_{\phi} - C_{\kappa}) \cdot q$ (м ³ /год) = г/год *** $C_i^o = p_i / p_{\text{факт}}$ (т/год)						

Вывод: осадок, образующийся на очистных сооружениях, относится к IV классу опасности.

IV класс опасности:

- 1) степень вредного воздействия опасных отходов на ОПС – низкая;
- 2) критерии отнесения – экологическая система нарушена;
- 3) период восстановления – не менее трех лет;
- 4) степень опасности – $10 < k < 10^2$.

Обезвреживание осадков сточных вод:

Обезвреживание отходов: обработка отходов, имеющая целью исключение их опасности или снижение ее уровня до допустимого значения.

Обезвреживание и обеззараживание осадка сточных вод может быть осуществлено одним из следующих способов:

- термофильным сбраживанием в метантенках или термосушкой;
- облучением инфракрасными лучами (камера дегельминтизации);
- пастеризацией при температуре 70 °С и времени теплового воздействия не менее 20 минут;
- аэробной стабилизацией с предварительным нагревом смеси сырого осадка с активным илом при температуре 60-65 °С в течение 2 часов;
- компостированием (с опилками, сухими листьями, соломой, торфом, другими водопоглощающими средствами) в течение 4-5 месяцев;
- обработкой негашеной известью (30 % к объему обрабатываемого осадка), аммиачной водой (в количестве 5-8 % к массе осадка и выдержке не менее 5-10 суток), тиозоном (в дозе 0,2-2 % к общей массе осадка и выдержке 30 суток в буртах или на площадках с твердым покрытием. Бурты и площадки рекомендуется накрывать пленкой);
- выдерживанием на иловых площадках (в условиях I и II климатических районов не менее 3 лет, III – не менее 2 лет, IV – не менее 1 года).

В данной дипломной работе для обезвреживания осадка сточных вод используем иловые площадки на естественном основании, с выдержкой в течении трех лет. Размещение иловых на расстоянии 50 м от границы очистных сооружений с. Никольское.

В данной дипломной работе учтены все мероприятия по защите окружающей среды.

8 Экономика

8.1 Технико-экономическое обоснование существующей схемы очистки сточных вод

8.1.1 Расчет капитальных вложений существующей схемы

Размер капитальных вложений определялся:

– по «Укрупненным показателям стоимости строительства (УПСС)» в ценах 1991 г.; по паспортам к типовым проектам – в ценах 1991 г; по удельной стоимости 1 м³ строительного объема в ценах 1991 г и по прайс-листам в текущих прогнозных ценах. Стоимость строительно-монтажных работ пересчитывается с учетом индексов К = 14,46 с цен 1991 г. к ценам 2001 г.; К = 5,18 с цен 2001 г. к ценам 2012 г; К = 1,08 с цен 2012 г. к ценам 2013; К = 1,03 с цен 2013 г. к ценам 2014.

Стоимость нового оборудования, трубопроводов, материалов и реагентов выбирается по прайс-листам торговых фирм или производителей.

Результаты расчетов капитальных вложений по вариантам приведены в таблице 8.1

Таблица 8.1 – Объектная смета существующей схемы

Обоснование	Наименование	Единицы измерения	Количество, шт	Стоимость, руб			Общая сметная стоимость, руб.
				Строительство (60%)	Монтаж (28%)	Оборудование (12%)	
УПСС 1900 г	Жироловушка (резервуар)	шт	1,0	7279,8	3397,2	1456,0	12133,0
УПСС 1900 г	Здание очитных сооружений	шт	1,0	4200,0	1960,0	840,0	7000,0
Итого в руб:				11479,8	5357,2	2296,0	19133,0
Итого в тыс.руб:				11,5	5,4	2,3	19,1
Итого в ценах 2001г:				166,0	77,5	33,2	276,7
Итого в ценах 2012г:				859,9	401,3	172,0	1433,1
Итого в ценах 2013г:				928,7	433,4	185,7	1547,8
Итого в ценах 2014г:				956,5	446,4	191,3	1594,2
Прайс-лист	Флотатор ФДП-6	шт	2,0		5380386,7	2305880,0	7686266,7
Прайс-лист	УФ-установка ОДВ-6С	шт	2,0		399466,7	171200,0	570666,7
Прайс-лист	Вертикальный отстойник с нисходяще восходящим движением	шт	1,0		708400,0	303600,0	1012000,0
Прайс-лист	Блок биологической очистки ЭКО-Р-120	шт	2,0		4200000,0	1800000,0	6000000,0

Прайс-лист	Приемная камера с сороудерживающей решеткой	шт	1,0		134166,7	57500,0	191666,7
------------	---	----	-----	--	----------	---------	----------

Окончание таблицы 8.1 – Объектная смета существующей схемы

Обоснование	Наименование	Единицы измерения	Количество, шт	Стоимость, руб			Общая сметная стоимость, руб.
				Строительство (60%)	Монтаж (28%)	Оборудование (12%)	
Прайс-лист	Шламонакопитель	шт	1,0		166366,7	71300,0	237666,7
Прайс-лист	Фильтрующее поле	шт	1,0		4998000,0	2142000,0	7140000,0
Прайс-лист	Насосная станция подачи стоков на флотаторы	шт	1,0		121333,3	52000,0	173333,3
Прайс-лист	Колодец распределительный	шт	1,0		280000,0	120000,0	400000,0
Прайс-лист	Поворотный колодец	шт	1,0		78400,0	33600,0	112000,0
Прайс-лист	Колодец канализационный Н=1500мм	шт	2,0		29600,7	12686,0	42286,7
Прайс-лист	Колодец канализационный Н=2350мм	шт	2,0		30067,3	12886,0	42953,3
Прайс-лист	Колодец мокрый Н=3000мм	шт	1,0		20400,3	8743,0	29143,3
Прайс-лист	Колодец водопроводный Н=3370мм	шт	1,0		34195,0	14655,0	48850,0
Прайс-лист	Колодец водопроводный Н=2000мм	шт	1,0		25328,3	10855,0	36183,3
Прайс-лист	Реагентное хозяйство	шт	1,0		123666,7	53000,0	176666,7
Прайс-лист	Труба ПВХ Д 160 длина 2м	шт	22,0		22073,3	9460,0	31533,3
Прайс-лист	Труба ПВХ Д 200 длина 3м	шт	7,0		15712,7	6734,0	22446,7
Прайс-лист	Труба ПВХ Д 63 длина 2м	шт	31,0		6032,6	2585,4	8618,0
Прайс-лист	Труба ПВХ Д 110 длина 2м	шт	9,0		2562,0	1098,0	3660,0
Итого в руб:					16776158,9	7189782,4	23965941,3
Итого в тыс. руб:					16776,2	7189,8	23965,9
Итого по смете:				956,5	17222,5	7381,1	25560,1

8.1.2 Сводный сметный расчет существующей схемы

Сводный сметный расчет таблица 9.2 определяют процентное увеличение на внеплощадочные работы, связанные с благоустройством территории, транспортные развязки, подвижки в грунте в зимний период и содержание

управляющего аппарата. Так же он показывает полную стоимость капитальных вложений.

Таблица 8.2 – Сводный сметный расчет существующей схемы

№ сметы или расчета	Наименование глав объекта, работ и затрат	Стоимость в тыс.руб.				Общая сметная стоимость
		Строительство	Монтаж	Оборудование	Прочие затраты	
р-1	Глава 1 Подготовка территории строительства (1% от общей сметной по гл.2) заносятся: 60% в гр. 3; 40% в гр. 6	153,4			102,2	255,6
	Итого по главе 1:	153,4			102,2	255,6
Объектная смета	Глава 2 Основные объекты строительства Основной производственный корпус	956,5	17222,5	7381,1		25560,1
	Итого по главе 2:	956,5	17222,5	7381,1		25560,1
р-2	Глава 3 Объекты подсобного и обслуживающего назначения (по 15 % соответствующих затрат гл. 2)	143,5	2583,4	1107,2		3834,0
	Итого по главе 3:	143,5	2583,4	1107,2		3834,0
р-3	Глава 4 Объекты энергетического хозяйства (по 7,4% от соответствующих затрат гл. 2)	70,8	1274,5	546,2		1891,5
	Итого по главе 4:	70,8	1274,5	546,2		1891,5
р-4	Глава 5 Объекты транспортного хозяйства и связи (4,5% от суммы в гр. 3 по гл. 2)	43,0				43,0
	Итого по главе 5:	43,0				43,0
р-5	Глава 6 Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло-и газоснабжения (5,2% от соответствующих затрат гл. 2)	49,7	895,6	383,8		1329,1
	Итого по главе 6:	49,7	895,6	383,8		1329,1
р-6	Глава 7 Благоустройство и озеленение территории (4% от суммы в гр. 3 по гл. 2)	38,3				38,3
	Итого по главе 7:	38,3				38,3
	Итого по главам 1-7:	1455,2	21976,0	9418,3	102,2	32951,6
р-7	Глава 8 Временные здания и сооружения (по 3% от сумм СМР по гл. 1-7 в гр. 3, 4)	43,7	659,3			702,9
	Итого по главе 8:	43,7	659,3			702,9
	Итого по главам 1-8:	1498,8	22635,2	9418,3	102,2	33654,6
р-8	Глава 9 прочие работы и затраты. Зимние удорожания (по 3,3% от сумм СМР по гл. 1-8, с учетом коэффициента 0,9 в гр. 3, 4)	44,5	672,3			716,8
р-9	Перевозка работников автотранспортом строительной организации (передвижной характер работ) (2,5% от суммы СМР по главам 1-8, гр. 3 + гр. 4)				603,4	603,4

p-10	Премирование за ввод объектов (по 2,1% от суммы СМР по гл. 1-8, заносится в гр. 6)				506,8	506,8
	Итого по главе 9:	44,5	672,3		1110,2	1826,9
	Итого по главам 1-9:	1543,4	23307,5	9418,3	1212,4	35481,5

Окончание таблицы 8.2 – Сводный сметный расчет существующей схемы

№ сметы или расчета	Наименование глав объекта, работ и затрат	Стоимость в тыс.руб.				Общая сметная стоимость
		Строительство	Монтаж	Оборудование	Прочие затраты	
p-11	Глава 10 Содержание дирекции строящегося предприятия (0,7% от итога по гл. 1-9, графа 8, заносится в гр. 6)				248,4	248,4
	Итого по главе 10:				248,4	248,4
p-12	Глава 11 Подготовка эксплуатационных кадров (1% от итога по главам 1-9 гр. 8, заносится в гр. 6)				354,8	354,8
	Итого по главе 11:				354,8	354,8
p-13	Глава 12 Проектные и изыскательские работы (3% от итога по главам 1-9 по гр. 8, заносится в гр. 6)				1064,4	1064,4
	Итого по главе 12:				1064,4	1064,4
	Итого по главам 1-12:	1543,4	23307,5	9418,3	2880,0	37149,2
p-14	Непредвиденные расходы и затраты (по 3% от итогов соответствующих затрат по гл. 1-12)	46,3	699,2	282,5	86,4	1114,5
	Всего по ССРСС втекущих ценах	1589,7	24006,7	9700,8	2966,4	38263,6
p-15	В том числе возвратных сумм (15% от затрат по гл. 8, заносится в гр. 7)					105,4

8.1.3 Расчет годовых эксплуатационных затрат существующей схемы

Обязательной частью технического проекта является смета годовых эксплуатационных расходов, которую составляю по основным статьям затрат: заработная плата обслуживающего персонала с начислением на социальное страхование; стоимость электроэнергии; стоимость потребленной воды; стоимость потребленного тепла; ремонт оборудования; прочие затраты и амортизационные отчисления.

Годовые эксплуатационные затраты складываются по отдельным элементам годовых затрат по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{з/п}} + C_{\text{эл}} + C_{\text{Вив}} + C_{\text{тэ}} + C_{\text{ам}} + C_{\text{р}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{реар}} + C_{\text{плат}}, \quad (8.1)$$

где $C_{\text{з/п}}$ – заработная плата обслуживающего персонала с отчислениями на социальное страхование, тыс.руб;

$C_{\text{эл}}$ – стоимость электроэнергии, тыс.руб;

$C_{\text{Вив}}$ – стоимость водоснабжения, тыс.руб;

$C_{\text{пр}}$ – прочие затраты, тыс.руб;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления, тыс.руб;
 $C_{р}$ – стоимость ремонта, тыс.руб;
 $C_{тэ}$ – стоимость тепловой энергии, тыс.руб;
 $C_{реаг}$ – стоимость реагентов, тыс.руб;
 $C_{плат}$ – платы за сброс загрязняющих веществ, тыс.руб.

– Заработная плата обслуживающего персонала

Заработная плата зависит от численности эксплуатационного персонала по категориям работающих, годового фонда работающих и районного коэффициента.

$$C_{з/пл} = 12 \cdot МРОТ \cdot n \cdot K_p \cdot K_{есн} \cdot K_{пр} \cdot Ч, \quad (8.2)$$

где МРОТ – минимальный размер оплаты труда, 5,552 тыс.руб.;
 n – коэффициент квалификации сотрудника, $0,5 \div 3$;
 K_p – районный коэффициент, 1,6;
 $K_{есн}$ – коэффициент отчислений от суммы заработной платы, 1,265;
 $K_{пр}$ – коэффициент премиальных надбавок;
 $Ч$ – число рабочих.

