

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 бакалаврскую работу**

Студент: Антонова Наталия Вячеславовна

1. Тема: Разработка технического решения для подготовки стоков в контрольной емкости на стадии доочистки на примере предприятия ОАО «КуйбышевАзот»

2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы
10.06.2016 г.

3. Исходные данные к бакалаврской работе:

3.1 Положение о цехе переработки органических и неорганических продуктов (цех № 39)

4. Содержание бакалаврской работы:

4.1 Анализ системы очистки на ОАО «КубышевАзот».

4.2 Вариант технического решения системы очистки.

5. Дата выдачи задания 16.03.2016г.

Руководитель бакалаврской работы

(подпись)

М.В.Кравцова

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Н.В. Антонова

(И.О. Фамилия)

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.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
бакалаврской работы**

Студента: Антоновой Наталии Вячеславовны

по теме: Разработка технического решения для подготовки стоков в контрольной емкости на стадии доочистки на примере предприятия ОАО «КуйбышевАзот»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	25.03.2016			
Анализ системы очистки сточных вод на ОАО «КуйбышевАзот»	02.04.2016			
Вариант разработки технического решения системы очистки	20.05.2016			
Заключение	10.06.2016			

Руководитель бакалаврской работы

М.В.Кравцова
(И.О. Фамилия)

(подпись)

Задание принял к исполнению

Н.В.Антонова
(И.О. Фамилия)

(подпись)

АННОТАЦИЯ

Бакалаврскую работу выполнила: Антонова Н.В.

Тема работы: Разработка технического решения для подготовки стоков в контрольной емкости на стадии доочистки на примере предприятия ОАО «КуйбышевАзот».

Научный руководитель: Кравцова М.В.

Цель бакалаврской работы – Снижение антропогенной нагрузки повышением качества промышленных стоков за счет совершенствования системы очистки.

Предмет исследования: разработка технического решения для совершенствования очистки стоков на химическом производстве г.о. Тольятти ОАО «КуйбышевАзот».

Информационная база: положение о цехе переработки органических и неорганических продуктов (цех № 39), учебники, теоретические аспекты темы, статьи по теме, инструкция ИРМ 39-1.

Краткие выводы по бакалаврской работе: в работе осуществлен анализ очистного сооружения цеха № 39 и выявление его недостатков, способствующих несоблюдению нормативов по качеству очищенных стоков; предложено техническое решение по повышению качества очистки.

Бакалаврская работа состоит из введения, двух глав, заключения, библиографического списка и приложений.

В первой главе изложены теоретические аспекты технологической схемы очистки производственных стоков на химическом предприятии производства капролактама. Во второй главе выполнен анализ проблем очистки стоков и предложен вариант модернизации системы очистки.

Структура работы. Работа состоит из введения, 2-х разделов, заключения, списка литературы из 60 источников и 3 приложений. Общий объем работы, без приложений 55 страниц машинописного текста, в том числе таблиц – 8, рисунков – 4.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ГЛАВА 1 АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ОАО «КУЙБЫШЕВАЗОТ»	8
1.1 Общие сведения о предприятии ОАО» Куйбышевазот»	8
1.2 Водопотребление и водоотведение предприятия	8
1.3 Общая характеристика цеха №39 «Переработка органических и не- органических продуктов»	10
1.4 Анализ промышленных стоков	14
1.5 Технологическая схема очистки промышленных сточных вод цеха №39 «Переработка органических и неорганических продуктов»	20
1.6 Требования к очищенным сточным водам	36
1.7 Особенности, недостатки сточных вод, сооружений и технологиче- ской схемы	37
ГЛАВА 2 РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОДГО- ТОВКИ СТОКОВ В КОНТРОЛЬНОЙ ЕМКОСТИ НА СТАДИИ ДО- ОЧИСТКИ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «КУЙБЫШЕВА- ЗОТ»	39
2.1 Интенсификация процесса аэрации	39
2.2 Выбор аэратора	42
2.3 Общая характеристика и описание предлагаемой установки	43
2.4 Расчет системы аэрации	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	51
ПРИЛОЖЕНИЕ	56

ВВЕДЕНИЕ

В Самарской области существуют большое количество промышленных объектов, задачей которых является сохранение и защита окружающей среды, уменьшение техногенной нагрузки на нее и снижение потребления ресурсов. На данный момент одной из главнейших проблем города Тольятти является проблема качества воды и огромное водопотребление. Все это невозможно решить без внедрения малоотходных, ресурсосберегающих технологий и совершенствования оборудования.

Вода является важным звеном в технологическом процессе каждого предприятия, после которого образуются сточные воды. После каждого процесса в воде остаются вещества различных классов опасностей, оказывающих неблагоприятное влияние на экосистемы водных объектов. Поэтому сточные воды должны подвергаться очистке и соответствовать требованиям нормативов и стандартов.

Эффективность работы очистных сооружений всегда была актуальной. Во-первых, обязательные платы за сброс и плата за сброс загрязняющих веществ сверхустановленных лимитов существенно снижают экономическую эффективность работы эксплуатационных организаций. Во-вторых, водоемам наносится ущерб, последствия которого непредсказуемы.

Актуальность работы. ОАО «КуйбышевАзот» осуществляет очистку промышленных и бытовых стоков в цехе №39 «Переработка органических и неорганических продуктов», далее осуществляет отвод через насосную станцию на городские биологические очистные сооружения ОАО "Тольяттисинтез".

Показатели данных стоков не соответствуют нормативам. Исходя из этого, можно сделать вывод и определить **цель**, что процесс очистки является несовершенным и необходимо снижение антропогенной нагрузки повышением качества промышленных стоков за счет совершенствования системы очистки.

Задачи данной бакалаврской работы:

1. Проанализировать особенности технологических процессов очистки сточных вод на ОАО «КуйбышевАзот» и выявить условия формирования объема и состава производственных сточных вод;

2. Предложить техническое решение для снижения основных приоритетных загрязняющих веществ, для модернизации системы очистки сточных вод на предприятии

3. Оценить эффективность внедрения предложенного решения.

ГЛАВА 1. АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ НА ОАО «КУЙБЫШЕВАЗОТ»

1.1 Общие сведения о предприятии ОАО «КуйбышевАзот»

Акционерное общество «КуйбышевАзот» - химическое предприятие, расположенное в г. Тольятти Самарской области. «КуйбышевАзот» это ведущий производитель капролактама в России и странах СНГ (капролактама – это сырье для производства синтетических волокон, полиамидов, и конструкционных пластмасс, используемых в текстильной промышленности, автомобилестроении и многих других отраслях обрабатывающей промышленности). Помимо капролактама, общество также производит аммиак, азотные удобрения и технологические газы и так же входит в десятку мировых производителей по выработке капролактама, отечественной азотной промышленности, лидер в производстве полиамида-6 в России, СНГ и Восточной Европе [2].

Главный элемент стратегии развития ОАО «КуйбышевАзот» - снижение потребления ресурсов, сохранение и защита окружающей среды и уменьшение техногенной нагрузки на нее. Благодаря системному подходу к природоохранной деятельности за период 2000-2014 гг. при увеличении выработки товарной продукции в 1,8 раз выбросы в атмосферу снизились в 1,9 раз, а количество химически загрязненных стоков - в 4,4 раза [2].

Для достижения этой цели внедряются энерго- и ресурсосберегающие и малоотходные технологии, реконструируются действующие производства и совершенствуется оборудование. Каждый проект предприятия на всех этапах, от разработки до реализации, осуществляется с учетом экологической составляющей.

1.2 Водопотребление и водоотведение предприятия

В рамках производственного экологического мониторинга на ОАО «КуйбышевАзот» осуществляются мероприятия по снижению потребления

речной воды на производственные нужды (потребление речной воды уменьшилось на 7 %, 2009 г.); за счет внедрения современных химических технологий сокращается объем сточных вод с 2,6 м³ до 2,04 м³. Бытовые сточные воды от населения Центрального района и производственные ООО «Тольяттикаучук», ТО ТЭЦ, ОАО «Фосфор», ОАО «ВЦМ», ОАО «Трансформатор», ЗАО «Куйбышевазот» и ряда небольших предприятий поступают на очистные сооружения канализации (ОСК) ЗАО «Тольяттисинтез» проектной производительностью 164 554 м³/сут. После очистки большая часть стоков (около 70 % общего объема) поступает в самотечный коллектор и далее в Саратовское водохранилище. Другая часть сточных вод (около 30 %) ОСК подается по напорному трубопроводу, находящемуся на балансе ОАО «КуйбышевАзот», в насосную станцию № 3 Северного промузла ОАО «Тольяттисинтез» и далее через рассеивающий выпуск в Саратовское водохранилище.

ОАО «КуйбышевАзот» имеет два вида стоков:

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

-химически грязные стоки от технологических процессов в количестве 1200 т/сутки, проходящие локальные очистные сооружения на предприятии и отправляющиеся на городские биологические очистные сооружения [2].

Схема водозабора и водоотведения представлена на рисунке 1.1.

