

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»
20.03.01.Техносферная безопасность
профиль «Инженерная защита окружающей среды»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: **Модернизация биореактора, направленная на повышение
качества очистки сточных вод ОАО «КуйбышевАзот»**

Студент(ка) А.Ф. Сидорова _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Руководитель Ю.Н. Шевченко _____
(И.О. Фамилия) (личная подпись)

Допустить к защите
Зав. кафедрой
«Рациональное
природопользование
и ресурсосбережение»

к.п.н., М.В. Кравцова
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2016

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «РПиР»

_____ М.В.Кравцова
(подпись) (И.О. Фамилия)
« ____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение бакалаврской работы

Студент Сидорова Анна Федоровна

1. Тема Модернизация биореактора, направленная на повышение качества очистки сточных вод ОАО «КуйбышевАзот»
2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы 10.06.2016
3. Исходные данные к бакалаврской работе
 - 3.1 Положение о цехе переработки органических и неорганических продуктов (цех №39);
 - 3.2 Инструкция ИРМ 39-1.
4. Содержание бакалаврской работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)
 - 4.1 Основные сведения о предприятии ОАО «КуйбышевАзот»
 - 4.2 Анализ существующей технологической схемы цеха №39;
 - 4.3 Экспериментально-исследовательская часть;
 - 4.4 Модернизация биореактора к.2042.
5. Ориентировочный перечень графического и иллюстративного материала
 - 5.1 Схема существующей очистки сточных вод;
 - 5.2 Чертеж биореактора.

6. Дата выдачи задания « 16 » марта 2016г.

Руководитель бакалаврской ра-
боты

(подпись)

Ю.Н. Шевченко

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.Ф. Сидорова

(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ
Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой «РПиР»

_____ М.В.Кравцова
(подпись) (И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента Сидоровой Анны Федоровны

по теме Модернизация биореактора, направленная на повышение качества
очистки сточных вод ОАО «КуйбышевАзот»

Наименование раздела работы	Плано- вый срок выполне- ния раз- дела	Фактиче- ский срок выполне- ния разде- ла	Отметка о выполнении	Подпись руково- дителя
Введение	18.03.2016			
Основные сведения о предприятии ОАО «КуйбышевАзот»	23.03.2016			
Анализ существую- щей технологиче- ской схемы цеха №39	01.04.2016			
Экспериментально- исследовательская	12.04.2016			

часть				
Модернизация био-реактора к. 2042	21.04.2016			
Заключение	01.05.2016			

Руководитель бакалаврской работы

(подпись)

Ю.Н. Шевченко

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

А.Ф. Сидорова

(И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Бакалаврскую работу выполнила: Сидорова А.Ф.

Тема работы: Модернизация биореактора, направленная на повышение качества очистки сточных вод ОАО «КуйбышевАзот»

Научный руководитель: Шевченко Ю.Н.

Цель бакалаврской работы – снижение антропогенной нагрузки за счёт повышения качества очистки стоков на предприятии ОАО «КуйбышевАзот». В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать существующую технологическую систему очистки;
2. Провести экспериментальные исследования на содержание в воде ХПК и взвешенных веществ;
3. Предложить технические решения по повышению качества системы очистки сточных вод предприятия ОАО «КуйбышевАзот».

Объектом исследования в бакалаврской работе является химическое предприятие ОАО «КуйбышевАзот».

Предметом исследования является биореактор к. 2042, а также разработка технических решений по повышению качества очистки стоков в цехе переработки органических и неорганических продуктов (Цех №39).

Краткие выводы по бакалаврской работе: в работе была проанализирована технологическая схема очистки сточных вод от производства капролактама на ОАО «КуйбышевАзот»; приоритетные загрязняющие вещества; выявлены негативные причины, нарушающие процесс очистки, проведены экспериментальные исследования на содержание в воде ХПК и взвешенных веществ, а также предложены технические решения по повышению качества очистки.

Во введении обосновывается актуальность проводимого исследования, описывается цель, задачи исследования.

В первой главе представлены основные сведения о предприятии ОАО «КуйбышевАзот».

Во второй главе изложены теоретические аспекты технологической схемы очистки производственных стоков цеха по переработке органических и неорганических продуктов (Цех №39).

В третьей главе выполнены лабораторные исследования сточной воды по показателям ХПК и взвешенным веществам.

В четвёртой главе предложены варианты модернизации биореактора к. 2042 с целью улучшения качества сточных вод.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 4-х глав, заключения, списка из 66 использованных источников и 5 приложений. Общий объем работы, без приложений 66 страниц машинописного текста, в том числе таблиц – 16, рисунков – 8.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ ОАО «КУЙБЫШЕВАЗОТ»	11
1.1 Экологическая политика компании	11
1.2 Водопотребление и водоотведение ОАО «КуйбышевАзот»	12
1.3 Состояние водохранилищ	13
ГЛАВА 2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЦЕХА №39	16
2.1 Особенности поступающих химически загрязнённых сточных вод	16
2.2 Анализ производственных стоков предприятия ОАО «КуйбышевАзот»	17
2.3 Существующая схема очистки стоков цеха № 39	20
2.4 Факторы, влияющие на степень очистки стоков	37
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	44
3.1 Опыт 1 - Бихроматный метод определения ХПК	44
3.2 Опыт 2 - Определение взвешенных веществ	45
ГЛАВА 4. МОДЕРНИЗАЦИЯ БИОРЕАКТОРА К. 2042	48
4.1 Модернизация насадочной части биореактора	49
4.2 Технологическое решение по аэрации	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	60
ПРИЛОЖЕНИЕ	67

ВВЕДЕНИЕ

В Тольятти сконцентрировано большое количество химических предприятий. Одним из них является ОАО «КуйбышевАзот». Очистку стоков предприятие осуществляет в цехе по переработке органических и не органических продуктов (Цех №39).

Вода является неотъемлемой частью всех технологических процессов, в результате которых образуются сточные воды. В них присутствуют вещества различных классов опасностей. Попадая в водные объекты, они оказывают негативное воздействие на гидробионтов, водную экосистему в целом, а также опосредовано и на самого человека.

Сброс очищенных сточных вод производится в Саратовское и Куйбышевское водохранилища.

Большая часть сбрасываемой воды – загрязнённая.

Водоотведение и водопотребление ОАО «КуйбышевАзот» непосредственно связано с Куйбышевским водохранилищем. Водоохранилище относится к очень загрязнённым водным объектам и имеет класс качества воды – 3 Б.

Присутствие в его воде таких веществ как азот, фосфор и повышенное содержание ХПК приводит к цветению сине-зелёных водорослей, что вызывает гибель птиц и рыбы, цветение воды уже в конце июня, таким образом, оказывая неблагоприятные воздействия на состояние окружающей среды.

Так как водозабор на питьевые нужды г.о. Тольятти осуществляется из Куйбышевского водохранилища, следовательно, здоровье населения напрямую зависит от качества забираемой воды.

На предприятии наблюдается превышения по ХПК и взвешенным веществам. Эти показатели говорят о повышенном содержании органики в сточной воде. Причиной этого является нарушения в технологическом процессе очистки сточных вод.

Всё выше сказанное подтверждает актуальность данной темы.

Цель: Снижение антропогенной нагрузки за счёт повышения качества очистки стоков на предприятии ОАО «КуйбышевАзот». В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Проанализировать существующую технологическую систему очистки;
2. Провести экспериментальные исследования на содержание в воде ХПК и взвешенных веществ;
3. Предложить технические решения по повышению качества системы очистки сточных вод предприятия ОАО «КуйбышевАзот».

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРЕДПРИЯТИИ

ОАО «КУЙБЫШЕВАЗОТ»

ОАО «КуйбышевАзот» является одним из ведущих предприятий российской химической промышленности.

Предприятие осуществляет свою деятельность по двум основным направлениям:

- капролактамы и продукты его переработки (полиамид-6, высокопрочные технические нити, кордная ткань, инженерные пластики);
- аммиак и азотные удобрения.

Кроме того, ОАО «КуйбышевАзот» производит технологические газы, обеспечивающие потребности основных бизнес направлений, и вместе с тем являющиеся самостоятельными товарными продуктами, а также:

- входит в десятку крупнейших мировых производителей и занимает первое место в СНГ по выработке капролактама;
- лидер в производстве полиамида-6 в России, СНГ и Восточной Европе;
- входит в первую десятку предприятий отечественной азотной промышленности;
- имеет интегрированную систему менеджмента, сертифицированную на соответствие требованиям международных стандартов ISO 9001:2008; ISO 14001:2004; OHSAS 18001:2007.

Площадь компании - 3 000 000 кв.м. (300 Гектар), численность рабочих -5098 человек.

1.1 Экологическая политика компании

Основные принципы деятельности компании определены политикой ОАО «КуйбышевАзот» в области качества, экологии, охраны труда и промышленной безопасности», а также требованиями соответствующих россий-

ских и международных стандартов. На предприятии внедрена интегрированная система менеджмента, сертифицированная по трем стандартам: системы менеджмента качества ISO 9001:2008, менеджмента охраны окружающей среды ISO 14001:2004, менеджмента охраны труда и предупреждения профзаболеваний OHSAS 18001:2007. Проведённая в 2015 г. плановая аудиторская проверка подтвердила соответствие ИСМ предприятия указанным стандартам.

Одним из главных элементов стратегии развития ОАО «Куйбышев-Азот» является сохранение и защита окружающей среды, уменьшение техногенной нагрузки на нее и снижение потребления ресурсов.

В 2014 г. выбросы в атмосферу по сравнению с 2013 г. уменьшились на 4%, объём общих стоков – на 5%, потребление речной воды – на 9%.

Ведётся постоянный мониторинг соблюдения требований экологической безопасности и производственный контроль. За отчетный год санлабораторией ОАО «Куйбышев-Азот» выполнено 32,3 тысяч анализов состава выбросов, качества атмосферного воздуха и сточных вод различных категорий.

Благодаря системному подходу к природоохранной деятельности за период 2000-2015 гг. при увеличении выработки товарной продукции в 1,9 раза химически загрязнённые стоки сокращены в 3,3 раза.

Снижение удельных выбросов на тонну товарной продукции в 1,3 раза, потребление воды на тонну товарной продукции уменьшено - в 1,6 раз, электроэнергии - в 1,2 раза [62].

1.2 Водопотребление и водоотведение ОАО «Куйбышев-Азот»

В Центральном районе для производственных целей предприятий Северного промузла используется водозабор производственной воды из Куйбышевского водохранилища, ООО «Тольяттикаучук».

«Куйбышев-Азот» имеет два вида стоков:

- слабозагрязнённые, состоящие из дождевой и талой воды, а также слив с водооборотных циклов в количестве 24000 тн/сутки, которые без очистки сбрасываются в водоём через систему водоотведения;

- хим. загрязнённые стоки от технологических процессов в количестве 1200 тн/сутки, которые проходят локальные очистные сооружения на предприятии и отправляются на городские биологические очистные сооружения.

Оба сточных потока соответствуют требованиям МБ/МФК, за исключением показателя рН в слабозагрязнённых сточных водах, который превышает установленные нормы МБ/МФК. ОАО «КуйбышевАзот» определил в качестве источника повышенного рН зону хранения аммиака и намерен изолировать этот поток сточных вод.

В соответствии с дополнительным планом действий в области экологии и социальной ответственности, ОАО «КуйбышевАзот» разработает программу, нацеленную на снижение потребления чистой воды [62].

На рисунке 1 представлена схема водозабора и водоотведения.



Рисунок 1 - Схема водозабора и водоотведения

1.3 Состояние водохранилищ

Куйбышевское водохранилище

Объем Куйбышевского водохранилища при нормальном подпорном горизонте (НПГ) равен 58 км³, длина распространения по р. Волга 650 км, максимальная ширина 27 км. Негативное влияние на состояние воды Куйбышевского водохранилища оказывали предприятия жилищно-

коммунального хозяйства, энергетической и нефтехимической промышленности, сельского хозяйства. Пункт наблюдений в районе г.о. Тольятти является замыкающим на Куйбышевском водохранилище. Наблюдение за качеством воды ведется в трёх створах:

- 1) в черте с. Климовка, 30 км выше города;
- 2) 0,5 км ниже сброса сточных вод Северного промузла, 22 км выше города;
- 3) в черте г.о. Тольятти, 1,3 км выше Жигулевской ГЭС.

Качество воды в целом по пункту ухудшилось, и вода характеризовалась как «очень загрязненная» 3Б класса. Характерными загрязняющими веществами воды, являлись фенолы, трудно окисляемые органические вещества (по ХПК), соединения меди и цинка. Для воды водохранилища характерен низкий уровень загрязнённости фенолами, трудно окисляемыми органическими веществами, соединениями цинка и меди (1-2 ПДК); максимальные значения были равны 6; 3; 5 и 5 ПДК соответственно. Наибольшие значения наблюдались: по фенолам – во всех створах, по ХПК, меди и цинку – в первом контрольном. Уровень загрязнения воды соединениями марганца в 2014 году снизился с 2 ПДК до нормы, максимальная концентрация была равна 3 ПДК и зафиксирована во втором контрольном створе. Среднегодовые концентрации остальных определяемых ингредиентов были в пределах нормы, их максимальные значения превышали норму в 1-4 раза. Минимальная и максимальная концентрации сульфатных ионов были равны 56 и 73 мг/л соответственно. Среднее за год содержание взвешенных веществ составляло 2 мг/л, их максимальная концентрация составляла 8 мг/л. Минимальное содержание растворённого кислорода зафиксировано, как и в 2013 году, в первом контрольном створе – 6,9 мг/л (в 2013 г. – 6,6 мг/л). По данным обследований в 2014 году, цветность волжской воды в контрольных створах государственной наблюдательной сети на Куйбышевском водохранилище в районе г.о. Тольятти изменялась в диапазоне 13-59 град, максимальное значение регистрировалось в августе.

Саратовское водохранилище

Саратовское водохранилище имеет объем при НПГ 12,9 км³, длину распространения подпора от плотины 357 км, наибольшую ширину 25 км. Качество воды водохранилища формируется под влиянием транзитного переноса загрязняющих веществ из Куйбышевского водохранилища и сброса недостаточно очищенных и неочищенных сточных вод крупных предприятий Самарской области, городских очистных сооружений, поверхностного стока с сельхозугодий, а также ливневых стоков с селитебной территории г.о. Тольятти, Самара и Сызрань. Качество воды водохранилища в районе г.о. Тольятти контролировалось в двух створах:

- 1) 11,5 км ниже плотины Жигулевской ГЭС;
- 2) в черте пос. Зольное, 12 км ниже города.

Качество воды водохранилища в районе г.о. Тольятти в 2014 году в целом по пункту наблюдения не изменилось, вода характеризовалась как «загрязненная» 3 А класса качества. Характерными загрязняющими веществами являлись трудно окисляемые органические вещества (по ХПК) и соединения меди. С 2 до 3 ПДК выросла среднегодовая концентрация соединений меди, максимальная концентрация в фоновом створе достигала 7 ПДК. Превышение 1 ПДК медью наблюдалось в каждой отобранной пробе. Среднее и максимальное за год содержание в воде трудно окисляемых органических веществ, как и в 2013 году, превышало норматив в 2 раза, в 88% проб отмечалось превышение 1 ПДК. Абсолютные значения концентраций сульфатных ионов определялись в пределах 59-72 мг/л. Среднегодовое содержание взвешенных веществ составляло 2 мг/л, максимальная концентрация – 6 мг/л. Кислородный режим в течение года был удовлетворительным. Минимальное содержание растворенного кислорода в фоновом створе составляло 6,1 мг/л (в 2013г. – 6,6 мг/л). Цветность воды водохранилища в течение года изменялась в диапазоне 15-82 град, максимальное значение фиксировалось в августе [23].

ГЛАВА 2. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ЦЕХА №39

Основной деятельностью цеха по переработке органических и не органических продуктов (Цех №39) является - регулирование процесса сброса стоков предприятия через установку нитриденитрификации с целью недопущения превышения установленных нормативов.

2.1 Особенности поступающих химически загрязнённых сточных вод

Для поступающих на очистку сточных вод характерны:

- высокая степень загрязнённости сточных вод, выражаемые в единицах ХПК, прежде всего нитрат содержащих;
- высокие концентрации соединений азота: аммонийного и нитратного;
- высокое солесодержание (минерализация, удельная электропроводность);
- наличие специфических загрязняющих примесей (капролактама, циклогексанон, циклогексанол, смолы и др.) в высоких концентрациях;
- высокая щёлочность сточных вод, значительные колебания рН;
- несбалансированность состава сточных вод (нарушение соотношения БПК:N:P=100:5:1). Высокое значение ХПК при относительно низких концентрациях отдельных компонентов загрязняющих веществ, входящих в состав определения ХПК. Относительно низкие концентрации фосфатов;
- высокая температура сточных вод, преимущественно КСП (температура аммоний содержащего потока до +65°C), в особенности в летний период. В летний период не стабильная работа нитрификатора;
- высокая цветность сточных вод, что способно нарушать работу УФ - установки.

2.2 Анализ производственных стоков предприятия ОАО «КуйбышевАзот»

В цехе № 39 «Переработка органических и неорганических продуктов» производится очистка промышленных стоков предприятия ОАО «КуйбышевАзот».

В таблице 1 представлен токсикологический анализ стоков.