Годовая и месячная заработная плата сотрудников представлена в таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Годовая и месячная заработная плата сотрудников

Квалификация сотрудника	Число рабочих, шт	Заработная плата (месячная), тыс.руб.	Заработная плата (годовая), тыс.руб.
Младший обслуживающий персонал (МОП)	6	5,9	485,4
Техническая служба (ТС)	6	11,7	970,9
Лабораторно-техническая служба (ЛТС)	3	11,7	485,4
Инженерно-технический рабочий (ИТР)	1	29,3	404,5
Итого:	16	58,7	2346,3

Годовая заработная плата младшего обслуживающего персонала (МОП) по формуле (8.2):

$$C_{з/пл} = 12 \cdot 5,552 \cdot 0,5 \cdot 1,6 \cdot 1,265 \cdot 1,2 \cdot 6 = 485,4 \text{ тыс.руб.}$$

Годовая заработная плата технической службы (ТС) по формуле (8.2):

$$C_{з/пл} = 12 \cdot 5,552 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1,265 \cdot 1,2 \cdot 6 = 970,9 \text{ тыс.руб.}$$

Годовая заработная плата лабораторно-технической службы (ТС) по формуле (8.2):

$$C_{з/пл} = 12 \cdot 5,552 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1,265 \cdot 1,2 \cdot 3 = 485,4 \text{ тыс.руб.}$$

Годовая заработная плата инженерно-технических рабочих (ТС) по формуле (9.2):

$$C_{з/пл} = 12 \cdot 5,552 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 1,265 \cdot 1,5 \cdot 1 = 404,5 \text{ тыс.руб.}$$

Заработная плата с учетом режима работы сотрудников представлена в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Заработная плата с учетом режима работы сотрудников

Квалификация сотрудника	Количество рабочих дней в году	Заработная плата (годовая), тыс.руб.
Младший обслуживающий персонал (МОП)	183	243,4
Техническая служба (ТС)	183	486,8
Лабораторно-техническая служба (ЛТС)	183	243,4
Инженерно-технический рабочий (ИТР)	240	266,0
Итого:		1239,6

Средства заложенные в годовой фонд заработной платы на 365 рабочих дней и не пошедшие на выплату заработной платы рабочих составляют стабилизационный фонд: $2346,3 - 1239,6 = 1106,7$ тыс.руб.

60% стабилизационного фонда идет в бюджет предприятия «капитал», а 40% на выплату премиальных надбавок сотрудникам «бонус». «Капитал», «бонус» и месячная премиальная надбавка сотрудников представлена в таблице 9.5.

Таблица 8.5 – «Капитал», «бонус» и месячная премиальная надбавка сотрудников

Квалификация сотрудника	Стабилизационный фонд, тыс.руб.	«Капитал», тыс.руб	«Бонус», тыс.руб	Премиальная надбавка, тыс.руб.
Младший обслуживающий персонал (МОП)	242,1	145,2	96,8	1,3
Техническая служба (ТС)	484,1	290,5	193,6	2,7
Лабораторно-техническая служба (ЛТС)	242,1	145,2	96,8	2,7
Инженерно-технический рабочий (ИТР)	138,5	83,1	55,4	4,6
Итого:	1106,8	664,1	442,7	11,3

– Стоимость электроэнергии

Расчет стоимости электроэнергии производится на основе действующих тарифов на электрическую энергию и данные по потребляемой мощности электросилового оборудования.

Потребляемая мощность электропотребителя – это расчетная единица мощности электродвигателя основных приборов с учетом коэффициента трансформаторного резерва и коэффициента электроосветительной нагрузки.

Присоединяемая мощность:

$$\sum N^I = \frac{P^0 \cdot K^0 \cdot \sum N}{\cos \phi}, \quad (8.3)$$

где P^0 – коэффициент, учитывающий электроосветительную нагрузку, 1,5;

K^0 – коэффициент, учитывающий трансформаторный резерв, 0,7;

$\cos \phi$ – коэффициент мощности электродвигателя, 0,9;

$\sum N$ – сумма мощностей всех рабочих электроприемников, кВт/ч, принимается по паспортным данным приборов.

Показатели мощности электросилового оборудования представлены в таблице 8.6.

Таблица 8.6 – Показатели мощности электросилового оборудования

Наименование агрегата	Мощность, кВт	Количество	\sum кВт
Блок биологической очистки ЭКО-Р-120	19	2	38
Насосная станция подачи стоков на флотаторы	4	1	4
Флотатор ФДП-6	6	2	12
Установка УФ-обеззараживания	0,24	2	0,48
			54,48

Присоединяемая мощность по формуле (8.3):

$$\sum N^I = \frac{1,5 \cdot 0,7 \cdot 54,48}{0,9} = 63,56 \text{ кВт}.$$

Годовая потребленная мощность:

$$W = \sum N^I \cdot 24 \cdot 365, \quad (8.4)$$

$$W = 63,56 \cdot 24 \cdot 365 = 556785,6 \text{ кВт} = 556,8 \text{ МВт}.$$

Так как $\sum N < 750$ кВт·ч, тогда принимаем одноставочный тариф и стоимость электроэнергии определяем по формуле:

$$C_{\text{эл}} = \frac{T_1 \cdot W}{10^3}, \quad (8.5)$$

где T_1 – тариф на электроэнергию, 1,85 руб/КВт·ч.

$$C_{\text{эл}} = \frac{1,85 \cdot 556785,6}{10^3} = 1030,1 \text{ тыс.руб.}$$

– Стоимость амортизации

Амортизационные отчисления за полное восстановления основных фондов водозаборного сооружения $C_{\text{ам}}$, тыс. руб.:

$$C_{\text{ам}} = \frac{N_i \cdot K_i}{100}, \quad (8.6)$$

где K_i – затраты на трубы, оборудование, здания, тыс.руб;

N_i – процент амортизации, 2,5% здания, 4,5% трубы, 8-10% оборудование.

Амортизационные отчисления данной схемы очистки сточных вод представлены в таблице 8.7.

Таблица 8.7 – Амортизационные отчисления

Наименование	Затраты K_i , тыс.руб	N_i ,%	$C_{\text{ам}}$, тыс.руб.
Здания и сооружения	357091,9	2,5	8927,3
Трубопроводы	66,3	4,5	3,0
Оборудование	7381,1	8	590,5
Итого:	364539,2		9520,8

– Стоимость тепловой энергии

Для расчета затрат на отопление нам необходимо знать типы помещений, их объем и необходимую температуру обогрева, количество дней в году потребления тепловой энергии и критические точки снижения температуры.

– Затраты на тепловую энергию:

$$C_T = \frac{Q_T \cdot T_{\text{тэ}}}{1000}, \quad (8.7)$$

где $T_{\text{тэ}}$ – цена за Гкал, 896,35 руб.;

Q_T – количество теплоты потребляемое за отопительный сезон, Гкал.

$$Q_T = 24 \cdot T_0 \cdot \sum x_i \cdot a_i \cdot V_i \cdot (t_{\text{сп}} - t_{\text{н}}), \quad (8.8)$$

где T_0 – количество дней в году потребления тепловой энергии, 240 дней;
 a_i – коэффициент нагрева помещения, 1,08;
 t_n – наружная температура, -25°C ;
 V_i – строительный объем здания, тыс.м³;
 t_{cp} – требуемая температура обогрева, $^{\circ}\text{C}$;
 x_i – коэффициент потребления тепловой энергии зданий и сооружений, ккал/м³· $^{\circ}\text{C}$ ·ч.

Количество теплоты потребляемое за отопительный сезон представлен в таблице 8.8.

Таблица 8.8 – Расчет количества теплоты потребляемое за отопительный сезон

Здания и сооружения	$\sum x_i$	V_i , тыс. м ³	t_{cp} , $^{\circ}\text{C}$	Q_T , Гкал	C_T , тыс.руб.
Здание очистных сооружений	0,39	1,05	0,35	34,67	31,0

Расчет стоимости ремонта

– Стоимость ремонта:

$$C_p = C_{кр} + C_{тр}, \quad (8.9)$$

где $C_{кр}$ – стоимость капитального ремонта, тыс.руб;

$C_{тр}$ – стоимость текущего ремонта, тыс.руб.

– Стоимость капитального ремонта:

$$C_{кр} = 0,1 \cdot K_v, \quad (8.10)$$

где K_v – капитальные вложения, тыс.руб.

$$C_{кр} = 0,1 \cdot 38158,2 = 3815,82 \text{ тыс.руб.}$$

– Стоимость текущего ремонта:

$$C_{тр} = 0,2 \cdot K_i, \quad (8.11)$$

где K_i – стоимость оборудования, труб и других элементов зданий и сооружений, тыс.руб.

$$C_{тр} = 0,2 \cdot 7381,1 = 1476,22 \text{ тыс.руб.}$$

Стоимость ремонта определяется по формуле (8.9):

$$C_p = 3815,82 + 1476,22 = 5292,04 \text{ тыс.руб.}$$

– Стоимость водоснабжения

Стоимость водоснабжения на собственные нужды очистных сооружений в год определяется по формуле:

$$C_{\text{вив}} = \frac{Q_{\text{сн}} \cdot T_{\text{вив}}}{1000} \cdot 365, \quad (8.12)$$

где $Q_{\text{сн}}$ – расход холодной и горячей воды на очистных сооружениях, м³/сут;
 $T_{\text{вив}}$ – тариф на холодную, горячую воду и водоотведение, руб. м³.

Расход холодной и горячей воды очистных сооружений:

$$Q_{\text{сн}} = \frac{N \cdot q}{1000}, \quad (8.13)$$

где N – количество рабочих на очистных сооружениях, чел;
 q – норма водопотребления холодной, горячей воды, л/сут.

Результаты сводим в таблицу 8.9.

Таблица 8.9 – Расчет стоимости водоснабжения

Вид жидкости	Количество рабочих в сутки, чел	Норма q , л/сут	$Q_{\text{сн}}$, м ³ /сут	$T_{\text{вив}}$, руб. м ³	Свив, тыс. руб	Свив (годовое), тыс. руб
Холодная вода	16	25	0,4	13,17	0,00527	1,9228
Горячая вода	16	12,5	0,2	55,48	0,01110	4,0500
						5,97

– Расчет стоимости реагентов

Стоимость реагентов:

$$C_{\text{реаг}} = \frac{D \cdot 365 \cdot T_{\text{реаг}}}{10^3}, \quad (8.14)$$

где D – доза реагента, кг/сут;

$T_{\text{реаг}}$ – текущая стоимость товарного продукта, руб/кг.

Результаты сводим в таблицу 8.10.

Таблица 8.10 – Расчет стоимости реагентов

Реагенты	Доза реагента, кг/сут	Производительность станции, м ³ /сут	Количество дней в году реагентной обработки, дни	Годовой расход реагента, кг/год	Текущая стоимость товарного продукта, руб	Стоимость реагентов, тыс.руб

Аква-аурат 30	36	120	365	13140,0	65,0	854,1
Гидроксид-алюминия	9,6	120	365	3504,0	100,7	352,85
						1206,95

– Расчет плат за сброс веществ с концентрацией веществ превышающим ПДК

Платы определяются по формуле

$$P_v = N_i \cdot m_i \cdot K_3 \cdot K_{ин} \quad (8.15)$$

где N_i – норматив платы за тонну, руб;

m_i – выброс по веществу, т;

K_3 – коэффициент экологической ситуации;

$K_{ин}$ – коэффициент инфляции.

Результаты расчетов сводим в таблицу 8.11.

Таблица 8.11 – Расчет платы

Вещество	Выброс по веществу m_i , т	Норматив платы N_i , руб	Коэффициент экологической ситуации	Коэффициент инфляции	Платы, P_v
Аммоний ион	0,929	27550	1,2	1,4	43,00
Взвешенные вещества	1,607	366			0,99
БПКполн	5,54	13775			128,21
Жиры	0,0998	355			0,06
Фосфаты Р	0,00293	1378			0,01
Фосфаты PO4	0,01	1378			0,02
Хлориды	1,275	4,5			0,01
					172,29

Расчет прочих затрат

Прочие расходы принимаются в размере 20% от суммы амортизационных отчислений и заработной платы обслуживающего персонала:

$$C_{пр} = 0,2 \cdot (C_{ам} + C_{з.п.}), \quad (8/16)$$

$$C_{пр} = 0,2 \cdot (9520,8 + 2346,3) = 2373,4 \text{ тыс.руб.}$$

Прочие расходы формируют премиальный фонд предприятия, могут быть стабилизированным фондом, форсированным фондом.

Годовые эксплуатационные затраты определим по формуле (9.1):

$$C_3 = 2346,34 + 1030,1 + 5,97 + 31 + 9520,77 + 5292,04 + 2373,4 + 172,3 + 1207 = 21978,9 \text{ тыс.руб/год.}$$

8.1.4 Приведенные затраты

Приведенные затраты показывают экономическую эффективность реализуемого проекта, тыс.руб.:

$$П = K_{\text{п}} \cdot E + C_3, \quad (8.16)$$

где E – индекс дисконтирования, 12 %;

$K_{\text{п}}$ – капитальные вложения, руб.;

C_3 – эксплуатационные затраты, руб.

$$П = 38158,2 \cdot 0,12 + 21978,9 = 26557,9 \text{ тыс. руб}$$

8.2 Технико-экономическое обоснование предлагаемой схемы очистки сточных вод

8.2.1 Расчет капитальных вложений предлагаемой схемы

Результаты расчетов капитальных вложений по вариантам приведены в таблице 8.12

Таблица 8.12 – Объектная смета предлагаемой схемы

Обоснование	Наименование	Единицы измерения	Количество, шт	Стоимость, руб			Общая сметная стоимость, руб.
				Строительство (60%)	Монтаж (28%)	Оборудование (12%)	
УПСС 1900 г	Аккумуляторная емкость	шт	1,0	9703,8	4528,4	1940,8	16172,9
УПСС 1900 г	Шламонакопитель	шт	1,0	2852,0	1330,9	570,4	4753,3
УПСС 1900 г	Здание очитных сооружений	шт	1,0	4200,0	1960,0	840,0	7000,0
Итого в руб:				16755,8	7819,4	3351,2	27926,3
Итого в тыс.руб:				16,8	7,8	3,4	27,9
Итого в ценах 2001г:				242,3	113,1	48,5	403,8
Итого в ценах 2012г:				1255,1	585,7	251,0	2091,8
Итого в ценах 2013г:				1355,5	632,5	271,1	2259,1
Итого в ценах 2014г:				1396,1	651,5	279,2	2326,9
Прайс-лист	Флотатор ФДП-6	шт	2,0		5380386,7	2305880,0	7686266,7
Прайс-лист	Лазурь М-5К	шт	1,0		240221,3	102952,0	343173,3
Прайс-лист	Отстойник со встроенной жироприемной камерой	шт	1,0		999833,3	428500,0	1428333,3
Прайс-лист	Блок биологической очистки ЭКО-Р-	шт	2,0		4200000,0	1800000,0	6000000,0