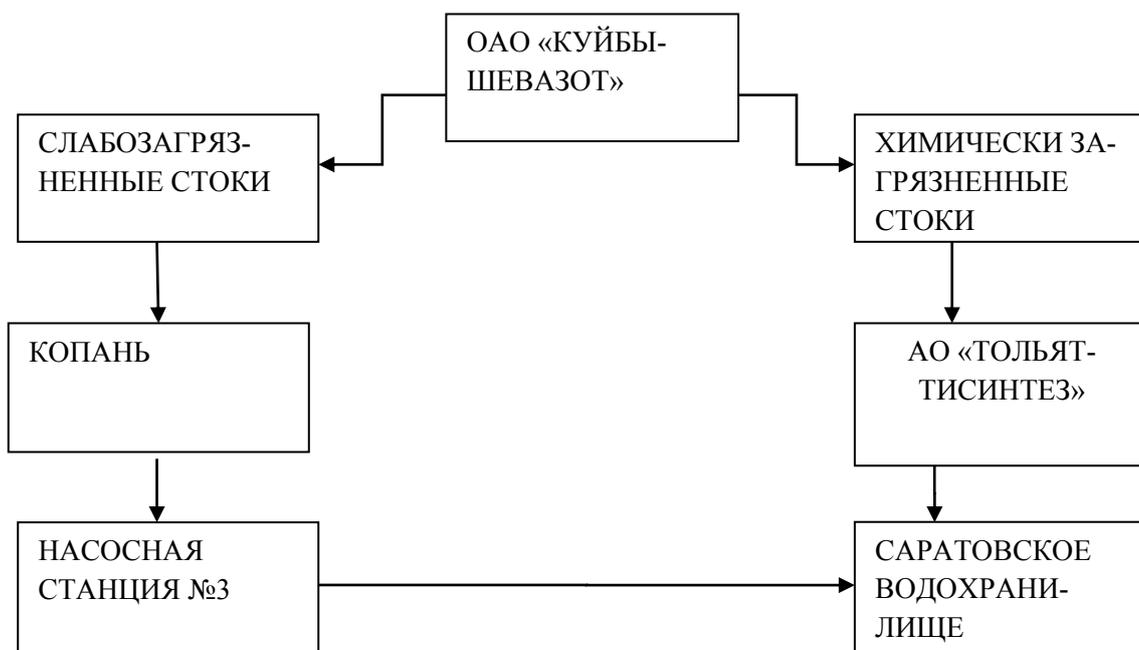


Рисунок 1.1–Схема водозабора и водоотведения

1.3 Общая характеристика цеха №39 «Переработка органических и неорганических продуктов»

Производство капролактама, как любой органический синтез, представляет собой в экологическом отношении проблемный процесс: на 1 тонну получаемого продукта образуется около 12 м² сточных вод с весьма сложным составом загрязнений. Поэтому необходима предварительная очистка стоков производства до их отправки на городские биоочистные сооружения.

Именно для этого и был создан в структуре производства капролактама цех № 39. Очистные сооружения цеха № 39 введены в эксплуатацию в 1989 г [35].

Назначение– переработка органических и неорганических соединений производства капролактама на установке нитриденитрификации промстоков производства капролактама (НДФ), по технологической схеме биологической очистки сточных вод методом нитриденитрификации азотных соединений.

Режим работы очистных сооружений: 365 дней в году, 24 ч/сут.

Проектная мощность установки нитриденитрификации промстоков производства капролактама:

- по аммонийным азотным загрязнениям -543,631 т\год;
- по нитратным азотным загрязнениям -1629,1775 т\год;
- по количеству перерабатываемых промстоков -2216,300 т\год или 6072 м³\сут.

Режим работы: 365 дней в году, 7 дней /неделю, 24 часа/сутки. Достигнутая производственная мощность (за 2012 год):

- по аммонийным азотным загрязнениям-514,7 т\год;
- по нитратным азотным загрязнениям – 731,1 т\год;
- по количеству перерабатываемых промстоков – 1724,000 тм³\ год или 4723м³/сут.

Установка нитриденитрификации промстоков производства капролактама состоит из одной технологической нитки. Метод очистки промстоков основан на минерализации органических загрязнений при помощи биохимических процессов, на биологическом окислении аммонийного азота до нитратного и последующего биохимического восстановления нитратного азота до свободного за счет окисления органического вещества кислородом нитратов.

Применяемые реагенты:

- ортофосфорная кислота (H₃PO₄) 73-98%, 25 л/сут, подается в к. 2022, к. 2024;

- углекислый газ (CO₂), от цеха №11 производства аммиака АМ-70, подается в к. 2022, к. 2024;

- содовый раствор (Na₂CO₃) 5-10% (из 100% соды кальцинированной), от цеха №23 получения кальцинированной соды, подается периодически для нейтрализации, до 3 м³/ч – в к. 2022, к. 2024;

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

Температура воздуха с ВДС – ок. 40°С.

Средняя концентрация растворенного кислорода по аэротенкам:

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

Основными задачами цеха № 39 являются:

1. Регулирование процесса сброса стоков предприятия через установку нитриденитрификации с целью недопущения превышения установленных нормативов.

2. Повышение технического уровня производства на основе совершенствования технологии очистки стоков с использованием передовых технологий, современного высокопроизводительного оборудования и современных систем автоматики и компьютеризации [35].

Схема основных сооружений АО «КуйбышевАзот» цеха №39 представлена на рисунке 1.2.

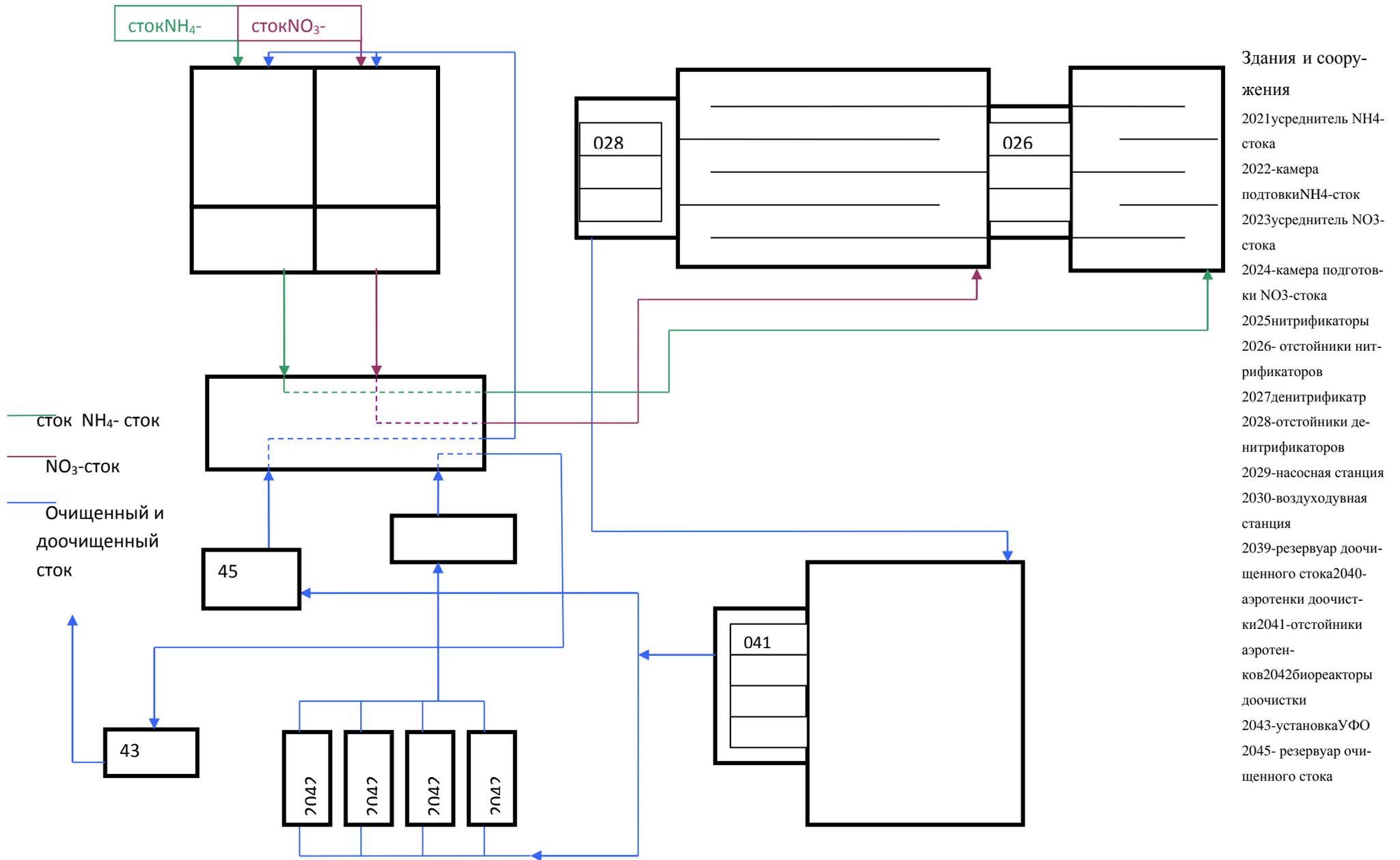


Рисунок 1.2 – Основные сооружения цеха №39

1.4 Анализ промышленных стоков

Главные источники образования сточных вод:

- производство капролактама;
- производство аммиачной селитры.

Поступающие химзагрязненные сточные воды представлены двумя потоками:

1) КСП (конденсат сокового пара) – аммоний-содержащие сточные воды. Эти сточные воды имеют высокое содержание аммония и солей. Поступление равномерное (стабильно±10-15%), в диапазоне ±20-25% в кратковременном режиме. Направляются на усреднение в к.2021. В летний период имеют высокую температуру, до +60°C, охлаждение атмосферным воздухом, смешением с очищенными стоками до температуры +40°C (выход с к.2022). Зимняя температура до +25 °С.

Производительность аммоний содержащих сточных вод:

- проектная—110м³/ч;
- фактическая:
- средняя—ок.150м³/ч(120-170м³/ч);
- максимальная – 200м³/ ч.

2) ВСТ (вода сточная) – нитрат-содержащие сточные воды. Сильно загрязнены, имеются значительные колебания качественного состава. Направляются на усреднение в к.2021, где разбавляются очищенными сточными водами. Летняя температура ок +40°C. Зимой подогревают пароконденсатом до +20°C.

Производительность нитрат содержащих сточных вод:

- проектная—60м³/ч;
- фактическая:
- средняя—ок.60м³/ч(50-70м³/ч);
- максимальная – 110 - 120 м³ /ч.