Таблица 1 - Токсикологический анализ стоков

№ п/п	Наименование вещества	Класс опасности	ПДК	Воздействие на окружающую среду и организм человека
1	2	3	4	5
1	Нефтепродукты	3-4 (в зависимости от состава)	0,05 мг/дм ³	Повышение температуры поверхностного слоя воды. Накопление в донных осадках. Обеднение воды кислородом. Эндокринные нарушения.
2	Ортофосфорная кислота (H ₃ PO ₄)	2	0,4 мг/дм ³	Вызывает повреждение печени, дерматит, конъюнктивит. Вызывает эвтрофикацию водоема.
3	Азот аммонийный (N-NH ₄)	3	0,3 мг/дм ³	Воздействие на сердечнососудистую систему. Обладают тератогенным и мутагенным действием. Снижение биологической ценности продукции. Нарушает функционирование экосистем.
4	Азот нитритный (N-NO ₂)	3	0,02 мг/дм ³	
5	Азот нитратный (N-NO ₃)	2	9,1 мг/дм ³	
6	Фосфор	2	0,03 мг/дм ³	Способствует размножению сине-зеленых водорослей. Вызывает дерматологические заболевания, нарушение функции печени и почек.
7	Капролактамы (C ₆ H ₁₁ NO)	3	10 мг/дм ³	Умеренно опасное вещество по воздействию на организм. Вызывает дерматит. Горючее вещество.
8	Циклогексанол	3	0,5 мг/дм ³	Концероген. Токсическое воздействие на гидробионтов.
9	Циклогексанон	3	0,06 мг/дм ³	
10	Сульфаты	3	500 мг/дм ³	Ухудшение состояния экосистем.

После прохождения системы очистки нитриденитрификации (НДФ) в цехе № 39 сток именуется готовой продукцией и имеет следующий состав, представленный в таблице 2.

Таблица 2 – Состав готового стока

№ п/п	Наименование показателей	Концентрация на выходе НДС	Нормы
1	2	3	4
1	Азот аммонийный, мг/л	1,6	Не более 13
2	Азот нитратный, мг/л	15	Не более 10,0
3	Азот нитритный, мг/л	0,04	Не более 1,0
4	ХПК, мгО ₂ /л	1,018	Не более 1000
5	БПК ₅ , мгО ₂ /л	181	До 300
6	рН	8,8	9
7	Фосфор, мг/л	0,11	Не более 3

Требования к качеству очищенных сточных вод, поступающих в водооборотный цикл предприятия, представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Нормативные требования к качеству очищенной воды

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение	Примечание
1	2	3	4	5
1	рН среды		8,1-8,4	
2	Аммоний-ион	мг/ дм	н/б 0,1	
3	Взвешенные вещества	мг/ дм	н/б 3,0	
4	Нитрат-анион	мг/ дм ³	н/б 3,0	
5	Нитрит-анион	мг/ дм ³	н/б 0,09	
6	Железо Fe	мг/ дм	н/б 0,34	
7	Удельная электропроводность при 250°С	мкСм/см	н/б 390,0	минерализация 205 мг/л
8	Фосфаты (по фосфору)	мг/ дм ³	н/б 0,1	
9	Хлориды	мг/ дм	н/б 34,0	
10	Сульфаты	мг/ дм	н/б 60,0	
11	Магний	мг/ дм ³	н/б 12,0	
12	SiO ₂	мг/ дм ³	н/б 6,2	
13	ХПК	мгО ₂ /дм	н/б 30,0	
14	БПК полн.	мгО ₂ /дм ³	н/б 9,0	
15	Щелочность общ.	мг-экв/дм ³	1,4-2,1	
16	Жесткость общ.	мг-экв/дм	н/б 3,3	
17	Са	мг-экв/дм	н/б 2,1	
18	Микробиологическая загрязнённость (RLU)		н/б 1000	

Для подпиточной воды в системе водооборота предприятия применяются требования, представленные в таблице 4.

Таблица 4 – Требования для подпиточной воды

№ п/п	Наименование показателей	Концентрация на выходе НДС
1	2	3
1	Азот аммонийный, мг/дм ³	Не более 2,0
2	Расход, м ³ /сут	3840
3	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	Не более 25,0
4	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Не более 10,0

Характеристики исходных ресурсов поступающих на очистные сооружения представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристика исходных ресурсов, поступающих на очистные сооружения

№ п/п	Наименование сырья, материалов, полу-продуктов	Государственный или отраслевой, регламент или методика на подготовку сырья	Показатели по стандарту, обязательные для проверки	Регламентируемые показатели с допустимыми отклонениями
1	2	3	4	5
1	Сточные воды производства капролактама			
1.1	Аммоний-содержащий сток.	Технологический регламент цеха №25 получения сульфата аммония.	Содержание аммонийного азота	Не более 400 мг/л
		Технологический регламент цеха №37 получения капролактама	Содержание сульфатов	Не более 1200 мг/л
			Химическая потребность в кислороде (ХПК)	Не более 340 мгО ² /л
		Технологический регламент цеха №24 получения капролактама.	Показатель рН	Не выше 11
Температура	Не выше 60 °С			
1.2	Нитрат-содержащий сток	Технологический регламент цеха №38 получения гидроксил-аминсульфата.	Содержание нитратного азота	Не более 3000 мг/л
			Содержание аммонийного азота	Не более 20 мг/л
		Технологический регламент цеха №23 получения кальцинированной соды	Показатель рН	Не ниже 2
			Температура	Не выше 60 °С
		Технологический регламент цеха №35, №37 получения капролактама	Химическая потребность в кислороде (ХПК)	Не более 10000 мг/л

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
1.3	Водно-щелочной сток	Технологический регламент цехов №35, №22 получения циклогексанона	Содержание адипатов натрия	По требованиям технологического регламента 200000-350000 мгО ₂ /л
			Химическая потребность в кислороде (ХПК)	
2	Ортофосфорная кислота	ГОСТ 10678-76	Наличие сертификата	
3	Сода кальцинированная (раствор)	Технологический регламент цеха №23 получения кальцинированной соды	Массовая доля общей щелочности в пересчете на углекислый натрий	5 – 10 %
			Показатель рН	10,8-11,8
4	Углекислый газ	Технологический регламент цеха №11 агрегата аммиака	Объемная доля углекислого газа	По требованиям технологического регламента
5	Воздух КИПиА	ГОСТ 17433 – 80	Давление	По требованиям ГОСТа

2.3 Существующая технологическая схема очистки стоков цеха

№ 39

На очистку поступают два вида стоков – аммоний содержащий сток (NH₄) (КСП – конденсат сокового пара) и нитрат содержащий сток (NO₃) (ВСТ – сточная вода). Они поступают от производства капролактама и цеха №3.

Трубопровод К₇ – аммоний содержащий сток (КСП – конденсат сокового пара) от корпусов 714, 909, 914 заведен в приёмную камеру корп.2021. Стоки с цеха №3 также поступают по трубопроводу К₇ в корп.2021 цеха №39.

В таблице 6 представлен состав стока КПС.

Таблица 6 – Состав стока КСП

№ п/п	Наименование показателей	Концентрация на выходе НДФ
1	2	3
1	Азот аммонийный, мг/л	Не более 400
2	Азот нитратный, мг/л	Не более 100
3	ХПК, мгО ₂ /л	Не более 340
4	рН	Не более 11

Продолжение таблицы 6

1	2	3
5	Температура, °С	Не выше 50
6	Сульфаты	Не выше 500 мг/дм ³

Трубопровод К₁₃ – нитрат содержащий сток (ВСТ – вода сточная) от корп. 946, 709, 912, 916, 2080 заведен в приёмную камеру корп.2023.

В таблице 7 представлен состав стока ВСТ.

Таблица 7 – Состав стока ВСТ

№ п/п	Наименование показателей	Концентрация на выходе НДФ
1	2	3
1	Азот аммонийный, мг/л	Не более 20
2	Азот нитратный, мг/л	Не более 1660
3	ХПК, мгО ₂ /л	Не более 10000
4	рН	Не более 2
5	Температура, °С	Не выше 50

Применяемые реагенты и материалы

В процессе очистки сточных вод используются следующие реагенты и материалы:

- ортофосфорная кислота (Н₃РО₄) 73-98%, 25 л/сут., подается в к. 2022, к. 2024;

- углекислый газ (СО₂), от цеха №11 производства аммиака АМ-70, подается вк. 2022, к. 2024;

- содовый раствор (Na₂СО₃) 5-10% (из 100% соды кальцинированной), от цеха №23 получения кальцинированной соды, подается периодически для нейтрализации, до 3 м/ч – в к. 2022, к. 2024;

- адипат натрия (NaOH), водно-щелочной сток от цеха №35 получения циклогексанона, подается в к. 2024.

Пар – в зимний период для подогрева – объекты к.2021, к. 2023, при необходимости.

Подача воздуха – от воздуходувной станции, расположенной в к. 2030.

Температура воздуха с ВДС – около 40°С.

Средняя концентрация растворенного кислорода по аэротенкам:

- нитрификатор – 3-5 мг/л;
- денитрификатор – 1 мг/л;
- аэротенк доочистки – 3 мг/л.

При поступлении стоков с содержанием загрязняющих веществ выше норм технологического режима (НТР) по линии ВСТ некондиционные стоки сливаются по трубопроводу с эстакады в камеру 2032/1, сток КСП - в камеру 2032/2. В случае если не кондиция поступает одновременно по КСП и ВСТ, сброс производится только с одного коллектора, а по второму коллектору стоки поступают в приёмную камеру, куда для разбавления подается циркуляционный сток.

Существующая схема очистки представлена в приложении на странице 67.

Направление потоков

Аммоний содержащий сток (NH_4^+) подготавливается и очищается по схеме: приёмная камера корп. 2021 → распределительный лоток → усреднитель → контрольные емкости корп. 2022 → насосы (поз. I/1-3) в корп. 2029 → нитрификатор корп. 2025 → вторичные отстойники корп. 2026 → денитрификатор корп.2027. И далее по циклу очистки нитрат содержащего стока.

Нитрат содержащий сток подготавливается и очищается по схеме: приемная камера корп.2023 → распределительный лоток → усреднитель корп.2023 → контрольные емкости корп.2024 → насосы (поз. II/1-3) в корп. 2029 → денитрификатор корп.2027 → вторичные отстойники корп.2028 → аэротенк корп.2040 → вторичные отстойники корп. 2041 → биореакторы корп. 2042 → насос (поз. VII/1-4) → УФ-установка корп.2043 → БОС ЗАО «ТольяттиСинтез», ВОЦ-8 производства капролактама.

Усреднители

Усреднители корп.2021 и корп.2023 расположены ниже приемных камер, одинаковые по конструкции, выполнены по типу многоканальных, проточных сооружений с каналами различной длины и ширины. Из приемной

камеры стоки поступают в каналы соответствующего усреднителя через выпуски верхнего лотка. По каналам стоки проходят с разной скоростью и собираются в нижний лоток с тремя окнами, а затем стоки поступают в контрольные камеры корп. 2022 или 2024.

С трех сторон усреднителей расположены аккумулирующие резервуары. Они соединены с приемными камерами окнами, перекрывающиеся шиберами. Водослив окон выполнен таким образом, что поддерживает уровень в верхнем лотке на заданной отметке. При залповых расходах часть стока направляется в аккумулирующий резервуар, откуда, через систему опорожнения в колодцах, поступает в камеру 2037, а затем насосом из корп. 2029 откачивается в приемную камеру корп. 2021 или корп. 2023.

Таким образом, в усреднителях за счет разной скорости происходит усреднение стоков КСП и ВСТ по загрязнениям и за счет аккумулирования, по расходу.

Контрольные ёмкости

Усредненные стоки из нижнего лотка корп. 2021 через два открытых выпуска переливаются в две из трех контрольных камер корп. 2022 и соответственно из корп. 2023 через выпуски в корп. 2024. Контрольные камеры предназначены для подготовки стоков к биологической очистке. Они работают в следующем режиме: две камеры заполняются, в соответствии с результатами аналитического контроля, в сточные воды вводятся реагенты, производится непрерывное перемешивание и подача на биологическую очистку. По одной камере подготовки стоков корп. 2022, 2024 находятся в резерве.

Подготовка аммоний содержащего стока заключается в корректировке рН, содержания бикарбонатной щёлочности (HCO_3^-) и фосфора, путем введения углекислого газа, раствора соды и ортофосфорной кислоты в систему гидроперемешивания. Раствор соды и ортофосфорной кислоты подаются через гребенку на всас насоса поз. Ia/1,2, а углекислый газ вводится через эжек-

тор в нагнетание того же насоса.

После получения удовлетворительных результатов аналитического контроля подготовленный сток через открытые шиберы поступает в нижний лоток корп. 2022, откуда насосом перекачивается по трубопроводу в нитрификатор корп. 2025.

Подготовка нитрат содержащего стока в корп. 2024 заключается в корректировке ХПК, рН, фосфора, путем введения ВЩС, раствора соды, ортофосфорной кислоты через гребенку на всас насоса поз. Па/1-2 гидроперемешивания.

После получения удовлетворительных результатов аналитического контроля подготовленный сток через открытые шиберы поступают в нижний лоток корп. 2024, откуда насосом подается по трубопроводу в денитрификатор корп. 2027.

Реагентная обработка

Реагенты подаются по трубопроводам, проложенным по эстакадам И₆₋₁, И₆₋₃, И₆₋₉:

- трубопровод ГУ – трубопровод углекислого газа от цеха №11, заведен в корп. 2029;
- трубопровод водно-щелочных стоков К₁₈ от цеха №35, заведен в корп. 2029;
- трубопровод Щ – трубопровод содового раствора от корп. 916, заведен в корп. 2030 к емкостям поз. Е_{8/1,2}, насосам поз. 9/1-3 и далее в корп. 2029;
- трубопровод КФ – трубопровод ортофосфорной кислоты от корп. 2030, заведен в корп. 2029.

Трубопроводы подачи реагентов подключены к насосам гидроперемешивания поз. IA/1,2 корп. 2022, поз. ПА/1,2 корп. 2024. По эстакадам подведены трубопроводы подачи воздуха КИП, пара (П₅), воздуха технологического сжатого (ВТС), теплофикационной воды (ВТП, ВТО) и спутникового обогрева (ВГП, ВГО).

Камера некондиционного стока

В случае поступления в корп. 2022 и корп. 2024 некондиционных стоков, аммоний содержащие сточные воды направляются насосом в камеру некондиционного стока 2032/2 и, соответственно, нитрат содержащие сточные воды в камеру 2032/1. В последующем содержимое камер 2032/1,2 в допустимых количествах откачивается насосом в соответствующую приёмную камеру.

Аэротенки - нитрификаторы

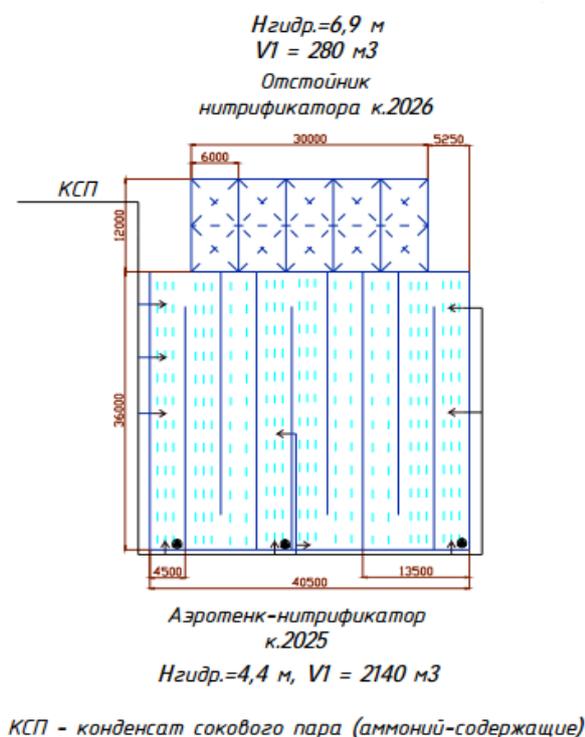
Нитрификатор корп. 2025, в который поступают аммоний содержащие сточные воды, представляет собой 3-х секционное, 3-х коридорное сооружение с монолитным железобетонным днищем и стеновыми панелями. Рабочий объем – 6420 м³. Каждая секция работает автономно и может отключаться на ремонт, без нарушения общей технологической схемы. Секции имеют по три коридора. По длине коридоров по днищу смонтирована система аэрации из фильтросных труб или установленных в ряд эрлифтов. Аэрация осуществляется сжатым воздухом, который компримируется при помощи турбокомпрессоров в корп. 2030, по коллекторам и трубной разводке подается на сооружения биологической очистки.

Отстойники нитрификаторов

Нитрифицированный сток собирается в нижний лоток корп. 2025 и через регулируемые заслонками выпуски поступает в верхний лоток вторичных отстойников корп. 2026/1-5. В корп. 2026, происходит разделение нитрифицированного стока от активного ила. Его оседанию способствует установленная у верхнего лотка полупогружная перегородка, направляющая иловую смесь в зону отстаивания. Осевший в конусные части ил, перекачивается при помощи эрлифтов в иловую камеру корп. 2025. Для того чтобы ил не залеживался в конусах отстойников, их периодически (раз в смену) продувают при помощи существующих барботажных систем.

Осветленный нитрифицированный сток из отстойников собирается в нижний лоток корп. 2026, из которого через выпуски распределяется по сек-

циям денитрификатора. На рисунке 2 представлена схема отстойника, аэротенка-нитрификатора.



**Рисунок 2 – Схема отстойника, аэротенка-нитрификатора
Аэротенки-денитрификаторы**

Денитрификатор корп. 2027, в который поступают на денитрификацию сточные воды со стадии нитрификации и нитрат, содержащие из корп. 2024, представляет собой 3-х секционное, 3-х коридорное сооружение с монолитным железобетонным днищем и стеновыми панелями. Рабочий объем – 7020 м³. Каждая секция работает автономно и может отключаться на ремонт, без нарушения общей технологической схемы.