	120						
Прайс-лист	Насосная станция подачи стоков на фильтры	шт	1,0		121333,3	52000,0	173333,3
Прайс-лист	Напорный фильтр	шт	2,0		1429166,7	612500,0	2041666,7
Прайс-лист	Колодец распределительный	шт	1,0		280000,0	120000,0	400000,0
Прайс-лист	Поворотный колодец	шт	1,0		78400,0	33600,0	112000,0

Окончание таблицы 8.12 – Объектная смета предлагаемой схемы

Обоснование	Наименование	Единицы измерения	Количество, шт	Стоимость, руб			Общая сметная стоимость, руб.
				Строительство (60%)	Монтаж (28%)	Оборудование (12%)	
Прайс-лист	Вакуум-фильтр барабанный БОН 1-1,0-1У	шт	1,0		233333,3	100000,0	333333,3
Прайс-лист	Автоматическая насосная станция Active J 92 M	шт	3,0		99568,0	42672,0	142240,0
Прайс-лист	Реагентное хозяйство	шт	1,0		123666,7	53000,0	176666,7
Прайс-лист	Насос NOVA 200M-NA	шт	1,0		9916,7	4250,0	14166,7
Прайс-лист	Иловая площадка	шт	1,0		466666,7	200000,0	666666,7
Прайс-лист	Колодец канализационный Н=1500мм	шт	2,0		29600,7	12686,0	42286,7
Прайс-лист	Колодец канализационный Н=2350мм	шт	2,0		30067,3	12886,0	42953,3
Прайс-лист	Колодец водопроводный Н=3370мм	шт	1,0		34195,0	14655,0	48850,0
Прайс-лист	Колодец водопроводный Н=2000мм	шт	1,0		25328,3	10855,0	36183,3
Прайс-лист	Труба ПЭ 100 Ø 160x11,8 длина 2м	шт	20,0		20066,7	8600,0	28666,7
Прайс-лист	Труба ПЭ 100 Ø 63x4,7 длина 2м	шт	13,0		2529,8	1084,2	3614,0
Прайс-лист	Труба ПЭ 100 Ø 110x8,1 длина 2м	шт	9,0		2562,0	1098,0	3660,0
Прайс-лист	Труба ПЭ 100 Ø 50x3,7	м	44,7		2628,4	1126,4	3754,8
Прайс-лист	Труба ПЭ 100 Ø 200x14,7 длина 3м	шт	14,0		31425,3	13468,0	44893,3
Прайс-лист	Труба стальная электросварная Д 273x4,5 17Г1С	т	1,2		57518,0	24650,6	82168,5

Прайс-лист	Труба стальная электросварная Д 426х4,5	т	0,7		61196,8	26227,2	87424,0
Прайс-лист	Труба стальная электросварная Д 377х4,5	т	0,9		83252,4	35679,6	118932,0
Итого в руб:					13840896,2	5917218,2	20061233,3
Итого в тыс. руб:					13840,9	5917,2	20061,2
Итого по смете:				1396,1	14492,4	6196,4	22388,1
С учетом реконструкции:				1954,57	20289,39	8675,02	31343,34

8.2.2 Сводный сметный расчет предлагаемой схемы

Сводный сметный расчет предлагаемой схемы представлен в таблице 8.13.

Таблица 8.13 – Сводный сметный расчет предлагаемой схемы

№ сметы или расчета	Наименование глав объекта, работ и затрат	Стоимость в тыс.руб.				Общая сметная стоимость
		Строительство	Монтаж	Оборудование	Прочие затраты	
р-1	Глава 1 Подготовка территории строительства (1% от общей сметной по гл.2) заносится: 60% в гр. 3; 40% в гр. 6	188,1			125,4	313,4
	Итого по главе 1:	188,1			125,4	313,4
Объектная смета	Глава 2 Основные объекты строительства Основной производственный корпус	1954,6	20289,4	8675,0		31343,3
	Итого по главе 2:	1954,6	20289,4	8675,0		31343,3
р-2	Глава 3 Объекты подсобного и обслуживающего назначения (по 15 % соответствующих затрат гл. 2)	293,2	3043,4	1301,3		4637,8
	Итого по главе 3:	293,2	3043,4	1301,3		4637,8
р-3	Глава 4 Объекты энергетического хозяйства (по 7,4% от соответствующих затрат гл. 2)	144,6	1501,4	642,0		2288,0
	Итого по главе 4:	144,6	1501,4	642,0		2288,0
р-4	Глава 5 Объекты транспортного хозяйства и связи (4,5% от суммы в гр. 3 по гл. 2)	88,0				88,0
	Итого по главе 5:	88,0				88,0
р-5	Глава 6 Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло-и газоснабжения (5,2% от соответствующих затрат гл. 2)	101,6	1055,0	451,1		1607,8
	Итого по главе 6:	101,6	1055,0	451,1		1607,8
р-6	Глава 7 Благоустройство и озеленение территории (4% от суммы в гр. 3 по гл. 2)	78,2				78,2
	Итого по главе 7:	78,2				78,2
	Итого по главам 1-7:	2848,2	25889,3	11069,3	125,4	40356,5
р-7	Глава 8 Временные здания и сооружения (по 3% от сумм СМР по	85,4	776,7			862,1

	гл. 1-7 в гр. 3, 4)					
	Итого по главе 8:	85,4	776,7			862,1
	Итого по главам 1-8:	2933,7	26665,9	11069,3	125,4	41218,7
p-8	Глава 9 прочие работы и затраты. Зимние удорожания (по 3,3% от сумм СМР по гл. 1-8, с учетом коэффициента 0,9 в гр. 3, 4)	87,1	792,0			879,1
p-9	Перевозка работников автотранспортом строительной организации (передвижной характер работ) (2,5% от суммы СМР по главам 1-8, гр. 3 + гр. 4)				740,0	740,0

Окончание таблицы 8.13 – Сводный сметный расчет существующей схемы

№ сметы или расчета	Наименование глав объекта, работ и затрат	Стоимость в тыс.руб.				Общая сметная стоимость
		Строительство	Монтаж	Оборудование	Прочие затраты	
p-10	Премирование за ввод объектов (по 2,1% от суммы СМР по гл. 1-8, заносится в гр. 6)				621,6	621,6
	Итого по главе 9:	87,1	792,0		1361,6	2240,7
	Итого по главам 1-9:	3020,8	27457,9	11069,3	1487,0	43459,4
p-11	Глава 10 Содержание дирекции строящегося предприятия				304,2	304,2
	Итого по главе 10:				304,2	304,2
p-12	Глава 11 Подготовка эксплуатационных кадров				434,6	434,6
	Итого по главе 11:				434,6	434,6
p-13	Глава 12 Проектные и изыскательские работы				1303,8	1303,8
	Итого по главе 12:				1303,8	1303,8
	Итого по главам 1-12:	3020,8	27457,9	11069,3	3529,5	45077,6
p-14	Непредвиденные расходы и затраты	90,6	823,7	332,1	105,9	1352,3
	Всего по ССРСС в текущих ценах	3111,4	28281,7	11401,4	3635,4	46429,9
p-15	В том числе возвратных сумм					129,3

8.2.3 Расчет годовых эксплуатационных затрат существующей схемы

Заработная плата обслуживающего персонала по формуле (8.2). Расчет сводим в таблицу 8.14. Заработная плата с учетом режима работы сотрудников представлена в таблице 8.15.

Таблица 8.14 – Годовая и месячная заработная плата сотрудников

Квалификация сотрудника	Число рабочих, шт	Заработная плата (месячная), тыс.руб.	Заработная плата (годовая), тыс.руб.
Младший обслуживающий персонал (МОП)	6	5,9	485,4
Техническая служба (ТС)	6	11,7	970,9
Лабораторно-техническая служба (ЛТС)	3	11,7	485,4
Инженерно-технический рабочий (ИТР)	1	29,3	404,5
Итого:	16	58,7	2346,3

Таблица 8.15 – Заработная плата с учетом режима работы сотрудников

Квалификация сотрудника	Количество рабочих дней в году	Заработная плата (годовая), тыс.руб.
Младший обслуживающий персонал (МОП)	183	243,4
Техническая служба (ТС)	183	486,8
Лабораторно-техническая служба (ЛТС)	183	243,4
Инженерно-технический рабочий (ИТР)	240	266,0
Итого:		1239,6

Средства заложенные в годовой фонд заработной платы на 365 рабочих дней и не пошедшие на выплату заработной платы рабочих составляют стабилизационный фонд: $2346,3 - 1239,6 = 1106,7$ тыс.руб.

60% стабилизационного фонда идет в бюджет предприятия «капитал», а 40% на выплату премиальных надбавок сотрудникам «бонус». «Капитал», «бонус» и месячная премиальная надбавка сотрудников представлена в таблице 8.16.

Таблица 8.16 – «Капитал», «бонус» и месячная премиальная надбавка сотрудников

Квалификация сотрудника	Стабилизационный фонд, тыс.руб.	«Капитал», тыс.руб	«Бонус», тыс.руб	Премиальная надбавка, тыс.руб.
Младший обслуживающий персонал (МОП)	242,1	145,2	96,8	1,3
Техническая служба (ТС)	484,1	290,5	193,6	2,7
Лабораторно-техническая служба (ЛТС)	242,1	145,2	96,8	2,7
Инженерно-технический рабочий (ИТР)	138,5	83,1	55,4	4,6
Итого:	1106,8	664,1	442,7	11,3

– Стоимость электроэнергии

Показатели мощности электросилового оборудования представлены в таблице 8.17.

Таблица 8.17 – Показатели мощности электросилового оборудования

Наименование агрегата	Мощность, кВт	Количество	Σ кВт
Блок биологической очистки ЭКО-Р-120	19	2	38
Насосная станция подачи стоков на фильтры	4	1	4
Флотатор ФДП-6	6	2	12
Лазурь М5-к	0,12	1	0,12
Насос Active J 92 M	0,75	3	2,25
Вакуум фильтр	1,1	1	1,1
Насос NOVA 200M-NA	0,35	1	0,35
			57,82

Присоединяемая мощность по формуле (8.3):

$$\sum N^i = \frac{1,5 \cdot 0,7 \cdot 57,82}{0,9} = 67,46 \text{ кВт}.$$

Годовая потребленная мощность по формуле (8.4):

$$W = 67,46 \cdot 24 \cdot 365 = 590923,3 \text{ кВт} = 590,9 \text{ МВт}.$$

Так как $\sum N < 750$ кВт·ч, тогда принимаем одноставочный тариф и стоимость электроэнергии определяем по формуле (8.5):

$$C_{\text{эл}} = \frac{1,85 \cdot 590923,3}{10^3} = 1093,2 \text{ тыс.руб.}$$

– Стоимость амортизации

Амортизационные отчисления за полное восстановления основных фондов очистного сооружения по формуле (9.6), расчет сведен в таблицу 9.18.:

Таблица 8.18 – Амортизационные отчисления

Наименование	Затраты K_i , тыс.руб	H_i ,%	$C_{\text{ам}}$, тыс.руб.
Здание очистных сооружений	350,0	2,5	8,7
Трубопроводы	373,1	4,5	16,8
Оборудование	8675,0	8	694,0
Итого:	9398,1		719,5

– Стоимость тепловой энергии

Затраты на тепловую энергию по формуле (8.7):

Количество теплоты потребляемое за отопительный сезон по формуле (8.8). Расчеты сводим в таблицу 8.19.

Таблица 8.19 – Расчет количества теплоты потребляемое за отопительный сезон

Здания и сооружения	$\sum x_i$	V_i , тыс. м ³	$t_{\text{ср}}$, °C	Q_T , Гкал	C_T , тыс.руб.
Здание очистных сооружений	0,39	1,05	0,35	34,67	31,0

– Расчет стоимости ремонта

Стоимость капитального ремонта по формуле (8.10):

$$C_{\text{кр}} = 0,1 \cdot 46300,6 = 4630,06 \text{ тыс.руб.}$$

Стоимость текущего ремонта по формуле (8.11):

$$C_{\text{тр}} = 0,2 \cdot 8675,02 = 1735,0 \text{ тыс.руб.}$$

Стоимость ремонта определяется по формуле (8.9):

$$C_p = 4630,06 + 1735,0 = 6365,06 \text{ тыс.руб.}$$

– Стоимость водоснабжения

Стоимость водоснабжения на собственные нужды очистных сооружений в год определяется по формуле (8.12):

Расход холодной и горячей воды очистных сооружений по формуле (8.13):

Результаты сводим в таблицу 8.20.

Расход горячей воды принимаем с учетом расхода воды на промывку фильтров.

Таблица 8.20 – Расчет стоимости водоснабжения

Вид жидкости	Количество рабочих в сутки, чел	Норма q, л/сут	Q _{сн} , м ³ /сут	Т _{вив} , руб. м ³	С _{вив} , тыс. руб	С _{вив} (годовое), тыс. руб
Холодная вода	16	25	0,4	13,17	0,00527	1,9228
Горячая вода	16	12,5	166,1	55,48	9,21523	3363,5582
						3365,48

– Расчет стоимости реагентов

Стоимость реагентов по формуле (8.14):

Результаты сводим в таблицу 8.21.

Таблица 8.21 – Расчет стоимости реагентов

Реагенты	Доза реагента, кг/сут	Производительность станции, м ³ /сут	Количество дней в году реагентной обработки, дни	Годовой расход реагента, кг/год	Текущая стоимость товарного продукта, руб	Стоимость реагентов, тыс.руб
Аква-аурат 30	30,2	100,83	365	11023	65	716,5
Гидрокси-хлорид-алюминия	8,07	100,83	365	2945,55	100,7	296,62
						1013,11

– Расчет прочих затрат

Прочие расходы принимаются в размере 20% от суммы амортизационных отчислений и заработной платы обслуживающего персонала по формуле (8.16):

$$C_{\text{пр}} = 0,2 \cdot (719,5 + 2546,3) = 613,18 \text{ тыс.руб.}$$

Годовые эксплуатационные затраты определим по формуле (8.1):

$$C_3 = 2346,3 + 1093,2 + 3365,48 + 31 + 719,54 + 6365,06 + 613,2 + 1013,1 = 15546,9 \text{ тыс.руб/год.}$$

8.2.4 Приведенные затраты

Приведенные затраты показывают экономическую эффективность реализуемого проекта по формуле (9.17):

$$\Pi = 46300,6 \cdot 0,12 + 15546,9 = 21103,0 \text{ тыс. руб}$$

8.3 Расчет срока окупаемости

Амортизационные отчисления по внедряемому оборудованию составляет:

$$AO = C_T \cdot \frac{1}{\text{СПИ}}, \quad (8.18)$$

где C_T – стоимость оборудования, рублей;

СПИ – срок полезного использования.

$$AO = 1290874 \cdot \frac{1}{10} = 129087,4 \text{ рублей.}$$

Определяем простой срок окупаемости на микроуровне:

$$PP = \frac{C_T}{\text{Э}_n + AO}, \quad (8.19)$$

где Э_n – экономический эффект от внедрения схемы, руб.

$$PP = \frac{1290874}{127,29 + 129087,4} \approx 10 \text{ лет.}$$

Таким образом, простой срок окупаемости на микроуровне составит 10 лет.

