

Министерство науки и высшего образования РФ
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
« _____ » _____ 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
код- наименование специальности

Разработка технологической системы очистки сточных вод предприятия
молочной промышленности Красноярского края
тема

Руководитель	_____	<u>ст. преподаватель</u>	<u>А.Г. Бобрик</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Ю.Т. Таранюк</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	<u>ст. преподаватель</u>	<u>А.Г. Бобрик</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Разработка технологической системы очистки сточных вод предприятия молочной промышленности Красноярского края» содержит 65 страниц текстового документа, 8 листов графического материала и 33 используемых источника.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД, ПРЕДПРИЯТИЕ МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ИССЛЕДОВАНИЯ, ОХРАНА ТРУДА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ, ЭКОЛОГИЯ, ЭКОНОМИКА.

Объект проектирования очистные сооружения молокоперерабатывающего завода. Данная бакалаврская работа состоит из следующих разделов: общие сведения; технологическая часть; исследования; охрана труда и техника безопасности; технологическая схема очистки сточных вод; эколого-экономическое обоснование.

Задача выпускной квалификационной работы является разработка очистных сооружений предприятия молочной промышленности, расчет необходимой степени очистки до нормативных предельно-допустимых концентраций вод перед подачей на оборотное водопользование, выбор технологической схемы очистки сточных вод, подбор фильтров, отстойников, а также разработка генплана оборотной системы водопользования.

В итоге была разработана схема очистки сточных вод молокоперерабатывающего завода, подобраны фильтры и другое оборудование, которое обеспечивает качественную очистку стоков молочного предприятия. В качестве технической реализации были произведены расчеты двухслойного сорбционного фильтра, высоконагружаемого аэрационного биофильтра, вертикального отстойника, также было подобрано насосное оборудование для оборотной схемы водопользования.

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

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Общие сведения.....	7
1.1 Современное сосотояние очистных систем предприятий.....	7
1.2 Состав стока предприятия пищевой промышленности	8
1.3 Методы очистки сточных вод.....	8
1.4 Предприятие пищевой промышленности «АгроНик»	10
1.4.1 Существующие проблемы предприятия	11
2 Технологическая часть.....	11
2.1 Исходные данные для проектирования.....	11
2.2 Определение расходов воды	13
2.3 Существующая схема очистки стока	18
2.4 Предлагаемая схема очистки стока	19
3 Исследования.....	24
3.1 Цель проведения эксперимента	24
3.2 Суть проведения эксперимента	24
3.3 Состав сточных вод.....	24
3.4 Методики расчета показателей.....	25
3.5 Обоснование технологической схемы очистки сточных вод	25
4 Охрана труда и техника безопасности	25
4.1 Типовая инструкция по охране труда для лаборанта химического анализа. Общие положения	25
4.2 Общие требования безопасности.....	26
4.3 Требования безопасности перед началом работы	29
4.4 Требования безопасности во время работы	30
4.5 Требования безопасности по окончании работы.....	34
5 Предлагаемая технологическая схема очистки сточных вод.....	34
5.1 Аккумулирующая емкость.....	34
5.2 Жироприемная камера	35
5.3 Вертикальный отстойник	37
5.4 Двухслойный сорбционный фильтр.....	41
5.5 Биофильтр	46
5.6 Бактерицидная установка.....	49
5.7 Резервуар чистой воды (РЧВ).....	52
6 Эколого-экономическое обоснование	54

6.1 Экологический ущерб	54
6.2 Экономический ущерб	57
Заключение	61
Список сокращений	62
Список использованных источников	63

ВВЕДЕНИЕ

В наше время проблема загрязнения производственными сточными водами принимает большие масштабы. Сточные воды предприятий, концентрация которых с каждым годом увеличивается, все чаще сбрасываются в городскую канализацию или на рельеф без очистки и создают засоры и аварии в канализационной системе и пагубно влияют на состояние почв и экологию.

Для предприятий молочной промышленности характерно большое потребление пресной воды, следовательно, они являются источниками образования больших объемов сточных вод. На одну тонну перерабатываемого молока удельный расход стоков молочных заводов составляет примерно 5-7 м, но часто этот показатель значительно выше.

В сточных водах предприятий молочной промышленности содержатся высокие концентрации органических загрязнений (лактоза, белок и жир). Так же такие сточные воды могут быть загрязнены неорганическими и синтетическими соединениям.

Оборотное использование очищенных сточных вод позволит в ряде случаев ликвидировать существующий дефицит ресурсов пресной воды для производственных нужд. Оборотное водоснабжение на предприятиях довольно популярно, так как современные предприятия потребляют большое количество воды. Для экономии водных ресурсов на предприятии используется способ оборотного водоснабжения. Такое использование водных ресурсов зависит от характера технологического процесса, воду очищают, а далее охлаждают или нагревают для повторного использования. Например, в молочной промышленности отработанная вода охлаждается и применяется для организации охладительных систем, производства молочной продукции, а также для поения коров молочных пород на предприятии.

Оборотное использование вод имеет следующие достоинства: обеспечение альтернативного водного ресурса; снижение влияния на экологию за счет уменьшения количества сбрасываемых сточных вод.

В данной бакалаврской работе предложено решение оборотной технологической схемы очистки стока на базе теорий процессов отстаивания, фильтрации, биофильтрации.

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 сбрасывается с незначительной очисткой просто в городскую канализацию и на рельеф.

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.

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 контингентов 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 маслосеяного цеха и цеха сепарационной обработки, а так же цеха обмывки основного оборудывания.

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 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:

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

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

Специалисты по очистке сточных вод предприятий пищевого комплекса выделяют три вида фильтров каркасного типа:

- фильтры каркасного типа, в которых используется пористые зернистые материалы, имеющие адгезионные свойства (кварцевый песок, керамзит, антрацит, пенополистирол, котельные и металлургические шлаки и др.);

– фильтры каркасного типа, в конструкции которых использованы волокнистые и эластичные материалы. Подобные фильтры могут с особым успехом применяться в ходе очистки сточных вод автомоек, так как обладают повышенной способностью к задержанию жиропродуктов, так называемой повышенной жироемкостью.

– фильтры каркасного типа (коалесцирующие фильтры), в основу которых положен принцип укрупнения эмульгированных частиц жиропродуктов.

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, органических веществ и взвесей. 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

В настоящее время на предприятии пищевой промышленности «АгроНик» Никольское здоровые отсутствуют очистные сооружения, в связи с этим не соблюдаются экологические требования, сброс неочищенной воды осуществляется на рельеф.

Сейчас на владельцев предприятия, работающего без очистных сооружений применяются штрафные санкции по статье 8.1. [35], размер штрафа 50-100 МРОТ. Кроме этого, инспектор обязательно выдает предписание об устранении нарушения, и если компания продолжит работать без очистки сточных вод, то в соответствии со статьей 19.5. [35] придется заплатить ещё 100 МРОТ. Но штрафы не решают проблемы, и процент закрытия заводов, не очищающих стоки - мал.

2 Технологическая часть

2.1 Исходные данные для проектирования

Техническое задание на выполнение работы «Обследование локальных очистных сооружений ООО «АгроНик» Никольское здоровые, 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 и экономии водных ресурсов;

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 и нерациональное использование водных ресурсов, а также ухудшение экологического состояния почв.

Реконструкция данной технологической схемы может быть осуществлена в срок до 8 месяцев. Технологическая схема реконструируемого промышленного комплекса является оборотной с применением биофилтра.

Для того, чтобы предложить схему очистки был проведён анализ исследуемого стока, приведённый в таблице 2.1, и расчет превышения ПДК представленный в таблице 2.2.

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

Наименование	Единицы измерения	Концентрация веществ в сточной воде
Сульфаты	мг/л	22,5
Нитраты	мг/л	3,01
ХПК _{бихроматное}	мгО ₂ /дм ³	10000
БПК _{полное}	мгО ₂ /дм ³	40000
Взвешенные вещества	мг/л	204(оседает козеин)
Жиры	мг/л	0,29
АПАВ	мг/л	1,47
НПАВ	мг/л	2,5
рН		6,2

Таблица 2.2 – Расчет превышения предельно допустимых концентраций

Наименование	Единицы измерения	Фактический сброс	Нормативы (ПДК) не более	Превышение, раз
Сульфаты	мг/л	22,5	500	норма
Нитраты	мг/л	3,01	45	норма
ХПК _{бихроматное}	мгО ₂ /дм ³	10000	15	667,6
БПК _{полное}	мгО ₂ /дм ³	40000	3	13333,3
Взвешенные вещества	мг/л	204(оседает козеин)	204,2	норма
Жиры	мг/л	0,29	0,1	29
АПАВ	мг/л	1,47	0,5	2,9
НПАВ	мг/л	2,5	0,1	25
рН	-	6,2	6,5-8,5	норма

Предельно-допустимые концентрации химических веществ в воде водных объектов определяется согласно [15].

2.2 Определение расходов воды

Объект водопотребления: оборотная система пищевого предприятия ООО «АгроНик» Никольское здоровье.

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 промышленного предприятия 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.

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

Расход душевых стоков:

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

где $q_{\text{душ}}$ – норма потребления воды 1 душевой сеткой в час, 0,5 м³/ч;

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

0,75 – коэффициент неравномерности водопотребления душевыми сетками.

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

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

Расход ливневых сточных вод:

Годовой объем сточных вод:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

где ψ_i – коэффициент стока для поверхности данного типа;

F_i – площадь поверхности, характеризующаяся ψ_i , га;

F – общая площадь стока, га.

Высота слоя осадков за теплый год, определяемая согласно [2] $h_d = 374$ мм (апрель-октябрь).

Коэффициент стока дождевых вод:

$$\psi_d = \frac{F_K \psi_K + F_{ГП} \psi_{ГП} + F_A \psi_A + F_{Г} \psi_{Г}}{F}, \quad (2.7)$$

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

$\psi_{Г}$ – коэффициент стока для газонов, 0,1;

ψ_K – коэффициент стока для кровли, 0,7;

$\psi_{ГП}$ – коэффициент стока для грунтовых поверхностей, 0,2;

F_A – площадь асфальтобетонных покрытий дорог, 0,085 га;

$F_{Г}$ – площадь газонов, 0,154 га;

F_K – площадь кровли, 0,015 га;

$F_{ГП}$ – 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):

$$W_d = 10 \cdot 374 \cdot 0,339 \cdot 0,275 = 348,66 \text{ м}^3/\text{год}.$$

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

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

где h_T – высота слоя осадков за холодный период года, мм (ноябрь – март), 112 мм;

ψ_T – коэффициент стока талых вод, 0,6.

$$W_T = 10 \cdot 112 \cdot 0,6 \cdot 0,257 = 172,70 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Годовое количество поливочных вод ($m^3/год$), 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...1,5 л/м² на одну мойку), таблица 2.4

k – среднее количество моек в году, по [3], равное 100;

F_M – площадь территории, подвергающаяся мойке, га;

Ψ_M – коэффициент стока для поливомоечных вод, равный 0,5.

$$W_M = 10 \cdot 1,3 \cdot 100 \cdot 0,085 \cdot 0,5 = 55,25 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Годовой объем сточных вод определяем по формуле (2.4) (м³/год):

$$W = 348,66 + 172,70 + 55,25 = 576,61 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Таблица 2.3 – Значения общего коэффициента стока для различных типов поверхности водосбора

Вид поверхности стока	Значение коэффициента стока
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	1,2...1,5
Шланговый полив асфальтовых и бетонных покрытий	0,4...0,5
Полив деревьев и кустарников	3,0...4,0
Полив газонов и цветников	4,0...6,0

Суточный расход поверхностных вод (м³/сут) определяется с использованием данных по среднему в году количеству дождливых дней по формуле:

$$q_{\text{сут}} = \frac{W_d}{t_{д1}}, \quad (2.10)$$

где W_d – годовое количество дождевых вод, м³/год;

$t_{д1}$ – среднее в году количество дождливых дней по таблице 8 [3], 90.

$$q_{\text{сут}} = \frac{348,66}{90} = 3,87 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Часовой расход поверхностного стока (м³/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, м³/сут;

$t_{\text{д2}}$ – средняя продолжительность дождя в течении суток (определяется по данным предоставленным региональным центром Росгидромета), 3 часа.

$$q_{\text{час}} = \frac{3,87}{3} = 1,29 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Суточный расход талого стока (м³/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_{T} – среднегодовой объем талых вод, м³/год;

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

$$q_{\text{сут}} = \frac{172,7}{10} = 17,27 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Часовой расход талых стоков (м³/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, м³/сут;

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

$$q_{\text{час}} = \frac{17,27}{10} = 1,727 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Максимальный часовой расход сточных вод для расчета ПДС определяется как максимальное значение из часовых расходов дождевых стоков и талых вод: $Q_{\text{час}}=1,727 \text{ м}^3/\text{час}$.

Расход сточных вод от промпредприятия определяем по формуле (2.1):

$$Q_{\text{общ}} = 0,6 + 1,125 + 83 + 17,27 = 101,9 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

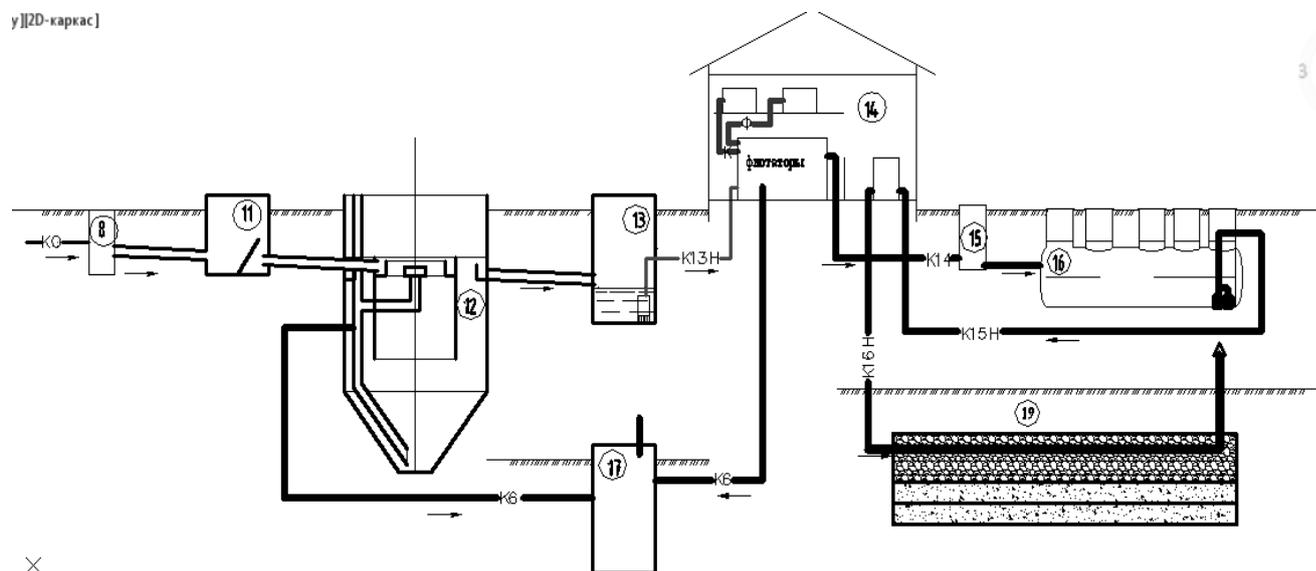
Количество загрязнений, поступающих со сточными водами от промышленного предприятия, определено с учетом концентрации i -го компонента в производственных сточных водах и расхода сточных вод представлен в таблице (2.5).

Таблица 2.5 – Количество загрязнений, поступающих от предприятия

Показатели состава	Концентрация C_i , г/м ³ (мг/л)	Количество P_i^I , г/ч
Сульфаты	22,5	79,87
Нитраты	3,01	10,86
ХПК _{бихроматное}	10000	35500
БПК _{полное}	40000	142000
Взвешенные вещества	204(оседает козеин)	724,2
Жиры	0,29	1,029
АПАВ	1,47	5,218
НПАВ	2,5	8,875
рН	6,2	6,2

2.3 Существующая схема очистки стока

Существующая схема очистки сточных вод представлена на рисунке 2.1



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 губокой доочистки; 17 – емкость-шламонакопитель; 19 – фильтрующее поле.