В таблице 1.1 указаны характеристики исходного сырья, поступающего на очистные сооружения:

Количественные характеристики сточных вод

Расчетные количественные характеристики сточных вод, поступающих на очистные сооружения для каждого потока, представлены в таблице. 1.2. и 1.3:

Таблица 1.1 – Исходное сырье, материалы, полупродукты, поступающие на очистные сооружения

№	Наименование сырья, материалов, полупродуктов	Источник поступления	Регламентируемые показатели	Норматив
1	Аммоний содержащий сток	цех №25 получения сульфата аммония цех №37 получения капролактама цех №24 получения капролактама цех №3 получения аммиачной селитры	pH	н/б 11
			N-NH ₄	н/б 400 мг/дм ³
			N-NO ₃	н/б 100 мг/дм ³
			Сульфаты	н/б 500 мг/дм ³
			Капролактамы	н/б 78 мг/дм ³
			Взвешенные вещества	н/б 300 мг/дм ³
			БПК ₅	н/б 200 мгО/дм ³
			ХПК	н/б 340 мгО/дм ³
2	Нитрат содержащий сток	цех №38 получения гидросиламин-сульфата цех №23 получения кальцинированной соды цех №24 получения капролактама цех №37 получения капролактама цех №22 получения циклогексанона цех №35 получения циклогексанона	pH	н/м 2
			N-NH ₄	н/б 20 мг/дм ³
			N-(NO ₃ +NO ₂)	доза в течение 2-х часов не более 3000, среднее 1660 мг/дм ³

Продолжение таблицы 1.1

			ХПК	н/б 10000 мг О/дм ³
			Капролактam	н/б 100 мг/дм ³
			Циклогексанол	н/б 20 мг/дм ³
			Циклогексанон	н/б 20 мг/дм ³
			Смолы	н/б 100 мг/дм ³
			Взвешенные вещества	н/б 300 мг/дм ³
			БПК ₅	1000÷6000 мг О/дм ³
3	Водно-щелочной сток	цех №35 получения циклогексанона		По требованиям технологического регламента 200000-350000 мгО ₂ /л
4	Ортофосфорная кислота	ГОСТ 10678-76 или аналог		массовая доля ортофосфорной кислоты не менее 73 %
5	Содовый раствор	цех №23 получения кальцинированной соды		массовая доля общей щелочности в пересчете на углекислый натрий 5÷10 %
6	Углекислый газ	производство аммиака АМ-70 цеха №11		Давление 0,2÷0,69 кгс/см ² объемная доля СО ₂ н/м 97 %

Таблица 1.2 – Расчетные количественные показатели аммоний содержащего стока (КСП)

№	Наименование	Единица измерения	Величина показателя
1	Среднесуточный расход сточных вод	м ³ /сут	4100
2	Среднечасовой расход	м ³ /ч	170
3	Максимальный суточный расход сточных вод	м ³ /сут	4800
4	Максимальный месячный расход сточных вод	м ³ /мес	130000
5	Максимальный часовой расход	м ³ /ч	200

Таблица 1.3 – Расчетные количественные показатели нитрат содержащего стока (ВСТ)

№	Наименование	Единица измерения	Величина показателя
1	Среднесуточный расход сточных вод	м ³ /сут	1900
2	Среднечасовой расход	м ³ /ч	80
3	Максимальный суточный расход сточных вод	м ³ /сут	2500
4	Максимальный месячный расход сточных вод	м ³ /мес	70000
5	Максимальный часовой расход	м ³ /ч	110

Качественные характеристики сточных вод

Качество химзагрязненных сточных вод (концентрация нормируемых загрязнений) должно отвечать проекту данного очистного сооружения и удовлетворять нормам, которые указаны в таблице 1.4:

Таблица 1.4 – Нормативные требования к качеству очищенной воды

№	Наименование показателей	Концентрация загрязнений, мг/дм³
1	2	3
1	рН	6,5÷8,5
2	Азот аммонийный, не более	6,0
3	Азот нитратный, не более	10,0
4	Азот нитритный, не более	1,0
5	ХПК, не более	300,0
6	Фосфор, не более	6,0
7	Сульфаты, не более	500,0
8	Циклогексанол, не более	15,0
9	Циклогексанон, не более	10,0
10	Капролактамы, не более	15,0
11	Взвешенные вещества, не более	50,0
12	БПК ₅ , не более	25,0

Поступающие хим. загрязненные сточные воды – аммоний содержащий сток (NH₄) (КСП – конденсат сокового пара) и нитрат содержащий сток (NO₃) (ВСТ – вода сточная). Они поступают от производства капролактама и цеха №3 и имеют следующие показатели:

Таблица 1.5–Состав стоков КСП И ВСТ на входе

Место отбора	Компонент	Ед. измерения	Значение	Регламент
Аммоний содержащий сток, поступление				
К. 22	рН	-	8,4	8,5
К 22	Азот аммонийный	мг/л	110,1	400,0
К 22	Азот нитратов	мг/л	46,7	100,0
К 22	ХПК	мгО ₂ /л	450,4	340,0
Нитрат содержащий сток, поступление				
К 23	рН	-	8,1	2,0
К 23	ХПК	мгО ₂ /л	8483,1	10000
К 23	Азот аммонийный	мг/л	27,7	20,0
К 23	Азот нитратов	мг/л	47,4	1 660,0
К 23	Азот нитритов	мг/л	914,0	100,0
К 23	Капролактам	мг/л	138,2	100,0
К 23	Циклогексанон	мг/л	641,1	20,0
К 23	Циклогексанол	мг/л	643,1	20,0

На основе анализа количественного и качественного состава сточных вод определено, что на ОАО «КуйбышевАзот» при поступлении на очистные сооружения обнаружены превышения по ряду загрязняющих веществ:

1. Аммоний содержащий сток:
 - ХПК в 1,3 раза
2. Нитрат содержащий сток:
 - рН в 4 раза;
 - Азот нитритов в 9 раз;
 - Азот аммонийный в 1,3 раза;
 - Капролактам в 1,3 раза;
 - Циклогексанон в 32 раза;

— Циклогексанол в 32 раза.

Из существующей ситуации, можно сделать вывод, что при данных показателях входных потоков невозможно добиться значительного улучшения качества очистки сточных вод, следовательно, необходима модернизация системы очистки на данном этапе.

1.5 Технологическая схема очистки промышленных сточных вод цеха №39 «Переработка органических и неорганических соединений»

1.5.1 Поступление сточных вод

Сточные воды поступают от производства капролактама и цеха №3 по трубопроводам, проложенным по эстакаде. Аммоний содержащий сток (КСП – конденсат сокового пара) от корпусов 714, 909, 914 заведен в приемную камеру корп.2021. Стоки с цеха №3 также поступают в корп.2021 цеха №39. Нитрат содержащий сток (ВСТ – вода сточная) от корпусов 946, 709, 912, 916, 2080 заведен в приемную камеру корп.2023. 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 некондиция поступает одновременно по КСП и ВСТ, сброс производится только с одного коллектора, а по второму коллектору стоки поступают в приемную камеру, куда для разбавления подается циркуляционный сток.

1.5.2 Направление потоков

Аммоний содержащий сток (NH_4^+) подготавливается и очищается по схеме: приемная камера корп. 2021 → распределительный лоток → усреднитель → контрольные емкости корп. 2022 → насосы 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 в корп. 2029 → денитрификатор корп.2027 → вторичные отстойники корп.2028 → аэротенк корп.2040 → вторичные отстойники корп. 2041 → биореакторы корп. 2042 → насос → УФ-установка корп.2043 → БОС ЗАО «ТольяттиСинтез», ВОЦ-8 производства капролактама.

1.5.3 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 выпуск верхнего лотка. Выпуски имеют расчетный диаметр. 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 в корп.2021 и в корп. 2023. 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 аккумуляирования, по расходу.

1.5.4 Контрольные емкости

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 щелочности и фосфора, путем введения углекислого газа, раствора соды и ортофосфорной кислоты в систему гидроперемешивания. Раствор соды и ортофосфорной кислоты подаются через гребенку, а углекислый газ вводится через эжектор 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 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).

1.5.5 Аэротенки-нитрификаторы

Нитрификатор корп. 2025, в который поступают аммоний содержащие сточные воды, представляет собой 3-хсекционное, 3-хкоридорное 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 турбокомпрес-

соров в корп.2030, по коллекторам и трубной разводке подается на сооружения биологической очистки.

1.5.6 Отстойники нитрификаторов

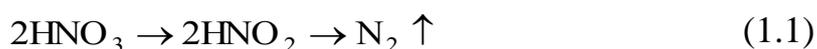
Нитрифицированный сток собирается в нижний лоток корп. 2025 и через регулируемые заслонками выпуски поступает в верхний лоток вторичных отстойников корп. 2026/1-5. В корп. 2026, происходит разделение нитрифицированного стока от активного ила. Его оседанию способствует установленная у верхнего лотка полупогружная 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 секциям денитрификатора.

1.5.7 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 – 7020м³. 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 вещества кислородом, который бактерии извлекают из нитратов. В связи с этим, основными условиями веде-

ния 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 ВЦС 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.

Общая схема денитрификации:



Денитрифицирующими бактериями являются гетеротрофные организмы, использующие нитраты в качестве акцептора водорода при окислении ими органического вещества. Параллельно с процессом денитрификации ча-

стично идет процесс нитрификации, а также возможна косвенная денитрификация, ведущая к восстановлению аммонийных и нитратных соединений до NH_3 и N_2 .

1.5.8 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 корпус 2040 на доочистку.

1.5.9 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. Возраст ила поддерживается 20 суток.

1.5.9.1 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.

1.5.9.2 Биореакторы

В биореакторах происходит последовательное снижение БПК, ХПК, азота аммонийного и др. 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 водо-воздушной 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 погружными откачиваются по трубопроводу на доочистку в аэротенк корп. 2040.

1.5.9.3 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 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, помещенных в защитные кварцевые чехлы.

1.5.9.4 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.