8.4 Расчет экономии на экологических платежах

Размер вреда, причиненного водному объекту сбросом загрязняющих веществ в составе сточных вод и (или) дренажных (в том числе шахтных, рудничных) вод, производится по формуле:

$$Y = K_B \cdot K_{BG} \cdot K_{ин} \sum_{i=1}^n (H_i \cdot M_i) \cdot K_{из}, \text{ тыс. руб.} \quad (8.20)$$

$$Y = 1,36 \cdot 1,25 \cdot 2,45$$

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

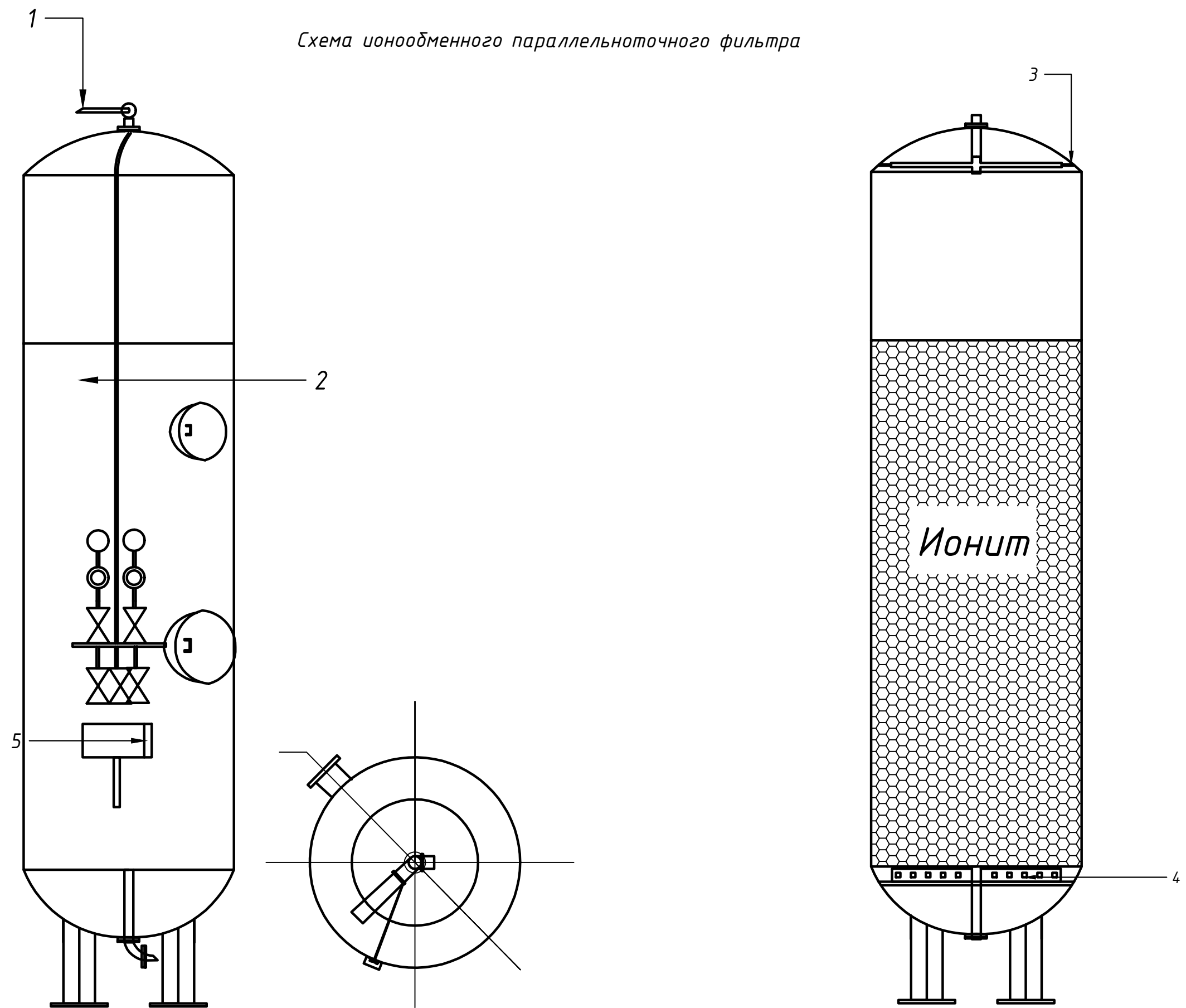
АПАВ – анионоактивное поверхностно-активное вещество;
БПК – биологическое потребление кислорода;
ГНБ – горизонтальное направленное бурение;
ЗСО – зоны санитарной охраны;
КОЕ – колонии-образующие единицы;
МРОТ – минимальный размер оплаты труда;
НПАВ – неионоактивное поверхностно-активное вещество;
ПАВ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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 128 с.
- 2 СП 131.13330.2018. Строительная климатология. – Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 13.06.2012. – Москва: ОАО ФЦС, 2018. – 120 с.
- 3 СП 32.13330.2012. Канализация. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2012. – 91 с.
- 4 СП 30.13330.2016. Внутренний водопровод и канализация зданий. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2016. – 65 с.
- 5 Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. Москва: Бастет, 2007. – 116 с.
- 6 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. – 209 с.
- 7 Москвитин, Б.А. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / А.С. Москвитин, Б.А. Москвитин, Г.М. Мирончик. – Москва : Бастет, 2011. – 192 с.
- 8 Кожинов, В.Ф. Очистка питьевой и технической воды / В.Ф. Кожинов. – Москва : Бастет, 2008. – 304 с.
- 9 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. – 324 с.
- 10 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. – 188 с.
- 11 СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – Взамен СанПиН 4630-88 : введ. 22.06.2000. – Москва : Минздрав России, 2000. – 45 с.
- 12 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. – 152 с.
- 13 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. – 54 с.

- 14 СНиП 2.07.01-89 Пособие по водоснабжению и канализации городских и сельских поселений. Введ. 06.09.1992. – Москва : Стройиздат, 1992. – 144 с.
- 15 ГСН 81-05-02-2007 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. Введ. 19.06.2007. – Москва : Стройиздат, 2007. – 68 с.
- 16 Водоснабжение. Техничко-экономические расчеты / под ред. Г.М. Басса. – Киев : Высшая школа, 1977. – 152 с.
- 17 Кулагин, В.А. Биологические аспекты гидродинамической кавитации / тез. докл. всесоюз. науч. шк. Гидродинамика больших скоростей. – Чебоксары, 1989. – 49 с.
- 18 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. – 65 с.
- 19 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. – 14с.
- 20 Кодекс об административных правонарушениях (КоАП РФ) : федер. закон от 27.07.2010. № 239-ФЗ. Москва : ОТиСС, 2011. – 58 с.
- 21 ГОСТ 51232-98 Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа. – Взамен ГОСТ 5215-50 : введ. 29.06.1998. – Москва: Госстандарт СССР, 1998. – 21 с.

Схема ионообменного параллельноточного фильтра

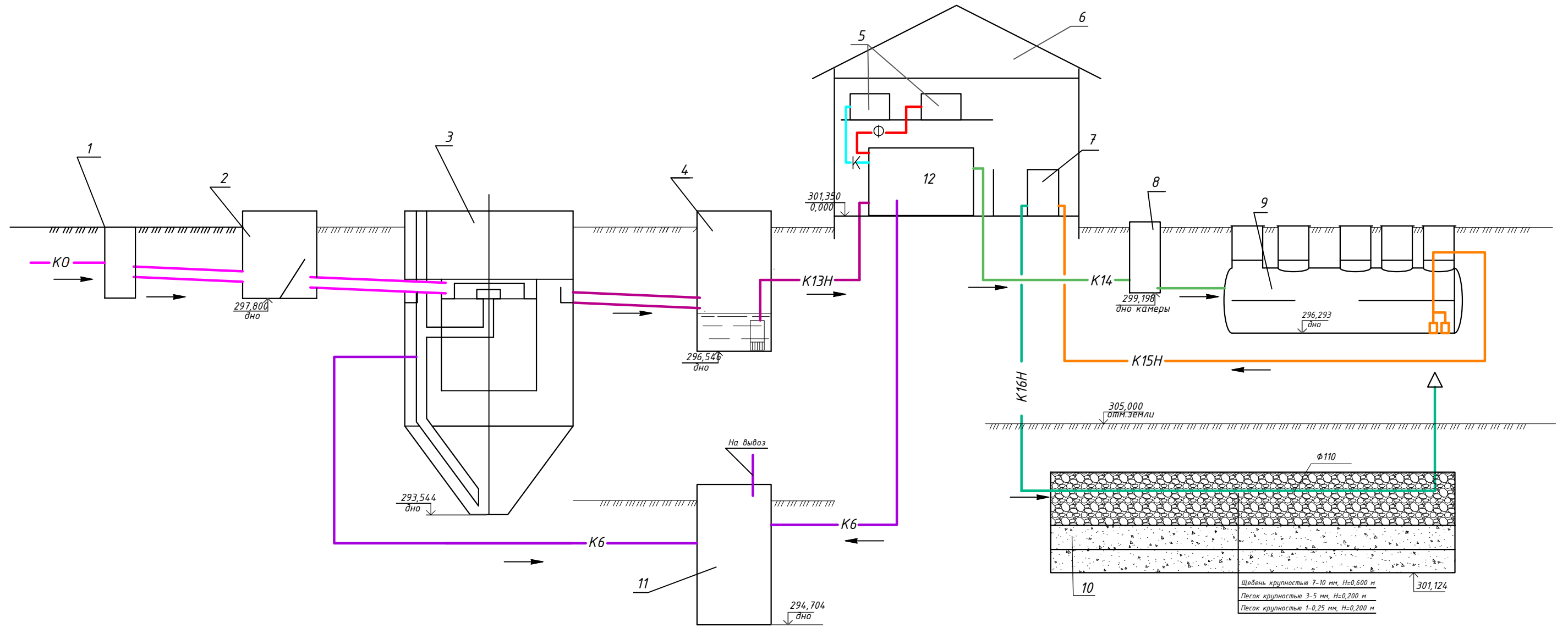


Условные обозначения

- 1 - Фронт фильтра;
- 2 - Корпус;
- 3 - Распределительное устройство верхнее;
- 4 - Распределительное устройство нижнее;
- 5 - Воронка сливная.

БР - 200302.06 - 2020 ПО					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разраб.	Ажманова				
Руководит.	Дубровская				
Н. контр.	Дубровская				
Зав. каф.	Матюшенко				
Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия молочной переработки				Стадия	Лист
				1	10
Схема ионообменного параллельноточного фильтра				Кафедра ИСЭиС	

Существующая схема очистки сточных вод



Условные обозначения

- K0 — 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;
- Φ — трубопровод флокулянта;
- K — трубопровод коагулянта.

Экспликация зданий и сооружений

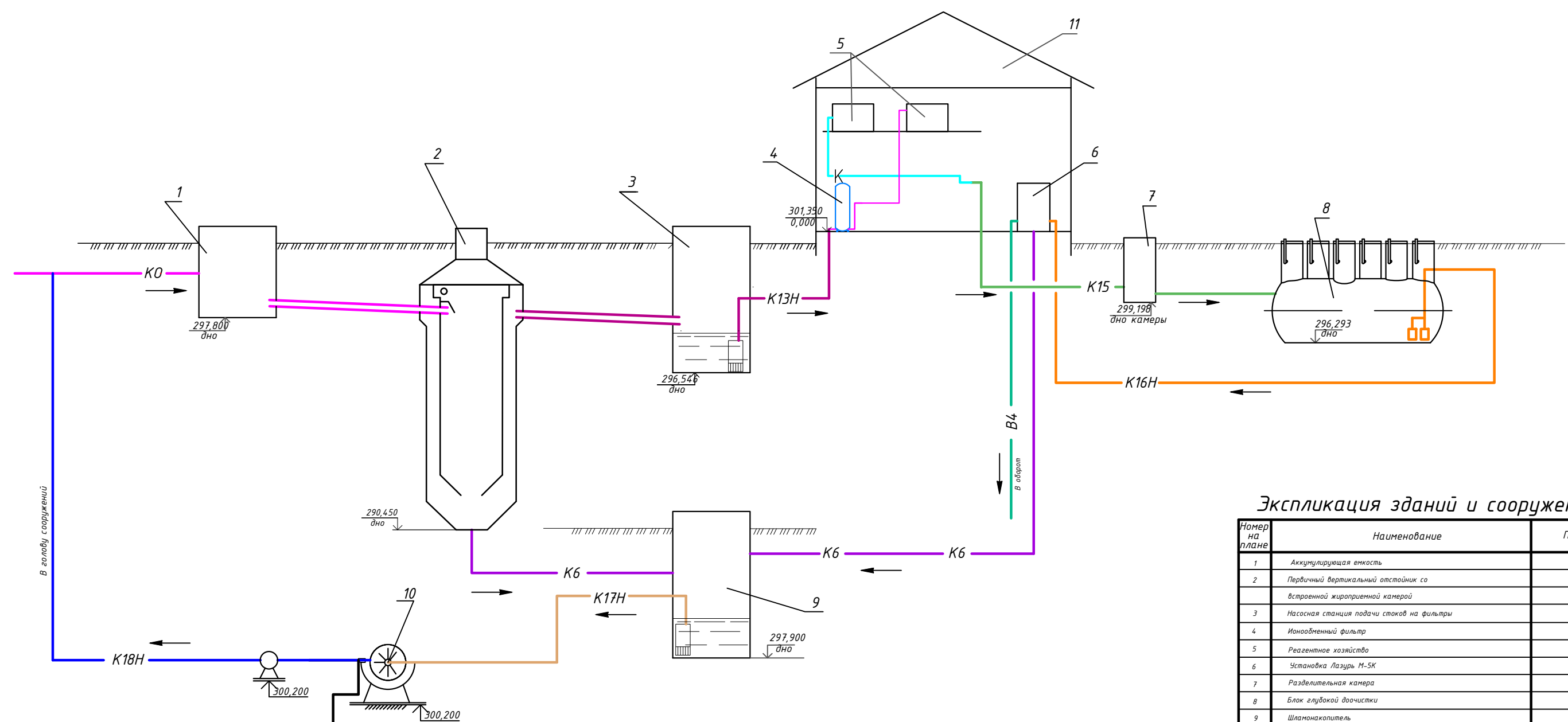
Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Жироуловитель	
2	Приемная камера с сорорудерживающей решеткой	
3	Первичный вертикальный отстаивник с нисходяще-восходящим потоком	
4	Насосная станция подачи стоков на флотаторы	
5	Реагентное хозяйство	
6	Здание очистных сооружений	
7	Блок УФ-обеззараживания	
8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