Рисунок 2.1 – Существующая 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.

Оборотная схема предприятия пищевой промышленности:

Аккумулирующая емкость → вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой → фильтр двухслойный сорбционный → биофильтр → бактерицидная установка → резервуар чистой воды для оборотного водопользования.

Эффективность очистки стока технологической схемы до и после реконструкции представлена, соответственно в таблице 2.6, 2.7.

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

Таблица 2.6 – Эффективность очистки стока существующей технологической схемы

Показатели	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, %
Сульфаты	22,5	22,5	0	22,5	0	22,5	0	22,5	0
Нитраты	3,01	3,01	0	3,01	0	3,01	0	3,01	0
ХПК	10000	5900	41	820	80	328	60	328	0
БПК	40000	40000	0	16000	60	2880	82	2880	0
Взвешенные вещества	204	81,6	60	40,8	50	36,7	10	36,7	0
Жиры	0,29	0,29	0	0,1	80	2,3	0	2,3	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

Таблица 2.7 – Эффективность очистки стока предлагаемой технологической схемы

Показатели	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после жироприемной камеры, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после отстойника, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после фильтра, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после биофильтра аэрационного, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после бактерицидной установки, мг/л	Эффект очистки, %
Сульфаты	22,5	22,5	0	22,5	0	5,625	75	5,625	0	5,625	0
Нитраты	3,01	3,01	0	3,01	0	0,75	75	0,75	0	0,75	0
ХПК	10000	4000	60	3200	20	960	70	19,2	98	1,152	94
БПК	40000	16000	60	12800	20	3840	70	76,8	98	3,09	94
Взвешенные вещества	204	81,6	60	32,6	60	13,04	70	6,52	50	3,26	90
Жиры	0,29	0,12	60	0,048	60	0,038	20	0,0007	98	0,000028	96
АПАВ	1,47	1,47	0	1,39	5	1,112	20	0,022	98	0,00088	96
НПАВ	2,5	2,5	0	2,125	15	1,7	20	0,034	98	0,00136	96

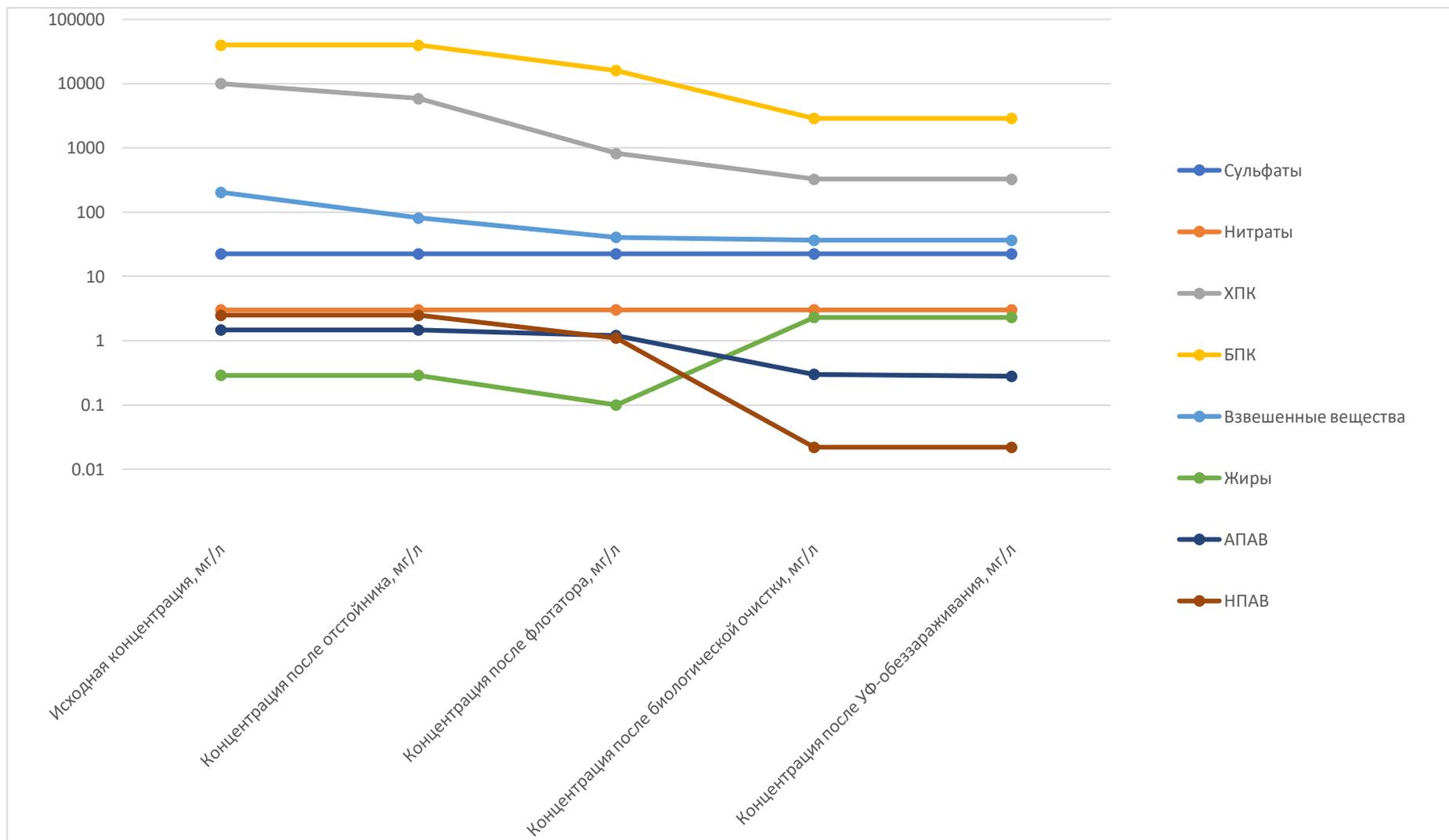


Рисунок 2.2 – Снижение концентрации веществ в сточной воде на традиционной схеме очистки

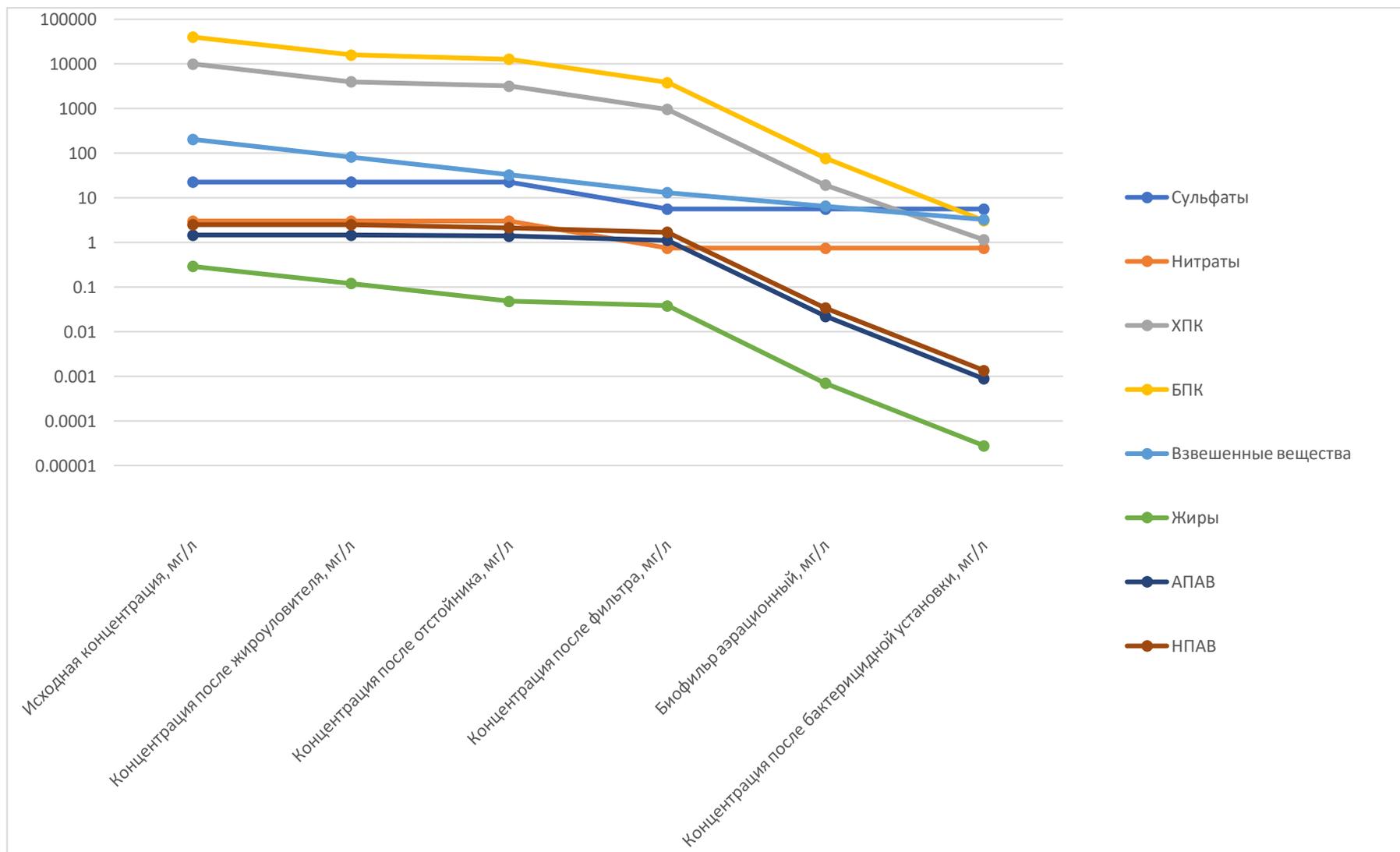


Рисунок 2.3 – Снижение концентрации веществ в сточной воде на предлагаемой схеме очистки

Из графиков выше можно сделать вывод, что в предлагаемой схеме значительно выше эффективность очистки сточных вод, чем в существующей, также заметим, что в разработанной схеме все показатели очистились до ПДК, в отличие от существующей схемы. Следовательно, с использованием разработанной схемой на нужды предприятия будет поступать качественно очищенная вода, также молокоперерабатывающий завод прекратит сброс вод, содержащих опасные концентрации веществ для экологии.

Балансовая схема оборотного водопользования:

По полученному значению расхода сточных вод составляем балансовую схему оборотного водопользования по часам суток, таблица 2.8.

Таблица 2.8 – Балансовая схема оборотного водопользования

Часы суток	Часовое водоотведение, м ³ /ч	%	Поступление в РЧВ, м ³ /ч	Расход из РЧВ, м ³ /ч	Остаток воды в РЧВ, м ³ /ч
0-1	16,13	16	16,13	4,2	11,93
1-2	12,91	12,8	12,91	4,2	20,64
2-3	12,91	12,8	12,91	4,2	29,34
3-4	12,91	12,8	12,91	4,2	38,04
4-5	12,91	12,8	12,91	4,2	46,75
5-6	12,91	12,8	12,91	4,2	55,45
6-7	-	-	-	4,2	51,25
7-8	-	-	-	4,2	47,05
8-9	1,26	1,25	1,26	4,2	44,11
9-10	1,26	1,25	1,26	4,2	41,17
10-11	1,26	1,25	1,26	4,2	38,23
11-12	1,26	1,25	1,26	4,2	35,29
12-13	1,26	1,25	1,26	4,2	32,35
13-14	1,26	1,25	1,26	4,2	29,41
14-15	1,26	1,25	1,26	4,2	26,47
15-16	1,26	1,25	1,26	4,2	23,53
16-17	1,26	1,25	1,26	4,2	20,59
17-18	1,26	1,25	1,26	4,2	17,64
18-19	1,26	1,25	1,26	4,2	14,70
19-20	1,26	1,25	1,26	4,2	11,76
20-21	1,26	1,25	1,26	4,2	8,82
21-22	1,26	1,25	1,26	4,2	5,88
22-23	1,26	1,25	1,26	4,2	2,94
23-24	1,26	1,25	1,26	4,2	0,00

3 Исследования

3.1 Цель проведения эксперимента

Целью проведения эксперимента является подбор фильтрационных установок, сорбентов, биофильтра и бактерицидной установки для обеззараживания и очистки сточных вод предприятия пищевой промышленности ООО «Агроник». Для получения данных состава сточных вод было принято решение создать модельную воду на примере натурной воды молокоперерабатывающего предприятия.

3.2 Суть проведения эксперимента

Суть проведения лабораторного исследования заключалась в создании модельной воды предприятия молочной промышленности и в снятии показателей необходимых для подбора технологической схемы очистки сточных вод данного завода. Модельная вода была создана с применением лабораторной центрифуги, для того чтобы отделить молочную сыворотку и получить необходимые показатели. Данная модельная вода использовалась для снятия и расчета показаний по методикам, представленным в пункте 3.1. Сами же показатели представлены в таблице 2.1.

Все лабораторные эксперименты проводились в соответствии с методиками по 3-4 раза для точности результатов и исключения ошибок и погрешностей. Также лабораторные опыты были проведены без нарушений правил техники безопасности.

3.3 Состав сточных вод

В ходе лабораторного исследования модельной воды было выявлено, что сточные воды предприятий отрасли молочной промышленности ООО «Агроник» содержат большое количество частиц жира, НПАВ, АПАВ, а также ХПК и БПК. Наибольшая доля в загрязнении стоков на молокоперерабатывающих предприятиях приходится на молочную сыворотку. ХПК сыворотки, в зависимости от качества молока, может достигать 60 000 мгО₂/дм³, что существенно затрудняет очистку сточных вод. Исходные

концентрации и превышение данных показателей от нормативов ПДК представлено в таблице 2.2.

3.4 Методики расчета показателей

Для снятия показаний нитратов в модельной воде использовали методику ПНД Ф 14.1:2.4-95, по расчетам получили количество равное 3,01 мг/л. По методике ПНД Ф 14.1:2.159-2000 рассчитали количество сульфатов равное 22,5 мг/л. Взвешенные вещества 204 мг/л выявили исходя из методики ПНД Ф 14.1:2.4-2009. Количество жиров рассчитали по методике ПНД Ф 14.1:2.189-02 равное 0,29 мг/л. АПАВ и НПАВ по методикам ПНД Ф 14.1:2.4.15-95 и ПНД Ф 14.1:2.4.256-09 соответственно. ХПК выявили по методике ПНД Ф 14.1:2.3.4.123-97, а БПК полное расчетный показатель равный произведению 4 на ХПК.

3.5 Обоснование технологической схемы очистки сточных вод

Так как в составе сточных вод большое количество ХПК, БПК и взвешенных веществ, превышающих предельно допустимую концентрацию по [15] в разы, устанавливаем двухслойный сорбционный фильтр, с эффективностью очистки 70%. В связи с высоким содержанием жиров в схеме обязательно устанавливаем жироприемную камеру, эффективность которой составляет 60%. Для дополнительной, более эффективной, очистки стока от ХПК, БПК, жиров, АПАВ и НПАВ принимаем решение об установке биофильтра, который очищает на 98%. В конце схемы бактерицидная установка, используемая для уничтожения микробиологических загрязнений.

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 пробами или химреактивами, следует в специальном ящике с ячейками или в ведре.

Запрещается носить в руках стеклянные колбы с пробами.

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 Предлагаемая технологическая схема очистки сточных вод

5.1 Аккумулирующая емкость

Объем аккумулирующей емкости равен максимальному остатку воды в промежутки времени 5-6 часов по таблице 2.8.

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

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

5.2 Жироприемная камера

Жироуловитель предназначен 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 жироприемной камере до момента его удаления, например, при помощи ассенизационной машины.