1.5.9.5 Сгущение осадков

Образующийся избыточный ил из иловых камер корп.2040 и 2027 по самотечным 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 м^3 и рабочим давлением $0,5 \div 0,6 \text{ МПа}$ ($5 \div 6 \text{ кгс/см}^2$) (кг/см^2). Иловоздушная смесь через эжектор, находящийся внутри напорного бака, дополнительно насыщается воздухом и под давлением $0,5 \div 0,6 \text{ МПа}$ ($5 \div 6 \text{ кгс / см}^2$) (кг / см^2) 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 К5.3 в резервуар уплотненного ила 2048, а затем насосами поз. 1,2 иловой насосной станции корп.2049, откачивается по линии К5.3н 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 К19 поступает в резервуар осветленного стока 2053. Сток из камеры 2053 насосами поз. 3-4 откачивается по трубопроводу К-19н в денитрификатор - корп. 2027.

1.5.9.6 Сушка осадков

Иловые площадки корп. 2050, представляют собой земляные резервуары, днище и боковые склоны которых бетонированы. Рабочие размеры: пло-

щадки № 3,4 размером 40 x 90 м, площадки № 1,2 - 25 x70 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 площадках дальнейшему уплотнению и высушению 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, расположенные между иловыми площадками. Далее дренажная вода по трубопроводу поступает в резервуар опорожнения 2044, откуда погружным насосом откачивается в корп.2040. При необходимости для ускорения высухания, 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.

1.5.9.7 К факторам, влияющим на степень очистки, относят:

Активный ил - это искусственно созданная, антропогенно зависимая экосистема, находящаяся в чрезвычайно изменчивых условиях воздействия абиотических и биотических факторов [39].

В процессах разложения загрязняющих веществ в аэротенках основная роль принадлежит гетеротрофным флокулообразующим бактериям. Флокулообразующие бактерии — это множество клеток микроорганизмов, объединенных биополимерным гелем в хорошо защищенное и организованное структурно-функциональное целое — хлопок активного ила. Популяции

флокулообразующих 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.

Наиболее важные характеристики ила:

- 1.Способность активного ила к хлопьеобразованию;
- 2.Осаждаемость и последующее уплотнение;
- 3.Влагоотдающие свойства;
- 4.Возраст ила;
- 5.Способность к флоокуляции.

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.

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 флокулообразующих, 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:

— удовлетворительное продуцирование флокулообразующими 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.

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. При возрастании выноса ила уменьшается его прирост, ослабляются окислительные свойства, и сокращается 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, а сами хорошо отделяться от очищенной воды осаждением. Эти два свойства не обязательно связаны между собой.

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.

1.5.9.8 Температура

Температура очищаемых сточных вод — важнейший фактор, воздействующий на растворимость химических веществ, скорость химических реакций, скорость изъятия загрязняющих веществ при механическом отстаивании, интенсивность обмена веществ у организмов активного ила, потребление растворенного кислорода, а, следовательно, в целом на эффективность процесса очистки.

Повышение температуры сказывается в первую очередь на активности ферментов. Ферменты активного ила состоят из белка, или в основном из белка. При температуре 50 °С 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 °С неблагоприятна. Даже непродолжительное повышение температуры приводит к необратимым последствиям, так как коагулированные белки не восстанавливаются и процессы обмена веществ либо тормозятся, либо полностью прекращаются.

Процессы нитрификации напрямую зависят от температуры очищаемых сточных вод. Для поддержания удовлетворительной нитрификации оптимальная температура должна быть в диапазоне 20-25 °С. При 9 °С скорость нитрификации существенно снижается, а при 6 °С прекращается. При прочих, благоприятных для нитрификации условиях, в зимнее время ее активность снижается на 10 %. В диапазоне температур от 15 до 35 °С нитрификация удовлетворительна и ее интенсивность нарастает с повышением температуры до 35 °С. При температуре более 37 °С скорость нитрификации также снижается в связи с уменьшением содержания в воде растворенного кислорода.

Скорость процесса денитрификации непрерывно возрастает при повышении температуры сточных вод вплоть до 36 °С. 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.

1.5.9.9 Концентрация водородных ионов (величина рН)

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.

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 *pH* 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.

1.5.9.9.1 Кислородный режим

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 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.

Плохие аэрационные условия для активного ила могут быть обусловлены следующими причинами:

1. Сокращением количества подаваемого воздуха, разрушением и засорением подающих воздух элементов;
2. Залежами плохо перемешиваемого ила в различных участках аэрируемой зоны и всех звеньев очистки;
3. повышением удельных нагрузок на активный ил за счет возрастания содержания растворенных органических веществ в поступающих на очистку водах;
4. воздействием токсикантов на активный ил (токсиканты блокируют дыхательные ферменты у простейших и многоклеточных организмов активного ила или дыхательные пигменты у бактерий);
5. возрастанием кислородпоглощаемости активного ила из-за нарушения режима выгрузки осадка из вторичных отстойников;
6. превышением оптимальной концентрации возвратного ила (недостаток кислорода возникает при увеличении биомассы активного ила).

После очистных сооружений состав сточных вод имеет следующие показатели:

Таблица 1.6 – Анализ содержания загрязняющих веществ в стоках

Место отбора	Компонент	Ед. измерения	Значение	Регламент
Смесь сточных вод после денитрификации				
К 28	рН	-	9,0	9,0
К 28	Азот аммонийный	мг/л	12,0	13,3
К 28	Азот нитратов	мг/л	7,7	9,0
К 28	ХПК	мгО ₂ /л	826,5	1000,0
К 28	Азот нитритов	мг/л	0,5	1,0
К 28	БПК ₅	мгО ₂ /л	302,1	300,0
К 28	Фосфор ортофосфатов	мг/л	0,2	3,0
К 28	Щелочность	мг/л	64,0	100,0
Смесь доочищенных сточных вод				
К 39	рН	-	8,8	8,5
К 39	ХПК	мгО ₂ /л	401,3	300,0
К 39	Азот аммонийный	мг/л	11,8	6,0
К 39	Азот нитратов	мг/л	6,5	10,0
К 39	Азот нитритов	мг/л	0,7	1,0
К 39	Капролактам	мг/л	0,4	15,0
К 39	Циклогексанон	мг/л	2,4	10,0
К 39	Циклогексанол	мг/л	1,6	15,0
К 39	Фосфор ортофосфатов	мг/л	0,2	6,0
К 39	Щелочность	мг/л	64,0	100,0
К 39	Сульфаты	мг/л	116,5	500,0
К 39	Взвешенные вещества	мг/л	161,9	50,0
К 39	БПК ₅	мгО ₂ /л	64,3	25,0
К 39	Жесткость	мг/л	2,0	5,0

После очистных сооружений наблюдается превышение по следующему ряду загрязняющих веществ:

- ХПК в 1,3 раза;
- Азот аммонийный в 2 раза;
- Взвешенные вещества в 3 раза;
- БПК₅ в 2,5 раза.

1.6 Требования к очищенным сточным водам

Существующее качество очистки сточных вод и требования приема в ВОЦ предприятия представлено в таблице. 1.7:

Таблица 1.7 – Существующее качество очистки, нормы очистки

№	Наименование показателей	Единица измерения	Значение показателей	Требование ВОЦ
1	рН	мгО ₂ /л	8,8	8,1-8,4
2	ХПК	мгО ₂ /л	401,3	30
3	БПК ₅	мг/л	64,3	9,0
4	Взвешенные вещества	мг/л	161,9	3
5	Азот аммонийный	мг/л	11,8	0,08
6	Азот нитритов	мг/л	0,7	0,03
7	Азот нитратов	мг/л	6,5	0,68
8	Фосфор ортофосфатов	мг/л	0,2	0,1
9	Капролактамы	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
11	Щелочность	мг/л	64,0	1,4-2,1

Как видно из таблицы 1.7, не достигаются значения по всем контролируемым показателям, исключая жесткость. Исходя из этого, можно сделать вывод, что необходимо:

Совершенствование технологического процесса для исключения всех загрязняющих веществ, превышающих необходимые концентрации перед поступлением на городские очистные сооружения, так как обязательные платы за сброс и плата за сброс загрязняющих веществ сверхустановленных ли-

митов существенно снижают экономическую эффективность работы эксплуатационных организаций.

1.7 Особенности, недостатки сточных вод, сооружений, технологической схемы

Недостатки поступающих химически загрязненных сточных вод:

1. Для поступающих на очистку сточных вод характерна высокая температура в летний период. Это в значительной степени связано с временной неисправностью системы охлаждения в Цехе №3 аммиачной селитры, до +70°C;
2. Высокая степень загрязненности сточных вод, выражаемые в единицах ХПК, прежде всего нитрат содержащих;
3. Высокие концентрации соединений азота: аммонийного и нитратного азота;
4. Высокое солесодержание (минерализация, удельная электропроводность);
5. Наличие специфических загрязняющих примесей (капролактама, циклогексанон, циклогексанол, смолы и др.) в высоких концентрациях;
6. Высокая щелочность сточных вод, значительные колебания Рн;
7. Значительные колебания состава сточных вод;
8. 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 °С), в особенности в летний период. В летний период не стабильная работа нитрификатора;
9. Высокая цветность сточных вод, что способно нарушать работу УФО.

Особенности сооружений, технологии очистки:

1. Применение недостаточно очищенных сточных вод для разбавления поступающих стоков приводят к зашламованности усреднителей и котрольных емкостей.
2. Конструкция отстойников не лучшим образом приспособлена для отведения ила (количество ила в первом приемке значительно больше, чем в последующих), что снижает массу перекачиваемого возвратного ила.
3. При высоких концентрациях загрязнений не предусмотрена регенерация активного ила.
4. Присутствуют определенные проблемы с активным илом (вспухание) и вызванный им повышенный вынос ила ввиду поступления сточных вод с превышением нормативных концентраций загрязняющих веществ.
5. Установленная в денитрификаторе система аэрации требует замены.
6. Сооружения доочистки в биореакторах с прикрепленной микрофлорой не эффективны.
7. Не предусмотрена подача воздуха в усреднители.