				БР - 200302.06 - 2020 ПО		
				Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол.ч.	Лист	Индок	Подпись	Дата	
Разраб.		Ахтанова				
Руководит.		Дубровская				
				Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия молочной переработки	Стадия	Лист
				Существующая схема очистки сточных вод	2	10
Н. контр.		Дубровская				
Зав. каф.		Матюшенко				Кафедра ИСЭИС

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

Предлагаемая схема очистки сточных вод



Условные обозначения

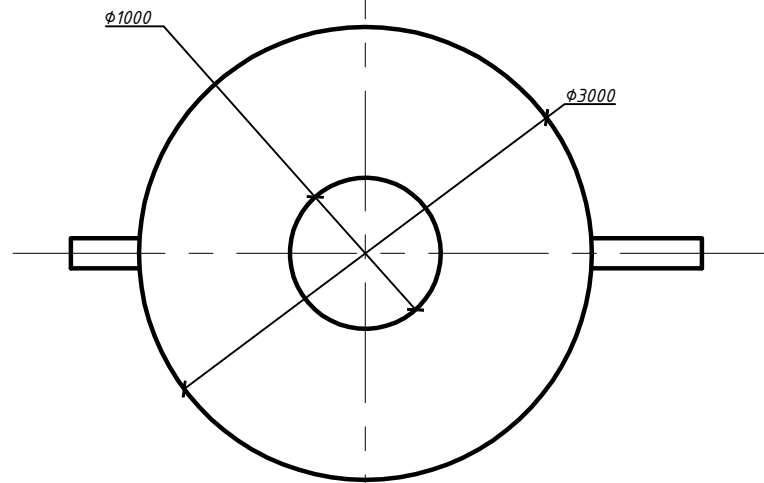
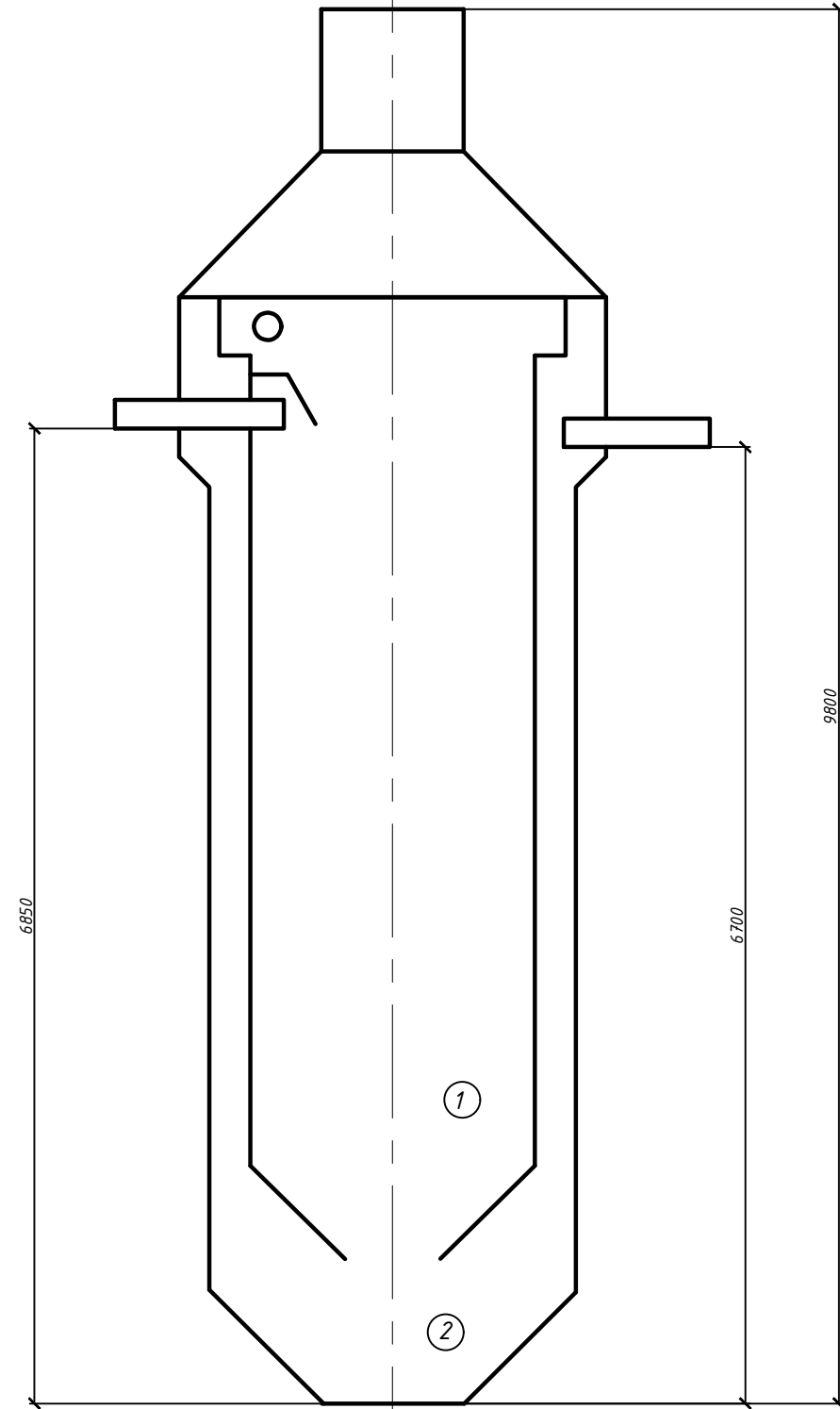
- KO — трубопровод производственно-бытовых стоков;
- K13H — напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
- K15 — трубопровод осветленных сточных вод;
- K16H — напорный трубопровод сточных вод после глубокой очистки;
- B4 — падающий водопровод производственной оборотной воды;
- K6 — трубопровод осадка;
- K — 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	Ионообменный фильтр	
5	Реагентное хозяйство	
6	Установка Лазурь М-5К	
7	Разделительная камера	
8	Блок глубокой доочистки	
9	Шламонакопитель	
10	Вакуум-фильтр	
11	Здание очистных сооружений	

					БР - 200302.06 - 2020 ПО				
					Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол.ч.	Лист	Издок	Подпись	Дата	Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия молочной переработки	Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Ахтанова						3	10
Руководит.		Дубровская							
Н. контр.		Дубровская				Предлагаемая схема очистки сточных вод			Кафедра ИСЭИС
Зав. каф.		Матюшенко							

Вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой М 1:25

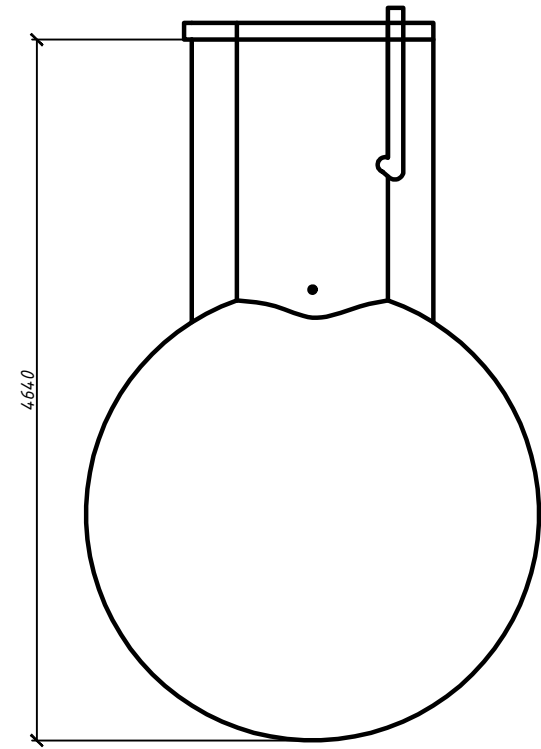
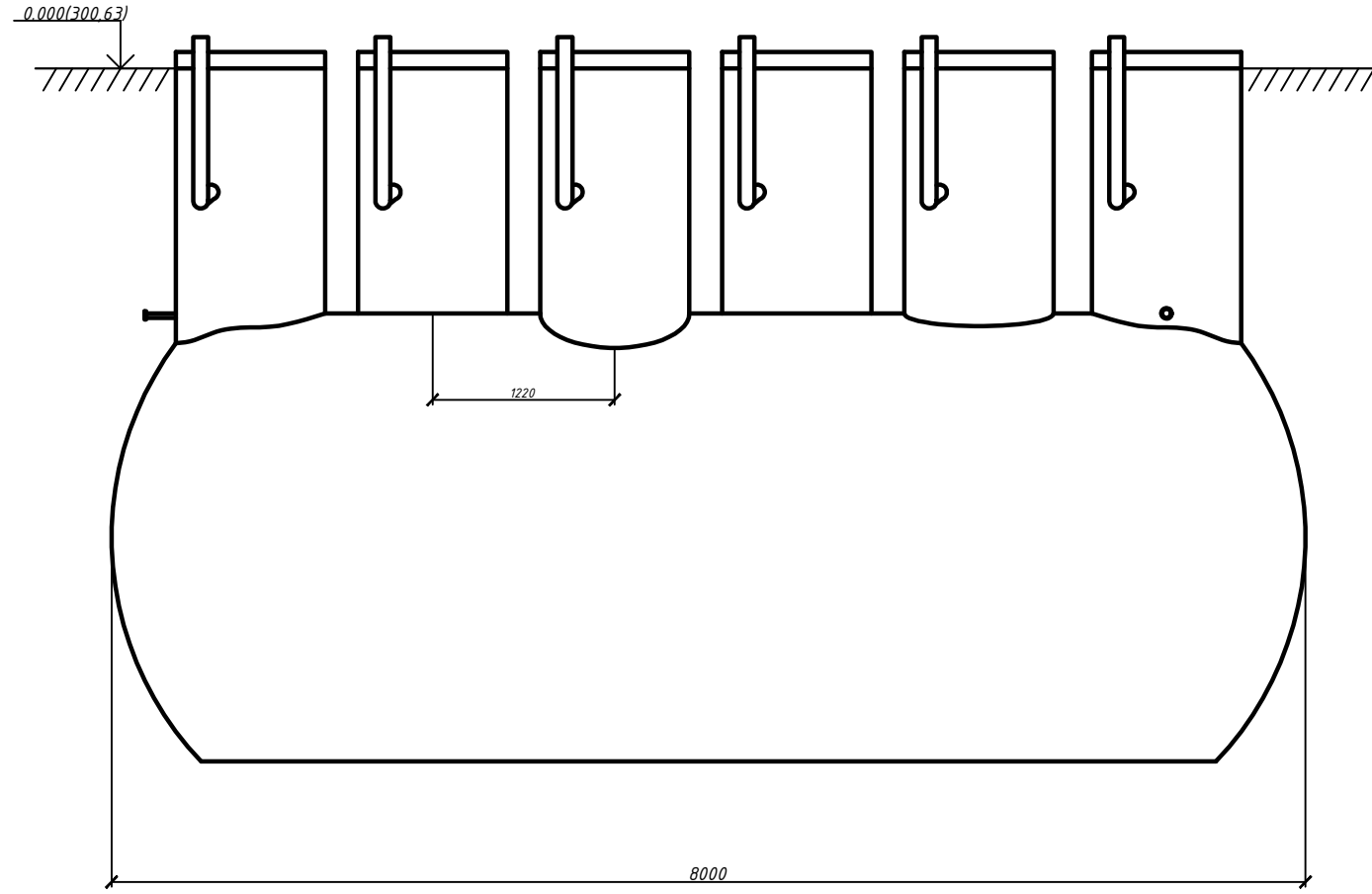