Диаметр $D = 2,0$ м.

$$V_p = q \cdot 1000 / \pi d^2 / 4, \quad (5.1)$$

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

Коэффициент, учитывающий влияние механических примесей на всплывание жиросодержащих веществ:

$$\alpha = 0,0015 \frac{K_{\text{ж}}}{K_{\text{мн}}} + 0,875, \quad (5.2)$$

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:

$$U = \frac{\alpha(112 - 93 \cdot \gamma_{\text{ж}})10^{0,0143d}}{1000}, \quad (5.3)$$

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 жироприемной камеры:

$$H = 12,5 \frac{D}{0,312 + \frac{U}{\sqrt{V_p}} - 0,00018 \cdot V_p^2}, \quad (5.4)$$

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

Продолжительность всплывания жиросодержащих частиц:

$$t_{\text{в}} = \frac{H}{U \cdot 3,6}, \quad (5.5)$$

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

Количество осадка, удерживаемого в жироприемнике:

$$W_{\text{ос}} = \frac{24 \cdot Q_{\text{ч}} K_{\text{мп}} \mathcal{E}}{\gamma_{\text{ос}} (100 - P) 10^6}, \quad (5.6)$$

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:

$$W = \frac{24 \cdot Q_{ч} (C_{исх} - C_{ост})}{\gamma_H \cdot 10^6}, \quad (5.7)$$

где $C_{исх}$ – исходная концентрация жира, мг/л;

$C_{ост}$ – 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:

$$Q_{П} = W + W_{oc}, \quad (5.8)$$

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

Суточный расход, м³/сут

$$Q_{сут} = Q_{сут} - Q_{П}, \quad (5.9)$$

$$Q_{сут} = 101,9 - 0,019 = 101,881 \text{ м}^3/\text{сут} = 4,24 \text{ м}^3/\text{ч}$$

5.3 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:

$$D = \sqrt{\frac{(F + f_{ж.к.}) \cdot 4}{\pi}}, \quad (5.10)$$

где F – площадь отстойника, м²:

$$F = \beta \frac{Q_{ч}}{3,6 \cdot V_p \cdot N}, \quad (5.11)$$

где N – количество отстойников, шт;

V_p – расчетная скорость восходящего потока воды, м/с;

β – коэффициент для учета объемного использования отстойника;

$Q_{\text{ч}}$ – расчетный расход воды, м³/ч;

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

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

Период работы между сбросами осадка:

$$T = \frac{W_{\text{ос}} \cdot N \cdot \delta}{Q_{\text{ч}}(C - m)}, \quad (5.12)$$

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;

N – количество отстойников;

$$W_{\text{ос}} = \frac{\pi}{3} \cdot h_{\text{к}} \cdot \left[\left(\frac{D}{2} \right)^2 + \left(\frac{d}{2} \right)^2 + \frac{D}{2} \cdot \frac{d}{2} \right], \quad (5.13)$$

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

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

Высота конической осадочной части:

$$h_{\text{к}} = \frac{D - d}{2 \cdot \text{tg}(90^\circ - \alpha)}, \quad (5.14)$$

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:

$$q_{\text{ос}} = \frac{K_{\text{р}} \cdot (C - m)}{\delta_{\text{ср}}} \cdot 100\%, \quad (5.15)$$

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

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

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

$$101,9 \text{ м}^3/\text{сут} - 100\%$$

$$x - 0,25\%$$

$$x = 0,254 \text{ м}^3/\text{сут}$$

С учетом потерь расход воды в отстойнике:

$$Q_{сут} = 101,9 - 0,254 = 101,646 \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (5.16)$$

Для подачи сточных вод после вертикального отстойника в здание очистных сооружений на сорбционный фильтр с двойной загрузкой были рассмотрены насосные установки серии 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.

Температура перекачиваемой жидкости от 0 до 35°C;

Способны работать при наличии в воде воздушных пузырьков и газа;

Питание 220–230 В/50 Гц;

Глубина всасывания до 8 м;

Максимальное рабочее давление 8 бар;

Технические характеристики автоматической насосной станции серии ACTIVE SYSTEM представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Характеристики автоматической насосной станции

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

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.

5.4 Двухслойный сорбционный фильтр

Двухслойный сорбционный фильтр – один из дополнительных элементов очистных сооружений, предназначенный для более эффективной работы системы. Как правило, он работает совместно с пескоуловителем, маслобензоотделителем и жируловителем.

В нашем случае двухслойный фильтр будет работать совместно с жируловителем, так как в составе стоков предприятия молочной промышленности преобладают жиры, которые при выбросе на рельеф негативно сказываются на экологическом состоянии почв. Сорбционный фильтр состоит из корпуса, вспомогательного оборудования и загрузки из слоев одного или нескольких видов сорбентов, через которую пропускается очищаемая вода.

Сорбционные фильтры классифицируются: по типу процесса - периодические и непрерывные; по гидродинамическому режиму - установки вытеснения, промежуточные, смешанные; по состоянию слоев сорбента - с движущимися и неподвижными слоями; по направлению процесса - проточные, противоточные, смешанные; по контакту взаимодействующих фаз - ступенчатые и непрерывные; по конструкции - колонные и емкостные. Выбор фильтра и материала-сорбента определяется химической природой и концентрацией загрязняющих веществ в исходной воде.

Сорбционные фильтры используются для глубокой очистки воды в системах замкнутого водоснабжения и доочистки промышленных, дождевых и бытовых сточных вод от остаточных концентраций нефтепродуктов, СПАВ, железа, органических красителей, радионуклидов и др.

Принцип работы сорбционных фильтров: работают в безнапорном режиме, очистка достигается за счет прохождения сточной воды через плотные слои сорбционной загрузки: одного вида сорбента или многослойной загрузки.

В качестве сорбционных фильтрующих элементов применяются разного вида активированные и минеральные угли, природные цеолиты и другие виды нестандартных загрузок (по запросу). Направление движения воды внутри конструкции – сверху-вниз (нисходящий ток). Отфильтрованная вода собирается в нижней части конструкции корпуса и по сборному трубопроводу отводится на сброс или обратное водоснабжение.

Двухступенчатые фильтры предназначены для глубокой очистки вод от растворенных загрязнений: жиров, органических соединений в слое гранулированного сорбента.

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

$$F = \frac{Q_{сут}}{T \cdot V_{р.н.} - 3,6n(\omega_1 \cdot t_1 + \omega_2 \cdot t_2 + \omega_3 \cdot t_3) - n \cdot t_4 \cdot V_{р.н.}}, \quad (5.17)$$

где T – продолжительность работы станции в течении суток, ч;

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

n – число промывок фильтров за сутки;

W_1 и t_1 – интенсивность и продолжительность первоначального взрыхления фильтрующей загрузки, л/сек·м²;

t_4 – продолжительность простоя фильтра из-за промывки, ч.

$$F = \frac{101,646}{24 \cdot 6 - 3,6 \cdot 2 \cdot (5 \cdot 0,1) - 2 \cdot 0,33 \cdot 6} = 0,768 \text{ м}^2.$$

Определение количества фильтров:

$$N = 0,5\sqrt{F} \quad (5.18)$$

$$N = 0,5\sqrt{0,768} = 0,438 \approx 1 \text{ шт.}$$

Принимаем 2 фильтра, 1 рабочий и 1 резервный с площадью каждого из них $f = \frac{F}{N} = \frac{0,768}{2} = 0,384 \text{ м}^2$. Размер фильтра в плане принят 2,1 на 3,2 м, радиусом 3,4 м.

Скорость фильтрования воды при форсированном режиме определяется по формуле:

$$\vartheta_{р.ф.} = \vartheta_{р.н.} \cdot \frac{N}{N-N_1}, \text{ м/ч} \quad (5.19)$$

где N_1 – количество фильтров, находящихся в ремонте равное 1.

$$\vartheta_{р.ф.} = 6 \cdot \frac{2}{2-1} = 6 \text{ м/ч} < 12 \text{ м/ч.}$$

Исходя из скорости фильтрования при форсированном режиме можем сделать вывод, что скорость отвечает требованиям в табл. 34 по [11].

Подбор состава загрузки фильтра:

Загрузка двухслойного фильтра состоит из верхнего слоя антрацита и нижнего слоя кварцевого песка. Гравий служит поддерживающим слоем.

Загрузка фильтра происходит сверху вниз. По таблице 32 в [11] определили характеристики фильтрующих слоев двухслойного фильтра: диаметр зерен антрацитового слоя 0,8-1,8 мм, кварцевого слоя 0,5-1,2 мм. Высота антрацитовой загрузки 0,4 м, кварцевой загрузки 0,6 м. Скорость фильтрации обоих слоев, антрацитового и кварцевого, равна 10 м/ч. Конструкция двухслойного фильтра круглая железобетонная. Общая высота всей загрузки фильтра составляет 1,0 м.

Расчет распределительной системы фильтра:

$$q_{пр} = f \cdot \omega, \text{ л/с} \quad (5.20)$$

где f – площадь фильтра.

$$q_{пр} = f \cdot \omega = 0,384 \cdot 5 = 1,92 \text{ л/с.}$$

Диаметр коллектора распределительной системы принят 250 мм исходя из скорости движения промывной воды 1,1 м/с, что соответствует скорости 1-1,2 м/с.

При размере фильтра в плане 2,1×3,2 м длина одного ответвления равна:

$$l_{отв} = (3,2 - D_{кол})/2, \text{ м} \quad (5.21)$$

$$l_{отв} = \frac{3,2-0,25}{2} = 1,475 \text{ м.}$$

где $D_{кол}$ – наружный диаметр коллектора.

Количество ответвлений на каждом фильтре при шаге оси ответвлений равное 0,17 м, составит: $n_{\text{отв}} = (3,4/0,17) = 20$ шт. Ответвления размещаем по 10 шт. с каждой стороны коллектора. Диаметр стальных труб ответвлений принимаем по скорости фильтрования равный 25 мм, тогда скорость входа промывной воды в ответвление при расходе $1,92/20=0,096$ л/с будет равна 0,2 м/с.

В нижней части ответвлений под углом 60 градусов к вертикали предусматриваются отверстия диаметром 10-14 мм. Принимаем отверстия равные 10 мм площадью каждое $f_{\text{отв}} = 0,82 \text{ м}^2$. Отношение площади всех отверстий на ответвлениях распределительной системы к площади фильтра принимаем 0,1-0,15%. Тогда:

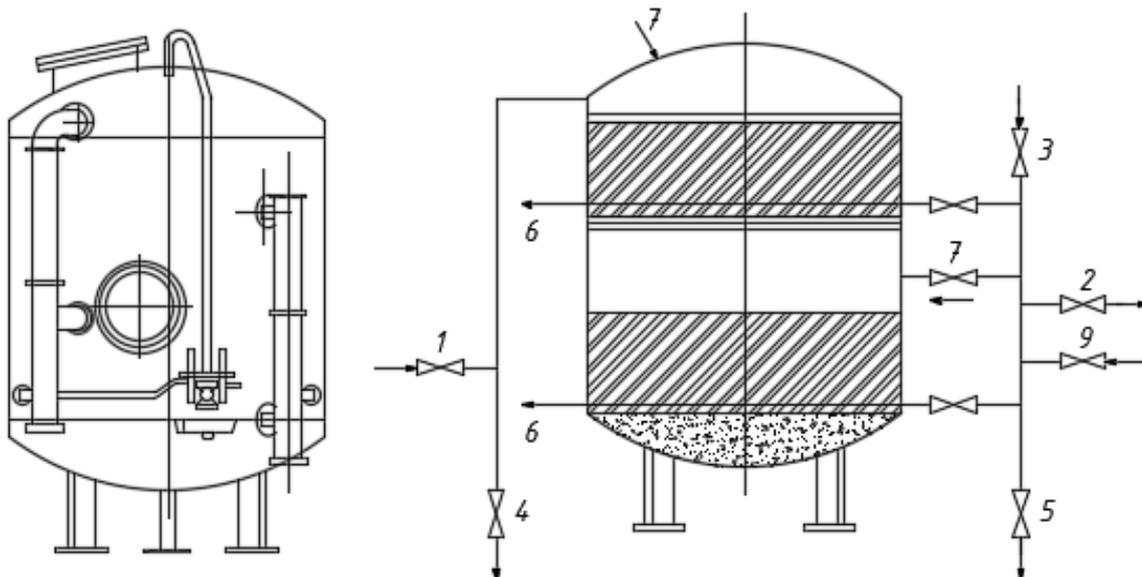
$$\sum f_{\text{отв}} = \frac{0,15 \cdot 0,384}{100} = 0,000576 \text{ м}^3 = 5,76 \text{ см}^2.$$

Общее количество отверстий в распределительной системе каждого фильтра:

$$n_0 = \sum f_0 / f_0 \quad (5.22)$$

$$n_0 = 5,76 / 0,82 = 7,02 \approx 8 \text{ шт.}$$

Исходя из расчетов подобрали сорбционный фильтр с двойной загрузкой ФОВ-2К-2С-3,4-0,6, схема данного фильтра изображена на рисунке 5.1.



1 – подача воды; 2 – отвод обработанной воды; 3 – подвод промывочной воды; 4 – сброс промывочной воды; 5 – сброс первого фильтрата; 6 – гидровыгрузка фильтрующего материала; 7 – гидрозагрузка фильтрующего материала; 8 – воздушник; 9 – подвод сжатого воздуха.

Рисунок 5.1 – Сорбционный фильтр с двухслойной загрузкой ФОВ-2К-2С-3,4-0,6

Технические характеристики фильтра ФОВ-2К-2С-3,4-0,6:

Диаметр фильтра 3,4 м;

Рабочее давление 0,6 Мпа;

Производительность 180-200 м³/ч;

Высота слоя фильтрующей загрузки антрацита 0,5 м;

Высота слоя фильтрующей загрузки кварцевого песка 0,5 м;

Общая высота фильтрующей загрузки 1,0 м;

Общий объем загрузки 18,2 м³;

Объем антрацитовой загрузки 9,1 м³;

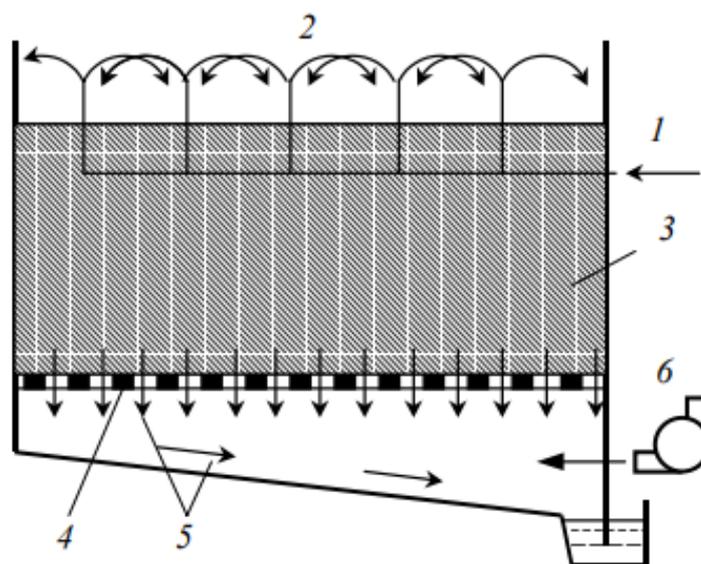
Объем загрузки кварцевого песка 9,1 м³;

Площадь фильтрации 9,1 м².

5.5 Биофильтр

Биофильтр – это сооружение, в котором сточная вода фильтруется через загрузочный материал, покрытый биологической пленкой, образованной колониями микроорганизмов. Биофильтр состоит из фильтрующей загрузки, помещенной в резервуар круглой или прямоугольной формы в плане (тело биофильтра); водораспределительного устройства для равномерного орошения сточной водой поверхности загрузки; дренажного устройства для удаления профильтрованной жидкости; воздухораспределительного устройства для поступления воздуха внутрь биофильтра (рисунок 5.1).

Проходя через загрузку биофильтра, загрязненная вода оставляет в ней нерастворенные примеси, не осевшие в первичных отстойниках, а также коллоидные и органические вещества, сорбируемые биопленкой.



1 – подача сточных вод; 2 – водораспределительное устройство; 3 – фильтрующая загрузка; 4 – дренажное устройство; 5 – очищенная сточная вода; 6 – воздухораспределительное устройство.

Рисунок 5.2 – Разрез биофильтра.