Исходя из особенностей сооружений, можно использовать технологический прием, который позволит устранить следующие недостатки:

1. Высокую степень загрязненности сточных вод, выражаемые в единицах ХПК, прежде всего аммоний содержащих;
2. Высокие концентрации соединений азота: аммонийного и нитратного азота.

Данные недостатки возможно устранить методом добавления аэрационной системы в контрольную емкость, что позволит откорректировать качественный состав – предварительной реагентной обработкой, нейтрализацией, тщательным перемешиванием смеси и обогащения ее кислородом.

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СТОКОВ В КОНТРОЛЬНОЙ ЕМКОСТИ НА СТАДИИ ДООЧИСТКИ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ОАО «КУЙБЫШЕВА-ЗОТ»

В ходе изучения технологического процесса нитроденитрификации было установлено, что изначально входные потоки не подходят под регламент очистки сточных вод, особенно нитрат содержащие сточные воды, следовательно, это является одним из важных факторов того, что сточные воды имеют недостаточные показатели после очистки.

Для их улучшения очистку необходимо начинать уже на начальных стадиях процесса, чтобы подготовить стоки для дальнейшего проведения биологической очистки.

Исследовав существующую систему в цехе № 39 и проведя анализ проблем, к решению проблем, описанных выше, предлагается следующий вариант: контрольные емкости 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. Так как в контрольные емкости не предусмотрена подача воздуха, предлагается установка дополнительной системы аэрации на начальном этапе очистки с дополнительным вводом уже дочищённых вод с содержанием ила для разбавления и для тщательного перемешивания стоков и насыщения их кислородом.

2.1 Интенсификация процесса аэрации

При необходимости в дополнительном насыщении сточных вод кислородом и их перемешивании, обусловленных результатами расчетов необходимой степени очистки сточных вод, и максимальным уровнем воды в водном объекте для аэрации следует применять аэраторы.

Аэраторы предназначены для напорной подачи воздуха. Используются на различных этапах аэробной биологической очистки сточных вод. Добавление аэратора в контрольные емкости позволит обеспечить равномерное распределение воздуха или кислородсодержащего газа под давлением по магистральным и воздухораспределительным трубопроводам к аэраторам диспергаторам, установленным под слоем воды и повысить качество сточных вод перед непосредственным поступлением стоков на дальнейшую стадию очистки.

В зависимости от способа распределения и подачи газа все применяемые аэраторы можно классифицировать следующим образом:

- 1) пневматические;
- 2) механические;
- 3) пневмомеханические;
- 4) струйные.

Пневматические аэраторы подразделяют на типы в зависимости от крупности получаемых пузырьков: мелкопузырчатые ($d = 1—4$ мм), среднепузырчатые ($d = 5—10$ мм) и крупнопузырчатые ($d > 10$ мм). К мелкопузырчатым относятся, например, аэраторы форсуночного и ударного типа, а также керамические, тканевые и пластиковые аэраторы; к среднепузырчатым — перфорированные трубы, щелевые и другие устройства; к крупнопузырчатым — открытые трубы, сопла и т.п.

Сжатый воздух подается к каналу, расположенному по всей длине дна. Этот канал перекрывается фильтрами. Фильтросы обычно размещают на дне аэротенка с одной стороны (односторонняя аэрация), с двух сторон или равномерно через некоторое расстояние по всему дну. Средний размер пор отечественных фильтросов составляет 100 мкм. Затраты энергии — 1,15—1,40 кВт * ч на 1 кг удаленной примеси (по БПК₅). Среднепузырчатые аэраторы — перфорированные трубы ($d = 6 + 10$ мм) — менее эффективны, но меньше засоряются.

Эффективность работы пневматических аэраторов зависит:

- от состава сточных вод;
- от характера процесса очистки;
- от качества их строительства и уровня эксплуатации.

Среди факторов, которые влияют на работу в первую очередь, следует отметить:

- расположение аэраторов в плане;
- глубину их погружения;
- удельные нагрузки по воздуху (интенсивность аэрации).
- ширина и форма аэрационной полосы (влияют на формирование гидродинамической структуры потока и в значительной степени определяют эффективность процесса массопередачи).

Предлагается использовать именно среднепузырчатые пневматические аэраторы – перфорированные трубы. Для наиболее эффективного насыщения жидкости кислородом в настоящее время применяются полимерные перфорированные трубчатые аэраторы. Использование трубчатых аэраторов является наиболее практичным и эффективным решением. Долгий опыт эксплуатации показал, что материал аэратора (барботера) устойчив к высоким гидравлическим нагрузкам и различным гидродинамическим режимам барботажа [3].

Эффективность растворения (переноса) кислорода (ЭПК) очень важная характеристика для аэратора. Размер пузырьков 1-3 мм является оптимальным, т.к. обеспечивает достаточную подъемную силу при значительной площади поверхности контакта фаз - суммарной площади поверхности пузырьков. Эффективность переноса кислорода составляет в среднем 6% на 1 м погружения. Из проведённых исследований трубчатые полимерные аэраторы показали наиболее оптимальное значение ЭПК. В связи с этим они и нашли широкое применение. Трубчатые полимерные аэраторы позволяют уменьшить затраты на электроэнергию для продувки воздуха, так как они дают мелкопузырчатую аэрацию (барботажа) и оптимальную скорость исте-

чения газа из отверстия аэратора, что позволяет достичь высокого значения ЭПК.

2.2 Выбор аэратора

В международной практике при выборе аэратора обычно учитывают:

- массообменные характеристики;
- площадь, обслуживаемую одним аэратором, которая зависит от площади мембраны и формы аэратора;
- удобство монтажа;
- цену;
- затраты по замене, обслуживанию и прочее.

Основное требование к аэраторам:

Они должны соответствовать возможности технологического управления. А именно, воспринимать колебания нагрузок по воздуху в достаточно широких диапазонах, зависящих от степени исходной неравномерности.

Количество подаваемого в аэрационную систему воздуха пропорционально степени использования кислорода воздуха для выбранного типа аэраторов. Высокая эффективность работы собственно аэраторов – залог энергосбережения. Вместе с тем, заявленные параметры эффективности в натуральных условиях аэраторы подтверждают не во всех случаях. Раскладка аэрационных систем по площади днища аэротенка играет важную роль.

Однoboкoe продольное расположение аэраторов вызывает интенсивную поперечную циркуляцию иловой смеси или ее перемешивание. Это существенно сокращает время контакта пузырьков воздуха с иловой смесью, поэтому воздух в составе отходящих газов содержит повышенное содержание кислорода. Раскладка аэраторов по всей ширине днища коридора не вызывает продольного перемешивания, а скорость всплытия пузырьков снижается практически втрое. Вместе с тем, условие поддержания иловой смеси во взвешенном состоянии выполняется. Энергоэффективность аэрационных си-

стем зависит от способа их раскладки по площади днища аэротенка, критериев выбора и характеристик аэраторов, а также условий эксплуатации.

С целью выбора аналогов систем, а также последних достижений в области модернизирования очистных сооружений был осуществлен патентный поиск. Поиск проведен на сайте ФИПС (Федеральный институт промышленной собственности). Глубина поиска составила 10 лет (2006-2016г.г.).

Результаты патентного поиска представлены в приложении А.

2.3 Общая характеристика и описание предлагаемой установки

Трубчатые аэраторы «Полипор» являются новейшей разработкой в области аэрационных систем, отвечают всем требованиям, предъявляемым к современному оборудованию для очистки сточных вод, и имеют технологические характеристики на уровне лучших аэраторов мировых производителей.



Рисунок 2.1-Трубчатый аэратор «Полипор»

Аэратор предназначен для аэрации хозяйственно-бытовых, промышленных, ливневых, сточных вод на очистных сооружениях различной мощности, а также компактных установках, станциях биологической очистки. Аэратора состоит из полимерного перфорированного трубчатого каркаса, с резьбовыми концевиками, имеющими сопрягаемые внутреннюю и наружную резьбы. На поверхность каркаса, нанесены два слоя полимерного покрытия.

Первый слой (крупнопористый) предназначен для равномерного распределения воздуха по длине модуля. Вторым слоем (мелкопористый) - для диспергирования воздуха. Такое сочетание слоев обеспечивает мелкопузырчатое диспергирование воздуха в жидкости.

Аэраторы "ПОЛИПОР" имеют следующие особенности:

- обеспечение мелкопузырчатой аэрации;
- обеспечение равномерного и плавного перемешивания иловой смеси по всему объему аэротенка;
- равномерное распределение воздуха в аэротенке;
- высокие массообменные характеристики;
- повышение степени очистки сточных вод при одновременной экономии электроэнергии;
- улучшение седиментационных свойств активного ила;
- устойчивость к гидро- и аэродинамическим ударам;
- химическая и коррозионная стойкость;
- удобство и простота монтажа а также замены элементов системы [1].

Обладая превосходными расходными и массообменными характеристиками, аэраторы обеспечивают заданную интенсивность аэрации, потери давления при этом не превышают 0,2 м. Размер пузырьков составляет 3 мм. Высокий уровень переноса кислорода (в стандартных условиях до 30%) за счет мелкопузырчатой аэрации при малых расходах воздуха дает возможность существенного сокращения затрат электроэнергии на биологическую очистку. Благодаря высокой эффективности массопереноса, расход воздуха, подаваемый воздуходувками и необходимый для достижения требуемой степени насыщения кислородом, уменьшается, а соответственно и снижаются затраты электроэнергии.

Сборка системы аэрации простым скручиванием аэраторов между собой и совмещение функций воздуховода и диспергатора воздуха существенно снижает затраты на монтаж, ускоряет ввод системы в эксплуатацию, увеличивает ее надежность, а в целом позволяет сократить капитальные затраты на реконструкцию.

Возможность устройства плетей большой длины сводит к минимуму монтаж воздухопроводящей сети, поскольку требуется меньшее количество воздухоподводящих стояков, запорно-регулирующей арматуры, анкеров.

Преимущества перед аналогами:

- обеспечение мелкопузырчатой аэрации;
- равномерное распределение воздуха в аэротенке;
- высокие массообменные характеристики;
- устойчивость к гидро- и аэродинамическим ударам;
- химическая стойкость;
- простота монтажа системы.