Условные обозначения

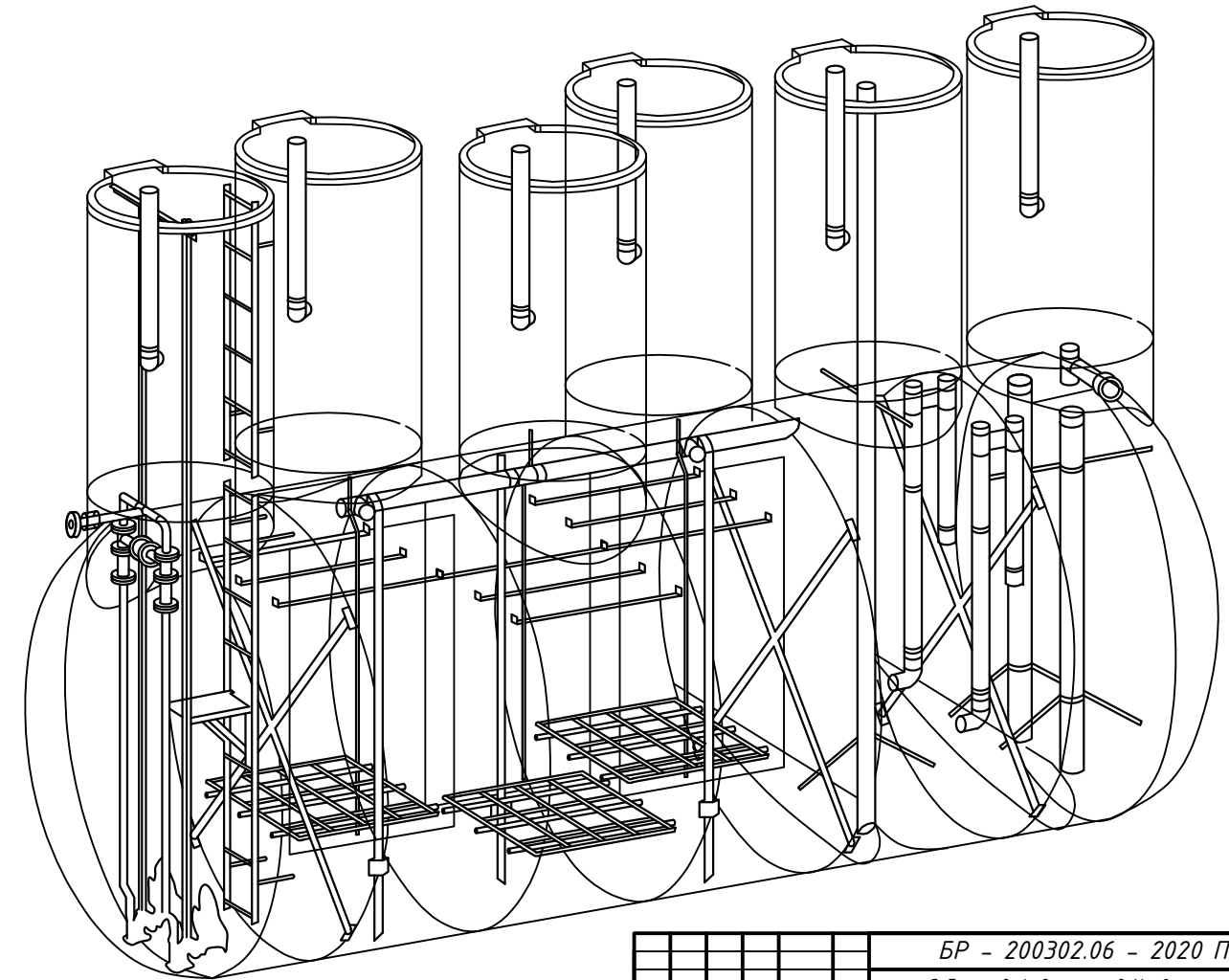
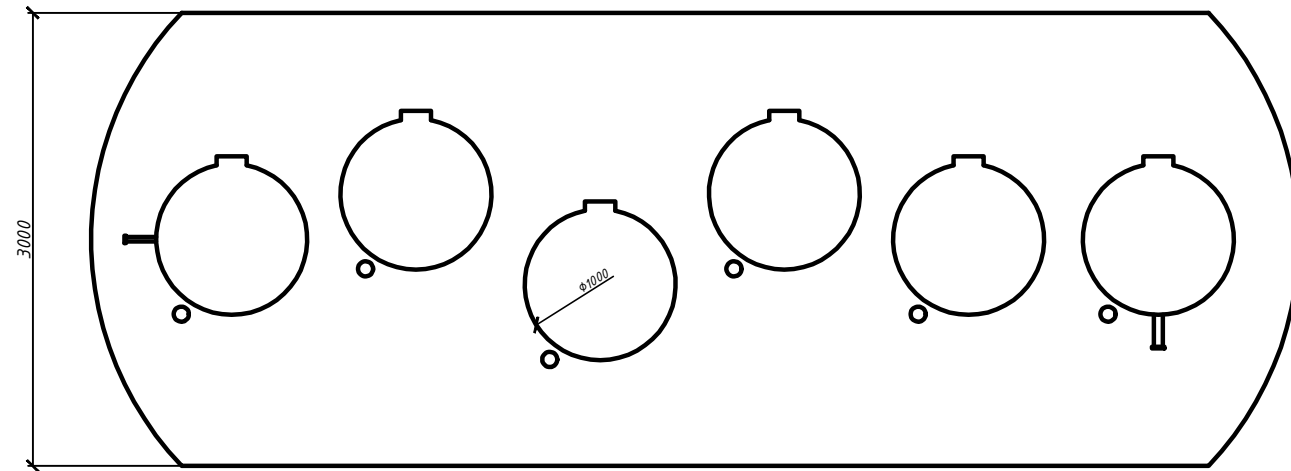
- 1 - Жироприемная камера;
- 2 - Первичный вертикальный отстойник.

						БР - 200302.06 - 2020 ПО			
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт			
Изм.	Кол.ч	Лист	№ док	Подпись	Дата	Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия молочной переработки	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Ахтанова						4	10	
Руководит.	Дубровская					Вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой М 1:25	Кафедра ИСЭиС		
Н. контр.	Дубровская								
Зав. каф.	Матюшенко								

Блок биологической очистки "ЭКО-Р-120" М 1:25



Общий вид

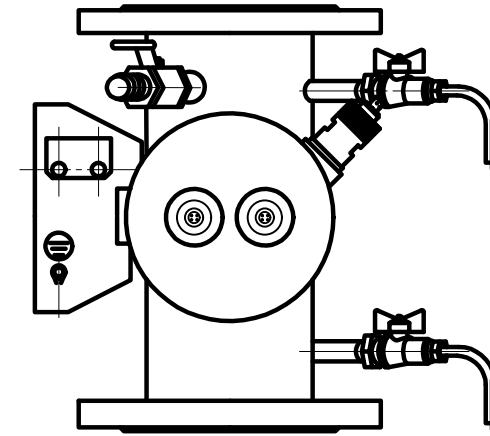
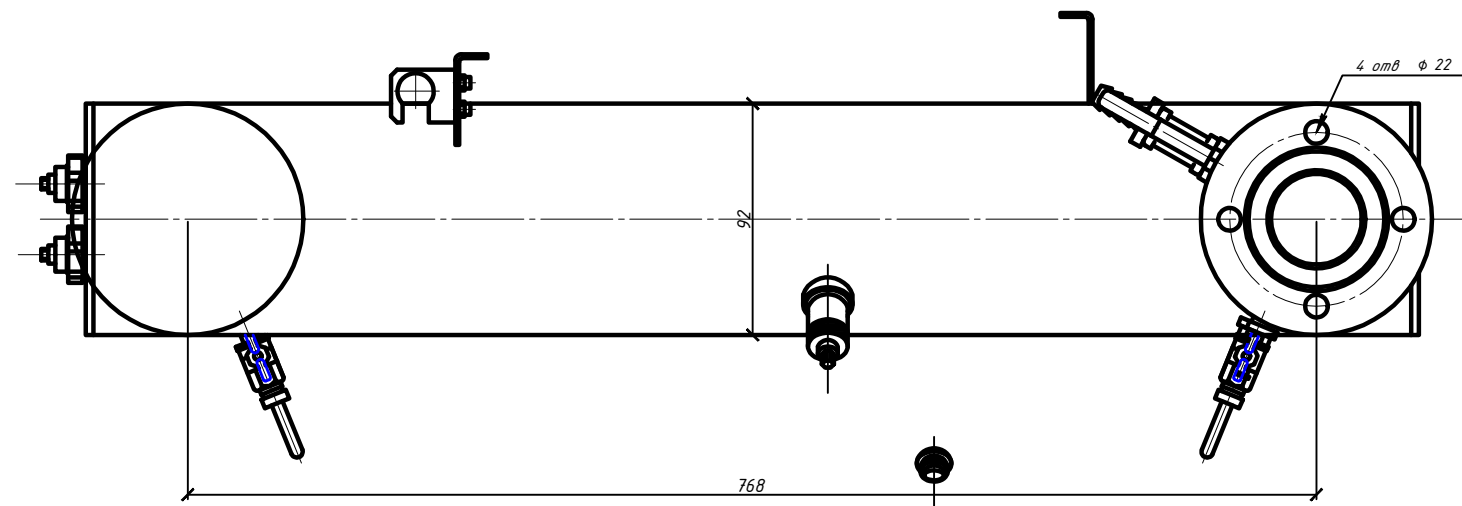
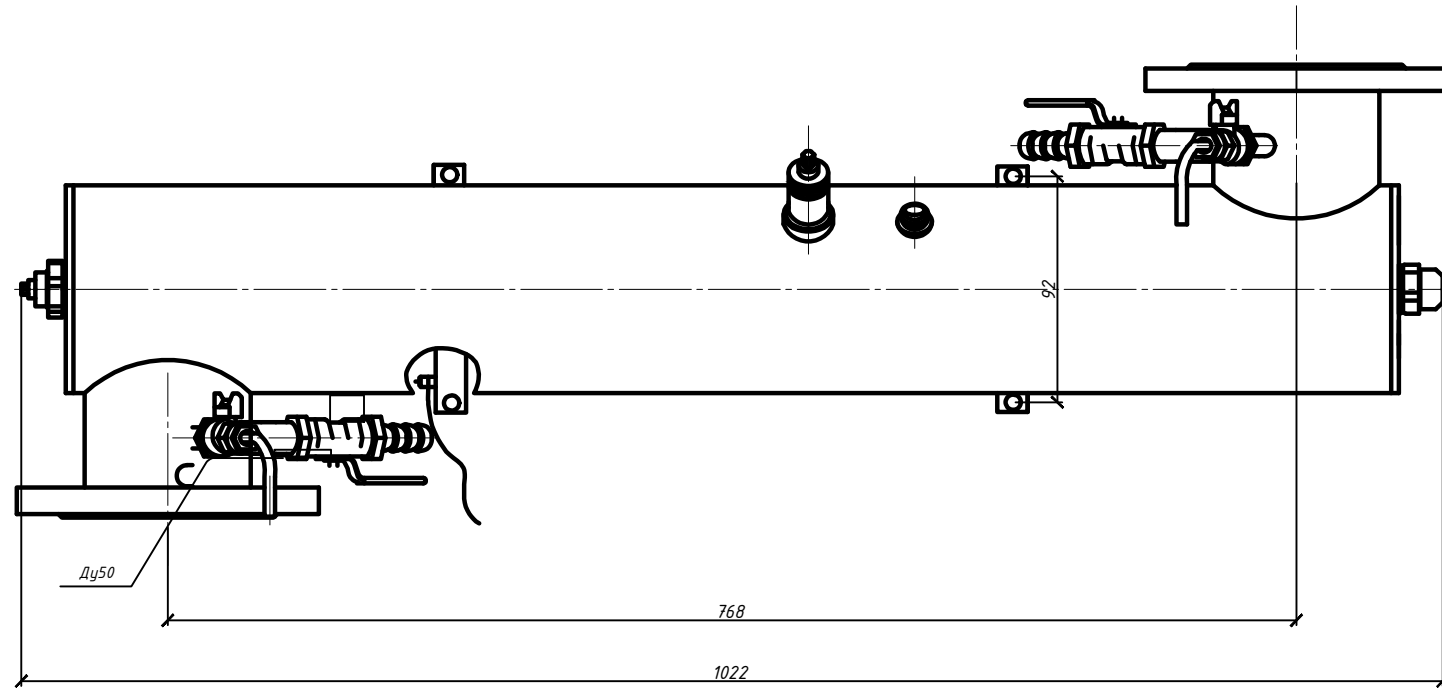


Технические характеристики

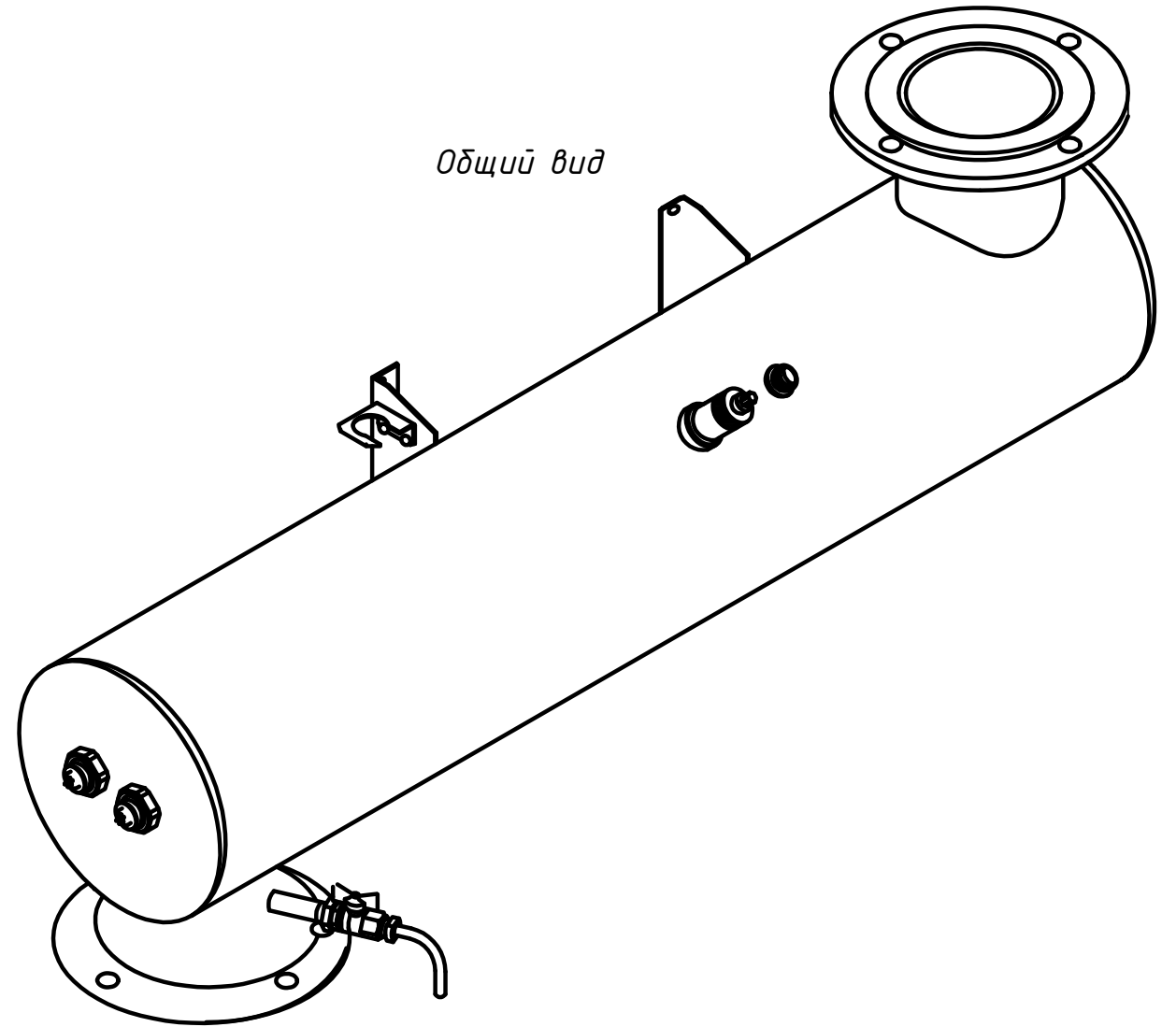
- | | | |
|---|--------------------|-------------------------|
| 1 | Производительность | 120 м ³ /сут |
| 2 | Мощность | 19 кВт |
| 3 | Размеры сооружения | 3x8 м |