В начало первых коридоров поступают нитрифицированный сток из нижнего лотка корп. 2026 и активный ил по трубам из иловой камеры, смонтированной над корп. 2027.

Нитрат содержащий сток из корп. 2029 по коллектору и трубной разводке распределяется в соответствии с показаниями расходомеров по первым и вторым коридорам и вводится при помощи гребенок с соплами.

Процесс денитрификации основан на окислении органического веще-

ства кислородом, который бактерии извлекают из нитратов. В связи с этим, основными условиями ведения данного процесса является наличие в стоках отношения $N-(NO_2 + NO_3)$: ХПК, как $1:6 \div 10$, поддержание растворенного кислорода на низком уровне не более 0,5 мг/л и осуществление интенсивного перемешивания сточных вод с активным илом. Для этого в корп. 2027 смонтированы система гидроперемешивания, гребенки с соплами, которые смонтированы по длине всех коридоров в двух уровнях – у днища и в средней по глубине части, и система крупнопузырчатой аэрации, перфорированные трубы которой расположены на тех же уровнях.

Предусмотрено периодическое отключение системы гидроперемешивания, отключая насосы системы гидроперемешивания, корп. 2029, на период, определенный удовлетворительными показателями аналитического контроля сточных вод в денитрификаторе. На период отключения системы гидроперемешивания исключен контроль НТР по расходу стока и давлению стока для гидроперемешивания в денитрификаторе корп. 2027.

На случай передозировки ВЩС в корп. 2024 или залповых сбросах органики в стоках, когда требуются повышенные концентрации кислорода, предусмотрена мелкопузырчатая аэрация при помощи фильтросных труб в 1-м и 2-м коридорах и камере регенерации. Камера регенерации предназначена для восстановления работоспособности ила и отдувки газообразного азота, пузырьки которого препятствуют оседанию ила в отстойниках корп. 2028.

В денитрификаторе возраст активного ила поддерживается 60 суток. Отбор избыточного ила производится также эрлифтами, как и корп. 2025. Из иловой камеры корп. 2027 избыточный ил сбрасывается самотеком в камеру 2035, а из нее насосом отправляется по трубопроводу на сооружения или участок обработки осадка.

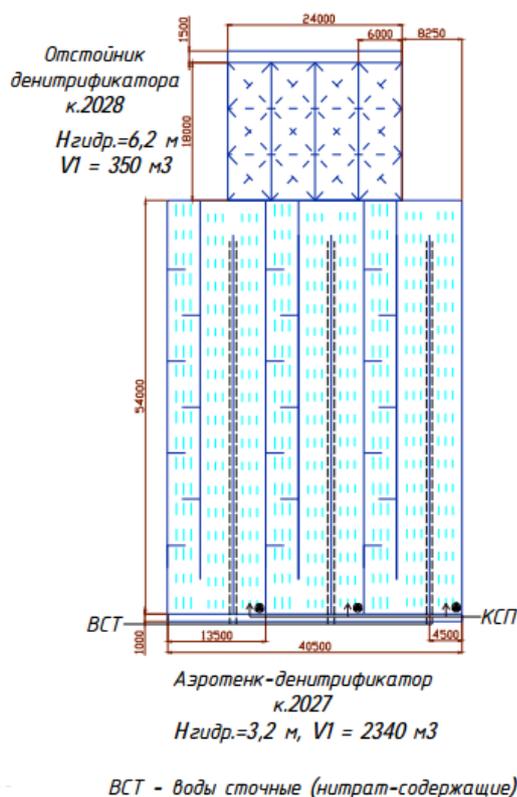
Отстойники денитрификаторов

Денитрифицированный сток с активным илом из корп. 2027 по регулируемым выпускам поступает в верхний лоток корп. 2028, а из него в четыре

отстойника. Их устройство и работа аналогичны корп. 2026. Осевший в отстойниках активный ил при помощи эрлифтов возвращается в иловую камеру корп. 2027 и далее в первые коридоры денитрификатора. Осветленная жидкость собирается в нижний лоток корп. 2028.

Часть стока из сборного лотка направляется по самотечному коллектору в камеру 2036, из которой подается на гидроперемешивание. При включенной системе, гидроперемешивание осуществляется денитрифицированным стоком насосами. Распределительная система в корпусе 2027 размещена в 2-х уровнях.

Остальная часть стока поступает самотеком по трубопроводу в корп. 2040 на доочистку. На рисунке 3 представлена схема отстойника, аэротенка-денитрификатора.



**Рисунок 3 – Схема отстойника, аэротенка-денитрификатора
Аэротенки доочистки**

Аэротенк по конструкции и принципу действия аналогичен нитрификатору корп. 2025 и предназначен, в основном, для снятия избыточной органики. В аэротенке концентрация кислорода не должна превышать 3 мг/л. Воз-

раст ила поддерживается 20 суток.

Отстойники доочистки

Доочищенный сток с активным илом собирается в нижний лоток, а затем через регулируемые выпуски поступает в четыре отстойника корп. 2041. Их устройство и работа аналогичны отстойникам корп. 2026 и 2028. Избыточный ил из иловой камеры сбрасывается в резервуар 2035, затем на сооружения или участок обработки осадка. Активный ил возвращается в иловую камеру и далее в аэротенк. Осветленный сток собирается в нижний лоток корп. 2041, через выпуск и трубопровод самотеком разделяется на два потока.

Один поток по трубопроводу направляется в резервуар рециркуляции и оттуда в корп. 2029, далее насосами сточные воды подаются на разбавление в корп. 2021-2024, 2025, 2027; второй поток по трубопроводу направляется на доочистку в биореакторы корп. 2042.

На рисунке 4 представлена схема отстойника, аэротенка доочистки.

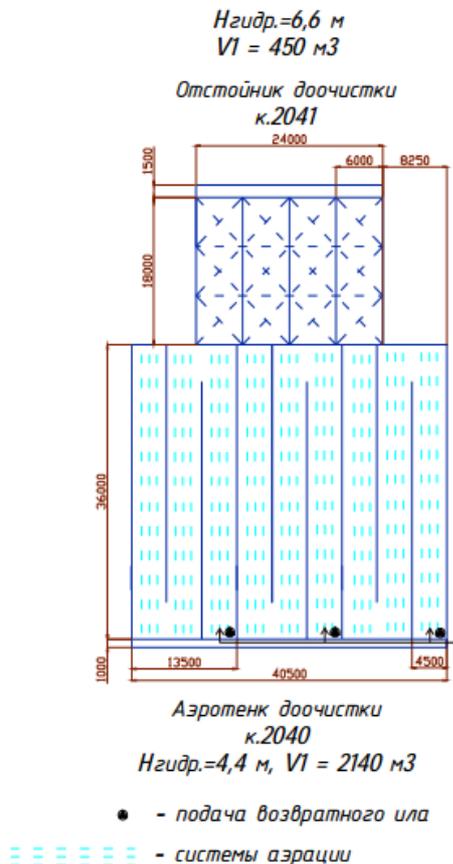


Рисунок 4 – Схема отстойника, аэротенка доочистки

Биореакторы

В биореакторах происходит последовательное снижение БПК, ХПК, азота аммонийного и других загрязнений. Основой доочистки остаточных загрязнений в промышленных стоках является процесс биологического разложения загрязнений на биопленке, которая образуется на пластиковой насадке. Кроме того, на биопленке формируются бактерии нитрификаторы, которые обеспечивают снижение азота аммонийного в сточной воде.

Пластиковая насадка закреплена в виде гирлянд в специальных кассетах. Кассеты смонтированы в 2-х секционных биореакторах по 4 штуки в секции. В центре каждой кассеты располагается эрлифт, направляющий поток воды снизу вверх. Интенсивная циркуляция воды через пластиковую насадку необходима для массообмена между бактериями биопленки и загрязнениями.

В процессе эксплуатации биореакторов на насадке происходит накопление активного ила, который при его избытке начинает выноситься с потоком воды, что увеличивает наличие взвешенных веществ в стоках. Данное состояние отрицательно сказывается на работе УФ-установки и вторичном загрязнении очищенного стока, что способствует биообрастанию на градирнях водооборотных циклов.

Удаление избытка биопленки с бионасадки осуществляется при ее регенерации водовоздушной смесью. Сжатый воздух подается в воду через систему перфорированных труб, расположенных под кассетами. После двадцати минут барботирования сточные воды сливаются в камеру опорожнения 2044 одновременно с барботажем, где затем насосами откачиваются по трубопроводу на доочистку в аэротенк корп. 2040.

УФ - обеззараживание

Так как очищенные сточные воды после биореакторов поступают в водооборотные системы производства, стоки обеззараживаются от болезнетворных бактерий в УФ-установке в корп. 2043 при помощи ультрафиолетовых лучей.

Прошедший дополнительную очистку в биореакторах сток по трубопроводу поступает в камеру 2039 и насосами из корп.2029 откачивается на УФ - установку корп. 2043.

Технология УФ - дезинфекции сточных вод позволяет исключить отрицательные экологические эффекты, характерные для хлорирования и озонирования, а также образование в обработанной сточной воде токсичных, опасных для живых организмов компонентов.

При УФ - дезинфекции воды не происходит изменений ее окислительных характеристик в отличие от хлорирования и не требуется дополнительных количеств реагентов для достижения стабильности воды и повышается эксплуатационный ресурс стальных трубопроводов и арматуры.

Установка ультрафиолетового обеззараживания воды (УВД – 250/144) производительностью 250 м³/ч, состоит из камеры облучения с блоком пускорегулирующей аппаратуры (ПРА) с блоком вентилятора и шкафа управления.

Обрабатываемая вода поступает в камеру облучения, где подвергается воздействию УФ - излучения газоразрядных ртутных бактерицидных ламп низкого давления ДБ-75, помещенных в защитные кварцевые чехлы.

Сброс очищенных сточных вод

Очищенный сток, пройдя дезинфекцию под действием ультрафиолетового облучения специальных ламп, расположенных в УФ - установке, направляется по трубопроводу на промышленное водоснабжение.

Схема откачки предусматривает подачу химически загрязненных сточных вод по существующему трубопроводу на БОС ЗАО «ТольяттиСинтез» без УФ-дезинфекции.

Сгущение осадков

Образующийся избыточный ил из иловых камер корп. 2040 и 2027 по самотёчным трубопроводам сливается в камеру 2035, а затем насосом откачивается на сооружения или участок обработки осадка для уплотнения ила и временного хранения. На всасывающий трубопровод насоса, через ротаметр,

посредством эжектора подается воздух совместно с избыточным илом. Данная иловоздушная смесь по трубопроводу откачивается на узел напорных баков 2052/1,2.

Напорный бак представляет собой емкость, гуммированную изнутри, с объемом 2 м³ и рабочим давлением 0,5÷0,6 МПа (5÷6 кгс/см²) кг/см². Иловоздушная смесь через эжектор, находящийся внутри напорного бака, дополнительно насыщается воздухом и под давлением 0,5÷0,6 МПа (5÷6 кгс/см²) кг/см² поступает по трубопроводу на флотаторы 2047/1-2. В резервуаре флотатора снимается давление поступающей жидкости и происходит интенсивное выделение пузырьков воздуха, которые связывают взвешенные частицы избыточного ила и поднимают к поверхности флотатора (флотируют). Образовавшаяся флотационная пена (уплотненный ил) вращающимися скребками отводится в лоток и поступает по трубопроводу в резервуар уплотненного ила 2048, а затем насосами иловой насосной станции корп. 2049, откачивается на иловые площадки корп. 2050. Осветленный сток, отделенный во флотаторе от избыточного ила, сливается в сборный лоток, расположенный вдоль борта флотатора, а затем по трубопроводу поступает в резервуар осветленного стока 2053. Сток из камеры 2053 насосами откачивается по трубопроводу в денитрификатор корп. 2027.

Сушка осадков

Иловые площадки корп. 2050 / 1-4, представляют собой земляные резервуары, днище и боковые склоны которых бетонированы.

Рабочие размеры: площадки № 3,4 размером 40х90 м, площадки № 1,2 - 25х70 м. Общая площадь - 1,07 га, максимальная высота заполнения уплотненным илом - 0,5 м.

С целью полного обезвоживания и подсыхания уплотненного ила, на основании иловых площадок расположена дренажная система, состоящая из железобетонных лотков, в которых проложены перфорированные трубы. Железобетонные лотки засыпаны послойно щебнем разного размера, диаметром от 5÷10 мм до 40÷70 мм. Поступающий ил подвергается на иловых площад-

ках дальнейшему уплотнению и высыханию в естественных условиях. При наполнении иловой площадки, подсушенный ил вывозится автотранспортом на рекультивацию. Иловая вода дренируется через щебень в лотки и по перфорированным трубам сливается в колодцы поз. 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 17, 18, 20, 21, 22, 24, 25, 27, 28, расположенные между иловыми площадками. Далее дренажная вода по трубопроводу поступает в резервуар опорожнения 2044, откуда погружным насосом «Гном» откачивается в корп. 2040. При необходимости для ускорения высыхания, осветленная вода, отстоявшаяся над уплотненным илом, сливается через систему шиберов по трубопроводу в резервуар 2044. Для промывок при засорении дренажных систем иловых площадок используется очищенная вода, подаваемая по трубопроводу из корп. 2029. После вывоза подсушенного ила и очистки площадки дренажные системы промываются химически загрязненной водой поочередно в теплое время года.

Воздуходувная станция

Воздуходувная станция корпуса 2030 предназначена для обеспечения процесса биологической очистки технологическим воздухом, который сжимается при помощи турбокомпрессоров – ТВ-175-1,6 поз.1/1-1/8.

Температура сжатого воздуха турбокомпрессоров до +70 °С.

Реагентное отделение

Кислотное и содовое отделения размещены в корп. 2030. Оно предназначено для приема и дозирования ортофосфорной кислоты 73%, раствора соды кальцинированной 5÷10% на всас насосов гидроперемешивания.

Бытовые стоки

Бытовые стоки от корп. 2030 и 2029 сливаются в систему канализации и самотеком поступают в приемную камеру насосной станции корп. 375 с последующей откачкой насосами в общий коллектор заводской канализации [43].

В приложении на странице 68 указаны нормы технологического режима.

Список сооружений и основного технологического оборудования представлен в приложении на странице 74.

В таблице 8 указаны общие требования к составу и свойствам воды в водных объектах.

Таблица 8 - Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования

№ п/п	Показатели	Категории водопользования	
		Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения и пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
1	2	3	4
1	Взвешенные вещества*	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на:	
		0,25 мг/дм ³	0,75 мг/дм ³
		Для водных объектов, содержащих в межень более 30 мг/дм ³ природных взвешенных веществ, допускается увеличение их содержания в воде в пределах 5 %. Взвеси со скоростью выпадения более 0,4 мм/с для проточных водоёмов и более 0,2 мм/с для водохранилищ к спуску запрещаются	
2	Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопления других примесей	
3	Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
		20 см	10 см
4	Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемые:	
		непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно
5	Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3°С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
6	Водородный показатель (рН)	Не должен выходить за пределы 6,5-8,5	
7	Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм ³ , в т. ч.: хлоридов - 350; сульфатов - 500 мг/дм ³	
8	Растворённый кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм ³ в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня	

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4
9	Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅)	Не должно превышать при температуре 20 °С	
		2 мг О ₂ /дм ³	4 мг О ₂ /дм ³
10	Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	Не должно превышать:	
		15 мг О ₂ /дм ³	30 мг О ₂ /дм ³
11	Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	
12	Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	
13	Жизнеспособные яйца гельминтов (аскарид, власоглав, токсокар, фасциол), онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	Не должны содержаться в 25 л воды	
14	Термотолерантные колиформные бактерии**	Не более 100КОЕ/100мл**	Не более 100 КОЕ/100мл
15	Общие колиформные бактерии**	Не более	
		1000 КОЕ/100 мл**	500 КОЕ/100 мл
16	Колифаги**	Не более	
		10БОЕ/100мл**	10БОЕ/100мл
17	Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии***	$\sum (A_i / Y_{Vi}) \leq 1$	

Примечания:

* Содержание в воде взвешенных веществ не природного происхождения (хлопья гидроксидов металлов, образующихся при обработке сточных вод, частички асбеста, стекловолокна, базальта, капрона, лавсана и т. д.) не допускается.

** Для централизованного водоснабжения; при нецентрализованном питьевом водоснабжении вода подлежит обеззараживанию.

*** В случае превышения указанных уровней радиоактивного загрязнения контролируемой воды проводится дополнительный контроль радионуклидного загрязнения в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности.

A_i - удельная активность 1-го радионуклида в воде;

Y_{Vi} - соответствующий уровень вмешательства для 1-го радионуклида (приложение П-2 НРБ-99) [43].

В таблице 9 представлено существующее качество очистки сточных вод, а также нормы очистки.