Высоконагружаемые биофильтры (аэрофильтры):

Особенностью высоконагружаемых аэрационных биофильтров являются большая высота слоя загрузки, а также большая крупность ее фракций и особая конструкция днища и дренажа, которая позволяет обеспечить возможность искусственной продувки воздухом материала загрузки. В закрытое междудонное

пространство воздух подается вентилятором. На отводных трубопроводах предусматриваются гидравлические затворы глубиной 200мм.

Высоконагружаемые биофильтры применяют для полной и неполной биологической очистки на станциях производительностью до 50000 м³/сут, и их располагают на открытом воздухе.

Расчет высоконагружаемого аэрируемого биофильтра:

$$\text{Определяется коэффициент } K_{af} = L_{en}/L_{ex}, \quad (5.23)$$

где L_{en}/L_{ex} – БПК_{полн} поступающей и очищенной сточной воды, мг/л;

$$K_{af} = \frac{3840}{76,8} = 50$$

Подбираем по табл. 2.2 [28] высоту загрузки биофильтра $H_{af} = 4$ и удельный расход воздуха $q_a=12$. Табличный коэффициент при гидравлической нагрузке $q_{af}=12$ составляет $K_{af} = 23,01$.

Так как это значение меньше рассчитанного, следовательно требуется рециркуляция сточной воды. Рециркуляция, то есть повторная подача на биофильтр части очищенных сточных вод вместе с неочищенными стоками, увеличивает производительность биофильтров и повышает эффективность биологической очистки.

Находим среднее значение БПК_{полн} в смеси стоков перед биофильтром:

$$L_{mix} = L_{ex} \cdot K_{bf}^{min}, \text{ мг/л}, \quad (5.24)$$

где K_{bf}^{min} – наименьшее ближайшее к K_{bf} значение в табл. 2.1 по [28].

$$L_{mix} = 76,8 \cdot 23,01 = 1767,16 \text{ мг/л.}$$

Определим коэффициент рециркуляции:

$$K_{rec} = \frac{L_{en} - L_{mix}}{L_{mix} - L_{ex}}, \quad (5.25)$$

$$K_{rec} = \frac{3840 - 1767,16}{1767,16 - 76,8} = 1,22.$$

Находим общую площадь биофильтров по формуле:

$$F_{bf} = Q_w(K_{rec} + 1)/q_{bf}, \text{ м}^2 \quad (5.26)$$

где Q_w – суточный расход сточной воды, м³/сут;

$$F_{bf} = \frac{101,9(1,22+1)}{12} = 18,85 \text{ м}^2.$$

Принимаем биофильтры круглой формы с диаметром бм, количеством секций 2 и площадью одной секций $F_1 = 9,425 \text{ м}^2$.

Объем загрузки определяется по формуле:

$$V_{bf} = n_{bf} \cdot F_1 \cdot H_{bf}, \text{ м}^3 \quad (5.27)$$

где n_{bf} – количество секций в биофильтре;

F_1 – площадь одной секции биофильтра;

H_{bf} – высота загрузки биофильтра, м;

$$V_{bf} = 2 \cdot 9,425 \cdot 4 = 75,4 \text{ м}^3.$$

Рассчитаем объем избыточной биопленки по формуле:

$$V_{mud} = \frac{100q_{mud}Q_wL_{en}}{10^6(100-p_{mud}) \cdot a}, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (5.28)$$

где q_{mud} – удельное количество избыточной биопленки, равное 28г/чел·сут;

p_{mud} – влажность биопленки равна 96%;

a – количество БПК_{полн} в сточной воде на человека принимается равной 40 г/сут.

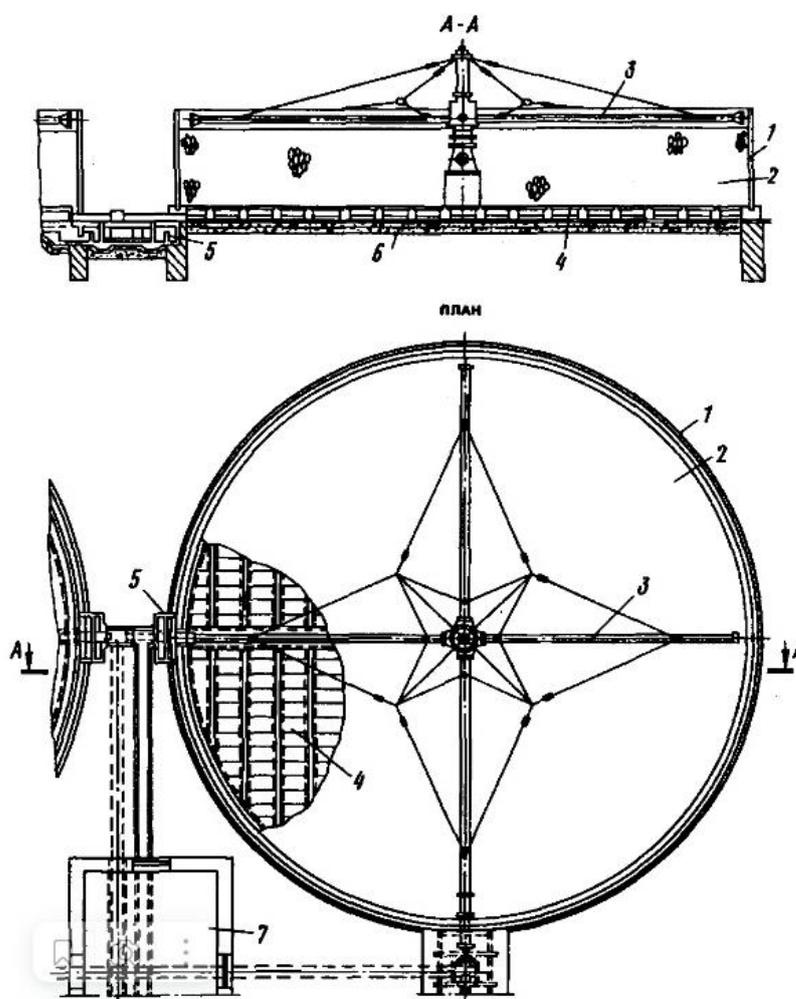
$$V_{mud} = \frac{100 \cdot 28 \cdot 101,9 \cdot 3840}{10^6(100-96) \cdot 40} = 6,84 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Определяем расход воздуха для биофильтров по формуле:

$$Q_{a,r} = q_a(k_{rec} + 1) \cdot Q_w, \text{ м}^3/\text{сут} \quad (5.29)$$

$$Q_{a,r} = 12(1,22 + 1) \cdot 101,9 = 2714,616 \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Для подачи воздуха принимаем один рабочий и один резервный вентиляторы низкого давления марки ЦЧ-70 №2,5 производительностью 2000 м³/ч и напором до 55 мм. Принимаем высоконагружаемый аэрофильтр с реактивным оросителем, представлен на рисунке 5.3.



1 – корпус; 2 – загрузка; 3 – реактивный ороситель; 4 – дренажная решетка; 5 – гидравлический затвор; 6 – сплошное днище; 7 – вентиляционная камера.

Рисунок 5.3 – Высоконагружаемый биофильтр с реактивным оросителем

5.6 Бактерицидная установка

После аэрационного высоконагружаемого биофильтра сточная вода идет на обеззараживание.

Принцип обеззараживания ультрафиолетом заключается в том, что на жидкость воздействуют бактерицидной УФ-лампой, излучающей так называемый средний ультрафиолет (200-400 нм). Считается, что максимальной эффективностью для очистки жидких сред обладает волна, имеющая длину 250-270 нм. По этой причине большинство современных установок для очистки воды ультрафиолетом оснащаются бактерицидными лампами с длиной волн порядка 260 нм.

Очищение происходит за счет ультрафиолетового воздействия в воде лампами на бактерии. После того как вода проходит через бактерицидную установку она может сразу использоваться в обороте.

Расчет бактерицидной установки для обеззараживания:

Расчетный бактерицидный поток, Вт, рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{б}} = - \frac{Q_{\text{ч}} \cdot \alpha \cdot k \cdot \log\left(\frac{P}{P_0}\right)}{1563,4 \cdot \eta_{\text{п}} \cdot \eta_0}, \text{ Вт} \quad (5.30)$$

где $Q_{\text{ч}}$ – расчетный расход обеззараживаемой воды в м³/ч;

α – коэффициент поглощения облучаемой воды см⁻¹, равный 0,15 см⁻¹.

k – коэффициент сопротивляемости облучаемых бактерий, принимаемый равным 2500;

P_0 – количество бактерий в 1 л воды до облучения, максимальное расчетное загрязнение исходной воды принимаемое равны коли - индексу $P_0=1000$ ед/л;

P – количество бактерий после облучения, не более 3 ед/л;

$\eta_{\text{п}}$ – коэффициент использования бактерицидного потока, для установок с погруженным источником погружения 0,9;

η_0 – коэффициент использования бактерицидного излучения, зависящий от толщины слоя воды, ее физико-химических свойств и конструктивного типа установки, равным 0,9.

$$F_{\text{б}} = - \frac{55,45 \cdot 0,15 \cdot 2500 \cdot \log\left(\frac{3}{1000}\right)}{1563,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 40,43 \text{ Вт}$$

Потребляемое количество ламп определяем по формуле:

$$n = \frac{F_{\text{б}}}{F_{\text{л}}}, \quad (5.31)$$

где $F_{\text{л}}$ – расчетный бактерицидный поток ламп после 4000-5000 ч горения, Вт.

$$n = \frac{40,43}{4} \approx 10 \text{ шт}$$

Расход электроэнергии на обеззараживание воды, Вт·ч/м³, вычисляется по формуле:

$$S = \frac{N \cdot n}{Q_{\text{ч}}}, \quad (5.32)$$

где N – мощность, потребляемая одной лампой, Вт·ч;

n – количество ламп, шт.

$$S = \frac{120 \cdot 10}{55,45} = 21,64 \text{ Вт} \cdot \text{ч/м}^3$$

Исходя из расчета была подобрана Бактерицидная установка Лазурь М-5К с УФ-лампами в количестве 5 шт, бактерицидная установка Лазурь М-5К представлена на рисунке 5.4. Так как по расчету необходимо 10 УФ-ламп для качественной очистки, принимаем 2 таких установки.

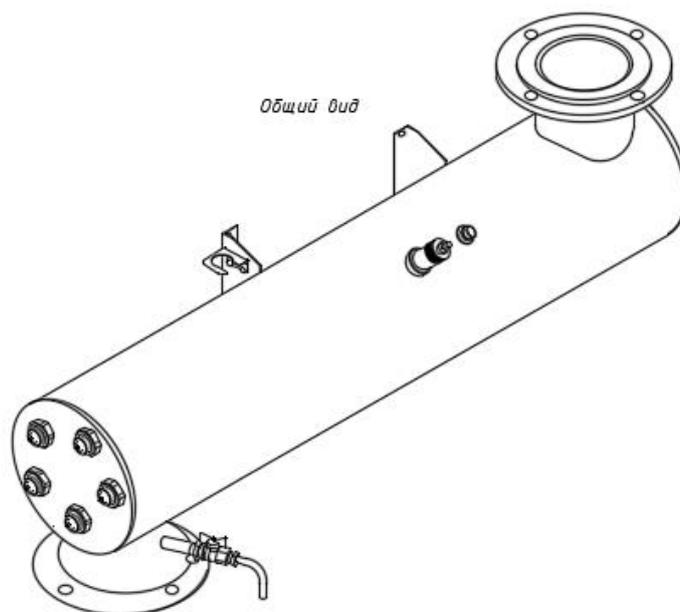


Рисунок 5.4 – Бактерицидная установка Лазурь М-5К

Бактерицидные установки серии «Лазурь» представляют собой новое поколение устройств для обеззараживания воды и стоков ультрафиолетовым излучением с применением ультразвука, созданные на базе конверсионных технологий. Их отличает практически полное уничтожение патогенных микроорганизмов и превращение токсичных органических соединений в нетоксичные нейтральные химические соединения.

Характеристики бактерицидной установки Лазурь М-5К:

производительность: 5 м²/ч;

мощность одной лампы: 120 Вт;

срок службы ламп: 12000 ч;

напряжение: 220 В;

максимальное рабочее давление: 4 бар;

доза излучения: 40 мДж/кв.см;

вес установки: 5 кг;

материал: нерж. сталь AISI-304.

В бактерицидных установках по обеззараживанию воды и стоков применяются источники непрерывного ультрафиолетового излучения, который воздействует на водную среду через специальный материал в диапазоне длин волн 180-300 нм. Одновременно вода подвергается обработке ультразвуком, что увеличивает эффективность действия установок в 100-1000 раз. Это позволяет полностью (до 0) обезвредить в воде микробиологические примеси при их исходных концентрациях: бактерии – 10^6 ед/л, споры – 10^6 ед/л, вирусы (в том числе полиомиелит) – 10^5 ед/л, что во много раз выше, чем у аналогичных устройств в России и за рубежом. Вода, обработанная в бактерицидных установках, отвечает требованиям лучших мировых стандартов.

Для подачи оборотной воды на предприятие ООО «АгроНик», после бактерицидной установки Лазурь М-5К устанавливаем автоматическую насосную станцию Active J 92 M, характеристики насосной станции представлены в таблице 5.1.

5.7 Резервуар чистой воды (РЧВ)

Резервуар чистой воды (РЧВ) - закрытое сооружение для создания запаса питьевой воды, необходимого для компенсации возможного несоответствия между объемом подачи воды и ее потреблением в отдельные часы суток.

Конструкция и размеры которого определяются суммарной мощностью водопотребления предприятия. Другое назначение РЧВ заключается в том, что с его помощью сглаживаются пиковые нагрузки в период наибольшего водопотребления.

Не реже чем два раза в год резервуары должны дезинфицироваться и очищаться специальными средствами.

Резервуары в системах водоснабжения используются как регулирующие емкости. Одновременно в них могут храниться противопожарные и аварийные запасы воды. Если рельеф местности позволяет располагать резервуары на

достаточно высоких отметках, они могут служить напорными емкостями; если воду из резервуаров необходимо перекачивать к потребителю, то они называются безнапорными. Объем резервуаров зависит как от их назначения, так и от производительности системы водоснабжения.

Предназначены для хранения запасов очищенной воды и обеспечения равномерной подачи ресурса в городскую сеть, а также для хранения аварийного запаса воды на случай остановки водозаборных сооружений.

Полная вместимость РЧВ:

$$W_{\text{РЧВ}} = W_{\text{регул}} + W_{\text{пожар}} + W_{\text{сн}}, \text{ м}^3 \quad (5.33)$$

где $W_{\text{регул}}$ – регулирующий объем РЧВ, м^3 ;

$W_{\text{пожар}}$ – неприкосновенный противопожарный запас воды, м^3 ;

$W_{\text{сн}}$ – запас воды на собственные нужды, м^3 .

Регулирующий объем РЧВ:

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

Противопожарный запас воды в РЧВ определяется по формуле

$$W_{\text{пожар.}} = \frac{t \cdot Q_n}{24}, \text{ м}^3 \quad (5.34)$$

где Q_n – расход воды на пожаротушение, $\text{м}^3/\text{ч}$;

t – время тушения пожара, принимается согласно п. 6.3 СП 8.13130.2020, 3 ч.

$$Q_n = 3,6 \cdot n \cdot q, \text{ м}^3/\text{ч}.$$

где n – количество пожаров, принимается согласно п. 5.16 СП 8.13130.2020, 1 пожар;

q – расход воды на пожаротушение, принимается по таблице 1 СП 8.13130.2020, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$$Q_n = 3,6 \cdot 1 \cdot 18 = 64,8 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$W_{\text{пожар.}} = \frac{3 \cdot 64,8}{24} = 8,13 \text{ м}^3$$

Запас воды на собственные нужды принимается в соответствии СП 31.13330.2021 (п. 9.6) от расчётного максимального суточного расхода воды:

$$W_{CH} = 5\% \cdot Q_{сут.мах}, \text{ м}^3 \quad (5.35)$$

где $Q_{сут.мах}$ – максимальный суточный расход воды, $\text{м}^3/\text{сут}$

$$W_{CH} = 0,1 \cdot 55,45 = 5,54 \text{ м}^3$$

$$W_{рчв} = 55,45 + 8,13 + 5,54 = 69,12 \text{ м}^3$$

6 Эколого-экономическое обоснование

6.1 Экологический ущерб

Поскольку в настоящее время на предприятии ООО «АгроНик» Никольское здоровье сброс сточных вод осуществляется на рельеф это не может не влиять на экологию. Сточные воды с молочной промышленности негативно сказываются на состоянии почв и экологии в целом, так как содержат высокие концентрации органических загрязнений (лактоза, белок и жир), а также взвешенные вещества, которые не вымываются самостоятельно в необходимом количестве. Содержащиеся в сточных водах органические вещества, скапливаясь в почве, быстро загнивают и ухудшают санитарное состояние водоёмов и атмосферы, способствуя распространению различных заболеваний.