БР - 200302.06 - 2020 ПО					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Ахтанова				
Руководит.	Дубровская				
Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия молочной переработки				Стадия	Лист
				5	10
Блок биологической очистки "ЭКО-Р-120" М 1:25				Кафедра ИСЭиС	
Н. контр.	Дубровская				
Зав. каф.	Матюшенко				

Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "Лазурь М-5К"



Общий вид



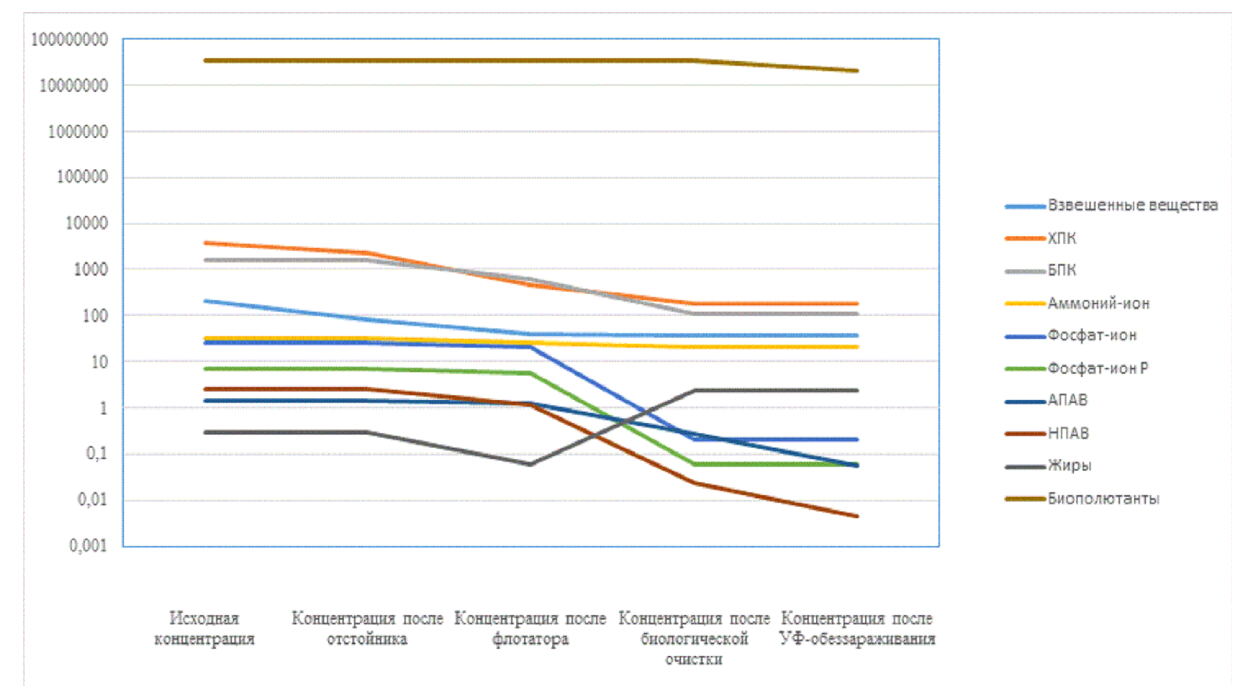
Технические характеристики

1	Производительность	5 м ³ /час
2	Мощность ламп	120 Вт
3	Количество ламп	1 шт
4	Напряжение	220 В
5	Вес	5 кг
6	Срок службы ламп	12000 часов
7	Объем реактора	4,8 л
8	Доза излучения	40 мДж/кв.см

БР - 200302.06 - 2020 ПО					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Ахтанова				
Руководит.	Дубровская				
Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия молочной переработки				Стадия	Лист
					6
					10
Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "Лазурь М-5К"				Кафедра ИСЭС	
Н. контр.	Дубровская				
Зав. каф.	Матюшенко				

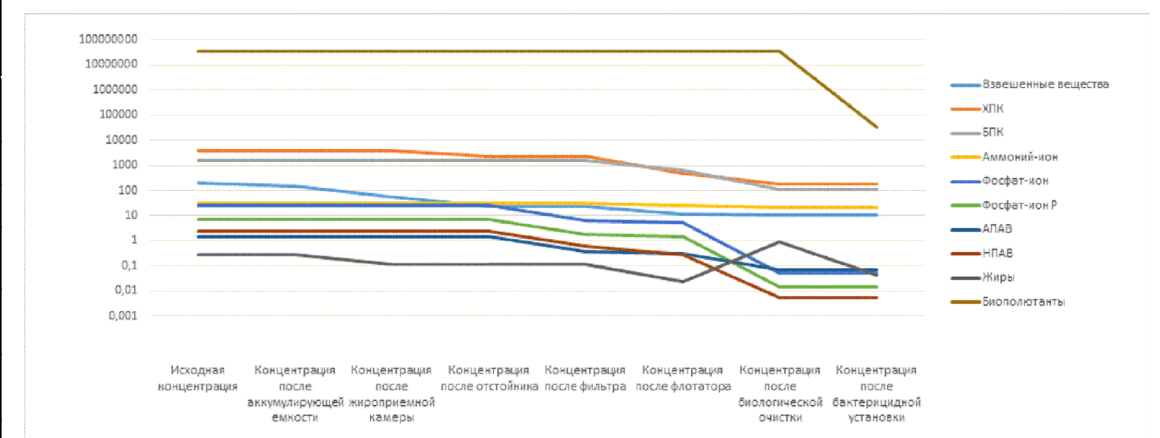
Эффективность очистки сточных вод технологической схемы до реконструкции

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	224	81,6	60	40,8	50	36,7	10	36,7	0
ХПК	3919	2312,21	41	462,4	80	187,3	60	187,3	0
БПК	1550	1550	0	620	60	109,4	82	109,4	0
Аммоний-ион	32,2	32,2	0	25,8	20	21,2	18	21,2	0
Фосфат-ион (PO4)	25,6	25,6	0	20,5	20	0,236	99	0,236	0
Фосфат ион (P)	7,27	7,27	0	5,8	20	0,1	99	0,1	0
АПАВ	1,47	1,47	0	1,2	15	0,3	78	0,3	0
НПАВ	2,5	2,5	0	1,1	55	0,022	98	0,022	0
Жиры	0,29	0,29	0	0,1	80	2,3	0	2,3	0
Биополютанты	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 аккумуляющей 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	224	142,8	30	57,12	60	22,8	60	22,8	0	11,4	50	10,3	10	1,03	90
ХПК	3919	3919	0	3919	0	2312,2	41	2312,2	0	462,4	80	185	60	11,1	94
БПК	1550	1550	0	1550	0	1550	0	1550	0	620	60	111,6	82	6,7	94
Аммоний-ион	32,2	32,2	0	32,2	0	32,2	0	32,2	0	25,8	20	21,1	18	1,06	95
Фосфат-ион (PO4)	25,6	25,6	0	25,6	0	25,6	0	6,4	75	5,1	20	0,051	99	0,003	95
Фосфат ион (P)	7,27	7,27	0	7,27	0	7,3	0	1,8	75	1,5	20	0,015	99	0,001	95
АПАВ	1,47	1,47	0	1,47	0	1,5	0	0,4	75	0,3	15	0,1	78	0,003	96
НПАВ	2,5	2,5	0	2,5	0	2,5	0	0,6	75	0,3	55	0,006	98	0,0002	96
Жиры	0,29	0,29	0	0,116	60	0,1	0	0,1	0	0,02	80	0,9	0	0,04	96
Биополютанты	34353066	34353066	0	34353066	0	34353066	0	34353066	0	34353066	0	34353066	0	34353,07	99,9



Изм.						БР - 200302.06 - 2020 ПО					
Коп.ч.						Сибирский Федеральный Университет					
Лист						Инженерно-строительный институт					
№ док.						Интенсификация процесса					
Подпись						очистки сточных вод					
Дата						предприятия молочной переработки					
Разраб.						Стадия					
Лист						Листов					
Руководит.						7					
Лист						10					
Н. контр.						Эффективность очистки сточных вод					
Зав. каф.						технологической схемы до и после					
Матюшенко						реконструкции.					
						Кафедра ИСЭС					

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

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	-	Гридокладчик 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	-	Гридокладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	1				
3	Крепление торцевых стенок котлована	м ²	17,28	5,76	-	Гридокладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 2	3	3	2				
4	Устройство деревянной упорной стенки	1 упорная ановка	2	12,5	-	Гридокладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	1				
5	Подача и монтаж строительного оборудования	м	2	15,46	0,23	Гридокладчик 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	Гридокладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 3 разряд - 1	3	3	3				
7	Прокладка трубы диаметром 200 мм домкратом	м	14,5	7,2	-	Гридокладчик 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 упорная ановка	2	9,5	0,23	Гридокладчик 5 разряд - 1 4 разряд - 1 машина 5 разряд - 1	3	3	1				
10	Разборка креплений котлованов	м ²	17,28	4,32	-	Гридокладчик 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

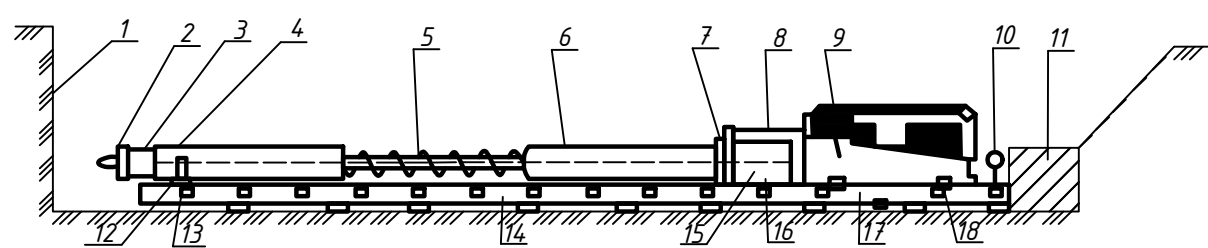
Рабочие характеристики

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

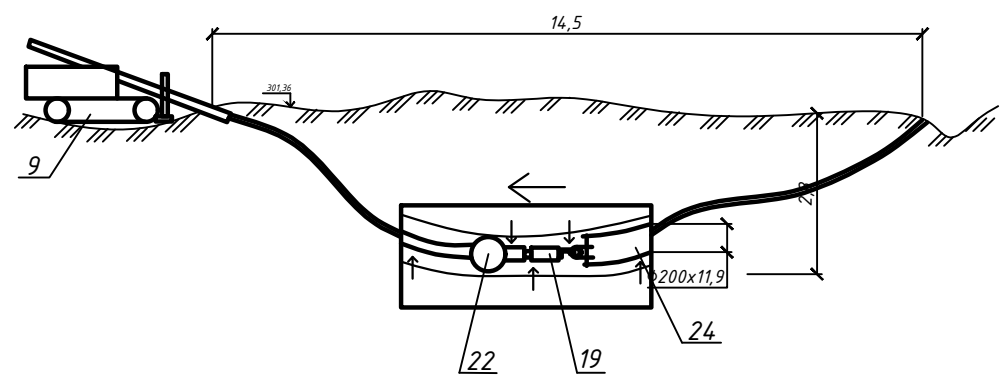
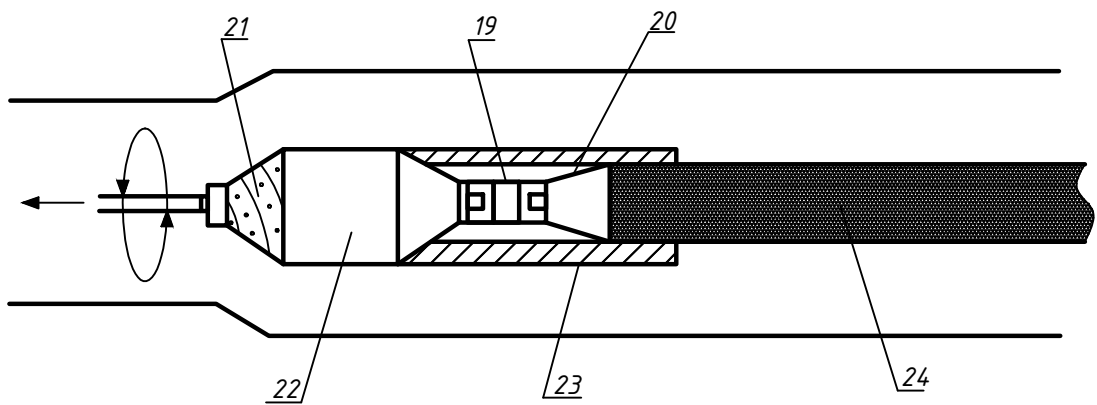


Схема протаскивания трубопровода в буровой канал с расширителем



Условные обозначения

- 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;
- 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