Рисунок 2.2 -Трубчатые аэрационные системы «Полипор»

2.4 Расчет системы аэрации

Если решена задача выбора системы аэрации, то необходимо рассчитать выбранную систему на требуемую производительность по воздуху (кислороду). Расчет системы заключается в определении количества аэраторов (если известна производительность каждого в отдельности), расстояния между ними и расположения в аэротенке. Естественно, что количество воздуха, подлежащего подаче в аэротенк, будет зависеть от коэффициента его использования (в свою очередь, зависящего от конструкции аэратора, режима его работы и гидродинамических условий), характера загрязнений, режима работы аэротенков и пр.

Согласно «Спецификация основного оборудования и сооружения Цеха № 39» в цехе используется контрольная емкость аммоний и нитрат содержащегося стока с параметрами:

Длина-13 м;

Ширина -9,5 м;

Рабочая глубина-2,8 м;

Рабочий объем-340 м³;

Строительная глубина - 3,71 м.

Технические характеристики трубчатого аэратора «Полипор»:

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,м) - 5-15/15-25/25-40;

Размер образующихся пузырьков, мм - 2-2,5.

Подбираем типовой проект контрольной емкости со следующими характеристиками:

1. число секций $n = 2$;
2. число коридоров $n_{\text{кор}} = 6$;
3. рабочая глубина $H = 2,8$ м;
4. ширина коридора $b = 4,5$ м.
5. Длина секции аэротенка=13 м.

Подача воздуха осуществляется в зависимости от условий работы на глубину 0,3...4,0 м за счет подающих труб, наращиваемых на корпус аэратора. Берем глубину 0,3 м.

Удельный расход воздуха очищаемой воды при пневматической системе аэрации надлежит определять по формуле:

$$q_{\text{air}} = \frac{q_o(L_{\text{en}} - L_{\text{ex}})}{K_3 K_2 K_1 K_t (C_a - C_o)} \quad (2.1)$$

Где, q_o - удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК
полн, принимаемый при очистке до БПК полн 15-20 мг/л - 1,1, при очистке до
БПК полн свыше 20 мг/л - 0,9;

q_o - принимаем 0,9.

K_1 - коэффициент, учитывающий тип аэратора и принимаемый для
мелкопузырчатой аэрации в зависимости от соотношения площадей аэриру-
емой зоны и аэротенка, для среднепузырчатой и низконапорной $K_1 = 0,75$

K_2 - коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов, при
погружении 0,3 м = 0,4

K_t - коэффициент, учитывающий температуру сточных вод, который
следует определять по формуле:

$$K_t = 1 + 0,02(T_w - 20); \quad (2.2)$$

Где, T_w - среднемесячная температура воды за летний период, С , при-
нимаем $T_w = 40$ С.

$$K_t = 1 + 0,02(40 - 20) = 1,4 \quad (2.3)$$

K_3 - коэффициент качества воды, принимаемый для для производствен-
ных сточных вод = 0,7

C_o - растворимость кислорода воздуха в воде, мг/л, определяемая по
формуле:

$$C_o = \left(1 + \frac{h_a}{20,6}\right) C_T \quad (2.3)$$

Где C_T - растворимость кислорода в воде в зависимости от температуры и атмосферного давления, принимаемая по справочным данным, $C_T = 5$;

h_a - глубина погружения аэратора, м ;

$h_a = 0,3$ м;

$$C_o = \left(1 + \frac{0,3}{20,6}\right) 5 = 5,07 \quad (2.4)$$

Удельный расход воздуха:

$$q_{air} = \frac{0,9(127-64,3)}{0,75*0,4*1,4*0,7(5,07-2)} = 62,7 \quad (2.5)$$

Число аэраторов следует определять по формуле:

$$N_{ma} = \frac{q_o(L_{en}-L_{ex})W_{at}}{1000K_3K_f\left(\frac{C_a-C_o}{C_a}\right)t_{at}Q_{ma}} \quad (2.6)$$

Где, W_{at} - объем сооружения, м³;

$W_{at} = 340$ м³

$$N_{ma} = \frac{0,9(127-63,3)340}{1000*1,4*1,7\left(\frac{5,07-2}{5,07}\right)25*24} = 60 \quad (2.7)$$

Контрольная емкость 2022 и 2024 имеет по три камеры, две из которых заполняются реагентами, а по одной камере подготовки стоков корп.2022, 2024 находятся в резерве. Следовательно, в каждой камере устанавливается аэрационная система в три ряда, с расстоянием между друг другом в 1700 м, состоящая из одной соединенной плети. Получаем 6 плетей.

Расход аэратора принимается по данным технической характеристики.

Помимо аэраторов, в состав технологического оборудования системы аэрации входят трубопроводы и насосно-силовое оборудование, которые подбираются гидравлическим расчетом.

Передвижная сборно-разборная установка для аэрации представляет собой сборный трубопровод из труб диаметром 160 мм, и аэраторами диаметром 130 мм, расположенных в три ряда по 3 нити в каждой емкости. На трубопроводе устанавливают воздухопадающий модуль высотой 3,3 м через 2 м друг от друга. Общее количество аэраторов – 60 штук, по 15 шт длиной 1500 мм, по 15 штук длиной 2000 мм в каждой из двух емкостей с каждой стороны.

Гидравлическим расчетом подбираются трубы, насос, соответствующая гидротехническая арматура. Сборка системы аэрации простым скручиванием аэраторов между собой и совмещением функций воздуховода и диспергатора воздуха существенно снижает затраты на монтаж, ускоряет ввод системы в эксплуатацию, увеличивает ее надежность, а в целом позволяет сократить капитальные затраты на реконструкцию.

Разработанные технические средства, могут так же успешно применяться и для аэрирования различной водной среды промышленного и хозяйственного назначения при соответствующем обосновании технологии их использования.

Конструкция данной аэрационной установки представлена в приложении С.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе существующего технологического процесса очистки стоков в цехе № 39 ОАО «КуйбышевАзот» были выявлены основные проблемы в системе очистки сточных вод и предложены технические решения по модернизации системы очистки для обеспечения требуемого качества

Предложенное в проекте техническое решение, а именно добавление аэратора в контрольные емкости, для тщательного перемешивания стоков и обеспечения равномерного распределения воздуха или кислородсодержащего газа под давлением по магистральным и воздухораспределительным трубопроводам к аэраторам диспергаторам, установленным под слоем воды, для повышения качества сточных вод перед непосредственным поступлением стоков на дальнейшую стадию очистки, позволит улучшить качество очистки воды уже на первоначальных этапах очистки, что позволит добиться улучшенных результатов и позволит стабильно очищать сточную воду до требуемых показателей и ликвидирует штрафы за превышения по загрязнениям.

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

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Научно-производственная фирма Этек [Электронный ресурс]http://etek.ru/trubchatye_ajeratory.php. (Дата обращения 20.05.16).
2. «ОАО КуйбышевАзот»[Электронный ресурс]<http://www.kuazot.ru/> (Дата обращения 1.04.16).
3. «Слав акто»[Электронный ресурс]
http://www.slavaqua.ru/polimer_aerator.html. (Дата обращения 25.05.16).
4. «ФИПС».[Электронный ресурс]
http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru. (14.03.2016).
5. А. Карелин, Д. Д. Жуков, В. Н. Журов, Б. Н. Репин. Очистка производственных сточных вод в аэротенках. М., Стройиздат, 1973- 223 с.
6. Алексеев, Л. С. Контроль качества воды. - М.: ИНФРА-М, 2004. - 159 с.
7. Андреев И.А. Безопасность водных объектов и принципы управления очистными сооружениями // Известия Самарского научного центра РАН, спец. вып.: Безопасность. Технологии. Управление. 2007. Том 1. С. 9.
8. Аникушин С.А. Инструкция ИРМ 39-1 аппаратчика очистки жидкости 5-го разряда цеха переработки органических и неорганических продуктов №39 производства капролактама, 2014.
9. В.И. Баженов., А.Н. Эпов., Энергосбережение, как критерий выбора аэратора, 2013-17 с.
10. Вавилин В.А., Васильев В.Б. Математическое моделирование процессов биологической очистки сточных вод активным илом. М.: Наука, 1978. - 119 с.
11. Ветошкин А.Г., Разживина Г.П. Безопасность жизнедеятельности: оценка производственной безопасности. – Пенза: Изд-во Пенз. госуд. архит.-строит. академии, 2002. – с.: илл., библиогр.

12. Виктор Баженов., Основа управляемых процессов при биологической очистке. Современные пневматические мембранные аэраторы // Журнал «Рынки и тенденции»-28 с.
13. Вронский, В. А. Экология: Словарь-справочник. - Изд. 2-е. - Ростов н/Д.: Феникс, 2002. - 576с.
14. Гляденов С.Н. Очистка сточных вод: традиции и новации / Экология и промышленность России. – 2001. – № 2.
15. Голубовская Э.К. Биологические очистки сточных вод. М.: Высшая школа, 1978. - 186 с.
16. ГОСТ Р 52106-2003 Ресурсосбережение. Общие положения.
17. Гридэл Т.Е., Промышленная экология. / Т.Е. Гридэл, Б.Р. Алленби; пер. с англ. Э. В. Гирусова – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 527 с.
18. Е.П. Загорская., Очистка сточных вод на промышленных предприятиях г.Тольятти. г.Тольятти .-2012. – 3 с.
19. Жуков, А.И. Канализация промышленных предприятий. Очистка промышленных сточных вод / Жуков, А.И., Монгайт, И.Л., Родзимер, И.Д. - М.: Госстройизда, 1962, -602с.
20. Жуков, А.И. Методы очистки производственных сточных вод. - М.: Химия, 1996. - 345 с.
21. Загорский В.А., Данилович Д.А., Дайнеко Ф.А., Белов Н.А., Березин С.Е., Баженов В.И.,Эпов., А.Н. Реконструкция аэротенков Люберецкой станции аэрации с внедрением технологии нитри-денитрификации // Журнал «Водоснабжение и санитарная техника». – 1999.- 35 с.
22. Зиятдинов, Н.Н. Системный подход к повышению эффективности биологической очистки промышленных сточных вод / Зиятдинов, Н.Н. Казань, 2001, -39с.
23. Ивчатов, А. Л. Химия воды и микробиология. - М.: ИНФРА-М, 2006. - 218 с.