Также сточные воды предприятия, сбрасываемые на рельеф, загрязняют подземные воды в связи с тем, что концентрации веществ проникают глубоко в грунтовые слои, а, следовательно могут привести к деградации естественных экологических систем, изменению и, уничтожению генетического фонда растений, животных и других организмов, истощению природных ресурсов и иным негативным изменениям окружающей среды.

В результате отсутствия регулирования сточных вод происходит ряд негативных моментов: утрата экосистемных услуг и экономических возможностей; изменение климата планеты из-за выбросов веществ с более высоким потенциалом глобального потепления – метана и закиси азота; увеличение «мертвых зон», пагубно влияющих на рыболовство, источники средств к существованию; распространение через воду различных болезней, отрицательное воздействие на здоровье человека и животных.

Поскольку в данный момент предприятие осуществляет сброс сточных вод от молочной промышленности на поля, а они содержат взвешенные вещества, АПАВ и НПАВ, которые в результате разложения образуют тяжелые металлы такие как медь, никель, цинк, свинец. Почва – это основная среда, в которую проникают ТМ.

Тяжелые металлы отрицательно влияют на почвы, снижают способность к жизни множества полезных для почвы микроорганизмов, а это приводит почву к деградации, также делает минимальной способность почвы к самоочищению. Тяжелые металлы в будущем могут становиться опаснее, чем отходы от атомных электростанций.

Для того, чтобы понимать какое влияние оказывают сбросы на рельеф с молочного предприятия, рассчитаем степень опасности тяжелых металлов, описанных выше.

Класс опасности (токсичности) осадков определяется согласно [19], может быть определен экспериментально или расчетным путем.

Показатель степени опасности отхода для окружающей природной среды:

$$K = \sum K_i, \quad (6.1)$$

где K_i – показатель степени опасности компонента в составе отхода.

$$K_i = C_i / W_i, \quad (6.2)$$

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.

Таблица 6.1 – Определение класса опасности отхода

Компоненты в отходе*	Концентрация в сточной воде, г/м ³		Количество выделенных загрязнителей р _i ** , г/год	Количество выделенного ингредиента в отходе С _i ⁰ ***, мг/кг	Коэффициент степени опасности W _i	Показатель степени опасности К _i
	С _ф	С _к				
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. ** $p_i = (C_f - C_k) \cdot q \text{ (м}^3\text{/год)} = \text{г/год}$ *** $C_i^0 = p_i / p_{\text{факт}} \text{ (г/год)}$						

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 подобрана такая технологическая схема очистки сточных вод, чтобы были учтены все мероприятия по защите окружающей среды. Предлагаемая технологическая схема позволяет использовать воду повторно, что значительно сокращает потребление воды из источника водоснабжения, а также данная схема позволяет не сбрасывать стоки после переработки молочных продуктов на рельеф, что значительно сокращает выбросы в атмосферу и позволяет не загрязнять экологию.

6.2 Экономический ущерб

В настоящее время предприятие ООО «АгроНик» платит штрафы в размере 50-100 МРОТ за сброс сточных вод на рельеф. Также ведутся периодические проверки данного предприятия молочной промышленности.

Проверяющий выдает заключение об устранении нарушений, в случае, когда молокоперерабатывающий завод продолжает работу без устранения нарушений, платится еще дополнительно штраф в размере 100 МРОТ, так как предприятие не соблюдает экологические требования и осуществляет сброс сточной неочищенной воды.

Минимальный размер оплаты труда, действующий на всей территории России (ст. 133 Трудового Кодекса РФ) на 2023 год составляет 16242 руб. Исходя из этого рассчитаем размер штрафных санкций, применяемым к предприятию, он будет равен минимальный 812100 руб., а максимальный 1624200 руб.

В данной работе предложена такая технологическая схема очистки сточных вод, которая позволит предприятию работать без штрафных санкций за счет того, что сточные воды с предприятия будут подаваться на очистку в собственные очистные сооружения предприятия ООО «Агроник», а затем вновь использоваться в производстве молочной продукции. Предложенная схема также позволит максимально сократить водопотребление из водного источника, снабжающего молокоперерабатывающий завод. Следовательно, данная схема положительно скажется не только на экологии, но и на экономическом положении предприятия в перспективе, что тоже имеет большую значимость в реализации данного проекта. Можно сказать, что предлагаемая технологическая схема выгодный проект, работающий на перспективу, так как штрафные санкции за сброс стоков перестанут применять к молокоперерабатывающему предприятию.

Следовательно, можем сделать вывод, учитывая размер штрафных санкций применяемых к предприятию, что разработанная схема очистки сточных вод окупится за довольно короткий срок.

Для наглядности рассчитаем расходы на оборудования и трубопровод оборотной системы водопользования предприятия. Результаты расчетов затрат на оборудование для предлагаемой схемы очистки сточных вод предприятия «АгроНик» сведем в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – Расчет затрат на оборудование для предлагаемой схемы очистки сточных вод

Наименование	Обоснование	Количество	Единицы измерения	Стоимость, руб.	Стоимость, в %
Жироуловитель (резервуар)	Прайс-лист	1	шт	12 133,00	0,16
Вертикальный отстойник с нисходяще восходящим движением	Прайс-лист	1	шт	1 012 000,00	13,21
Фильтр сорбционный с двухслойной загрузкой ФОВ-2К-2С-3,4-0,6	Прайс-лист	2	шт	6 000 000,00	78,35
Высоконагружаемый аэрационный биофильтр	Прайс-лист	2	шт	153 000,00	2
Бактерицидная установка Лазурь М-5	Прайс-лист	2	шт	135 460,00	1,76
Аккумулирующая емкость (резервуар чистой воды)	Прайс-лист	2	шт	24 000,00	0,31
Насосная станция Active J 92 М	Прайс-лист	2	шт	41 874,00	0,55
Труба ПВХ Д 160 длина 2 м	Прайс-лист	9	шт	11 520,00	0,15
Труба ПВХ Д 200 длина 3 м	Прайс-лист	22	шт	82 500,00	1,07
Труба ПВХ Д 63 длина 2 м	Прайс-лист	7	шт	4 120,00	0,05
Труба ПВХ Д 50 длина 2 м	Прайс-лист	56	шт	9 632,00	0,13
Труба ПВХ Д 110 длина 2м	Прайс-лист	16	шт	7 808,00	0,11
Колодец поворотный	Прайс-лист	3	шт	126 000,00	1,65
Колодец распределительный	Прайс-лист	1	шт	38 000,00	0,5
Итого				7 658 047,0	100

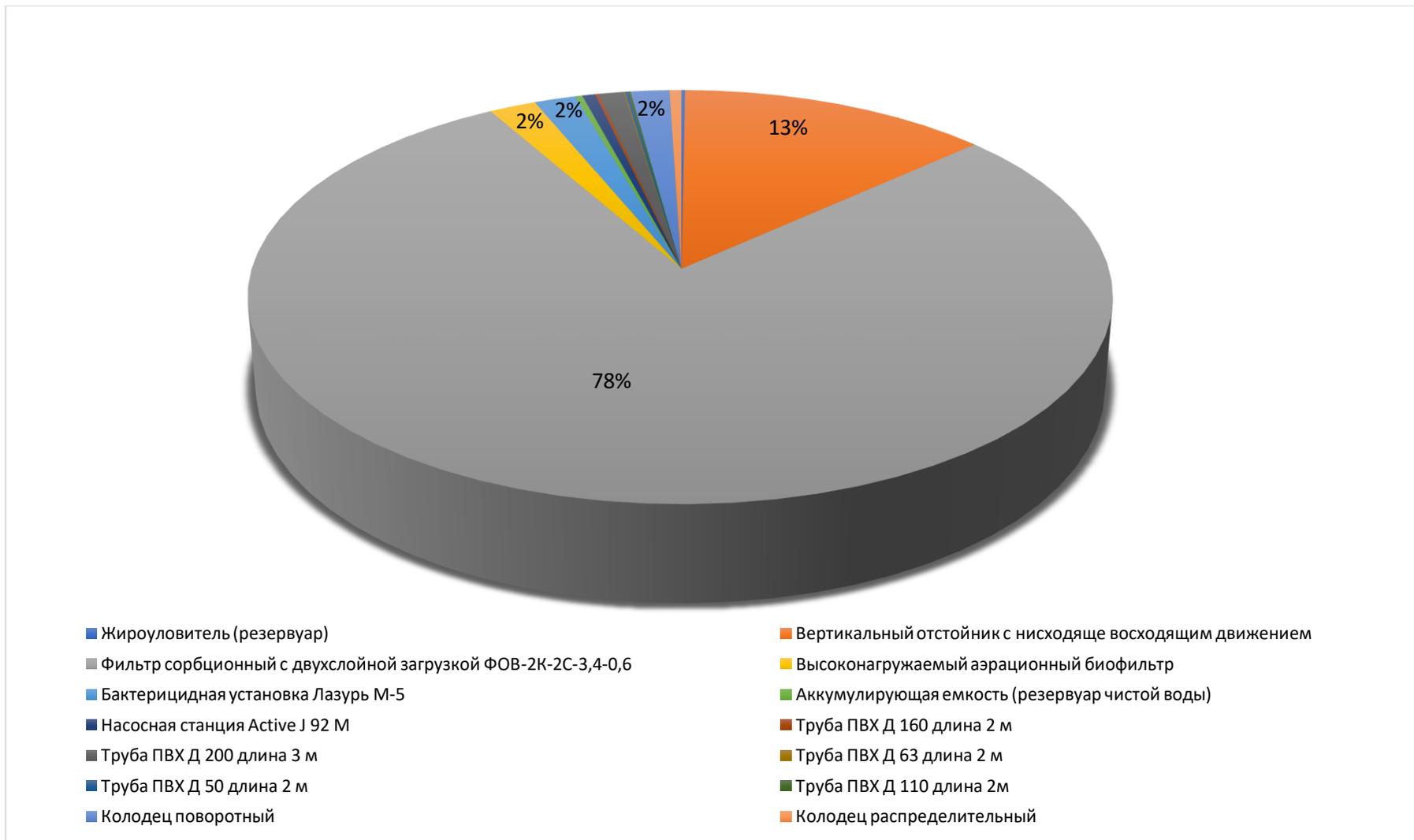


Рисунок 6.1 – Распределение затрат на реализацию предлагаемой схемы очистки сточных вод в процентном соотношении

Заключение

Таким образом, в ходе выпускной квалификационной работы подобрали технологическую схему очистки сточных вод предприятия молочной промышленности ООО «АгроНик», находящееся в Красноярском крае Емельяновском районе, с. Никольское. Подобранная схема оборотного водопользования позволит предприятию больше не сбрасывать сточные воды на рельеф, что положительно скажется на экологии. Также предприятие сможет избавиться от штрафных санкций, применяемых за выброс сточных вод молокоперерабатывающего завода с большим содержанием жиров, взвешенных веществ, а также биологического и химического потребления кислорода.

В разработанной схеме очистки сточных вод подобрали следующее оборудование: сорбционный фильтр с двойной загрузкой, высоконагружаемый биофильтр, а также вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой, данные сооружения позволят качественно очистить стоки до нормативных предельно-допустимых показателей, а также максимально сократить сброс сточной воды с предприятия. Также в работе рассчитаны расходы и вложения на новое оборудование предложенной схемы.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АПАВ – анионоактивное поверхностно-активное вещество;
БПК – биологическое потребление кислорода;
МРОТ – минимальный размер оплаты труда;
НПАВ – неионоактивное поверхностно-активное вещество;
ООО – общество с ограниченной ответственностью;
ПВХ – поливинилхлорид;
ПАВ – поверхностно-активное вещество;
ПДС – предельно допустимый сброс;
ПДК – предельно-допустимая концентрация;
РЧВ – резервуар чистой воды;
ТМ – тяжелые металлы;
ХПК – химическое потребление кислорода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 СП 31.13330.2021 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2021. – 128 с.
- 2 СП 131.13330.2020. Строительная климатология. – Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*. – Введ. 13.06.2012. – Москва: ОАО ФЦС, 2020. – 120 с.
- 3 СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.03-85. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2018. – 91 с.
- 4 СП 30.13330.2020. Внутренний водопровод и канализация зданий. – Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. – Введ. 29.12.2011. – Москва: ОАО ФЦС, 2020. – 65 с.
- 5 Репин, Б.Н. Водоснабжение и водоотведение. Наружные сети и сооружения: справочник / Б.Н. Репин. – Москва : Высш. шк., 1995. – 431 с.
- 6 Шевелев, Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб / Ф.А. Шевелев, А.Ф. Шевелев. Москва: Стройиздат, 1984. – 116 с.
- 7 Абрамов, Н.Н. Водоснабжение / Н.Н. Абрамов. – Москва : Стройиздат, 1974. – 480 с.
- 8 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.
- 9 Проектирование и расчет очистных сооружений водопроводов / Л.А. Кульский [и др.]. – Киев: Будвельник, 1972. – 424 с.
- 10 Москвитин, Б.А. Оборудование водопроводно-канализационных сооружений / А.С. Москвитин, Б.А. Москвитин, Г.М. Мирончик. – Москва : Стройиздат, 1984. – 192 с.
- 11 Кожинов, В.Ф. Очистка питьевой и технической воды / В.Ф. Кожинов. – Москва : Стройиздат, 1971. – 304 с.
- 12 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.
- 13 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.
- 14 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.

15 СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания. введ. 28.01.2021. – Москва: Минздрав России, 2021. – 112 с.

16 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.

17 ГОСТ 2761-84* Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. – Взамен ГОСТ 17.1.3.03-77 : введ. 27.11.1984. – Москва: Минздрав СССР, 1984. – 12 с.

18 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.

19 Монтаж систем внешнего водоснабжения и канализации : справочник монтажника / А.А. Александров [и др.]. – Москва: Стройиздат, 1988. – 576 с.

20 Брежнев, В.И. Охрана труда при эксплуатации систем водоснабжения и канализации / В.И. Брежнев, В.М. Трескунов. – Москва : Стройиздат, 1976. – 25 с.

21 СНиП 2.07.01-89 Пособие по водоснабжению и канализации городских и сельских поселений. Введ. 06.09.1992. – Москва : Стройиздат, 1992. – 144 с.

22 ГСН 81-05-02-2001 Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. Введ. 19.06.2001. – Москва : Стройиздат, 1991. – 68 с.

23 Экономические расчеты в курсовых и дипломных проектах : учеб. пособие для строит. вузов / под ред. Ю.П. Панибратова. – Москва : Высшая школа, 1984. – 175 с.

24 Водоснабжение. Техничко-экономические расчеты / под ред. Г.М. Басса. – Киев : Высшая школа, 1977. – 152 с.

25 Марков, П.П. Системы оборотного водоснабжения промышленных предприятий / П.П. Марков. – Москва : ЦИНИС Госстроя СССР, 1976. – 45с.

26 Марков, П.П. Стандарты качества и степень очистки сточных вод при сбросе их в водоёмы и повторном использовании в промышленности, сельском хозяйстве / П.П. Марков. – Москва : ЦИМИС ГОССТРОЯ СССР, 1976. – 43с.

27 Гольтгоф, И.М. Качественный анализ / И.М. Гольтгоф, Е.Б. Сендэл. – Москва : Госхимиздат, 1948. – 668 с.

28 Гудков, А.Г. Биологическая очистка городских сточных вод: Учебное пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 127с.

29 Гудков, А.Г. Механическая очистка сточных вод: Учебное пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2003. – 152 с.