Таблица 9 – Существующее качество очистки, нормы очистки

№ п/п	Наименование показателей	Единица измерения	Значение	Требование на БОС ТК	Требование ВОЦ
1	2	3	5	6	7
1	рН		8,8	6,5-8,5	8,1-8,4
2	ХПК	мгО₂/л	401,3	≤300	30
3	БПК ₅	мгО ₂ /л	64,3	≤300	БПК полн.-9,0
4	Взвешенные вещества	мг/л	161,9	≤50	3
5	Азот аммонийный	мг/л	11,8	≤6,0	0,08
6	Азот нитритов	мг/л	0,7	≤1,0	0,03
7	Азот нитратов	мг/л	6,5	≤10,0	0,68
8	Фосфаты (по Р)	мг/л	0,2	≤6	0,1
9	Капролактам	мг/л	0,4	-	н/н
10	Циклогексанон	мг/л	2,4	-	н/н
11	Циклогексанол	мг/л	1,6	-	н/н
12	Жесткость	мг/л	2,0	-	3,3
13	Щелочность общая	мг-экв/л	64,0	-	1,4-2,1
14	Удельная электропроводность	мкСм/см	4 568	-	390
15	Общее солесодержание	мг/л	2 467	-	205
16	Сульфаты	мг/л	116,5	≤500	60
17	Хлориды	мг/л	47,7	-	34
18	Железо Fe ⁺³	мг/л	4,4	-	0,34
19	Магний	мг/л	0,6	-	12
20	Соединения кремния SiO ₂	мг/л	63,3	-	6,2
21	Кальций Са	мг/л	47,7	-	2,1

Примечание: н/н – не нормируется

Из таблицы 9 видно, что после очистки в цехе наблюдаются превышения по следующим показателям: ХПК, взвешенных веществ и азоту аммонийному.

Необходимого качества сточных вод можно достичь путём модернизации биореакторов к. 2042.

2.4 Факторы, влияющие на степень очистки стоков

Биоплёнка

Биоплёнка — множество микроорганизмов, расположенных на какой-либо поверхности, клетки которых прикреплены друг к другу. Развитие биоплёнки, а иногда и саму биоплёнку также называют биообрастанием.

Микроорганизмы образуют биоплёнку под влиянием ряда факторов, включая клеточное распознавание мест прикрепления к поверхности и наличие питательных или агрессивных веществ, кислорода и т. д.

Формирование того, или иного типа биоценоза зависит от состава стоков и нагрузки на систему очистки, определяемыми конструкцией и режимами эксплуатации очистного сооружения аэробной биоочистки.

Оценивается жизнеспособность и активность каждой биологической системы с помощью анализа по определённым параметрам, к которым относятся иловый индекс, зольность ила, его возраст и прирост биомассы.

Формирование биоплёнки и активного ила включает в себя две стадии.

Первая стадия носит название сорбции. На данном этапе воды подвергаются физико-химическим воздействиям, в ходе которых происходит адсорбция растворённых органических веществ и, в частности, коллоидов. В этих процессах активное участие принимают бактериальные клетки. Адсорбция обуславливает образование активного ила и биоплёнки.

Вторая стадия – ферментативная десорбция. Суть этой стадии сводится к усвоению микробами веществ, содержащихся в водах. Происходят активные ферментативные процессы, адсорбированные вещества разрушаются, сорбционные способности бактериальных клеток восстанавливаются [63].

В цехе №39 используется биореактор с загрузкой в виде закреплённых пластиковых воланов. В виду своих конструктивных особенностей сооружение малоэффективно, так как биоплёнка на насадках практически не образуется. Тем самым не достигается качество очистки, соответствующее нормам.

Активный ил – совокупность микроорганизмов, которые используются для биологической очистки сточных вод в специальных сооружениях: аэро-

тенках, биологических фильтрах. Активный ил представляется собой хлопья различной величины, которые свободно плавают в толще воды, или закреплены на загрузке фильтров или аэротенков. По видовому составу активный ил — это гетеротрофные бактерии, различные хемотрофы, простейшие и многоклеточные организмы, составляющие биоценоз. Очистка сточных вод в сооружениях биологической очистки происходит за счет поглощения органических веществ простейшими бактериями, биосорбции и биохимического окисления [58].

В процессах разложения загрязняющих веществ в аэротенках основная роль принадлежит гетеротрофным флокуло образующим бактериям. Флокуло образующие бактерии — это множество клеток микроорганизмов, объединённых биополимерным гелем в хорошо защищённое и организованное структурно-функциональное целое — хлопья активного ила. Популяции флокуло образующих бактерий составляют в иле 90-95%, их функциональное состояние, активность и адаптированность к экологическим условиям аэротенков определяют устойчивость и эффективность биохимического окисления загрязняющих веществ, присутствующих в сточных водах.

Активный ил только в флокулированном состоянии может удерживаться во вторичных отстойниках, накапливаться в аэротенках (за счет возврата необходимого объема) и обеспечивать высокие скорости окисления загрязняющих веществ. По существу, качество очищенных вод определяется способностью активного ила к флокуляции.

Хорошо флокулирующие, сформировавшиеся хлопья позволяют интенсифицировать следующие процессы:

- сорбции загрязняющих веществ на поверхность хлопьев за счет увеличения их массы;
- биохимического окисления загрязняющих веществ из-за повышения биомассы флокуло образующих, наиболее биохимически активных, и снижения биомассы сорных, патогенных бактерий;
- сохранения ила в системе;

- снижения мутности за счет развития простейших, связанных с хлопьями.

Процесс образования хлопьев и их последующей агрегации (укрупнения) зависит от нескольких причин, среди которых можно выявить наиболее важные:

- удовлетворительное продуцирование флокуло образующими бактериями биополимерного геля;
- поддержание достаточного возраста ила (чем старше ил, тем крупнее хлопья);
- удовлетворительное перемешивание ила и снабжение его растворенным кислородом;
- допустимое количество и сочетание токсикантов в сточных водах;
- незначительная степень развития в активном иле нитчатых или пенообразующих организмов.

Клетки гетеротрофных бактерий активного ила при контакте с загрязняющими веществами сточных вод окружают себя слоем слизисто-тягучего биополимерного геля (вязкого коллоидного раствора). Объем выделяемого геля распределяется вокруг клеток и хлопьев активного ила, защищая их от неблагоприятного воздействия сточных вод, участвуя в процессе флокуляции (слипания) хлопьев между собой, и играет доминирующую роль в обеспечении сорбции загрязняющих веществ и их трансформации внутри микробных клеток.

Активные свойства ила зависят от его возраста. Возраст активного ила - среднее время пребывания хлопьев ила в системе «аэротенк - вторичный отстойник». Его величина обратно пропорциональна скорости прироста ила. Чем больше нагрузки на ил, тем больше его прирост и больше объем образующегося избыточного ила, который отгружается и поэтому быстрее обменивается, следовательно, возраст ила уменьшается. При возрастании выноса ила уменьшается его прирост, ослабляются окислительные свойства, и сокраща-

ется скорость извлечения субстрата: возраст ила увеличивается. Таким образом, все неблагоприятные факторы, способствующие перегрузке активного ила по органическим загрязняющим веществам и избыточному выносу ила из вторичных отстойников, приводят, прежде всего, к изменению возраста активного ила.

К хлопьям активного ила предъявляются следующие требования:

- они должны эффективно извлекать загрязняющие вещества из воды;
- сами хорошо отделяться от очищенной воды осаждением.

Молодые, активно растущие хлопья, способны быстро извлекать загрязняющие вещества, но могут иметь недостаточные свойства осаждения, вместе с тем, хорошо оседающий ил, может иметь пониженные силы ферментативного окисления загрязняющих веществ. Иногда при очистке сложных промышленных стоков хлопьев вообще не образуется (так как в иле доминируют виды бактерий, способные очищать эти загрязнения, но не способные к флокуляции).

По мере того, как хлопья растут и стареют, они в большей степени состоят из мертвых клеток и аккумуляированных инертных частиц (мертвые клетки тоже чистят воду своими энзимами, но хуже и непродолжительно). Хорошее окисление могут производить только активные живые клетки. Таким образом, происходит снижение главной активности хлопьев по мере их старения, хлопья увеличиваются в размере, лучше сорбируют загрязнения, лучше защищены биополимерным гелем от токсикантов, лучше отделяются от очищенной воды при отстаивании, однако в стареющих хлопьях снижается относительная численность активных живых клеток, соответственно, сила окисления загрязнений. При увеличении размера хлопьев ила ухудшается доступ кислорода к отдельным бактериальным клеткам, снижается окислительная способность ила и затрудняется отведение метаболитов, т.е. ухудшается режим массообмена клеток с окружающей средой.

Причины вспухания активного ила

Вспуханием называется изменение свойства состояния активного ила в неблагоприятных условиях функционирования, характеризующееся увеличением его объёма и ухудшением седиментационных свойств. В результате активный ил не осаждается во вторичных отстойниках, а непрерывно выносятся с очищенной водой.

В результате выноса активного ила на очистных сооружениях увеличиваются его потери, и тем самым сокращается необходимый прирост биомассы. Это приводит к снижению эффективности биохимического окисления загрязняющих веществ и дополнительному ухудшению качества биологической очистки.

Вспухание активного ила может быть эпизодическим и хроническим. Если причины, вызывающие вспухание, действуют непродолжительно, это способствует возникновению эпизодического вспухания, которое характеризуется внезапным началом, быстрым подъёмом, интенсивным, но коротким развитием. Хроническое вспухание долго длится или часто повторяется, что приводит к вырождению биоценоза, постепенному ухудшению и постоянно неудовлетворительному качеству очистки.

По характеру изменений, происходящих в активном иле, вспухание подразделяется на два основных типа:

– гелевое — развивается вследствие избыточного продуцирования внеклеточного биополимера (геля) гетеротрофными бактериями активного ила в ответ на присутствие в сточных водах сложно окисляемых или биохимически неокисляемых веществ промышленного происхождения. В результате между бактериальными клетками ила накапливается много коллоидного рыхлого вещества, которое значительно увеличивает общий объём хлопьев ила и сопровождается снижением его окислительной способности и сокращением прироста ила;

– нитчатое — развивается вследствие резкого увеличения численности нитчатых форм организмов (хламидобактерий, сапрофитных грибов, цианобактерий).

Причинами этого являются:

- высокие нагрузки на активный ил;
- недостаток питательных веществ в сточной воде;
- токсичные сточные воды;
- недостаточный возраст активного ила;
- сточные воды с рН менее 5,0.

Увеличение выноса взвешенных веществ из вторичных отстойников, в результате накопления нитчатых микроорганизмов в активном иле, составляет от 30 до 60 % от нормы. Степень выноса зависит от интенсивности вспухания и конструктивных особенностей вторичных отстойников [19].

На странице 83 в приложении указаны основные причины вспухания активного ила.

Причины снижения осаждаемости активного ила

К основным факторам, способствующим избыточному выносу взвешенных веществ (активного ила) из вторичных отстойников относятся следующие:

- гидравлические перегрузки, которые обусловлены превышенным (в сравнении с проектным) объёмом сточных вод, поступающих на очистку;
- неудовлетворительной эксплуатацией вторичных отстойников, неравномерное распределение потоков между всеми работающими отстойниками, разрушение водопереливов и т.п.;
- неравномерное поступление сточных вод на очистные сооружения и возникновение гидравлических пиковых перегрузок;
- превышение удельных нагрузок на активный ил по содержанию растворённых органических загрязняющих веществ, в результате чего происходит неэффективное окисление их в аэротенках и процесс доокисления про-

должается во вторичных отстойниках, в условиях отсутствия кислорода, что приводит к загниванию активного ила, диспергированию хлопьев и их выносу из отстойников;

- воздействие токсичных сбросов, приводящее к дефлокуляции хлопьев ила, блокированию дыхательных ферментов у организмов, нарушению процесса биологического окисления загрязняющих веществ, что в совокупности приводит к возрастанию кислород поглотимости ила и нарушает процесс отстаивания во вторичных отстойниках;

- недостаток кислорода в аэротенках и вторичных отстойниках. В аэротенках недостаток растворенного кислорода в иловой смеси приводит к снижению окислительной способности активного ила и повышенной потребности его в кислороде во вторичных отстойниках. При недостатке растворенного кислорода во вторичных отстойниках активный ил будет загнивать, хлопья ила диспергироваться, всплывать и выноситься из отстойников;

- перегрузка по массе взвешенных веществ на вторичный отстойник. Рабочую нагрузку по взвешенным веществам необходимо постоянно поддерживать меньшую, чем максимальная расчётная, что непосредственно связано со своевременным удалением осевшего ила из вторичного отстойника и постоянным поддержанием оптимальной концентрации возвратного ила;

- образование залежей ила на дне вторичного отстойника, что может быть обусловлено плохой работой эрлифтов, несвоевременным удалением, а также задержкой ила в системе без его отгрузки на утилизацию;

- нарушение флокуляционных и седиментационных свойств активного ила. Нарушение седиментации (осаждаемости) активного ила характеризуется иловым индексом. Нарушение флокуляции активного ила — это нарушение процесса объединения хлопьев ила при отстаивании. При нарушении флокулообразования каждая отдельная частичка активного ила осаждается со свойственной ей скоростью сама по себе, независимо от других частиц. Надильная вода мутная, содержит много отдельных частиц ила.

ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Опыт 1 - Бихроматный метод определения ХПК

ХПК - это количество кислорода в миллиграммах на 1 л воды, необходимое для окисления углеродсодержащих веществ до CO_2 и H_2O , азотсодержащих - до нитратов, серу содержащих - до сульфатов, фосфорсодержащих - до фосфатов.

Наиболее полное окисление водо растворенных органических веществ достигается обработкой бихроматом в присутствии большого количества серной кислоты. Бихроматную окисляемость называют химическим поглощением кислорода – ХПК. Это основной метод определения окисляемости; его следует применять при анализе сточных загрязненных вод, окисляемость которых равна или превышает $100 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1}$. Установлено, что окисляются практически все вещества (95-98%) до CO_2 и H_2O . Недостающие 2-5% - это часть не окисленных веществ (пиридин, бензол, нафталин), а также образование летучих, устойчивых к окислению продуктов распада (CO , CH_4).

Окисление проводят в 50%-ной по объему серной кислоте в присутствии катализатора сульфата серебра. Мешающее влияние хлоридов устраняют, вводя в раствор сульфат ртути.

После окисления избыток бихромата оттитровывают солью Мора $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2$ в присутствии индикаторов ферроина и N-фенилантраниловой кислоты.

Поправка на окисление неорганических восстановителей устанавливается путем титрования 20 мл исследуемой воды 0,01н раствором KMnO_4 в слабокислой среде.

Ход работы

Отберите 20 мл пробы и поместите в круглодонную колбу для кипячения. Прибавьте 10 мл 0,25 н раствора бихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 0,4 г HgSO_4 , 0,4 г Ag_2SO_4 и кипяильники. К смеси осторожно прилейте 30 мл H_2SO_4

(конц.), после чего в колбу вставьте обратный холодильник и кипятите 2 часа. Затем смесь охладите, отсоедините холодильник, прибавьте 5 капель N-фенилантраниловой кислоты и титруйте избыток бихромата титрованным раствором соли Мора до изменения окраски индикатора. Параллельно проведите холостой опыт с 20 мл дистиллированной воды.

Расчет

Бихроматную окисляемость (ХПК) в мг $O_2 \cdot л^{-1}$ вычислите по формуле:

$$ХПК = \frac{(V_2 - V_1) \cdot K \cdot 0,25 \cdot 8 \cdot 1000}{V_3} = \frac{2000 \cdot (V_2 - V_1)}{V_3}, \quad (1)$$

где:

V_1 – объём раствора соли Мора, израсходованный на титрование пробы, мл;

V_2 – объём раствора соли Мора, израсходованный на холостой опыт, мл;

K – поправочный коэффициент для соли Мора (для приведения к 0,25 н);

V_3 – объём пробы, взятой для определения, мл;

8 – эквивалент кислорода [64].

Подставив значения в формулу 1 получим:

$$ХПК = \frac{2000 \cdot (26,7 - 21,8)}{20} = 480 \text{ мг} O_2 / \text{л}.$$

3.2 Опыт 2 - Определение взвешенных веществ

Взвешенные вещества представляют собой не растворимые в воде загрязнения. Их определяют гравиметрически после задержки на фильтре.

Подготовка бумажных фильтров

Бумажные обеззоленные фильтры маркируют, складывают, помещают в воронки и промывают 100 - 150 см³ дистиллированной воды. Затем пинцетом вынимают фильтр из воронки, помещают в сложенном виде в маркированный бюкс и высушивают в сушильном шкафу при 105°C в течение 1 часа.

Затем охлаждают бюксы с фильтрами в эксикаторе и, закрыв их крышками, взвешивают на лабораторных весах с точностью до 0,1 мг. Повторяют процедуру сушки до тех пор, пока разница между взвешиваниями будет не более 0,5 мг.

Определение взвешенных веществ с использованием бумажного фильтра

Взвешенный бумажный фильтр помещают в воронку, смачивают небольшим количеством дистиллированной воды для хорошего прилипания и пропускают отмеренный объем тщательно перемешанной анализируемой пробы воды, подобранный с таким расчетом, чтобы масса осадка взвешенных веществ на фильтре находилась в пределах 3 - 200 мг.

По окончании фильтрования дают воде полностью стечь, затем фильтр с осадком трижды промывают дистиллированной водой порциями по 10 см³, осторожно вынимают пинцетом и помещают в тот же бюкс, в котором его взвешивали до фильтрования. Фильтр высушивают 2 ч при 105°С, охлаждают в эксикаторе и, закрыв бюкс крышкой, взвешивают.

Повторяют процедуру сушки, пока разница между взвешиваниями будет не более 0,5 мг при массе осадка до 50 мг и 1 мг при массе более 50 мг.

Обработка результатов измерений

Расчет производят по формуле:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{V} \cdot 1000, \quad (2)$$

где:

X - содержание взвешенных веществ, мг/дм³;

m₁ - масса бюкса с фильтром и осадком, мг;

m₂ - масса бюкса с чистым фильтром, мг;

V - объем анализируемой пробы, см³ [38].