24. Инструкция ИРМ 39-1 аппаратчика очистки жидкости 5-го разряда цеха переработки органических и неорганических продуктов №39 производства капролактама., Тольятти -115 с.
25. Кафаров, В.В. Принципы создания безотходных химических производств. - М.: Химия, 1994. - 276 с.
26. Когановский, А.М. Очистка и использование сточных вод в промышленном водоснабжении / Когановский, А.М., Клименко, Н.А., Левченко, Т.М. и др. -М.: Химия, 1983, 288с.
27. Кравцова.М.В., Волков Д.А., Учебно-методическое пособие по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра /— Тольятти: Издательство - Кассандра, 2015. – с. 33. - Тольятти: Изд-во Тольят. гос. ун-та, 2009. - 28 с.
28. Краснослободцева А. Е. Курс лекций по экономике природопользования. Тольятти, изд-во ТГУ, каф. «МиИЗОС», 2009, с. 77.
29. Кудинова Г.Э. Экономика и организация производства: Методические указания к выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов очной формы обучения 5-го курса специальности 656600 «Защита окружающей среды». - Тольятти: ТГУ, 2009. – 33 с.
30. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984 г.
31. Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. - М.: Химия, 1974. - 336 с.
32. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. - М.: Стройиздат, 1977. - 303 с.
33. Методика технологического контроля работы очистных сооружений городской канализации. - М.: Стройиздат, 1977. - 303 с.
34. Михеев Н.Н. Водные ресурсы как база питьевого водоснабжения. ВСТ// Водоснабжение и санитарная техника. 1998. - № 4.
35. Описание технологического процесса. Цех № 39 переработки органических и неорганических соединений(Установка нитриденитрификации)

36. Попов Н.С. Немтинов В.А. Мокрозуб В.Г. Методика автоматизированного моделирования процессов самоочищения реки с малым расходом воды в условиях неопределенности // Химическая промышленность, 1992. - № 9. - С 545.
37. Попов Н.С., Немтинов В.А., Толстых С.С. Исследование кинетики процесса денитрификации сточных вод. / Тамбовск. ин-т хим. машиностр. - Тамбов, 1986. - 11 с. - Деп. в ОНИИТЭХИМ 23.11.86, № 1414-ХП-86.
38. Постоянный технологический регламент цеха №39 установки нитри-денитрификации промстоков производства капролактама №39. Тольятти, 2013-108 с.
39. Промышленная экология: учебное пособие для студентов вузов; ред.: М.Х. - Г. Ибрагимов, В.В. Куличихин. - М.: Академия, 2009. - 521 с.
40. Роговец А.И. Санитарно-эпидемиологическая оценка состояния питьевого водоснабжения в Российской Федерации. ВСТ// Водоснабжение и санитарная техника. 1998.-№ 12.
41. Родзевич, Н. Н. Геоэкология и природопользование. - М.: Дрофа, 2003. - 256 с.
42. Санитарные нормы предельно допустимого содержания вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
43. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. - М.: Минздрав, 2001.
44. СанПиН 2.2.1./2.1.1984–00 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
45. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».
46. Смирнов Д.И., Дмитриев А.С. Автоматизация процесса очистки сточных вод химической промышленности. М.: Химия, 1972. - 166 с.
47. СНиП 2.04.02-85. Строительные нормы и правила. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985.

48. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.
49. СНИП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения / Госстрой России – М.: ГУП ЦПП, 1999.
50. Способы очистки сточных вод. [Электронный ресурс] URL: http://strmnt.com/dom/comm/d-water/ochistka-stochnyx-vod.html#h2_0 (Дата обращения 2.05.2016).
51. СТО Газпром 8-2005 Регламент по расчету предельно допустимых сбросов веществ в поверхностные водные объекты со сточными водами.
52. Технический отчет «Обследование и разработка проектных решений по реконструкции очистных сооружений цеха №39 ОАО «Куйбышеввазот»., г.Москва-2015.-102 с.
53. Типы сточных вод и методы очистки. [Электронный ресурс]: <http://enviropark.ru/course/category.php?id=9> (Дата обращения 3.03.2016).
54. Федеральный закон №7-ФЗ от 10.01.2002г. «Об охране окружающей среды».
55. Экология. Под ред. Тягунова Г.В, Ярошенко Ю.Г_Учебник., 2005 -504.
56. Яковлев С.А, Воронов Ю.В.Водоотведение и очистка сточных вод/ Учебник для вузов: - М.; АСВ, 2002 – 704 с.
57. Яковлев С.В., Карюхина Т.А. Биохимические процессы в очистке сточных вод. - М.: Стройиздат 1980. - 200 с.
58. Яковлев, С.В. Очистка производственных сточных вод: Учебное пособие для студентов вузов/Яковлев, СВ., Карелин, Я.А., Ласков, Ю.М., Воронов Ю.В. -М.: Стройиздат, 1979, 320с.
59. Diego Rosso, Michael K.Stenstrom, Economic Implications of Fine - Pore Diffuser Aging./ Water Environment Research, vol. 78, № 8, p. 810- 815.
60. Lory Larson, Diego Rosso, Shao-Yuan (Ben) Leu, Michael K. Stenstrom, Energy conservation in fine pore diffuser installationa in activated sludge processes. Final Report 2005–2007 // Southern California Edison 500–03–001. University of California, Los Angeles.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А- Патентный поиск

Страна изготовитель	Название	Регистрационный номер патента, авт.свидетельств дата	Сущность изобретения
Россия	Трубчатый аэратор «Пантекс»	Заявка: 2004106144/15, 02.03.2004 Панин И.Н. (RU), Зайцев В.П. (RU), Панин М.И. (RU)	Трубчатый аэратор содержит опорную трубу с радиальными отверстиями и диспергирующим покрытием с переменными пористостью и средним размером пор. Внутри диспергирующего покрытия вдоль опорной трубы уложены ряды проволоки, образующие продольные каналы. При этом концы проволоки могут быть закреплены в опорной трубе у торцевых участков аэратора. Диспергирующее покрытие сформировано слоисто-каркасной намоткой нитей. Технический результат: повышение эффективности аэрации жидко-

			сти и более равномерное распределение воздушного потока внутри диспергирующего покрытия по всей длине аэратора
Россия	Аэратор «Полипор»	Заявка: 99121156/12, 06.10.1999 Кожушко Алексей Юрьевич, Илюшин Владимир Анатольевич	Аэратора 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.

Украина	ЭРАТОР	Заявка: 2014121952/05, 29.05.2014 Мешенгиссер Юрий Михайлович (UA	В аэраторе противоположно расположенные продольные неперфорированные участки эластичного рукава частично соединены между собой с образованием двухслойной горизонтальной полосы с продольной осью симметрии, совпадающей с продольными осями симметрии продольных неперфорированных участков, и сжаты с помощью крепежных элементов между элементами продольной жесткости, с образованием по обе стороны от двухслойной горизонтальной полосы рукава двух одинаковых параллельных трубчатых перфорированных эластичных мембран с горизонтально расположенными параллельными осями. аэрации по обе стороны от каждого из продоль-
---------	--------	---	--

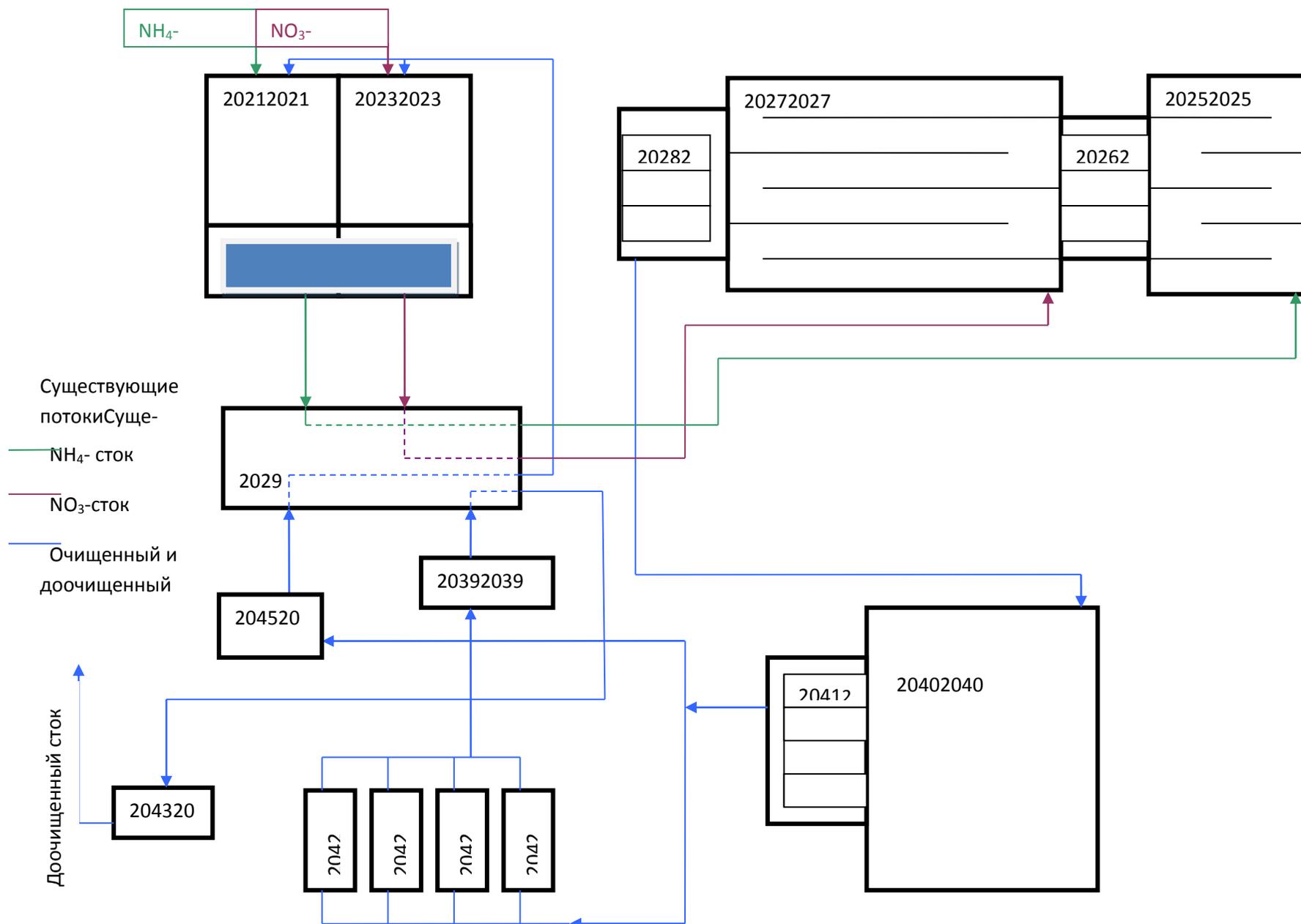
			ных максимумов аэрации вместо одного продольного максимума.
Украина	Система Аэрации	Заявка: 97121052/12, 02.12.1997 Автор(ы): Мешенгиссер Юрий Михайлович (UA)	Система аэрации содержит отрезки воздухопроводов с дисковыми аэраторами и чередующиеся с отрезками воздухопроводов пористые трубчатые аэраторы . Пористые трубчатые аэраторы служат в системе аэрации для водоотведения конденсата и инфильтрационной воды из полостей воздухопроводов, подавления колебаний водо-воздушного потока в полостях воздухопроводов . Изобретение позволяет автоматизировано осуществлять водоотведение конденсата и инфильтрационной воды из полостей воздухопроводов с дисковыми и трубчатыми аэраторами.
Украина	Трубчатый аэратор	Заявка: 2012114274/05, 11.0 Автор(ы):	Трубчатый аэратор содержит опорную трубу с радиальными