30 Кулагин, В.А. Биологические аспекты гидродинамической кавитации / тез. докл. всесоюз. науч. шк. Гидродинамика больших скоростей. – Чебоксары, 1989. – 49 с.

31 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.

32 Кодекс об административных правонарушениях (КоАП РФ) : федер. закон от 27.07.2010. № 239-ФЗ. Москва : ОТиСС, 2011. – 58 с.

33 ГОСТ 18963-73 Вода питьевая. Методы санитарно-бактериологического анализа. – Взамен ГОСТ 5215-50 : введ. 29.06.1973. – Москва: Госстандарт СССР, 1973. –21

Генплан очистных сооружений М 1:400

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Молокоперерабатывающее предприятие	
2	Аккумуляторная емкость	
3	Первичный вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой	
4	Насосная станция	
5	Здание очистных сооружений	
7	Резервуар чистой воды	
8	Поворотный колодец	
9	Вакуум-фильтр	
10-11	Оси здания очистных сооружений	
A-B	Оси здания очистных сооружений	



Условные обозначения

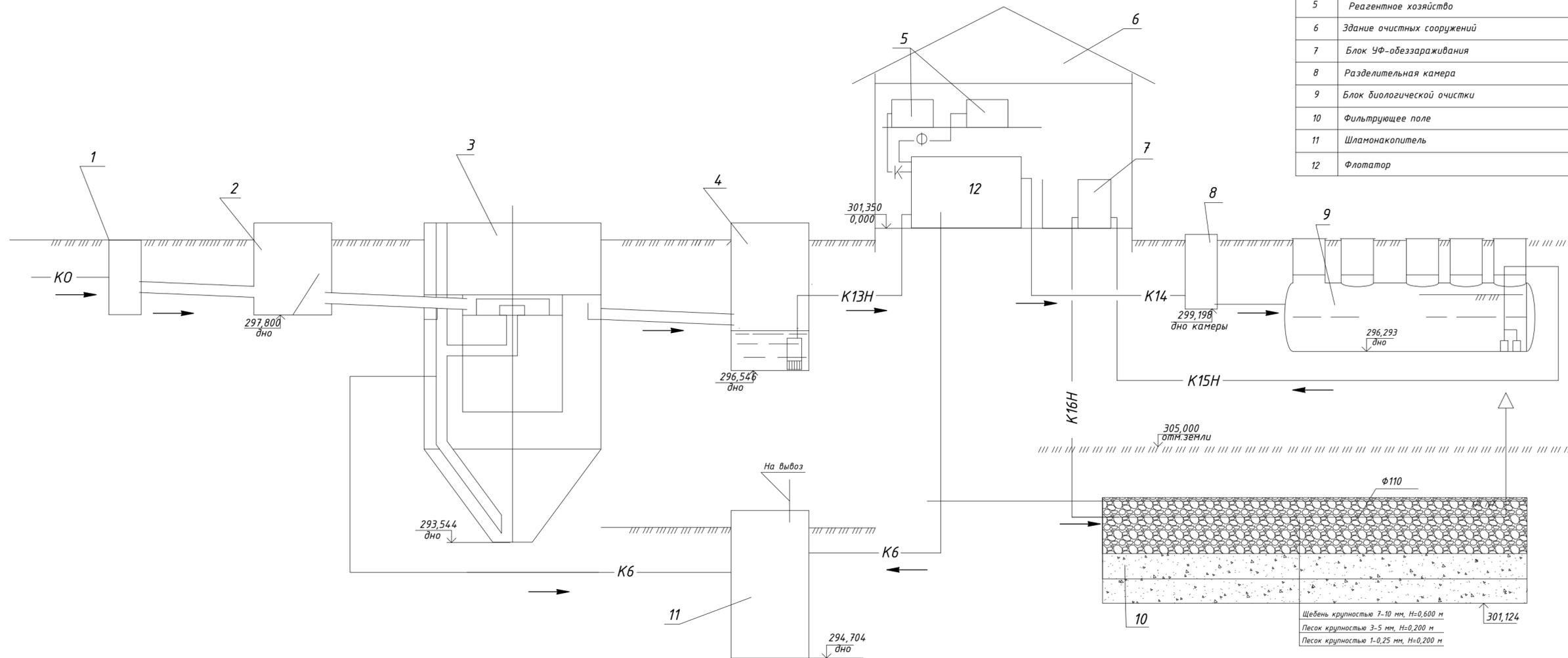
- KO — труба производственно-бытовых стоков;
- K13H — напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
- K15 — труба осветленных сточных вод;
- B4 — падающий водопровод производственной оборотной воды;
- K6 — труба осадка;
- K17H — напорный трубопровод кондиционирования осадка;
- K18H — напорный трубопровод возвратной воды;

БР 20.03.02.06 – 2023					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Таранюк				
Руководит.	Бобрин				
Н. контр.	Бобрин				
Зав. каф.	Матюшенко				
Разработка технологической системы очистки сточных вод предприятия молочной промышленности Красноярского края				Стадия	Лист
					1
Генплан очистных сооружений М 1:200				Листов	
				8	
				Кафедра ИСЭИС	

Существующая схема очистки сточных вод

Экспликация зданий и сооружений

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

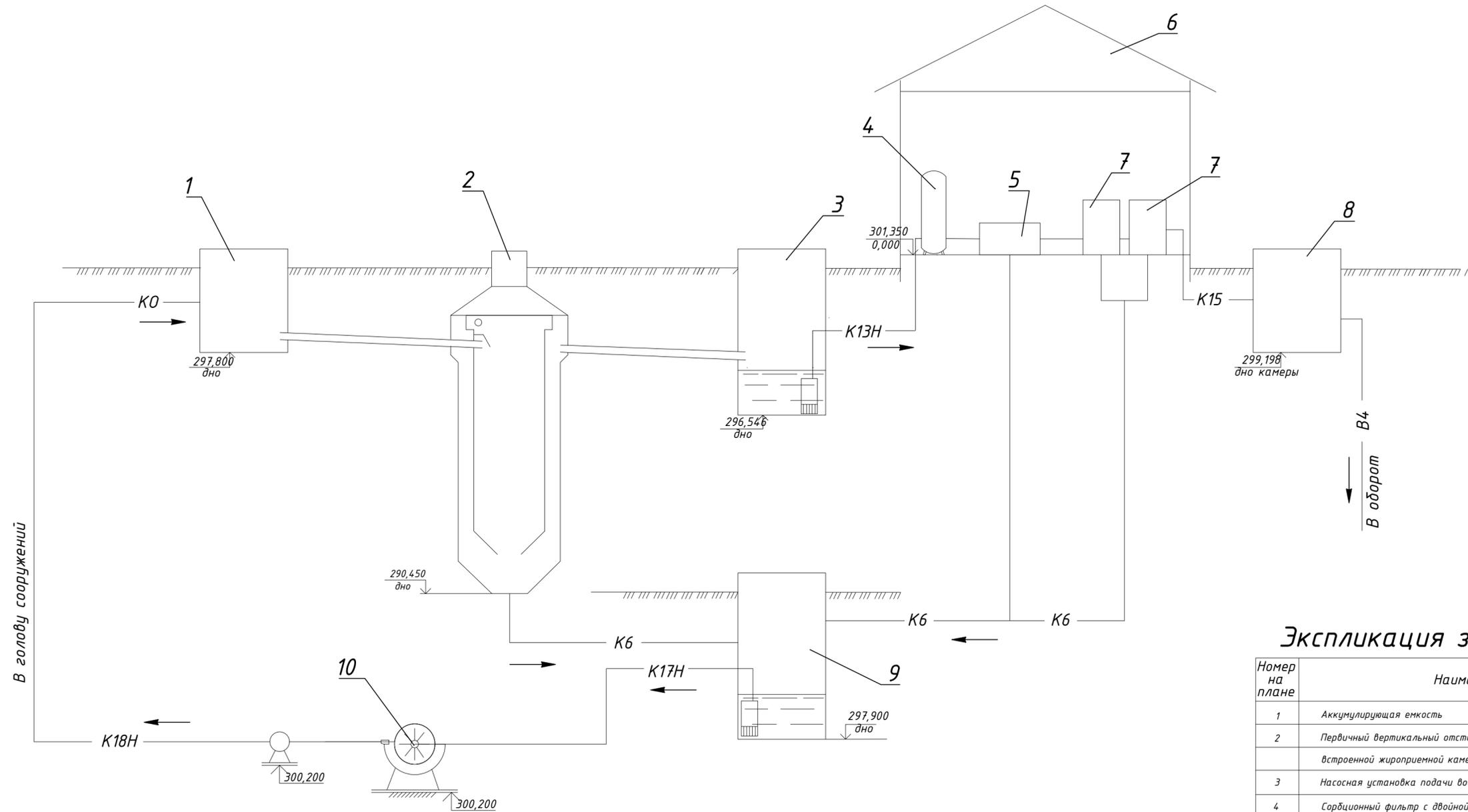


Условные обозначения

- КО — - трубопровод производственно-бытовых стоков;
- К13Н — - напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
- К14 — - трубопровод очищенных сточных вод;
- К15Н — - напорный трубопровод сточных вод после глубокой очистки;
- К16Н — - напорный трубопровод очищенных и обеззараженных сточных вод;
- К6 — - трубопровод осадка;
- Ф — - трубопровод флокулянта;
- К — - трубопровод коагулянта.

БР 20.03.02.06 - 2023					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Таранюк				
Руководит.	Бобрин				
Н. контр.	Бобрин				
Зав. каф.	Матюшенко				
Разработка технологической системы очистки сточных вод предприятия молочной промышленности Красноярского края				Стадия	Лист
Существующая схема очистки сточных вод				2	8
				Кафедра ИСЭИС	

Предлагаемая схема очистки сточных вод



Условные обозначения

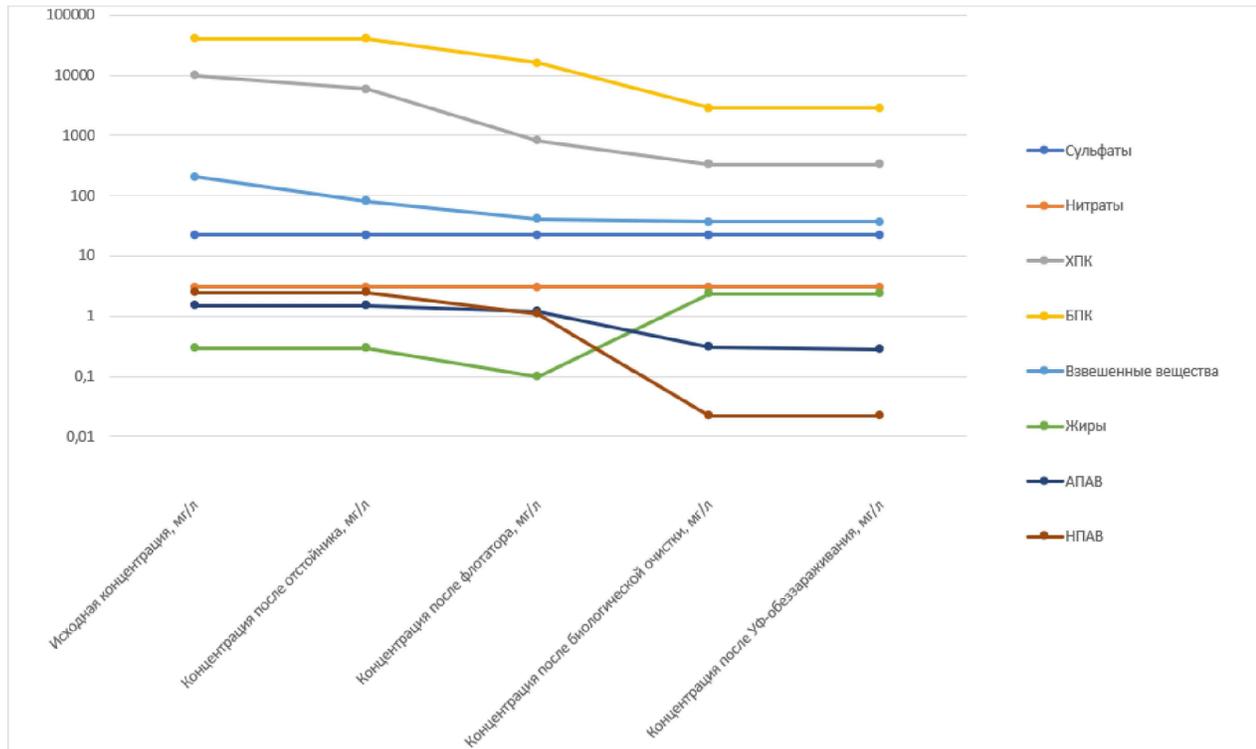
- K0 — - трубопровод производственно-бытовых стоков;
- K13H — - напорный трубопровод сточных вод после отстаивания;
- K15 — - трубопровод осветленных сточных вод;
- V4 — - падающий водопровод производственной оборотной воды;
- K6 — - трубопровод осадка;
- Ф — - трубопровод флокулянта;
- К — - трубопровод коагулянта;
- K17H — - напорный трубопровод кондиционирования осадка;
- K18H — - напорный трубопровод возвратной воды;

Экспликация зданий и сооружений

Номер на плане	Наименование	Примечание
1	Аккумуляторная емкость	
2	Первичный вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой	
3	Насосная установка подачи воды в здание очистных сооружений	
4	Сорбционный фильтр с двойной загрузкой	
5	Высоконагружаемый аэрационный биофильтр-биофильтр	
6	Здание очистных сооружений	
7	Бактерицидная установка Лазурь М-5К	
8	Резервуар чистой воды	
9	Насосная установка для оборотной подачи воды	
10	Вакуум-фильтр	

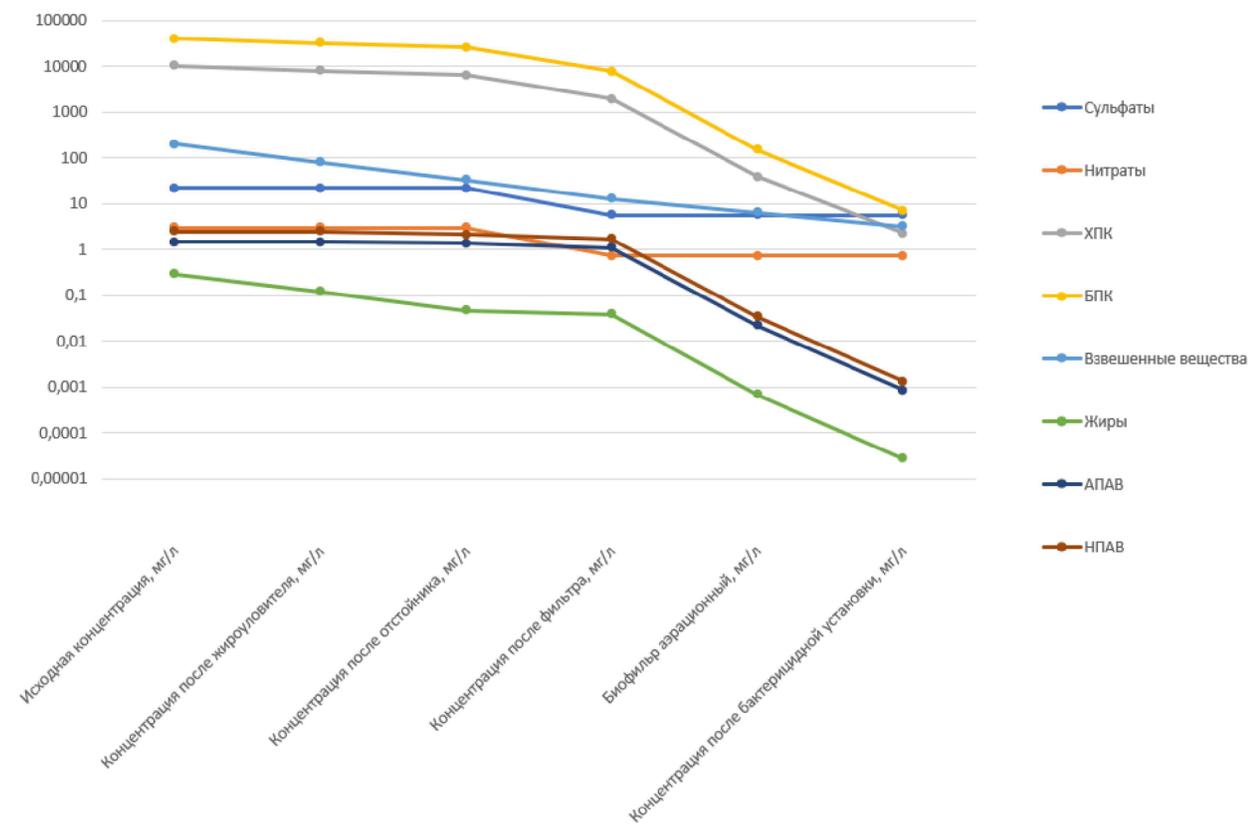
БР 20.03.02.06 - 2023					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Таранюк				
Руководит.	Бобрин				
Разработка технологической системы очистки сточных вод предприятия молочной промышленности Красноярского края				Стадия	Лист
					8
Предлагаемая схема очистки сточных вод				Кафедра ИСЭИС	
Н. контр.	Бобрин				
Зав. каф.	Матюшенко				