Подставив значения в формулу 2, получим:

$$X = \frac{25470,5 - 25451,8}{250} \cdot 1000 = 74,8 \text{ мг} / \text{дм}^3$$

Результаты экспериментов выполненных в ходе работы указаны в таблице 10.

Таблица 10 – Результаты экспериментов

№ п/п	Название	Методика определения	Показатель	Норма
1	2	3	4	5
1	Бихроматный метод определения ХПК	ГОСТ 31859–2012 ВОДА Метод определения химического потребления кислорода	480 мгО ₂ /л	300 мгО ₂ /л
2	Определение взвешенных веществ	ПНДФ 14.1:2:4.254-2009 Методика измерений массовых концентраций взвешенных веществ и прокаленных взвешенных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом	74,8 мг/дм ³	50 мг/дм ³

Исходя, из данных таблицы можно сделать вывод, что содержание взвешенных веществ и ХПК в исследуемой пробе, взятой на выходе из биореактора к. 2042 превышают нормы, предъявляемые к качеству очистки сточных вод.

ГЛАВА 4. МОДЕРНИЗАЦИЯ БИОРЕАКТОРА К. 2042

Проведя анализ существующей системы очистки, а также выявив проблемы, можно предложить следующие решение:

1. Модернизация биореактора к.2042, путём замены загрузки в кассетах.
2. Установка аэрационных труб для регенерации загрузки, а также насыщения иловоздушной смеси кислородом.

Данное решение позволит снизить показатели по ХПК и взвешенным веществам, наладить работу УФ - установки, а также пустить воду в водоборотный цикл.

Согласно спецификации основного технологического оборудования в цехе используется биореактор с характеристиками указанными в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристики биореактора к. 2042

№ п/п	Наименование	Единица измерения	Размер
	1	2	3
1	Сборный железобетон		
2	Днище монолитное		
3	Внутренняя поверхность покрыта «ТАРАСИЛОМ»		
4	Двухсекционный		
5	Длина	м	11,8
6	Ширина	м	5,8
7	Высота	м	4,4
8	Рабочая глубина	м	3,5
9	Объём	м ³	168
10	Объём поступающей воды	м ³	180

Схема существующего биореактора представлена в приложении на странице 87.

На рисунке 5 схематично указаны размеры биореактора.

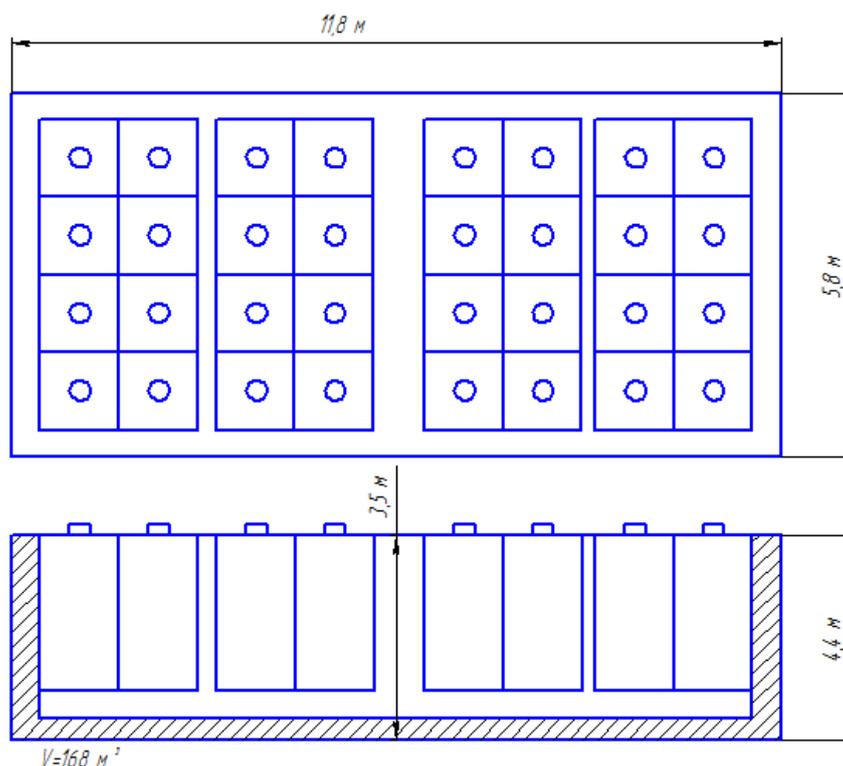


Рисунок 5 – Размерная схема

4.1 Модернизация насадочной части биореактора

Синтетические ершовые водоросли успешно используются в биореакторах для иммобилизации микроорганизмов активного ила. Одновременное присутствие свободно плавающего и иммобилизованного активного ила обеспечивает увеличение окислительной мощности биореактора и необходимый уровень очистки сточных вод.

Применение

- Модули с волокнистой насадкой «ЁРШ» предназначены для равномерного распределения и удерживания микроорганизмов по всей толще биореактора на станциях очистки сточных вод. Насадка представляет собой круглые фрагменты, изготовленные из полиамидного волокна в виде щетины, равномерно чередующиеся вдоль скрученной проволоки, изготовленной из нержавеющей стали.

- Модули устанавливают в биореакторах очистных сооружений. Использование пространственной сукцессии прикрепленных микроорганизмов

– деструкторов и трофической цепи зоопланктона позволяет осуществить полную утилизацию органических загрязнений и глубокую очистку сточных вод на уровне современных требований.

– Насадки для удерживания специфичного, адаптированного к конкретным условиям соответствующей ступени биоценоза микроорганизмов, позволяет почти вдвое увеличить биомассу микроорганизмов в системе.

– Загрузка обладает способностью аккумулировать на своей поверхности механические примеси и биомассу микроорганизмов. Одновременно адсорбция на загрузке органических веществ, являющихся резервом питания микроорганизмов, при уменьшении поступающих со сточными водами загрязнений, способствует рациональному использованию вносимого в биореактор кислорода [57].

Благодаря развитой поверхности нитей, на их поверхности также формируется биоплёнка, биоценоз которой активно участвует в извлечении из сточных вод органических загрязнений и окислении аммонийного азота. Таким образом, глубокая очистка сточной жидкости от взвешенных веществ и органических загрязнений осуществляется, благодаря одновременному протеканию двух процессов:

– процесса фильтрования суспензии через хлопьевидную "контактную" среду, формирующуюся в поровом пространстве ершовой загрузки;

– биологического процесса извлечения из сточных вод органических загрязнений разнообразным биоценозом "контактной" среды и биоплёнки.

Применение ершовой загрузки позволяет значительно увеличить окислительную мощность сооружений биологической очистки сточных вод. Тем самым достигается значительное повышение производительности очистных сооружений и интенсификация процессов биологической очистки без увеличения площадей.

Преимущества

– значительное увеличение окислительной мощности сооружений биологической очистки сточных вод;

- повышение эффективности устранения взвешенных и органических веществ (БПК, ХПК), а также аммонийного азота и фосфатов;
- долговечность и химическая стойкость в рабочей среде;
- высокая удерживающая способность биомассы, за счет развитой площади ершовой загрузки;
- применение при слабо концентрированных исходных сточных водах;
- поддержание стабильного режима очистки при колебаниях состава сточных вод;
- уменьшение объемов сооружений в 2 раза по сравнению со станциями, использующими биологические методы очистки свободно плавающим активным илом;
- высокая технологическая устойчивость эффективной очистки;
- минимальное количество избыточного ила;
- высокое качество очистки без применения дорогостоящего оборудования и реагентов;
- снижение уровня эксплуатационных затрат;
- простота в эксплуатации;
- равномерное заполнение объёма биореакторов;
- возможность регенерации от механических примесей и сгустков микроорганизмов;
- сорбирует широкий спектр микроорганизмов.

Технические характеристики

Ёрш представляет собой скрученный проволочный сердечник с поперечным вплетением отрезков нитей. Материалом для изготовления ершей служат: химические полиамидные и полиэфирные волокна в определенном соотношении и нержавеющая проволока из безникелевой стали диаметром 1,5-1,6 мм, изготовленная на специальных крутильных станках. В таблице 12 указаны технические характеристики ерша [65].

Таблица 12 - Технические характеристики ерша

№	Наименование	Размер
1	2	3
1	Диаметр ерша, мм	120±5
2	Диаметр капроновой лески, мкм	400
3	Материал скрутки	Нерж. проволока d=1,0 (мм)
4	Длина ерша	1,0-4,0
5	Поверхность иммобилизации, м ² /м ³	40-65

На рисунке 6 представлена модель существующей кассеты биореактора (слева), а также вариант её модернизации (справа).



Рисунок 6 – Модернизация кассеты

Использование ершовой загрузки обеспечивает:

- Высокую удерживающую способность и концентрирование активного ила на высокоразвитой поверхности инертной загрузки контейнера.
- Повышение эффективности очистки по БПК и ХПК на 40-60%
- Интенсификацию процессов нитри - и денитрификации.
- Повышенную устойчивость к неравномерному поступлению сточных вод (залповым выбросам) и изменениям температуры.
- Снижение эксплуатационных затрат [66].

Насадка, закрепленная с двух сторон, помещается в биореактор, куда подаются сточные воды. При этом пряди волокон, состоящие из множества элементарных нитей свободно плавают в сточной воде. Микроорганизмы и гидробионты сточных вод осаждаются на поверхности насадки, формируя слой иммобилизованного активного ила. Проходящие сточные воды очищаются на иммобилизованном активном иле и отводятся из биореактора. Процесс может проходить как в аэробных, так и в анаэробных условиях.

Волокно для ершей может быть изготовлено из капрона (поперечное сечение элементарных нитей шестиугольник), лавсана (поперечное сечение круг) и стекловолокна. Результаты очистки приведены в таблице 13.

Таблица 13 - Результаты очистки сточных вод на различной загрузке

№ п/п	Материал ершей (профиль поперечного сечения)	Количество прикреплённой микрофлоры сух. вещества, г	Эффект очистки сточных вод до/после							
			БПК	%	Взвешенные вещества, мг/л	%	Аммонийный кат., мг/л	%	ХПК	%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Капрон (шестиугольник)	10,3	381/18,3	93,8	193/18,6	94,1	25,6/1,8	92,9	425/25,4	94,1
2	Лавсан (круг)	10	344/22,7	98,4	207/24,1	88,4	24,3/2,1	91,4	387/29,8	92,3
3	Стекло (круг)	9,2	355/54,8	84,5	183/28,2	84,6	26,2/2,5	90,4	398/64,2	83,9

Из приведенной таблицы видно, что предлагаемая насадка обладает существенными преимуществами по сравнению с насадкой из стекловолокна и лавсана. Она лучше сорбирует микроорганизмы (в том числе и хемосорбирует) и, в конечном итоге, дает возможность сформировать на насадке, при прочих равных условиях, большее количество иммобилизованного активного ила и эффективнее, т.е. за меньший промежуток времени или с применением более компактных очистных устройств очистить сточные воды [59,61].

В таблице 14 представлен расчет цены за «ершовую» загрузку.

Таблица 14 - Расчет цены за «ершовую» загрузку

Наименование	Единица измерения	Показатель
1	2	3
Цена	руб/м	50
Высота кассеты	м	3,5
Ширина	м	2,5
Площадь	м ²	8,75
Расстояние между ершами	м	0,15
Количество ершей	шт	220
Длина ерша	м	3,2
Количество кассет	руб.	32
Цена за кассету	руб.	35200
Итого	шт	1126400

Регенерация загрузки «ЕРШ» осуществляется интенсивной аэрацией с последующим опорожнением биореактора. Фильтр регенерируется раз в 1-3 суток, биореактор — раз в 7-14 дней.

Продолжительность продувки составляет 10-15 минут интенсивностью 12-16 л/с.м².

Грязеемкость насадки из ершовой загрузки используется на 50–80 %, так как нельзя доводить до проскока взвесей с доочищенной водой в недопустимой концентрации.

1.2 Технологическое решение по аэрации

Использование систем аэрации позволяет осуществлять эффективную биологическую очистку стоков. Удаление органических загрязнителей осуществляется при помощи их кислородного окисления и увеличения биомассы. Мелкопузырчатая аэрация обеспечивает оптимальное распределение воздуха, равномерно насыщая воду кислородом.

Конструктивные особенности трубчатого аэратора:

- Крайне простое и надежное устройство. Аэратор лишен резьбовых соединений, что значительно ускоряет процесс сборки и позволяет обойтись без инструмента в процессе монтажа.

- Использование современных пластмасс, устойчивых к агрессивным средам.
- Возможность замены полимерной пленки после исчерпания ее ресурса [56].

Предлагается установить пневматический аэратор «ПОЛИПОР», который предназначен для аэрации хозяйственно-бытовых, промышленных, ливневых, сточных вод на очистных сооружениях различной мощности, а также компактных установках, станциях биологической очистки.

Аэратор состоит из полимерного перфорированного трубчатого каркаса, с резьбовыми концевиками, имеющими сопрягаемые внутреннюю и наружную резьбы. На поверхность каркаса, путем пневмоэкструзии нанесены два слоя полимерного покрытия.

Первый слой (крупнопористый) предназначен для равномерного распределения воздуха по длине модуля.

Второй слой (мелкопористый) - для диспергирования воздуха. Такое сочетание слоев обеспечивает мелкопузырчатое диспергирование воздуха в жидкости.

На рисунке 7 изображена аэрационная труба «ПОЛИПОР».



Рисунок 7 – Аэрационная труба

Особенности аэраторов «ПОЛИПОР»

1. Обеспечение мелкопузырчатой аэрации.
2. Обеспечение равномерного и плавного перемешивания иловой смеси по всему объему аэротенка.
3. Равномерное распределение воздуха в аэротенке.
4. Высокие массообменные характеристики.

5. Повышение степени очистки сточных вод при одновременной экономии электроэнергии.

6. Улучшение седиментационных свойств активного ила.

7. Устойчивость к гидро- и аэродинамическим ударам.

8. Химическая и коррозионная стойкость.

9. Надежное закрытие пор при снятии давления воздуха в паузах аэрации предотвращает загрязнение и обрастание мембраны.

10. Удобство и простота монтажа, а также замены элементов системы.

В таблице 15 указаны технические характеристики аэраторов «ПОЛИ-ПОР».

Таблица 15 - Технические характеристики

Наименование	Единица измерения	Размер
1	2	3
Наружный диаметр	мм	80/130/180±3
Внутренний диаметр	мм	56/98/140±3
Длина	мм	500...2000±5
Вес одного аэратора длиной 1м	кг	1,36/3,25/6,01±10%
Потери напора в аэраторе при расходе воздуха от 15 до 50 м³/ч	мм.вод.ст	80...200
Оптимальная пропускная способность	м³/ч.	5-15/15-25/25-40
Размер образующихся пузырьков	мм	2-2,5

Цена за 1м трубы 2900 руб.

Для обеспечения аэрации всего сооружения необходимо 16 труб по 5,5 м.

Расчет:

$$16 \cdot 5,5 \cdot 2900 = 255,200 \text{ руб}$$

Имеется 3 турбокомпрессора.

Один турбокомпрессор подает воздух в объеме 10000 м³/ч и затраты электроэнергии при этом 250 кВт/ч, стоимость одного киловатта 2,7 руб.

Затраты на электроэнергию составят:

$$3 \cdot 250 \cdot 2,7 = 2025 \text{ руб / час}$$

Установка работает 8 часов в день. В году 247 рабочих дней. Следовательно затраты на электроэнергию составят:

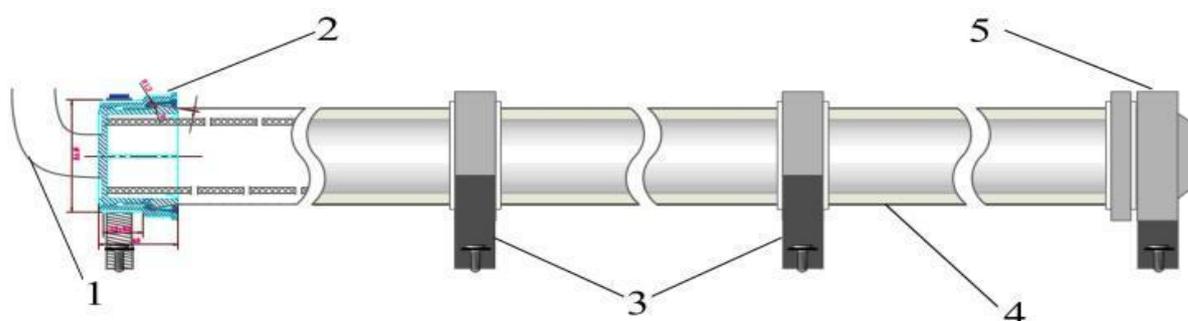
$$2025 \cdot 8 \cdot 247 = 4001400 \text{ руб} / \text{год}$$

Аэрационный элемент HYDRIG 1000

Трубчатый аэрационный элемент применяется для распыления воздуха, обеспечивая интенсивную мелкопузырчатую аэрацию ускоряя процесс растворения кислорода в воде.

Аэрационный элемент представляет собой перфорированный материал, проходя через который воздух превращается в большое количество крошечных пузырьков, поднимаясь к поверхности воды и насыщая ее кислородом.

На рисунке 8 представлена схема аэратора HYDRIG 1000.



1 - трубопровод подвода воздуха; 2 – заглушка с подводящим патрубком и опорой; 3 - опорные элементы крепления; 4 - аэрационный рукав;
5 – заглушка с опорой.

Рисунок 8 – Схема аэратора

В таблице 16 указаны технические характеристики данного аэрационного элемента.