		<p>Колесник Юрий Васильевич (UA), Мешенгиссер Юрий Михайлович (UA), Шуликов Александр Сергеевич (UA), Журба Михаил Станиславович (UA) 4.2012</p>	<p>отверстиями и эластичной трубчатой мембраной поверх опорной трубы, хомут на каждом из концов эластичной трубчатой мембраны, перфорации в эластичной трубчатой мембране. Опорная труба снабжена продольными ребрами, продольными каналами под эластичной трубчатой мембраной между продольными ребрами опорной трубы, кольцевыми каналами над опорной трубой под эластичной трубчатой мембраной перед концами продольных каналов, полости кольцевых каналов сообщены со входами и выходами продольных каналов, причем часть радиальных отверстий опорной трубы сообщена с кольцевыми каналами, а оставшая часть радиальных отверстий</p>
--	--	--	--

			опорной трубы расположена между продольными ребрами и сообщена с продольными каналами.
Технико-экономические преимущества основного аналога			
Устойчивость к высоким гидравлическим нагрузкам и различным гидродинамическим режимам барботажа, Обеспечение равномерного и плавного перемешивания иловой смеси по всему объему аэротенка.			

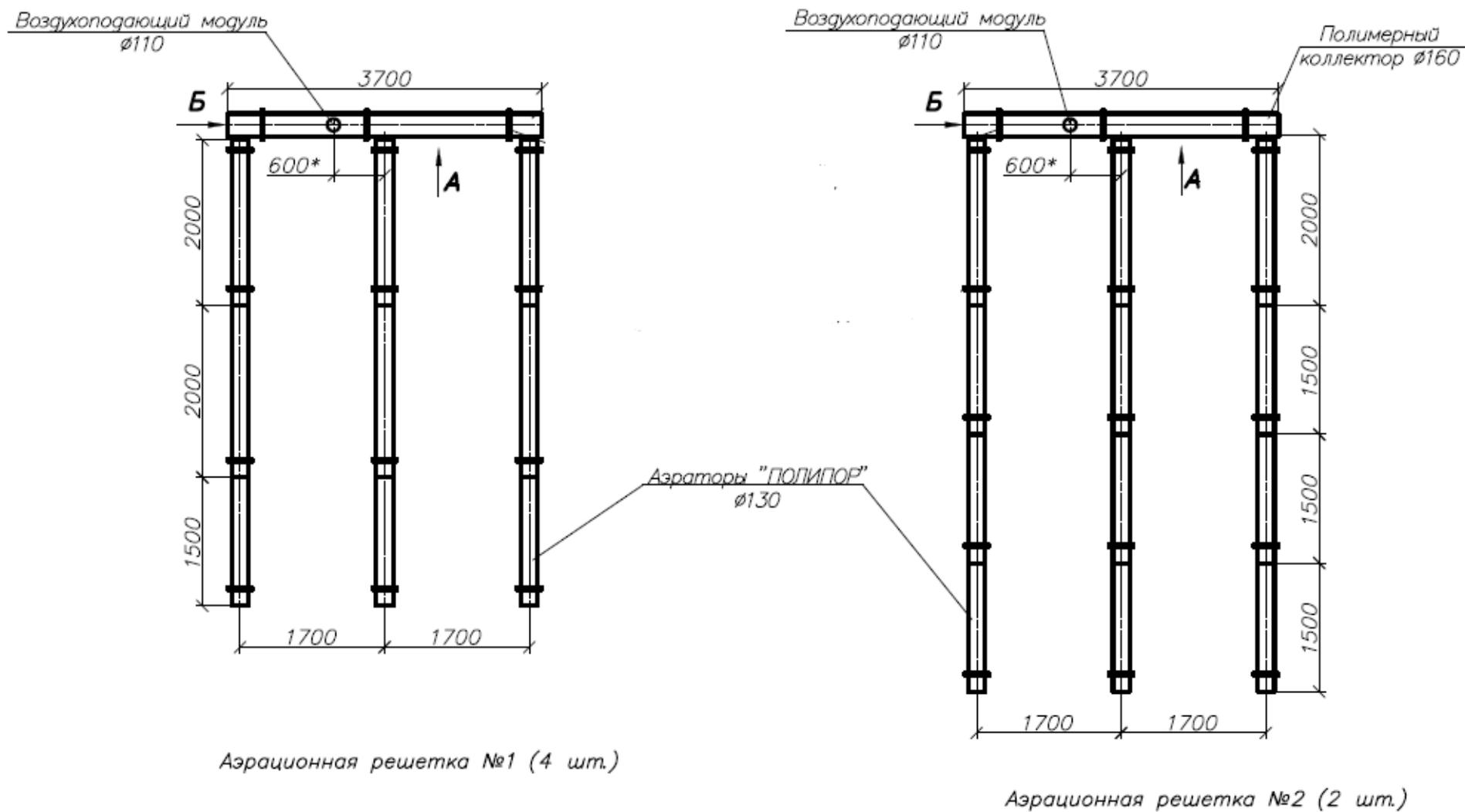
ПРИЛОЖЕНИЕ В

Рисунок А-Модернизированная система очистки

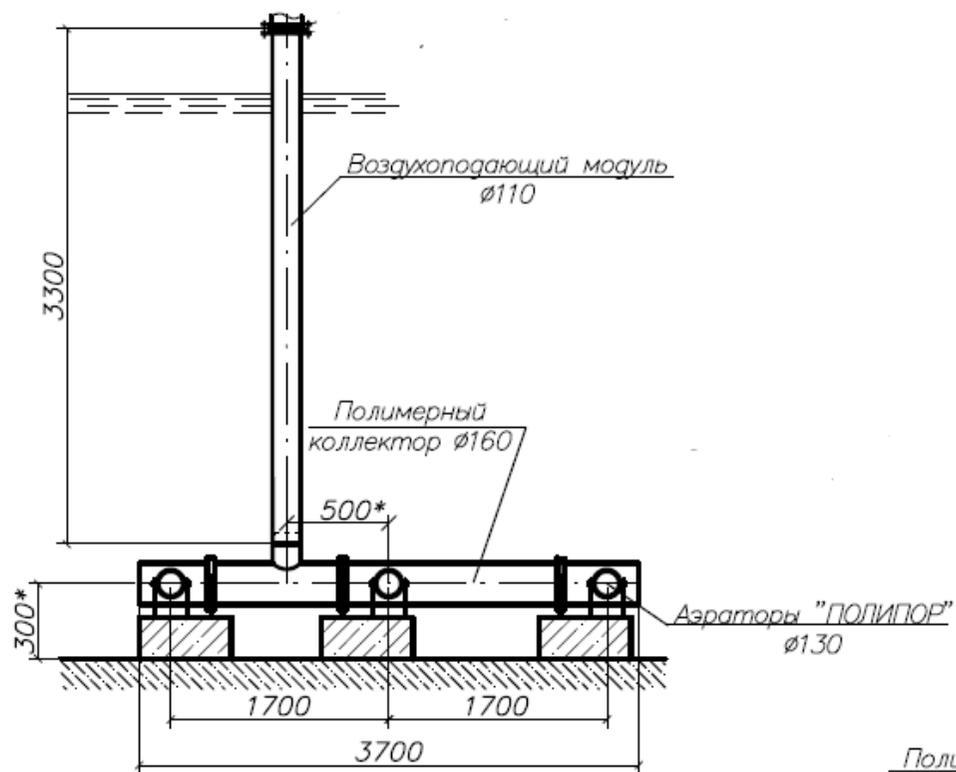


ПРИЛОЖЕНИЕ С

Рисунок В-Конструкция аэрационной системы Полипор



Вид А



Вид Б