Эффективность очистки сточных вод существующей технологической схемы



Наименование показателя	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после отстаивания, 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, %
Сульфаты	22,5	22,5	0	22,5	0	22,5	0	22,5	0
Нитраты	3,01	3,01	0	3,01	0	3,01	0	3,01	0
ХПК	10000	5900	41	820	80	328	60	328	0
БПК	40000	40000	0	16000	60	2880	82	2880	0
Взвешенные вещества	224	81,6	60	40,8	50	36,7	10	36,7	0
Жиры	0,29	0,29	0	0,1	80	2,3	0	2,3	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

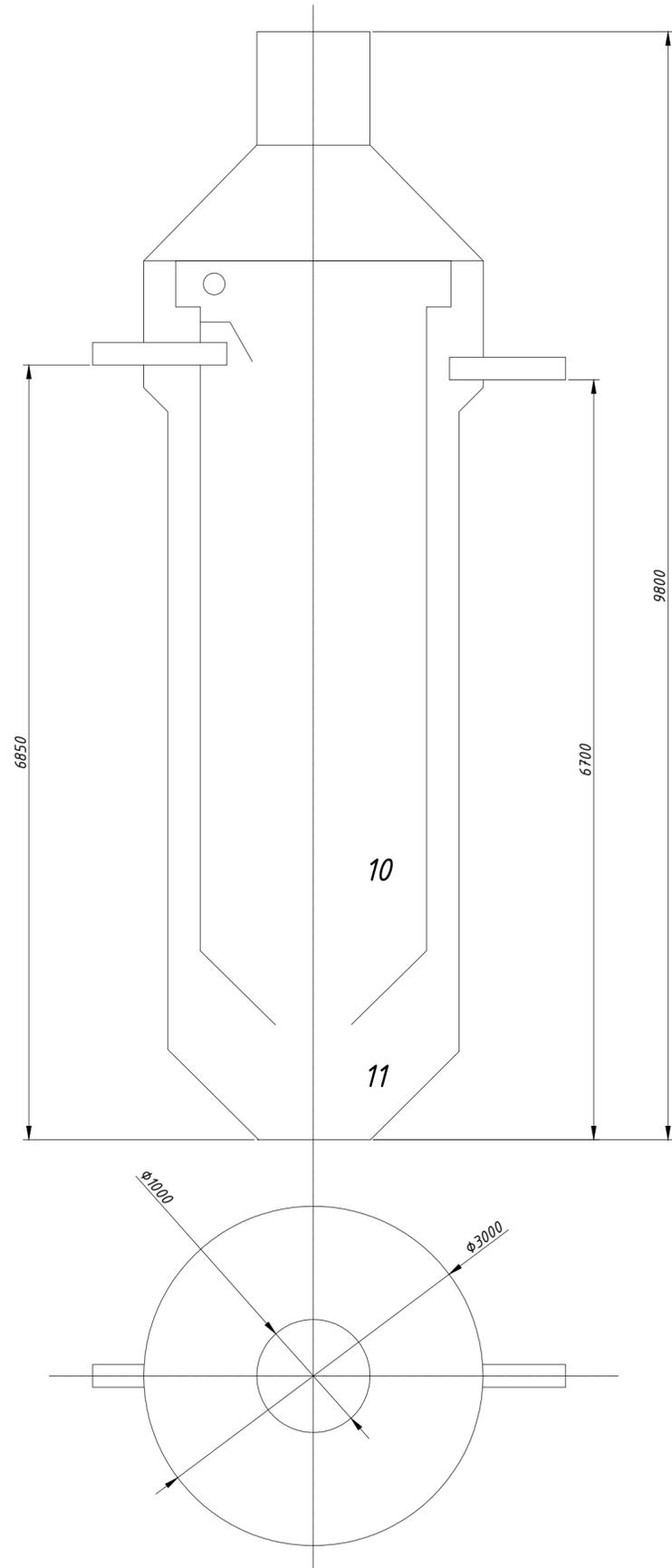
Эффективность очистки сточных вод предлагаемой технологической схемы



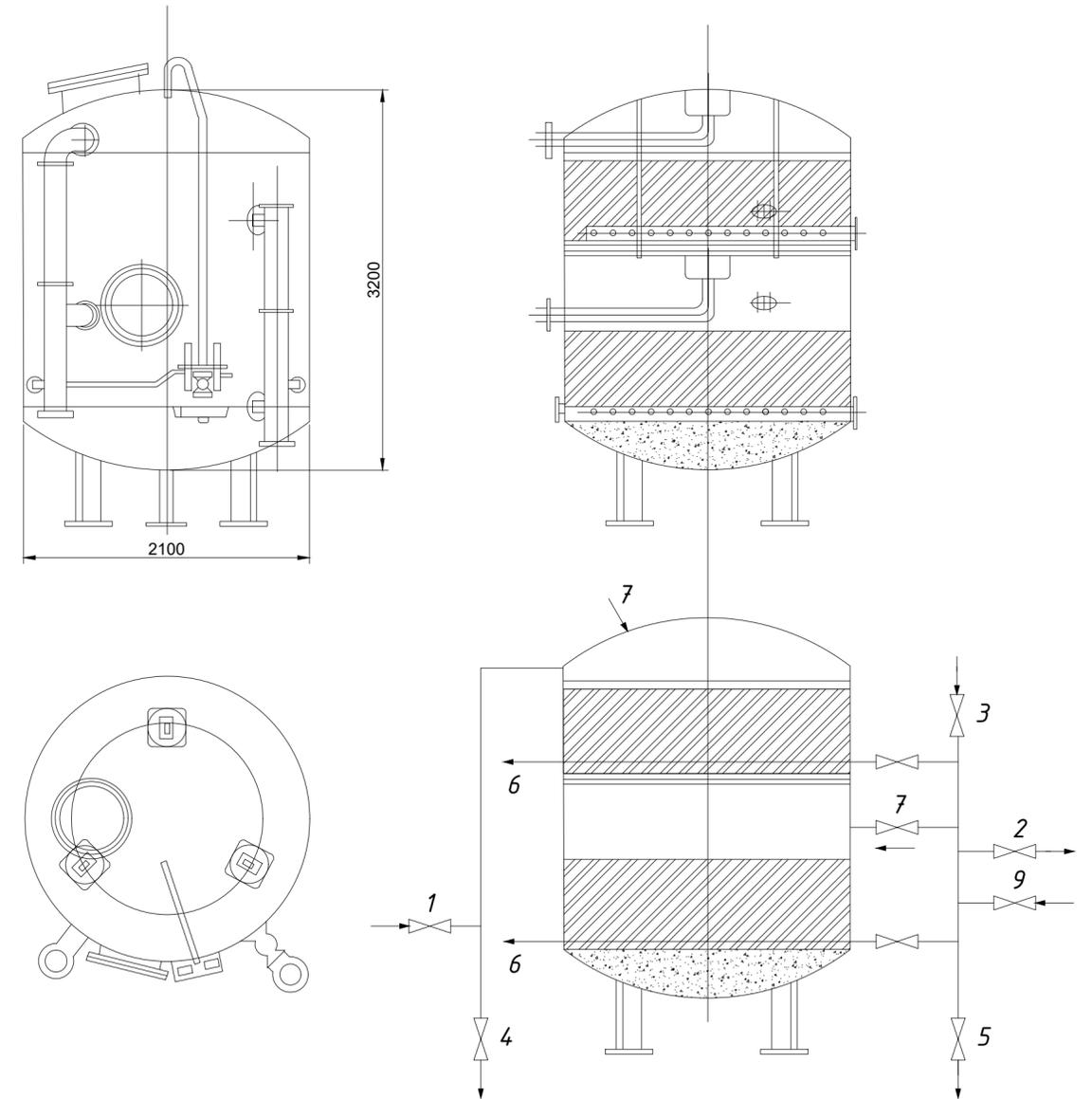
Наименование показателя	Исходная концентрация, мг/л	Концентрация после жироуловителя, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после отстаивания, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после фильтра, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после био-фильтра, мг/л	Эффект очистки, %	Концентрация после бактерицидной установки, мг/л	Эффект очистки, %
Сульфаты	22,5	22,5	0	22,5	0	5,625	75	5,625	0	5,625	0
Нитраты	3,01	3,01	0	3,01	0	0,75	75	0,75	0	0,75	0
ХПК	10000	4000	60	3200	20	960	70	19,2	98	1,152	94
БПК	40000	16000	60	12800	20	3840	70	76,8	98	3,09	94
Взвешенные вещества	204	81,6	60	32,6	60	13,04	70	6,52	50	3,26	90
Жиры	0,29	0,12	60	0,048	60	0,038	20	0,0007	98	0,00002	96
АПАВ	1,47	1,47	0	1,39	5	1,112	20	0,022	98	0,0008	96
НПАВ	2,5	2,5	0	2,125	15	1,7	20	0,034	98	0,00136	96

						БР 20.03.02.06 – 2023					
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	Разработка технологической системы очистки сточных вод предприятия молочной промышленности Красноярского края			Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Тараник									4	8
Руководит.	Бобрин					Эффективность очистки сточных вод существующей и предлагаемой технологических схем			Кафедра ИСЭИС		
Н. контр.	Бобрин										
Зав. каф.	Матюшенко										

Вертикальный отстойник со
встроенной жироприемной камерой М
1:40



Двухслойный сорбционный фильтр М
1:40

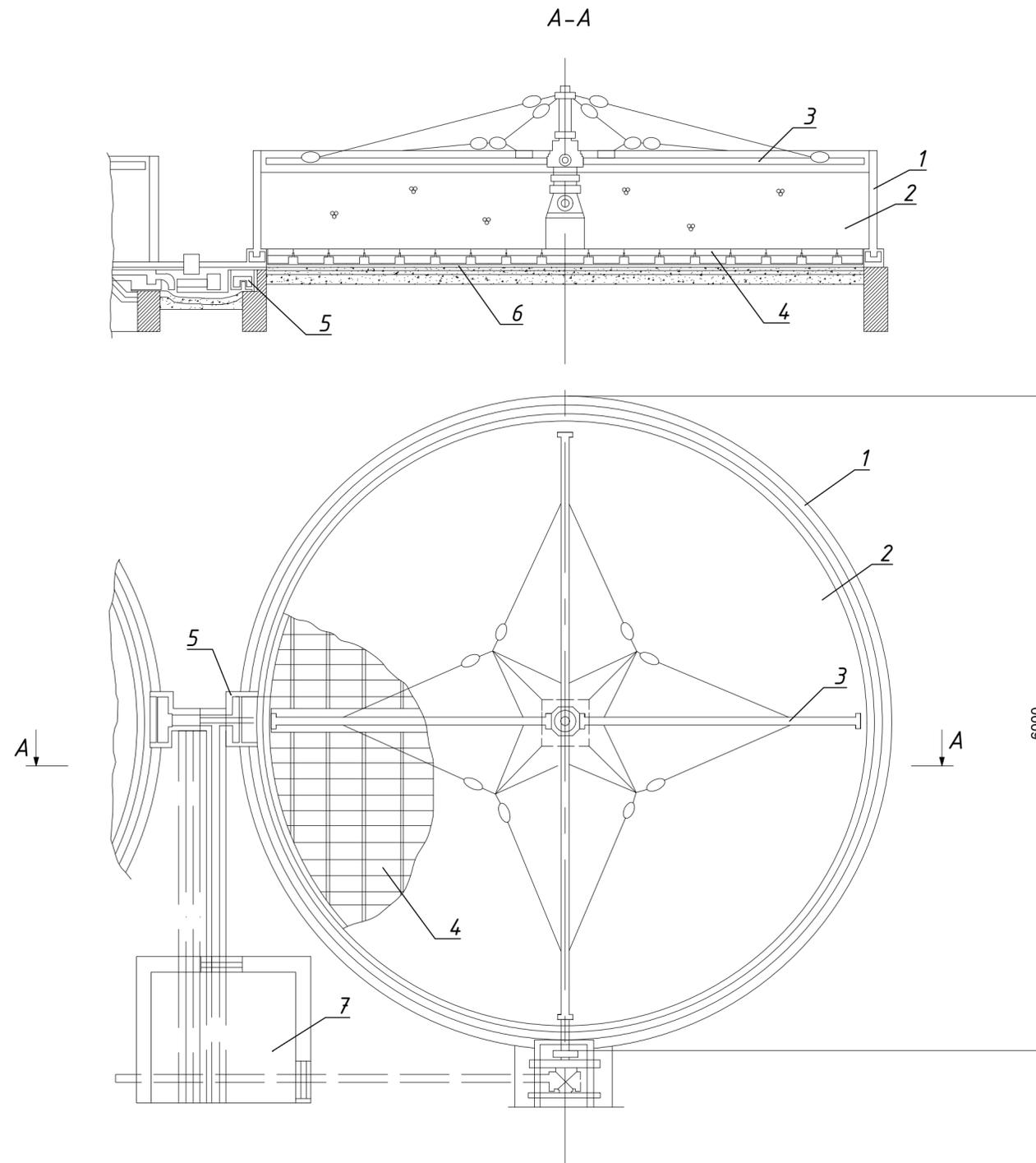


Условные обозначения

- 1 - Подача воды;
- 2 - Отвод обработанной воды;
- 3 - Подвод промывочной воды;
- 4 - Сброс промывочной воды;
- 5 - Сброс первого фильтрата;
- 6 - Гидровыгрузка фильтрующего материала;
- 7 - Гидрозагрузка фильтрующего материала;
- 8 - Воздушник;
- 9 - Подвод сжатого воздуха;
- 10 - Жироприемная камера;
- 11 - Первичный вертикальный отстойник.