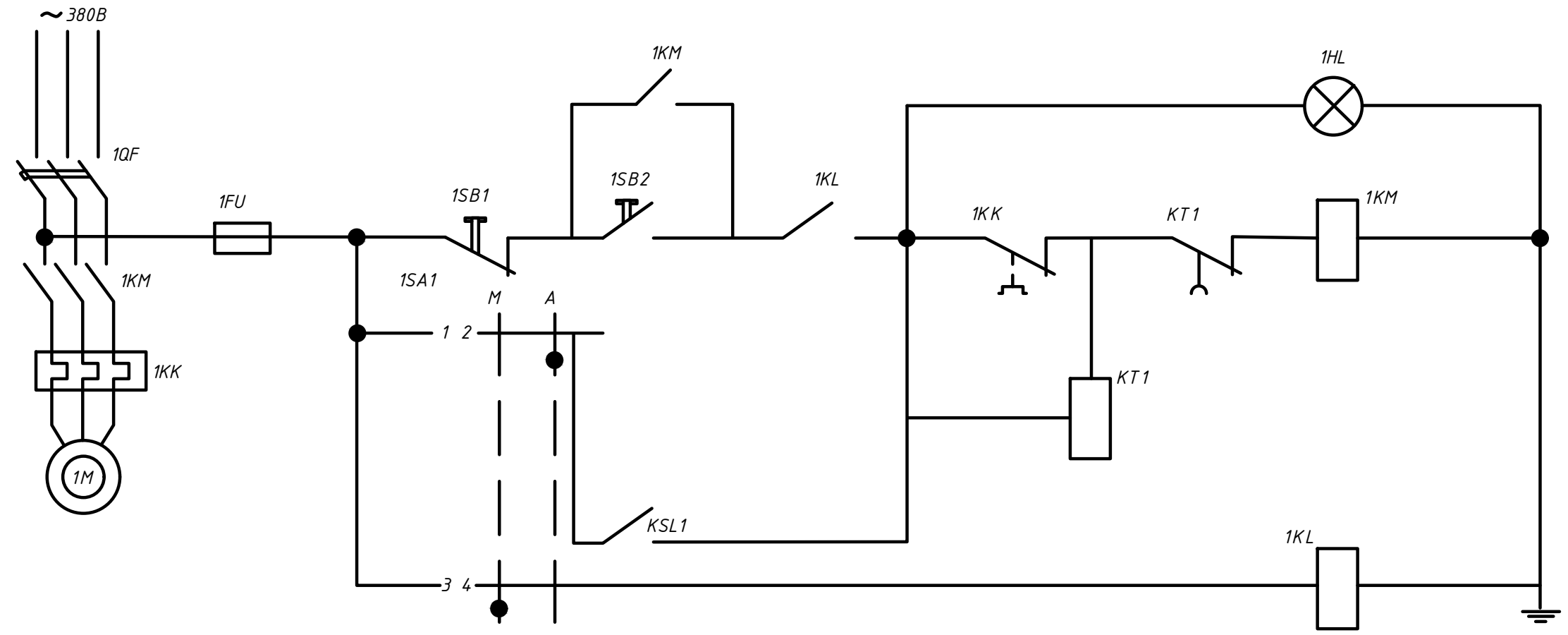
Позиция	Наименование	Марка, ГОСТ	Количество, шт	Примечание
1	Установка горизонтального бурения УГНБ-3М4		1	
2	Пилот буровой со сменным ножом		1	
3	Расширитель Ф250 мм		1	
4	Вертлог протяжки 10 т		1	
5	Захват для пластиковой трубы Ф110 мм		1	
6	Паук цепной на три ветви		1	
7	Строп цепной		1	
8	Скоба соединительная Ф35 мм		1	
9	Серьга с наружной резьбой		1	
10	Серьга с внутренней резьбой		1	

Изм. Кол.ч Лист № док. Подпись Дата					БР - 200302.06 - 2020 ПО		
Работ. Ажманова					Сибирский Федеральный Университет		
Руководит. Дубровская					Инженерно-строительный институт		
Консульт. Дубровская					Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия молочной переработки		
Н. контр. Дубровская					Технология двусторонней прокладки трубопровода		
Зав. каф. Матюшенко					Кафедра ИСЭиС		

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

ВЫПОЛНЕНО В СТУДЕНЧЕСКОЙ ВЕРСИИ ПРОГРАММЫ AUTODESK

Автоматизация кавитационной установки



Условные обозначения
 1 - Сигнализация включения;
 2 - Местное управление;
 3 - Автоматический ввод резерва;
 4,5 - Автоматическое выключение;
 6 - Выбор режима.

Спецификация

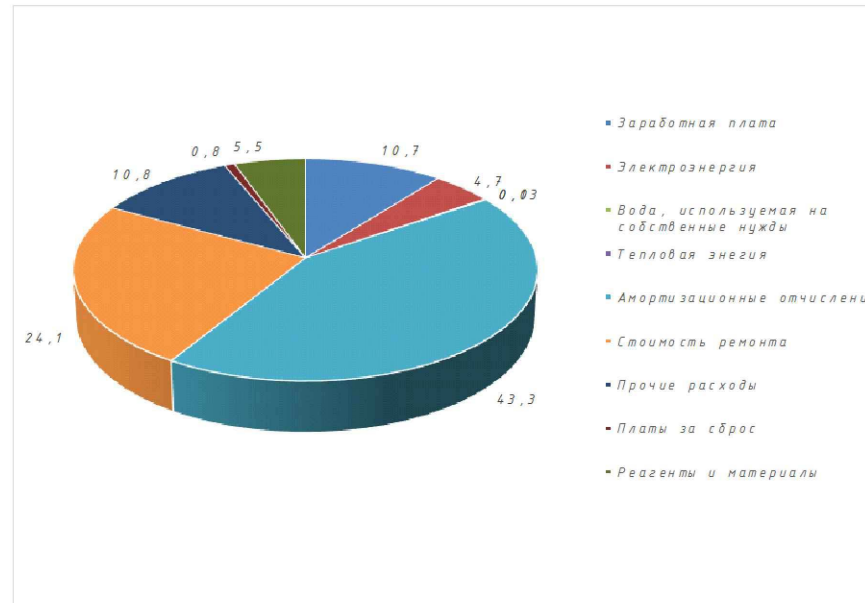
Позиция	Наименование	Марка, ГОСТ	Количество, шт	Примечание
HL	ХВ7Е У4.ЭМР (Зеленая неоновая лампа, Un=220В)		1	
SA1	ХВ7Е.02Р (Переключатель режимов управления)		1	
KM	РММР321М (Контактор 32А, 220В)		1	
KK	РТЛ2У32 (Реле тепловое 23-32А)		1	
QF	ЕЗС100А3080 (Автоматический выключатель 80А)		1	
KT1	КТ814А (Реле времени)		1	
SB1, SB2	ХБСАЛ945 (Кнопка ПУСК/СТОП)		2	
FU	0004.020300 (Плавкий предохранитель)		1	
М	Насосный агрегат с электродвигателем		1	

БР - 200302.06 - 2020 ПО					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.ч	Лист	Ирдож	Подпись	Дата
Разраб.	Ахтанова				
Руководит.	Дубровская				
Консульт.	Амельчугов				
Н. контр.	Дубровская				
Зав. каф.	Матюшенко				
Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия молочной переработки				Страница	Лист
Автоматизация кавитационной установки				9	10
				Кафедра ИСЭиС	

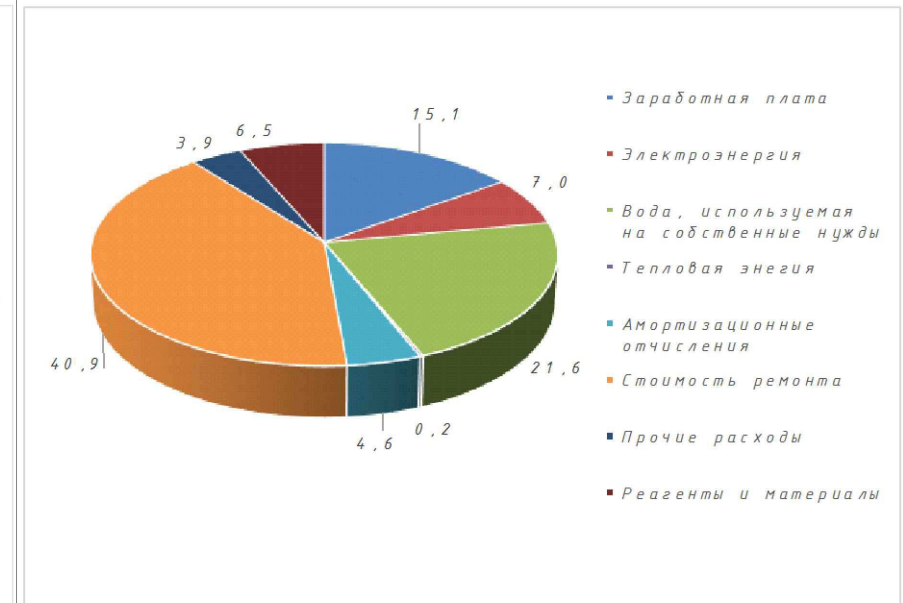
Технико-экономические показатели

Наименование показателей	Единица измерения	Количество по существующей схеме	Количество по предлагаемой схеме
Производительность	тыс. м ³ /год	43800	36803
Обслуживающий персонал	человек	16	16
Капитальные вложения	тыс. руб	38158,2	46300,6
Эксплуатационные затраты	тыс. руб/год	21978,9	15546,9
В том числе:			
Заработная плата	тыс. руб/год	2346,34	2346,34
Стоимость реагентов и материалов	тыс. руб/год	1207,0	1013,1
Стоимость электроэнергии	тыс. руб/год	1030,1	1093,2
Вода	тыс. руб/год	5,97	3365,48
Амортизационные отчисления	тыс. руб/год	9520,77	719,54
Стоимость тепловой энергии	тыс. руб/год	31,0	31,0
Стоимость ремонта	тыс. руб/год	5292,04	6365,06
Плата за сброс загрязняющих веществ	тыс. руб/год	172,3	-
Прочие расходы	тыс. руб/год	2373,4	613,2
Простой срок окупаемости	лет		10

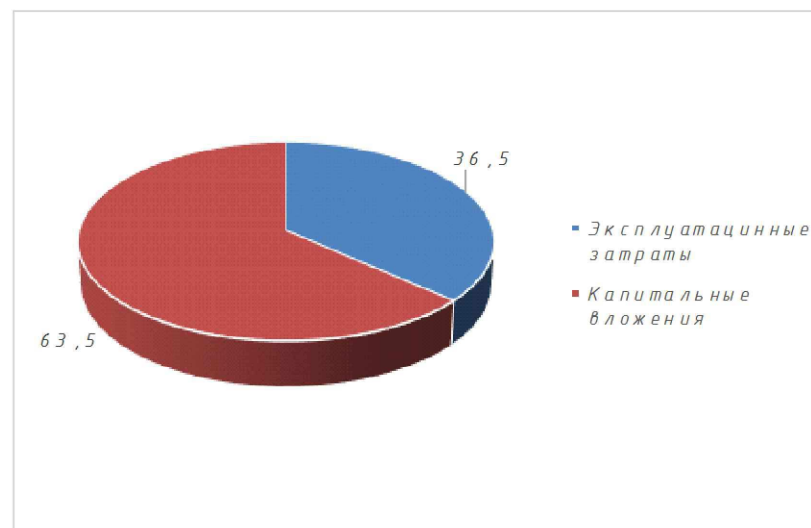
Распределение эксплуатационных затрат по статьям расходов в процентном соотношении для существующей схемы



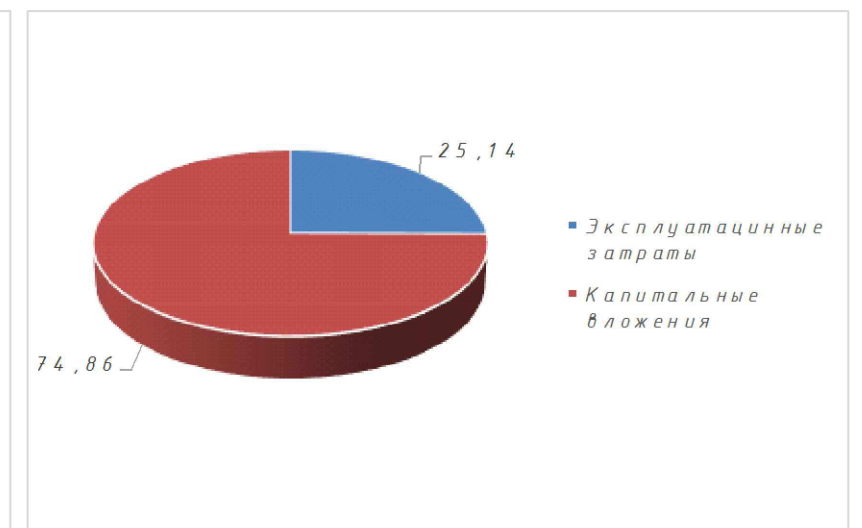
Распределение эксплуатационных затрат по статьям расходов в процентном соотношении для предлагаемой схемы



Распределение затрат на реализацию проекта в процентном соотношении для существующей схемы



Распределение затрат на реализацию проекта в процентном соотношении для предлагаемой схемы




					БР - 200302.06 - 2020 ПО		
					Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол.ч.	Лист	Ирдож	Подпись	Дата	Интенсификация процесса очистки сточных вод предприятия молочной переработки	
Разраб.		Ахтанова				Стадия	Лист
Руководит.		Дубровская				10	10
Консульт.		Дубровская				Технико-экономические показатели	
Н. контр.		Дубровская				Кафедра ИСЭИС	
Зав. каф.		Матюшенко					

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

Кафедра «Инженерные системы зданий и сооружений»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Матюшенко А.И.

подпись инициалы, фамилия

« 25 » июня 20 20 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 Природообустройство и водопользование
код и наименовании направления

Интенсификация процесса очистки сточных вод
предприятия молочной переработки

Пояснительная записка

Руководитель



25.06.2020

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

О.Г. Дубровская

инициалы, фамилия

Выпускник



25.06.2020

подпись, дата

А.Д. Ахтамова

инициалы, фамилия

Нормоконтролер



25.06.2020

подпись, дата

доцент, к.т.н.

должность, ученая степень

О.Г. Дубровская

инициалы, фамилия

Красноярск 2020