Таблица 16 – Технические характеристики

Наименование	Единица измерения	Размер
1	2	3
Длина	мм	1000
Диаметр	мм	65
Площадь перфорации	мм	0,14
Подсоединение	мм	19
Производительность	м ³ /час	6

- Материал – пористый полимер.
- Производитель: Россия.

- Цена: 2700.00 руб.

Мембрана аэратора:

- Срок службы свыше 12-ти лет.
- Материалы проверены долгодетней надёжной эксплуатацией на станциях очистки сточных вод.
 - Высокая эластичность и долговечность аэрационных мембран в агрессивных средах, где происходит деградация даже специальных резин, обусловлена применением полиуретановой пленки.
 - Надёжное закрытие пор при снятии давления воздуха в паузах аэрации предотвращает загрязнение мембран и обрастание (система способна работать в непрерывном и в пульсирующем режимах аэрации).
 - Устойчивость к гидродинамическим ударам.
 - Низкие потери напора при прохождении воздуха через аэратор.
 - Высокая пропускная способность равномерное распределение воздуха по всей длине аэратора.
 - Материал мембраны стоек к гидролизу и влиянию микроорганизмов и плесени. Характеризуются высокими значениями прочности, износостойкости, устойчивостью к набуханию в различных маслах, а также не имеет озонного старения [60].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сброс загрязнённых стоков предприятия значительно ухудшает состояние окружающей среды и пагубно воздействует на гидросферу, а также несет за собой платы в больших размерах за негативное воздействие на окружающую среду. Чтобы избежать негативных последствий, необходимо повышать качество очистки сточных вод.

На основе анализа существующей технологической схемы очистки цеха №39 предприятия ОАО «КуйбышевАзот» были выявлены проблемы обеспечения качества очистки сточных вод, проведены экспериментальные исследования на содержание в воде ХПК и взвешенных веществ, результаты показали 480 мгО₂/л и 74,8 мг/дм³ соответственно, а также предложены технические решения по модернизации системы очистки:

1. Модернизация биореактора корп.2042, путём установки «ершовой насадки.
2. Установка аэрационных труб для регенерации загрузки, а также для насыщения иловоздушной смеси кислородом.

Средства, затраченные на модернизацию составят:

- Аэрационные трубы – 237600 рублей;
- «Ершовая» загрузка – 1126400 рублей;
- Электроэнергия – 4001400 рублей/год;
- Итого: 1364000 рублей.

Предложенные технические решения позволяют улучшить качество очистки воды от взвешенных частиц и ХПК. Это позволит стабильно очищать сточную воду до требуемых показателей, снизит плату за негативное воздействие на окружающую среду, а также позволит пустить воду в водоборотный цикл.

Таким образом, актуальность исследуемой проблемы доказана, поставленные задачи выполнены, цель бакалаврской работы достигнута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ветошкин, А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды./ А.Г. Ветошкин // – М.: Высшая школа, 2008. – 400 с;
2. Абрамов, А.Б. Гидробиотаническая доочистка сточных вод / А.Б. Абрамов, П.П. Марков, И. Л. Клячко // Тр. ВНИИ ВОДГЕО. - М., 1991. с. 29-34;
3. Авакян, А.Б. Исследование водохранилищ и их воздействия на окружающую среду / А.Б. Авакян // Водные ресурсы. — 1999. — Т. 26, № 5.1. С. 554-562;
4. Андрианов, А. П. Очистка сточных вод с применением технологии мембранного биореактора / А. П. Андрианов // Экология производства. – 2012. – № 11. – С. 66 - 74;
5. Анциферов, А. В. Повышение эффективности очистки сточных вод промышленных предприятий на биологических очистных сооружениях / А. В. Анциферов, В. М. Филенков // Водоочистка. – 2013. – № 3. – С. 29-35;
6. Баумгартен, С. Снижение энергопотребления мембранными биореакторами: [о качестве очищенной воды при очистке городских сточных вод] / С. Баумгартен, О. В. Харьковина // Чистый город. – 2013. – № 3 (63). – С. 33-36;
7. Бляшина, М. В. Использование анаэробно-аэробного биореактора для очистки сточных вод / М. В. Бляшина, Л. А. Саблий // Водоочистка. – 2013. – № 4. – С. 19- 23;
8. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74-ФЗ (ред. от 21 октября 2013) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2006. – № 23. – Ст. 23-81;
9. Воронов, Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник / Ю. В. Воронов [и др.] – изд. 4-е, доп. и перераб. – Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 702 с;
10. Гвоздяк, П.И. Микробиология и биотехнология очистки воды: QUO VAGLS // Химия и технология воды. 1989. Т. 11, 9. С. 854-859;

11. Гвоздяк, П.И. Очистка промышленных сточных вод прикрепленными микроорганизмами / П.И. Гвоздяк, Г.И. Дмитриенко, Н.И. Куликов. // Химия и технология воды, Т.7, N 1, 1985, с.64-68;
12. Гляденов, С.Н. Очистка производственных и поверхностных сточных вод / Экология и промышленность России. – 2001. – № 8;
13. Голубовская, Э.К. Биологические очистки сточных вод. М.: Высшая школа, 1998. - 186 с.;
14. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природных ресурсов Самарской области за 2014 год. Выпуск 25. – Самара, 2015. – 298 с;
15. Гришин, Б. М. Кинетика процесса массопередачи кислорода в жидкость при всплывании одиночного пузырька/ Б.М. Гришин, С.Ю. Андреев, и др. // Совершенствование систем водоснабжения и водоотведения по очистке природных и сточных вод: меж. вуз. сборник науч. тр. / СГАСУ. – Самара, 2005. - С. 97 – 99;
16. Гюнтер, Л.И. Требование к качеству осадков и метод их подготовки и размещения в окружающей среде/ Л.И.Гюнтер, С.Д. Беляев // 4-й Международный конгр. «Вода: экология и технология», ЭкваТек-2000: (30 мая-2 июня 2000 г.) тез. докл. М., 2000.- С. 496-497;
17. Евилевич, А.З. О классификации и терминологии для осадков сточных вод / А.З. Евилевич, М.А. Евилевич// Водоснабжение и санитарная техника. 1980. - № 3. - С. 15-18;
18. Жуков, А.И. Методы очистки производственных сточных вод / А.И. Жуков // Химия, 1996. - 345 с.;
19. Зиятдинов, Н.Н. Системный подход к повышению эффективности биологической очистки промышленных сточных вод / Зиятдинов, Н.Н. Казань, 2001, -39с.;
20. Кульков, В.Н. Определение концентрации свободно плавающего ила в биореакторе / В.Н. Кульков, В.М. Сосна, А.М. Зеленин // Москва, 2012 - № 3. С. 44–46;

21. Кульков, В.Н. Поверхность контакта фаз в аэробной очистке сточных вод: монография / Кульков В.Н., Солопанов Е.Ю. // Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2009 - 144 с. 2;
22. Кульков, В.Н. Регенерация синтетической ершовой загрузки в биореакторе водовоздушным способом / Кульков В.Н., Солопанов Е.Ю., Зеленин А.М. // Москва, 2012. № 2 (3). С. 14 – 20;
23. Кайгородова, Ю. А. Утилизация осадков сточных вод: [предлагаются осадительные центрифуги, декантеры, сепараторы, сгустители] / Ю. А. Кайгородова // Экология производства. – 2012. – № 11. - С. 65;
24. Карелин, Л.А. Очистка производственных сточных вод / Л.А. Карелин, Д.Д. Жуков, В.П. Журов //Стройиздат. - 1997. -87с;
25. Когановский, А. М. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / А.М. Когановский, Н.А. Клименко, Т.М. Левченко и др. // - М.: Химия – 1999. - 288с.;
26. Костюченко, С. В. УФ - технология в практике обеззараживания питьевых и сточных вод / С. В. Костюченко // Водоснабжение и санитарная техника. — 2006, —№4.— С. 33-35;
27. Кунахович, А. А. Установка глубокой очистки сточных вод для северных регионов: [о биологической очистке бытовых и производственных сточных вод] / А. А. Кунахович // Экология производства. – 2012. – № 8. – С. 70-73;
28. Серпокрылов, Н.С. Экология очистки сточных вод физико-химическими методами / Е.В. Вильсон, С.В. Гетманцев, А.А. Марочкин // – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 264 с;
29. Ногих, В. Р. Мембранный биореактор в очистке сточных вод / В. Р. Ногих, Ю. В. Бессонов // Экология производства. – 2012. – № 10. – С. 52-55;
30. О водоснабжении и водоотведении: закон Российской Федерации от 7 дек. 2011 г. № 416-ФЗ (ред. от 23 июля 2013 г.) // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2011.– № 50. – Ст. 73-58;

31. ПНД Ф 14.1:2.110-97 Методика выполнения измерений содержания взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом. – 1997;
32. Попов, Н.С. Исследование кинетики процесса денитрификации сточных вод / Н.С. Попов, В.А. Немтинов, С.С. Толстых // Тамбовск. ин-т хим. машиностр. - Тамбов, 1998. - 11 с. - Деп. в ОНИИТЭХИМ 23.11.86, № 14-ХП-98.;
33. Кузнецов, А.Е. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие / А. Е. Кузнецов и др. // М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. — 485 с;
34. Рабочая инструкция аппаратчика очистки жидкости цеха №39 производства капролактама;
35. Регламент цеха по переработке органических и не органических продуктов (Цех №39);
36. Роговская, Ц.И. Микробиологическая характеристика активного ила/ Ц. И. Роговская, Лазарева, М.Ф. //Микробиология, 1971, вып.2. - с. 378;
37. Родзиллер, И.Д. Прогноз качества воды водоемов – приемников сточных вод. М.: Стройиздат, 1984;
38. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»;
39. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. - М.: Минздрав, 2001;
40. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»;
41. Сафонов, В. Д. Очистка поверхностных сточных вод / В. Д. Сафонов // Экология производства. – 2013. – № 3. – С. 60-61;
42. Серпокрылов, Н. С. Экспериментальная оценка некоторых технологических показателей современных аэраторов/ Н.С. Серпокрылов, А.С. Смоляниченко, и др. // Вода: технология и экология. – 2007 - № 3. С. 78 – 83;

43. Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ "Об охране окружающей среды";
44. Федеральный закон от 24 июня 1998 г. N 89-ФЗ "Об отходах производства и потребления";
45. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения";
46. Чемерис, М.С. Экологическая эффективность использования осадков сточных вод / М.С. Чемерис //Вестн. Краснояр. аграр. ун-та.- 2005.- № 9.- С. 111-118;
47. Швецов, В.Н. Теоретические и технологические аспекты применения биомембранных технологий глубокой очистки сточных вод / В.Н. Швецов, К.М. Морозова, И.А. Нечаев, А.В. Киристаев //Водоснабжение и санитарная техника - №12. - 2006. - С.25;
48. Яковлев, С.В. Биохимические процессы в очистке сточных вод / С.В. Яковлев, Т.А. Карюхина // - М.: Стройиздат 1980. - 200 с.;
49. Яковлев, С. В. Биологические фильтры / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 1982. – 122 с. 33.
50. Яковлев, С.В., Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/ Учебник для вузов:- М.: АСВ, 2004 – 704 с;
51. Asma, B. Physicochemical and Microbial Characteristics Performency in Wastewater Treated Under Aerobic Reactor [Text] / B. Asma, H. Kallali // American Journal of Environmental Sciences. - 2011. – PP. 254-262;
52. Delgado, F. The Influence of Biofilm Treatment Systems on Particle Size Distribution in Three Wastewater Treatment Plants [Text] / F. Delgado, E. Hontoria // Water, Air, and Soil Pollution. – Granada, 2010. – PP. 37-49;
53. Doan, H. Intermittent Aeration in Biological Treatment of Wastewater [Text] / H. Doan, A. Lohi // American Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2009. - PP. 260-267;

54. Goswami, S. A new approach for development of kinetics of wastewater treatment in aerobic biofilm reactor [Text] / S. Goswami, S. Sarkar // Applied Water Science. – 2015. – PP. 1-7;

55. Kravchenko, A. V. A technique for normalizing the operation of biological wastewater treatment plants during the bulking of activated sludge [Text] / A. V. Kravchenko, V. S. Zalevskii // Journal of Water Chemistry and Technology. – Ukraine, 2009. – PP. 583–594;

56. Аэрационный элемент HYDRIG 1000 мм [Электронный ресурс] - http://5144745.ru/elements/productid_184 (дата обращения 20.05.2016);

57. Ершовая загрузка. Назначение [Электронный ресурс] - <http://dok.opredelim.com/docs/index-14618.html> (дата обращения 10.06.2016)

58. Активный ил [Электронный ресурс] - <http://mastrekon.ru/aktivnyjj-ii/> (дата обращения 25.05.2016)

59. Насадка биореактора для очистки сточных вод [Электронный ресурс] - <http://patents.su/3-1836418-nasadka-bioreaktora-dlya-ochistki-stochnykh-vod.html> (дата обращения 21.05.2016)

60. Системы аэрации [Электронный ресурс] - <http://www.eco-potential.ru/equipment/sistemy-aeratsii-hydrig-matala/trubchatyy-aerator/> (дата обращения 23.05.2016)

61. Насадка биореактора для очистки сточных вод [Электронный ресурс] - <http://www.findpatent.ru/patent/183/1836418.html> (дата обращения 06.06.2016)

62. ОАО «КуйбышевАзот» [Электронный ресурс] - <http://www.kuazot.ru/rus/ecology/info> (дата обращения 15.05.2016)

63. Очистка сточных вод. Активный ил и биоплёнка [Электронный ресурс] - http://melekess.info/pub2-807-ochistka-stochnyh-vod__aktivnyu-il-i-bioplenska.html (дата обращения 11.06.2016)

64. Методичка по экологии [Электронный ресурс] - <http://www.studfiles.ru/preview/1004021/page:4/> (дата обращения 22.05.2016)

65. Ершова загрузка для биофильтров [Электронный ресурс] - <http://www.vodtech.ru/catalog/ershova-download-for-biofilters/> (дата обращения 11.06.2016)

66. Ершова загрузка [Электронный ресурс] - <http://zaobmt.com/index.php/industryequipmentlm/2011-12-21-16-25-24.html> (дата обращения 12.06.2016)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

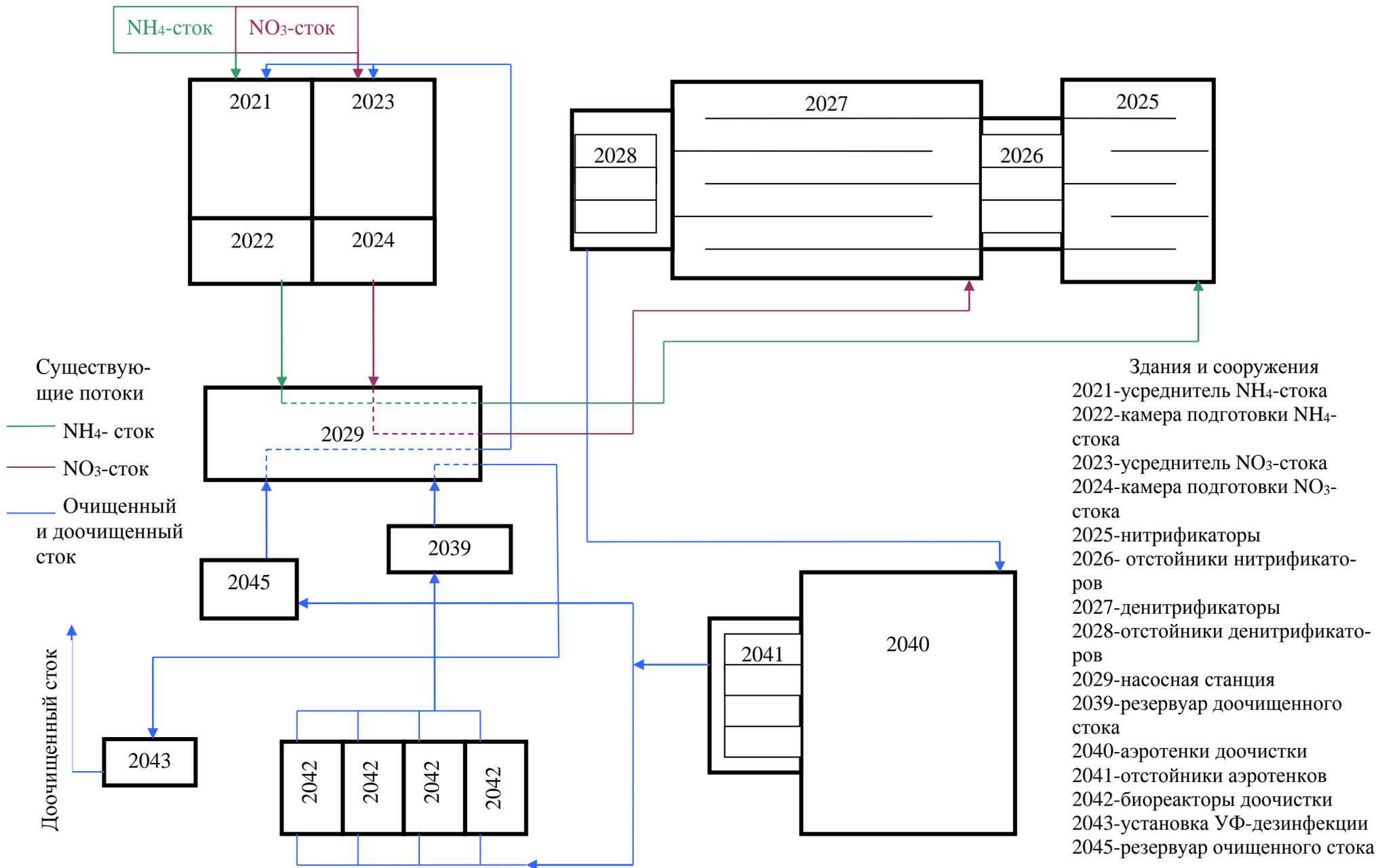


Рисунок А – Технологическая схема очистки

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б - Нормы технологического режима