БР 20.03.02.06 - 2023					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Таранюк				
Руководит.	Бобрин				
				Стадия	Лист
					8
				Листов	
				5	
				Кафедра ИСЭИС	
Н. контр.	Бобрин	Вертикальный отстойник со встроенной жироприемной камерой М 1:40			
Зав. каф.	Матюшенко	Двухслойный сорбционный фильтр М 1:40			

Высоконагружаемый аэрационный биофильтр с реактивным оросителем М 1:40

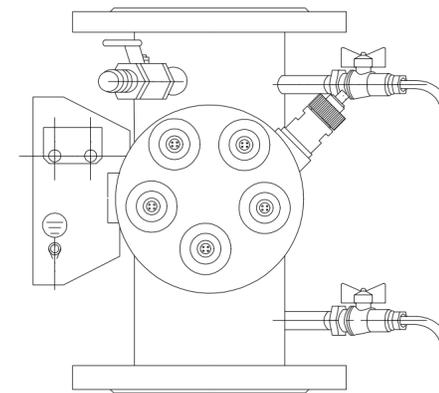
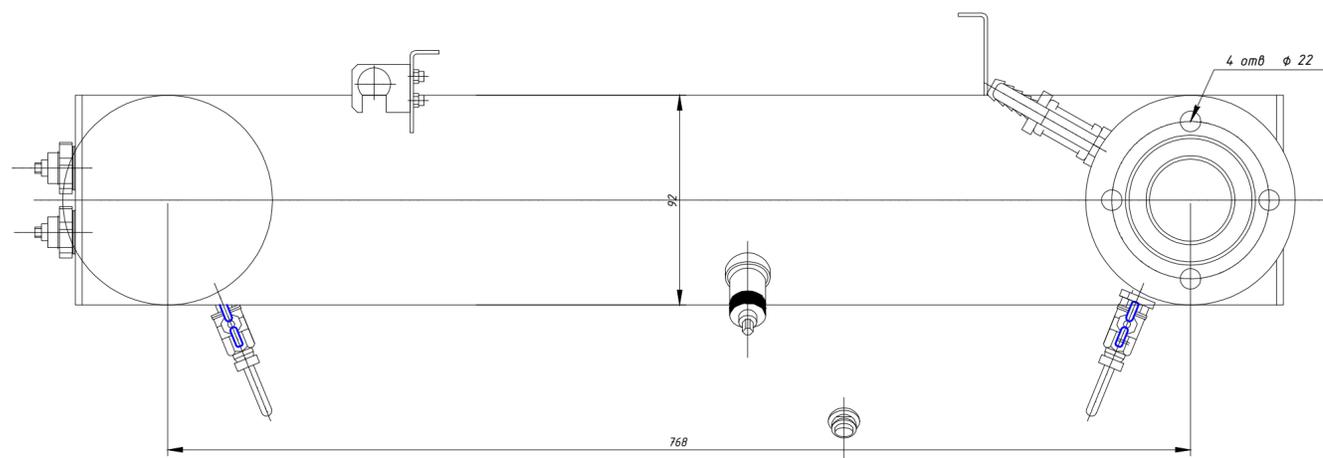
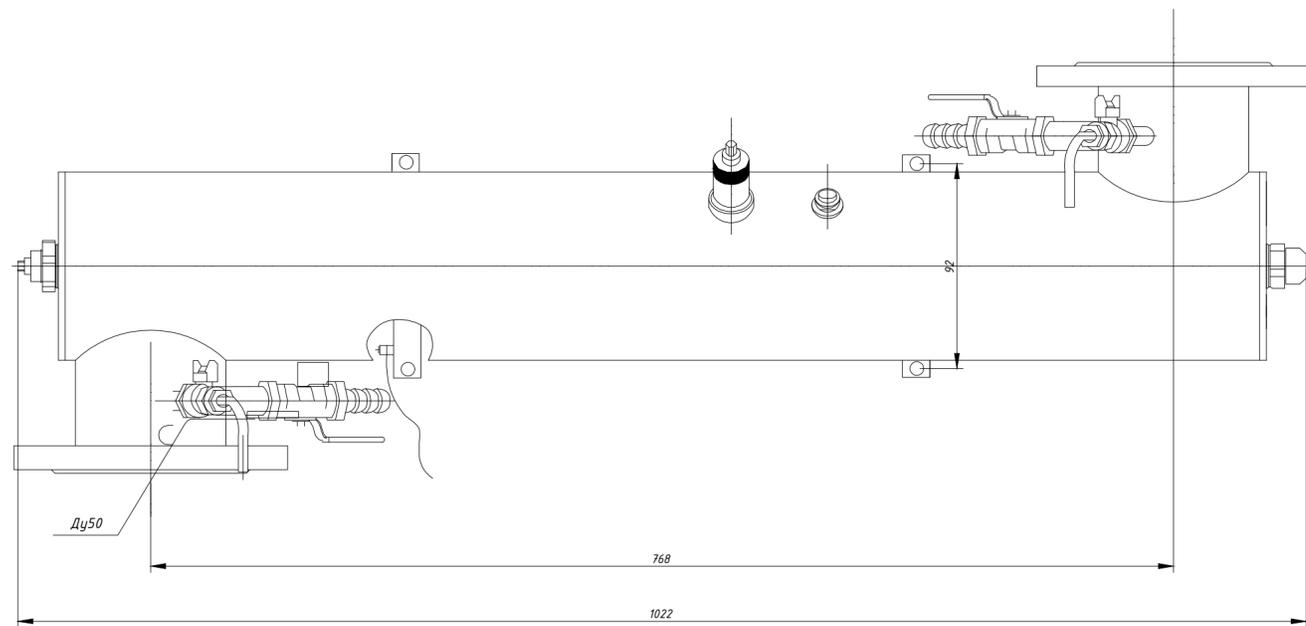


Условные обозначения

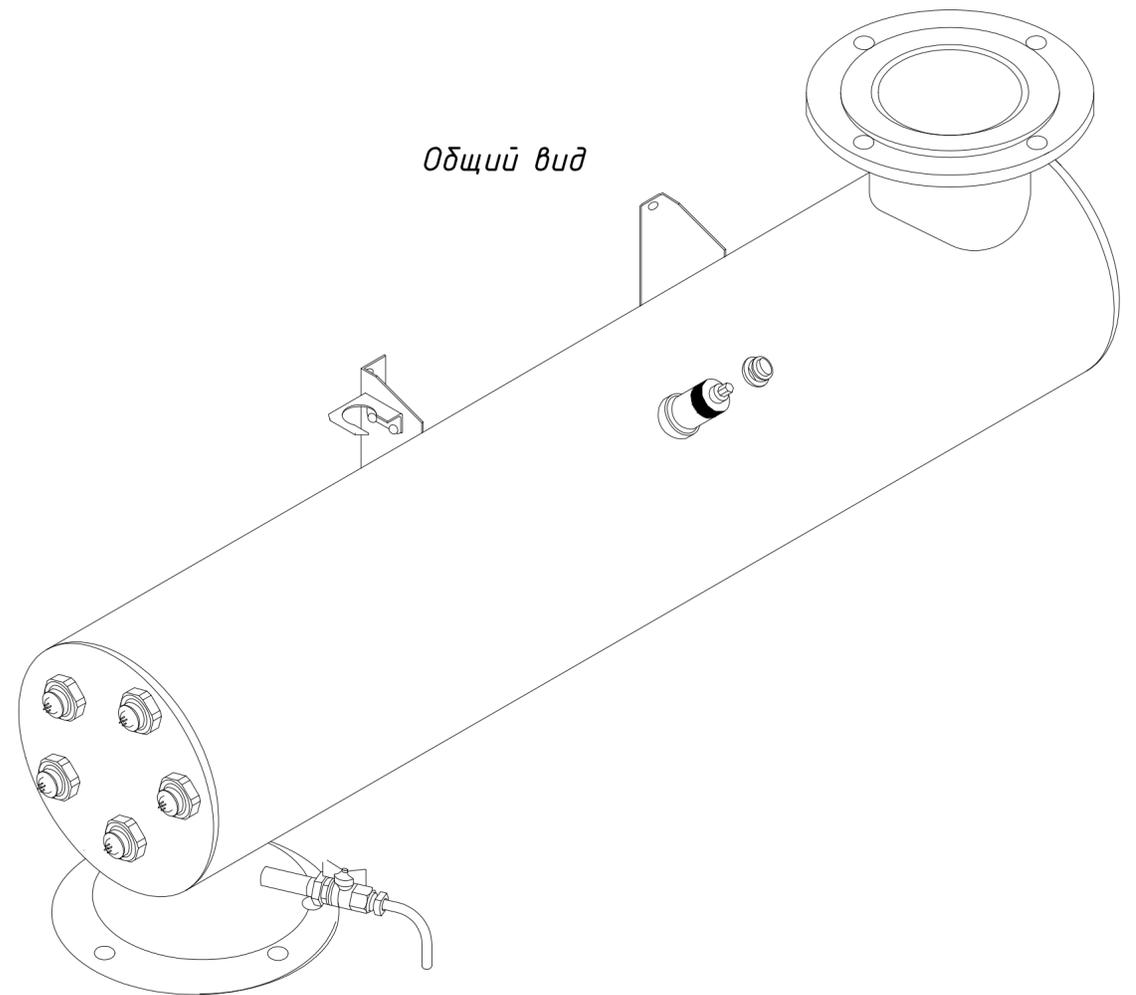
- 1 - Корпус биофильтра;
- 2 - Загрузка;
- 3 - Реактивный ороситель;
- 4 - Дренажная решетка;
- 5 - Гидравлический затвор;
- 6 - Сплошное днище;
- 7 - Вентиляционная камера;

						БР 20.03.02.06 - 2023					
						Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док	Подпись	Дата				Стадия	Лист	Листов
Разраб.		Таранюк				Разработка технологической системы очистки сточных вод предприятия молочной промышленности Красноярского края				6	8
Руководит.		Бобрин									
Н. контр.		Бобрин				Высоконагружаемый аэрационный биофильтр с реактивным оросителем М 1:40			Кафедра ИСЭИС		
Зав. каф.		Матюшенко									

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



Общий вид



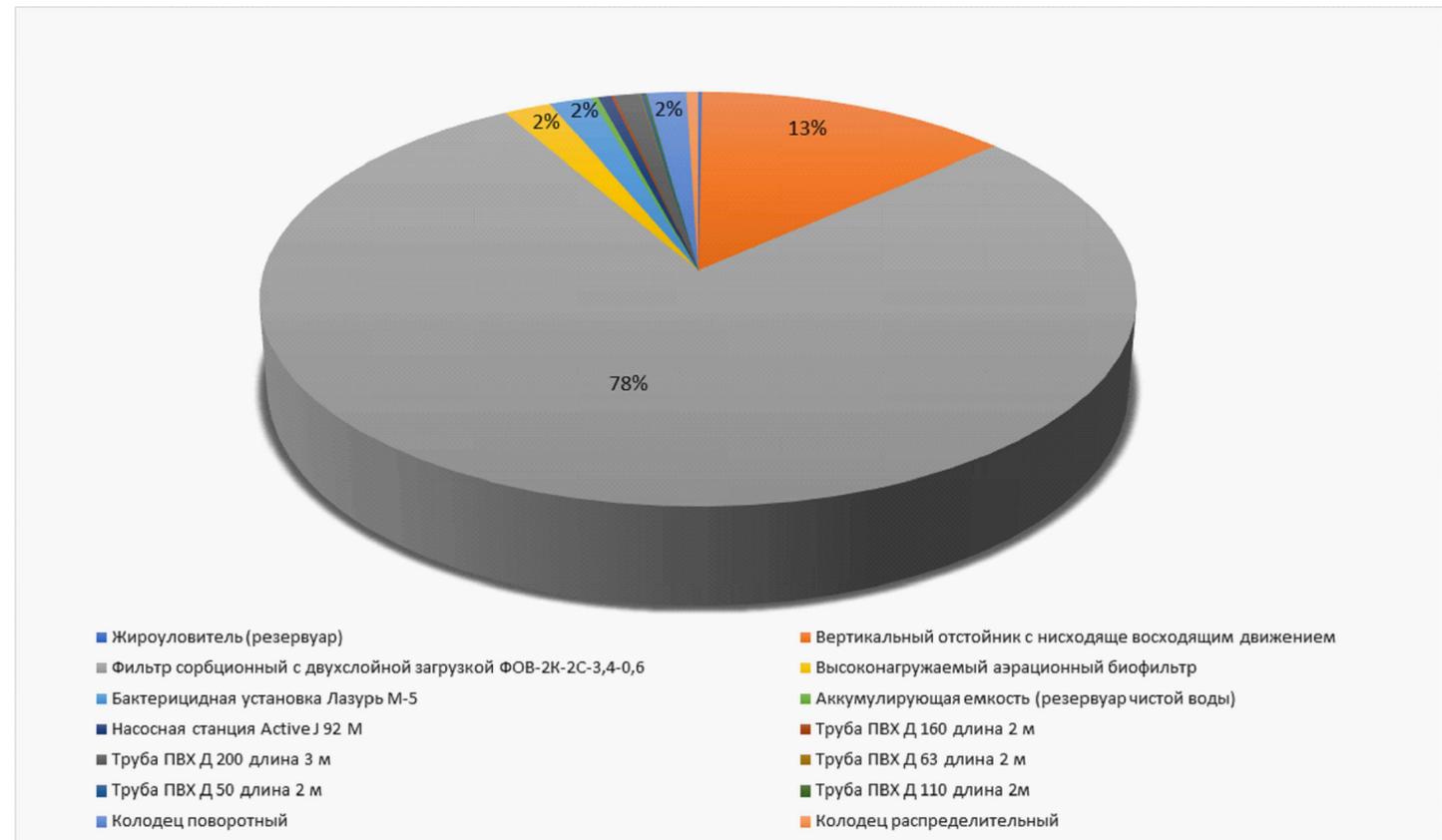
Технические характеристики

1	Производительность	5 м ³ /час
2	Мощность ламп	120 Вт
3	Количество ламп	5 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 20.03.02.06 - 2023									
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт									
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата	Разработка технологической системы очистки сточных вод предприятия молочной промышленности Красноярского края	Стадия	Лист	Листов
Разраб.	Таранюк								
Руководит.	Бобрин							7	8
Н. контр.	Бобрин					Установка для обеззараживания воды бактерицидными лучами "Лазурь М-5К"	Кафедра ИСЭИС		
Зав. каф.	Матюшенко								

Затраты на оборудование для предлагаемой схемы очистки сточных вод

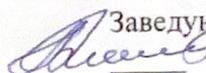
Наименование	Обоснование	Количество, шт	Стоимость, руб	Стоимость, %
Жирословитель (резервуар)	Прайс-лист	1	12 133,0	0,16
Вертикальный отстойник	Прайс-лист	1	1 012 000,0	13,21
Фильтр сорбционный с двойной загрузкой ФОВ-2К-3,4-0,6	Прайс-лист	2	6 000 000,0	78,35
Высоконагружаемый аэрационный биофильтр	Прайс-лист	2	153 000,0	2,0
Бактерицидная установка "Лазурь М-5"	Прайс-лист	2	135 460,0	1,76
Аккумулирующая емкость	Прайс-лист	2	24 000,0	0,31
Насосная станция Active J 92 М	Прайс-лист	2	41 874,0	0,55
Труба ПВХ Д 160, длина 2м	Прайс-лист	9	11 520,0	0,15
Труба ПВХ Д 200, длина 3м	Прайс-лист	22	82 500,0	1,07
Труба ПВХ Д 63, длина 2м	Прайс-лист	7	4 120,0	0,05
Труба ПВХ Д 110, длина 2м	Прайс-лист	16	7 808,0	0,11
Труба ПВХ Д 50, длина 2м	Прайс-лист	56	9 632,0	0,13
Колодец поворотный	Прайс-лист	3	126 000,0	1,65
Колодец распределительный	Прайс-лист	1	38 000,0	0,5
Итого			7 658 047,0	100



БР 20.03.02.06 – 2023					
Сибирский Федеральный Университет Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подпись	Дата
Разраб.	Таранюк				
Руководит.	Бобрин				
Консульт.					
Н. контр.	Бобрин				
Зав. каф.	Матюшенко				
Разработка технологической системы очистки сточных вод предприятия молочной промышленности Красноярского края			Стадия	Лист	Листов
				8	8
Затраты на оборудование для предлагаемой схемы очистки сточных вод			Кафедра ИСЭИС		

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

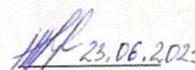
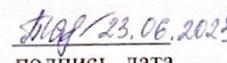
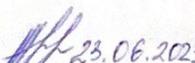
Инженерно-строительный
институт
Инженерных систем зданий и сооружений
кафедра

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 А.И. Матюшенко
подпись инициалы, фамилия
« 23 » 06 2023 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.02 «Природообустройство и водопользование»
код- наименование специальности

Разработка технологической системы очистки сточных вод предприятия
молочной промышленности Красноярского края
тема

Руководитель	 подпись, дата	<u>23.06.2023</u> дата	<u>ст. преподаватель</u> должность, ученая степень	<u>А.Г. Бобрик</u> инициалы, фамилия
Выпускник	 подпись, дата	<u>23.06.2023</u> дата		<u>Ю.Т. Таранюк</u> инициалы, фамилия
Нормоконтролер	 подпись, дата	<u>23.06.2023</u> дата	<u>ст. преподаватель</u> должность, ученая степень	<u>А.Г. Бобрик</u> инициалы, фамилия

Красноярск 2023