№ п/п	Контролируемый параметр	Ед. измерения	Нормы технологического режима
1	2	3	4
Корп. 2021			
1.	Расход стока аммоний содержащего стока, FIR-504	м ³ /ч	Не более 110
2.	Расход некондиционного стока, FIR-526	м ³ /ч	Не более 25
3.	Расход циркуляционного стока, FIR-525	м ³ /ч	Не более 100
4.	Температура стока ТИ-1	°С	Не более 50
5.	Ан 1		
	Показатель рН		Не более 11
	Содержание N-NH ₄	мг/дм ³	Не более 400
	Содержание N-NO ₃	мг/дм ³	Не более 100
	Содержание ХПК	мгО ₂ /дм ³	Не более 340
Корп. 2022			
1.	Уровень в контрольных камерах, LIRSL-7121-3	%	20 – 80
2.	Температура ТИ-2	°С	Не более 50
3.	Ан 2, 3, 4		
	Показатель рН		Не более 11
	Содержание N – NH ₄	мг/дм ³	Не более 400
	Содержание N-NO ₃	мг/дм ³	Не более 100
	Содержание ХПК	мгО ₂ /дм ³	Не более 340
	Щелочность общая к содержанию N-NH ₄	мгэкв/дм ³ : мг/дм ³	0,1 – 0,2
	Фосфор к содержанию N-NH ₄	мг/дм ³ мг/дм ³	0,01 – 0,08
	Сульфаты	мг/дм ³	Не более 500
	Капролактамы	мг/дм ³	Не более 0,78
	Жесткость общая	мгэкв/дм ³	Не более 7
	Взвешенные вещества	мг/дм ³	Не более 300
	Содержание БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	Не более 200
Корп. 2023			
1.	Расход стока нитрат содержащего стока, FIR-505	м ³ /ч	Не более 100
2.	Расход некондиционного стока, FIR-526	м ³ /ч	Не более 25
3.	Расход циркуляционного стока, FIR-525	м ³ /ч	Не более 100
4.	Температура стока ТИ-3	°С	Не более 50

Продолжение таблицы Б

1	2	3	4
5.	Ан 5		
	Показатель рН		Не менее 2
	Содержание N – NH ₄	мг/дм ³	Не более 20
	Содержание N – NO ₃	мг/дм ³	N–(NO ₂ +NO ₃) не более 1660, в течении 2-х часов не более 3000
	Содержание N – NO ₂	мг/дм ³	
Содержание ХПК	мгО ₂ /дм ³	Не более 10000	
Корп. 2024			
1.	Уровень в контрольной емкости, LIRSL–7141-3	%	20 – 80
2.	Температура стока, ТП-4	°С	Не более 50
3.	Ан 6, 7, 8		
	Показатель рН		Не менее 2
	Содержание N – NH ₄	мг/дм ³	Не более 20
	Содержание N–NO ₃	мг/дм ³	N–(NO ₂ +NO ₃) не более 1000
	Содержание N – NO ₂	мг/дм ³	
	Содержание ХПК	мгО ₂ /дм ³	Не более 10 000
	Щелочность общая	мгэкв/дм ³	Не регламентируется
	Фосфор к содержанию N–(NO ₂ +NO ₃)	мг/дм ³ мг/дм ³	0,01 – 0,08
	Капролактam	мг/дм ³	Не более 100
	Циклогексанол	мг/дм ³	Не более 20
	Циклогексанон	мг/дм ³	Не более 20
	Смолы	мг/дм ³	Не более 100
	Жесткость общая	мгэкв/дм ³	Не более 7
	Взвешенные вещества	мг/дм ³	Не более 300
Содержание БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	Не более 1000-6000	
Корп. 2025			
1.	Расход стоков в 1 секцию FIR-5061	м ³ /ч	Не более 286
2.	Расход стоков во 2 секции FIR-5062	м ³ /ч	Не более 143
3.	Температура ТП-5	°С	20 – 40
4.	Расход иловой смеси на водосливе из 1, 2 и 3 секций FIR -5071,2,3	м ³ /ч	Не более 343
5.	Расход циркуляционного ила в 1, 2, 3 секции, FIR-5081,2,3	м ³ /ч	Не более 80
6.	Расход воздуха в 1, 2, 3 секции, FIR-5091,2,3	м ³ /ч	Не более 5000
7.	Расход избыточного ила на водосливе FI-510	м ³ /ч	Не более 16
8.	Ан 12		
	Содержание N–NH ₄ в коллекторе аммонийного стока	мг/дм ³	Не более 200

Продолжение таблицы Б

1	2	3	4
9.	Ан 13, 14, 15		
	Концентрация активного ила в секциях	г/дм ³	Не менее 2
	Иловый индекс	мг/г	100 – 150
	Доза ила по объему	мг/г	Не более 100
	Содержание O ₂ в секциях	мг/дм ³	3 – 7
10.	Ан 16		
	Зольность ила	%	35
Корп. 2026			
11.	Расход иловой смеси на водосливах в 1, 2, 3, 4, 5 отстойник, FI-5111-5	м ³ /ч	Не более 172
12.	Расход воздуха в 1 – 5 отстойники, FI-5121-5	м ³ /ч	Не более 250
13.	Ан 17, 18		
	Показатель рН		7,0 – 8,5
	Содержание N–NH ₄	мг/дм ³	Не более 30
	Содержание N–NO ₃	мг/дм ³	Не регламентируется
	Содержание N–NO ₂	мг/дм ³	Не более 300
	Содержание фосфора	мг/дм ³	Не регламентируется
	Щелочность общая	мгЭКВ/дм ³	Не регламентируется
	ХПК	мгO ₂ /дм ³	Не регламентируется
Корп. 2027			
1.	Расход нитрифицированного стока в к. 2027 на водосливах в 1, 2, 3 секции, FIR-5131-3	м ³ /ч	Не более 100
2.	Расход нитрат содержащих стоков в денитрификатор FIR-5141-3	м ³ /ч	Не более 50
3.	Расход стока на гидроперемешивания в 1, 2 коридоры 3 секции, FIR-5181	м ³ /ч	Не более 104
4.	Расход стока на гидроперемешивания в 3 коридор 3 секции, 1 коридор 2 секции FIR-5182	м ³ /ч	Не более 104
5.	Расход стока на гидроперемешивания во 2, 3 коридоры 2 секции, FIR-5183	м ³ /ч	Не более 104
7.	Расход стока на гидроперемешивания в 1, 2 коридоры 1 секции, FIR-5184	м ³ /ч	Не более 104
8.	Расход стока на гидроперемешивания в 3 коридор 1 секции, FIR-5185	м ³ /ч	Не более 104
9.	Расход воздуха в камерах аэрации 1, 2, 3 секции	м ³ /ч	Не более 6000

Продолжение таблицы Б

1	2	3	4
10.	Расход воздуха в 1, 2 коридоры 1 секции и 1, 2 коридоры 3 секции, FIR-5201,2	м ³ /ч	Не более 7000
11.	Расход воздуха в 2-й и 3-й коридор 2-й секции FIR5211	м ³ /ч	Не более 3000
12.	Расход воздуха в 1-й коридор 2-й секции и 3-й коридор 1-й секции FIR-5212	м ³ /ч	Не более 3000
12.	Расход воздуха в 3 коридор 1 секции, FIR-522	м ³ /ч	Не более 2000
13.	Температура в 1, 2, 3 секциях ТГ-6	°С	20 – 40
14.	Ан 19		
	Показатель рН на входе в секции		Не менее 2
	Содержание N–NH ₄ на входе в секции	мг/дм ³	Не более 20
	Содержание N–NO ₃ на входе в секции	мг/дм ³	Не более 1000
	Содержание N–NO ₂ на входе в секции	мг/дм ³	Не регламентируется
	ХПК в 1, 2, 3 на входе в секции	мгО ₂ /дм ³	Не более 10 000
15.	Ан 20, 22, 24		
	Концентрация активного ила в секциях	г/дм ³	3 – 6
	Иловый индекс	мг/г	100 – 150
	Доза ила по объему	мг/г	Не более 100
	Содержание O ₂ в зоне реакции	мг/дм ³	Не более 2
16.	Ан 21, 23, 25		
	Содержание O ₂ в зоне аэрации	мг/дм ³	Не менее 2
17.	Ан 26		
	Зольность ила	%	30
Корп. 2028			
1.	Расход иловой смеси на водосливах перед отстойником, FI-5231-4	м ³ /ч	Не более 600
2.	Расход воздуха в 1 – 4 отстойники, FI-5241-4	м ³ /ч	Не более 700
3.	Ан 27		
	Показатель рН		7,0 – 9,0
	Содержание N–NH ₄	мг/дм ³	Не более 13,3
	Содержание N–NO ₃	мг/дм ³	Не более 9,0

Продолжение таблицы Б

1	2	3	4
	Содержание N–NO ₂	мг/дм ³	Не более 1,0
	Содержание фосфора	мг/дм ³	Не регламентируется
	Щелочность общая	мгэкв/дм ³	Не регламентируется
	ХПК	мгО ₂ /дм ³	Не регламентируется
	БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	Не более 300
Корп. 2040			
1.	Расход воздуха по секциям FIR-5311-3	м ³ /ч	Не более 5000
2.	Расход иловой смеси на водосливах из секций FI-5321-3	м ³ /ч	Не более 550
3.	Расход стока на сливе аэротенка FI-5331-3	м ³ /ч	Не более 150
4.	Расход циркулирующего ила по секциям FI-5341-3	м ³ /ч	Не более 105
5.	Расход избыточного ила FI-535	м ³ /ч	Не более 16
6.	Ан 28, 29, 30		
	Концентрация активного ила в секциях	г/дм ³	Не менее 3,0
	Иловый индекс	мг/г	Более 100
	Доза ила по объему	мг/г	Не регламентируется
	Содержание О ₂ в зоне реакции	мг/дм ³	Не менее 3,0
7.	Ан 31		
	Зольность ила	%	30
Корп. 2041			
1.	Расход воздуха по отстойникам, FI-5291-4	м ³ /ч	Не более 250
2.	Расход иловой смеси по отстойникам FI-5301-4	м ³ /ч	Не более 360
Камера 2039			
1.	Ан 32		
	Показатель pH		6,5 – 8,5
	Содержание N–NH ₄	мг/дм ³	Не более 6,0
	Содержание N–NO ₃	мг/дм ³	Не более 10,0
	Содержание N–NO ₂	мг/дм ³	Не более 1,0
	Содержание фосфора	мг/дм ³	Не более 6,0
	Щелочность общая	мгэкв/дм ³	Не регламентируется
	ХПК	мгО ₂ /дм ³	Не более 300
	БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	Не более 25
	Капролактam	мг/дм ³	Не более 15
	Циклогексанол	мг/дм ³	Не более 15
	Циклогексанон	мг/дм ³	Не более 10
	Сульфаты	мг/дм ³	Не более 500
	Жесткость общая	мгэкв/дм ³	Не регламентируется

Продолжение таблицы Б

1	2	3	4
	Взвешенные вещества	мг/дм ³	Не более 50
Камера 2032			
1.	Ан 9, 2032/2		
	Содержание N–NH ₄	мг/дм ³	Не более 400
	ХПК	мгО ₂ /дм ³	Не более 340
2.	Ан 10, 2032/1		
	Содержание N–NH ₄	мг/дм ³	Не более 20
	Содержание N–NO ₃	мг/дм ³	Не более 1000
	Содержание N–NO ₂	мг/дм ³	Не регламентируется
	ХПК	мгО ₂ /дм ³	Не более 10 000
Корп. 2043 – УФ-установка			
1	Сетевое напряжение на УФ-установке по трем фазам (А, В, С)	В	220±10
2	Наличие тока по трем фазам (А, В, С) на УФ-установке	А	22±4

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В - Спецификация основного технологического оборудования

Номер позиции по схеме	Наименование оборудования	Количество	Материал и способ антикоррозионной защиты	Техническая характеристика
1	2	3	4	5
к. 2021 к. 2023	Усреднитель аммонийсодержащего и нитратсодержащего стока с аккумулярующей емкостью	1/1	Сооружение многоканального типа с монолитным днищем и стеновыми панелями. Для защиты от агрессивных сред стенки покрыты слоем эпоксидной смолы с наполнителем.	Длина – 45 м; Ширина – 39 м; Глубина – 1,0 м; Рабочий объем усреднителя – 1350 м ³ ; Аккумулярующая емкость: Длина – 128 м; Ширина – 3,3 м; Глубина – 2,0 м; Рабочий объем – 800 м ³
к. 2022 к. 2024	Контрольная емкость аммонийсодержащего и нитратсодержащего стока	3/3	Секционное сооружение с верхним и нижним каналом, железобетонным монолитным днищем и стеновыми панелями. Стенки и днище покрыты эпоксидной смолой с наполнителем.	Длина – 13 м; Ширина – 9,5 м; Глубина – 2,8 м; Рабочий объем секции – 340 м ³
к. 2025	Нитрификатор	1	3-х секционное, 3-х коридорное сооружение с монолитным железобетонным днищем и стеновыми панелями	Длина – 36 м; Ширина секции – 13,5 м; Ширина коридора – 4,5 м; Рабочая глубина – 4,4 м; Рабочий объем – 2140 х 3 = 6420 м ³
к. 2026	Отстойники нитрификации	5	Отстойники вертикального типа из монолитного железобетона и стеновых панелей	Размеры в плане – 18 х 6 м; Рабочая глубина – 6,9 м; Рабочий объем – 335 м ³
к. 2027	Денитрификатор	1	3-х секционное, 3-х коридорное сооружение с монолитным железобетонным днищем и стеновыми панелями	Длина – 54 м; Ширина секции – 13,5 м; Ширина коридора – 4,5 м; Рабочая глубина – 3,2 м; Рабочий объем – 2340 х 3 = 7020 м ³

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5
к. 2028	Отстойники денитрификации	4	Отстойники вертикального типа из монолитного железобетона и стеновых панелей	Размеры в плане – 18 х 6 м; Рабочая глубина – 6,2 м; Рабочий объем – 350 м ³
к. 2040	Аэротенк доочистки	1	3-х секционное, 3-х коридорное сооружение с монолитным железобетонным днищем и стеновыми панелями	Длина – 36 м; Ширина секции – 13,5 м; Ширина коридора – 4,5 м; Рабочая глубина – 4,4 м; Рабочий объем – 2140 х 3 = 6420 м ³
к. 2041	Отстойники доочистки	4	Отстойники вертикального типа из монолитного железобетона и стеновых панелей	Размеры в плане – 18 х 6 м; Рабочая глубина – 6,6 м; Рабочий объем – 540 м ³
к. 2032	Емкость некондиционного стока	1	2-х секционное сооружение с монолитным железобетонным днищем и стеновыми панелями	Размеры секции в плане – 30 х 23,4 м; Рабочая глубина – 5 м; Рабочий объем – 3600 м ³
к. 2042	Биореакторы	4	Сборный железобетон, днище монолитное, внутренняя поверхность покрыта «ТАРАСИЛОМ», двухсекционный	Длина – 11,8 м; Ширина – 5,8 м; Высота – 4,4 м; Рабочая глубина – 3,5 м; Объем – 168 м ³
к. 2044	Резервуар опорожнения	1	Сборный железобетон, днище монолитное, внутренняя поверхность обработана гидроизоляционным материалом «ТАРАСИЛ»	Длина – 12 м; Ширина – 9 м; Высота – 5 м; Объем – 176 м ³
к. 2044	Насосный агрегат погружной для подачи промывочной воды в к. 2040	2	Разный	
к. 2045	Резервуар рециркуляционного стока	1	Монолитный железобетон, внутренняя поверхность покрыта материалом «ТАРАСИЛ»	Длина – 3 м; Ширина – 3 м; Высота – 4,7 м

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5
к. 2043	Установка ультрафиолетовой дезинфекции сточных вод (УФ-дезинфекция)	1	Разный	УВД – 250/144 Q – 250 м ³ /ч; P – 6 кг/см ²
к. 2043	Насос дренажный	2	Разный	«ГНОМ»; Q – 10 м ³ /ч; Эл.двигатель – 0,95 кВт; Частота вращения – 2980 об/мин
к. 2047	Флотаторы	2	Монолитный железобетон, внутренняя поверхность покрыта торкретом	Диаметр – 2,5 м; Высота – 5,27 м; Рабочая высота – 5,0 м; Мотор-редуктор – МПО-2М-15; N – 0,55 кВт; Число оборотов – 0,56 об/мин
к. 2048	Резервуар уплотненного ила	1	Монолитный железобетон, внутренняя поверхность покрыта торкретом	Длина – 6 м; Ширина – 3 м; Высота – 4,2 м; Уровень макс. – 3,5 м; Уровень мин. – 0,2 м
к. 2049	Иловая насосная станция	1	Разный	Длина – 9 м; Ширина – 6 м; Высота – 3,3 м
к. 2049 поз.1-2	Насос подачи уплотненного ила	2	Разный	СМ80-50-200/4 Q – 25 м ³ /час; N – 12 м; Эл.двигатель N – 3,0 кВт; n – 1450 об/мин
к. 2049 поз.3-4	Насос подачи иловой воды	2	Разный	СМ100-65-250/4 Q – 50 м ³ /час; N – 20 м; Эл.двигатель N – 5,5 кВт; n – 1450 об/мин
к. 2050	Иловые площадки	2	Железобетонные резервуары	Длина – 90 м; Ширина – 40 м; Высота – 0,7 м Длина – 70 м; Ширина – 25 м; Высота – 0,7 м
к. 2052	Узел напорных баков	2	Вертикальные аппараты, гуммированные, со съёмной крышкой	V – 2 м ³ ; P – 6 кг/см ²
к. 2053	Резервуар иловой воды	1	Монолитный железобетон, внутренняя поверхность покрыта торкретом	Длина – 3 м; Ширина – 3 м; Высота – 4,2 м; Уровень макс. – 3,2 м;

Насосная станция кор. 2029				
Н – I	Насос подачи аммонийсодержащего стока на нитрификатор	3	Сталь 12X18Н9Т	Центробежный насос марки АХ 90/49; Объемная подача – 90 м ³ /час; Напор – 49 м. Вод.ст.; Электродвигатель типа – ВАО-81-4; Мощность – 22 кВт; Частота вращения – 2900 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – Ia	Насос гидроремешивания в к. 2022	2	Сталь 12X18Н9Т	Центробежный насос марки АХ 90/49; Объемная подача – 90 м ³ /час; Напор – 49 м. Вод.ст.; Электродвигатель типа – ВАО-81-4; Мощность – 22 кВт; Частота вращения – 2900 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – II	Насос подачи нитратсодержащего стока в денитрификатор	3	Сталь 12X18Н9Т	Центробежный насос марки АХ 90/49; Объемная подача – 90 м ³ /час; Напор – 49 м. Вод.ст.; Электродвигатель типа – ВАО-81-4; Мощность – 22 кВт; Частота вращения – 2900 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – Ia	Насос гидроремешивания в к. 2024	2	Сталь 12X18Н9Т	Центробежный насос марки АХ 90/49; Объемная подача – 90 м ³ /час; Напор – 49 м. Вод.ст.; Электродвигатель типа – ВАО-81-4; Мощность – 22 кВт; Частота вращения – 2900 об/мин; Напряжение – 380 В

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5
Н – III	Насос опорожнения сооружений	2	Сталь 12X18H9T	Центробежный насос марки АХ 90/49; Объемная подача – 90 м ³ /час; Напор – 49 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – ВАО-81-4-У2; Мощность – 55 кВт; Частота вращения – 1450 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – IV	Насос подачи некондиционного стока	2	Сталь 12X18H9T	Центробежный насос марки АХ 20/31; Объемная подача – 20 м ³ /час; Напор – 31 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – ВП2М2; Мощность – 7,5 кВт; Частота вращения – 2900 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – V	Насос гидроремешивания стоков в денитрификаторе	3	Разный	Центробежный насос марки К 90/55-Уч; Объемная подача – 90 м ³ /час; Напор – 55 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – 4А-180-2; Мощность – 22 кВт; Частота вращения – 2900 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – V	Насос гидроремешивания стоков в денитрификаторе	2	Сталь 12X18H9ТЛ	Центробежный насос марки АХ 125-100-400К-СД; Объемная подача – 125 м ³ /час; Напор – 50 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – 4АМ 225 МИ; Мощность – 55 кВт; Частота вращения – 1450 об/мин; Напряжение – 380 В

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5
Н – VI	Насос рециркуляции доочищенного стока и гидроуплотнения сальников	3	Разный	Центробежный насос марки К 90/20-Уч; Объемная подача – 90 м ³ /час; Напор – 20 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – 4А-112 М2; Мощность – 7,5 кВт; Частота вращения – 2900 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – VII	Насос перекачки глубокоочищенного стока	1	Разный	Центробежный насос марки Х 160/29-Д2В-Уч; Объемная подача – 160 м ³ /час; Напор – 29 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – 4А-180 М4; Мощность – 30 кВт; Частота вращения – 1450 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – VII	Насос перекачки глубокоочищенного стока	3	Разный	Центробежный насос марки К 100-65-250а; Объемная подача – 90 м ³ /час; Напор – 67 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – 4А-112 М2; Мощность – 37 кВт; Частота вращения – 1450 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – VIII	Насос перекачки избыточного ила	1	Разный	Центробежный насос марки СД-80/32; Объемная подача – 80 м ³ /час; Напор – 32 м. вод.ст.; Мощность – 17 кВт; Частота вращения – 1450 об/мин; Напряжение – 380 В

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5
Н – VIII	Насос перекачки избыточного ила	3	Разный	Центробежный насос марки СМ-80-50-2006; Объемная подача – 40 м ³ /час; Напор – 31 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – 4А-132 М; Мощность – 11 кВт; Частота вращения – 1450 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – IX	Насос откачки стоков из пристенного дренажа	2	Разный	Центробежный насос марки НЦС-3; Объемная подача – 36,4 м ³ /час; Напор – 15,9 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – 4АМ100 2; Мощность – 4 кВт; Частота вращения – 3000 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – X	Насос откачки дренажных вод	1	Разный	Самовсасывающий вихревой насос марки ВКС 2/26; Объемная подача – 7,2 м ³ /час; Напор – 26 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – ВАО-42-4; Мощность – 5,5 кВт; Частота вращения – 1450 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – XI	Насос откачки дренажных вод	1	Разный	Центробежный насос марки НЦС-3; Объемная подача – 8 м ³ /час; Напор – 21 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – 4АМ100 2; Мощность – 4 кВт; Частота вращения – 2900 об/мин; Напряжение – 380 В

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5
Блок производственных и вспомогательных сооружений кор. 2030				
Н – 5	Насос для дозированной перекачки раствора ортофосфорной кислоты	2	Разный	Поршневой насос-дозатор марки НД 2,5 25/40; Объемная подача – 25 л/час; Напор – 400 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – АОЛ-21-4М362; Мощность – 0,22 кВт
Н – 9	Насос для дозированной перекачки 6% раствора соды	3	Разный	Поршневой насос-дозатор марки НД 2,5 2500/10; Объемная подача – 2500 л/час; Напор – 100 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – АО2-32-УМ302; Мощность – 3 кВт
Н – 7	Насос для создания разряжения в емкости Е – I	1	Разный	Вакуум-насос марки ВВН-3н; Объемная пр-ть – 200 м ³ /час; Разряжение – 4000 мм.рт.ст.; Электродвигатель типа – 4 АН-132; Мощность – 7,5 кВт; Частота вращения – 3000 об/мин; Напряжение – 380 В
Н – 12	Насос – повыситель хоз. питьевой воды	1	Разный	Центробежный насос марки АХО 40-25-160КСУ2; Объемная подача – 6,3 м ³ /час; Напор – 32 м. вод.ст.; Электродвигатель типа – 4АИР-100 2У3; Мощность – 4 кВт; Частота вращения – 2900 об/мин; Напряжение – 380 В

Продолжение таблицы В

1	2	3	4	5
В ₁₋₈	Воздуходувка	8	Разный	Турбовоздуходувка марки ТВ 175-1,6; Объемная подача – 10000 м ³ /час; Напор – 1,6 кгс/см ² ; Электродвигатель типа – 4АН 315М-2У3; Мощность – 250 кВт; Частота вращения – 3000 об/мин; Напряжение – 380 В
Ф ₁₋₃	Рулонный фильтр для фильтрации воздуха	3	Разный	Рулонный фильтр марки ФРУ-4А; Производительность – 31500 м ³ /час
Е – I ₁	Емкость для хранения 73% ортофосфорной кислоты	1	Сталь 12Х18	Вертикальный сварной аппарат Габариты; Н – 4000 мм; D – 1500 мм; V – 5000 л; масса – 1040 кг; P _{раб} – 0,3 МПа (3 кгс/см ²); T – 18°C
Е – I ₂	Емкость для хранения 73% ортофосфорной кислоты	1	Сталь 12Х18	Вертикальный сварной аппарат Габариты; Н – 2000 мм; D – 1500 мм; V – 2500 л; масса – 520 кг; P _{раб} – 0,4 МПа (4 кгс/см ²); T – 18°C
Е – 8	Сборник для хранения и разбавления раствора соды	1	Стальной эмалированный	Вертикальный сварной аппарат Габариты; Н – 1860 мм; D – 1400 мм; V – 2500 л; масса – 1425 кг; P _{раб} – 0,5 МПа (5кгс/см ²);

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г – Причины вспухания активного ила

Причины вспухания активного ила	Описание
1	2
Температу- ра	<p>Температура очищаемых сточных вод — важнейший фактор, воздействующий на:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. растворимость химических веществ; 2. скорость химических реакций; 3. скорость изъятия загрязняющих веществ при механическом отстаивании; 4. интенсивность обмена веществ у организмов активного ила; 5. потребление растворенного кислорода, а, следовательно, в целом на эффективность процесса очистки. <p>Повышение температуры сказывается в первую очередь на активности ферментов. Ферменты активного ила состоят из белка, или в основном из белка. При температуре 50°C происходит необратимая инактивация практически всех ферментов. Ферментативная активность ила сохраняется максимальной только в оптимальном диапазоне температур. У различных ферментов разная устойчивость к повышению температуры, но, как правило, температура выше 35 °C неблагоприятна. Даже непродолжительное повышение температуры приводит к необратимым последствиям, так как коагулированные белки не восстанавливаются и процессы обмена веществ либо тормозятся, либо полностью прекращаются.</p> <p>Процессы нитрификации напрямую зависят от температуры очищаемых сточных вод. Для поддержания удовлетворительной нитрификации оптимальная температура должна быть в диапазоне 20-25°C. При 9°C скорость нитрификации существенно снижается, а при 6°C прекращается. При прочих, благоприятных для нитрификации условиях, в зимнее время ее активность снижается на 10 %. В диапазоне температур от 15 до 35°C</p>

1	2
	<p>нитрификация удовлетворительна и ее интенсивность нарастает с повышением температуры до 35°C. При температуре более 37°C скорость нитрификации также снижается в связи с уменьшением содержания в воде растворенного кислорода.</p> <p>Скорость процесса денитрификации непрерывно возрастает при повышении температуры сточных вод вплоть до 36°C. Поэтому при наличии денитрификации во вторичных отстойниках, вынос взвешенных веществ из них в летний период может существенно возрастать, когда сточные воды хорошо прогреваются и денитрификация активизируется.</p>
Концентрация водородных ионов (величина рН)	<p>Величина рН в сточных водах — важный прогностический показатель эффективности биологической очистки. От величины рН зависит сила токсического действия на активный ил загрязняющих веществ, присутствующих в сточных водах, благополучие функционирования организмов активного ила, агрессивное действие сточных вод на металло-бетонные конструкции очистных сооружений и т. д.</p> <p>Для удовлетворительной работы активного ила необходима нейтральная реакция среды 6,5-8,6 (предельные значения рН для нитрификаторов 5,6-10,3, для денитрификаторов диапазон рН 6,0-9,0). Оптимальные значения рН сточных вод способствуют процессу хлопьеобразования и обеспечивают удовлетворительные седиментационные характеристики активного ила. Понижение величины рН сточных вод приводит к снижению интенсивности обмена у бактерий, дефлокуляции и плохой осаждаемости активного ила, а при падении рН ниже 5,0 бактерии могут антагонистически вытесняться грибами. Увеличение рН приводит к повышению интенсивности обмена у активного ила, а при сильнощелочной среде (рН > 9,5) клетки активного ила гибнут.</p>
Кислородный режим	<p>Организмы активного ила являются микроаэрофилами, для нормальной жизнедеятельности им требуются малые количества растворенного кислорода. Критической концентрацией растворенного кислорода считается 0,2 мг/дм³, вполне удовлетворительной для микроаэрофилов — 0,5 мг/дм³. Однако активный ил не терпит залежей и при малейшем застое, по</p>

1	2
	<p>причине нарушения массообмена в хлопьях, он начинает гибнуть от собственных метаболитов. Поэтому предусмотренные нормы на содержание растворенного кислорода предполагают обеспечение интенсивного перемешивания иловой смеси с целью ликвидации залежей ила. При концентрации растворенного кислорода, превышающей максимально необходимую, критическую величину, степень активности микроорганизмов не увеличивается, и очистка не улучшается. Необходимая степень аэрации должна в первую очередь учитывать нагрузки по загрязняющим веществам, а не гидравлические нагрузки. Повышение содержания растворенного кислорода в аэротенках выше 3,5-4,0 мг/дм³ мало влияет на эффективность биохимического окисления загрязняющих веществ, но сильно увеличивает энергетические затраты.</p> <p>Подача воздуха обеспечивает несколько процессов, происходящих с активным илом:</p> <ul style="list-style-type: none"> • дыхание организмов; • перемешивание иловой смеси; • удаление метаболитов; • хемоокисление загрязняющих веществ. <p>Плохие аэрационные условия для активного ила могут быть обусловлены следующими причинами:</p> <ul style="list-style-type: none"> • сокращением количества подаваемого воздуха, разрушением и засорением подающих воздух элементов; • залежами плохо перемешиваемого ила в различных участках аэрируемой зоны и всех звеньев очистки; <ul style="list-style-type: none"> • повышением удельных нагрузок на активный ил за счет возрастания содержания растворенных органических веществ в поступающих на очистку водах; • воздействием токсикантов на активный ил (токсиканты блокируют дыхательные ферменты у простейших и многоклеточных организмов активного ила или дыхательные пигменты у бактерий);

Продолжение таблицы Г

1	2
	<ul style="list-style-type: none"> • возрастанием кислород поглощаемости активного ила из-за нарушения режима выгрузки осадка из вторичных отстойников; • превышением оптимальной концентрации возвратного ила (недостаток кислорода возникает при увеличении биомассы активного ила).

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

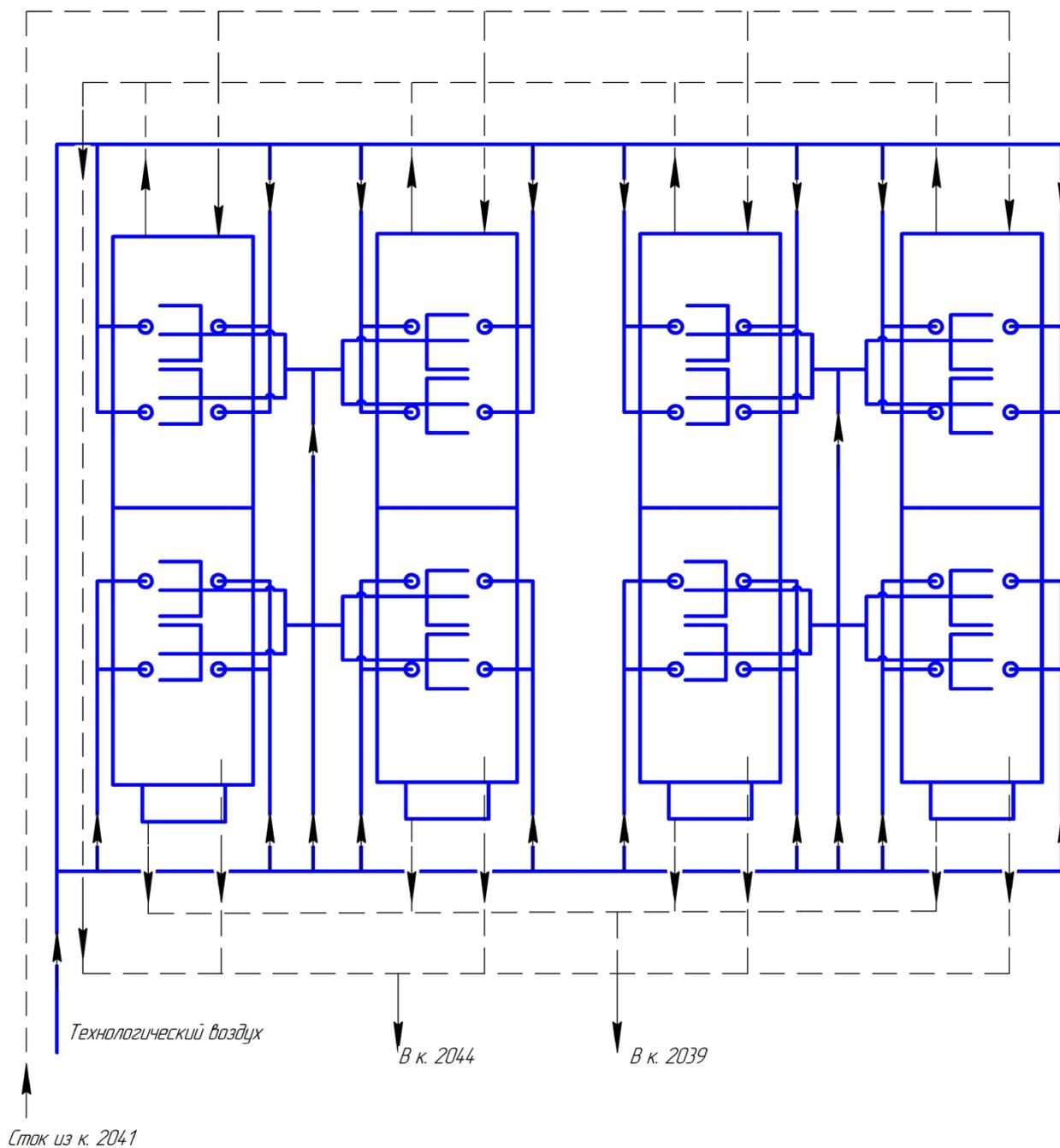


Рисунок Д - Схема биореактора