

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: Повышение качества очистки стоков за счет совершенствования ли-
нии водоподготовки на предприятии ЗАО «АКОМ»

Студент

А. А. Бабилов

Руководитель

Ю. Н. Шевченко

Допустить к защите

Зав. кафедрой

«Рациональное

природопользование

и ресурсосбережение»

к.п.н., М.В.Кравцова

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2016

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Тольяттинский государственный университет

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

(институт, факультет)

Рациональное природопользование и ресурсосбережение

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «РПиР»

М.В.Кравцова

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« _____ » 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Бабилов Александр Анатольевич

1. Тема: Повышение качества очистки стоков за счет совершенствования
линии водоподготовки на предприятии ЗАО «АКОМ»

2. Срок сдачи студентом законченной бакалавр- 1 июня 2016г.
ской работы

3. Исходные данные к работе

3.1. Технический регламент эксплуатации технологической линии очистки
производственных сточных вод ЗАО «АКОМ»

3.2. Чертеж обратноосмотической установки УВ-О ЗАО «АКОМ»

4. Содержание бакалаврской работы (перечень подлежащих разработке во-
просов, разделов)

Введение

4.1. Теоретический анализ существующей системы водопотребления и во-
доотведения на ЗАО «АКОМ»

4.1.1 Характеристика хозяйственно - бытовых сточных вод на предприятии

4.1.2 Конструктивные решения и устройства по очистке сточных водна

предприятию

4.1.3 Характеристика типов фильтров для предварительной очистки

4.1.4 Основные технические данные и характеристика установки обратнo-осмотического разделения

4.2. Совершенствование линии водоподготовки на предприятии

ЗАО «АКОМ»

4.2.1 Сравнительная характеристика технологий очистки сточных вод

4.2.2 Преимущества применения электрокоагулятора в очистки сточных вод

4.2.3 Технологическая схема очистки сточных вод электрокоагулятором

4.3. Экономический расчет эффективности предлагаемой реконструкции системы очистки сточных вод

5. Дата выдачи задания «16» Марта 2016 г.

Руководитель бакалаврской работы

(подпись) Ю.Н. Шевченко
(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись) А.А. Бабиков
(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Тольяттинский государственный университет

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

(институт, факультет)

Рациональное природопользование и ресурсосбережение

(кафедра)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «РПиР»

_____ М.В. Кравцова

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 2016г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы**

Студента Бабикова Александр Анатольевич
по теме: Повышение качества очистки стоков за счет совершенствования ли-
нии водоподготовки на предприятии
ЗАО «АКОМ»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Анализ существующей линии подготовки очистки стоков на ЗАО «АКОМ»	15.05.2016			
Разработка технологического решения по- вышения качества очистки стоков	17.05.2016			
Эколого- экономический анализ повышения качества очистки стоков на предприятии ЗАО «АКОМ»	21.05.2016			

Руководитель бакалаврской работы

_____ (подпись)

Ю.Н. Шевченко

_____ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

А.А. Бабилов

_____ (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Тема бакалаврской работы: «Повышение качества очистки стоков за счет совершенствования линии водоподготовки на предприятии ЗАО «АКОМ»».

Бакалаврская работа изложена на 57 листах, включает 14 таблиц, 45 литературных источника.

Цель данной работы: снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду за счет повышения качества очистки и эффективности системы водоподготовки на предприятии ЗАО «АКОМ».

Актуальность данной темы обусловлена необходимостью повышения эффективности очистки оборотных сточных вод системы очистки; снижение степени загрязнения очищенных вод; снижение текущих затрат на эксплуатацию системы очистки.

В данной работе исследовалась технологическая система оборотного водоснабжения на предприятия по выпуску аккумуляторных батарей. В ходе исследования проводилась сравнительная характеристика методов дополнительной доочистки сточных вод в конце чего, нами был принят наиболее эффективный способ - *электрокоагуляции*.

Бакалаврская работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемых источников.

Во введении обосновывая актуальность выбранной темы, сформулирована цель и задачи исследования.

Первая глава посвящена исследованию теоретических вопросов, в ней исследовали характеристику хозяйственно-бытовых сточных вод, конструктивные решения и устройства по очистке сточных вод на предприятии.

Во второй главе проведено совершенствование технологической линии очистки производственных сточных вод, проведен экономический расчет эффективности предлагаемой реконструкции системы очистки сточных вод.

В третьей главе проведен расчет времени работы оборудования, расчет капитальных затрат по базовому варианту и по проектному варианту, расчет

экономической эффективности, определена условно-годовая экономия и срок окупаемости дополнительных капитальных вложений в предлагаемую технологию.

Заключение содержит основные выводы и предложения, направленные на повышение эффективности доочистки сточных вод на предприятии ЗАО «АКОМ».

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ	9
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ЗАО «АКОМ»	11
1.1 Характеристика хозяйственно-бытовых сточных вод	11
1.2 Конструктивные решения и устройства по очистке сточных вод	13
1.3 Сравнительная характеристика технологий очистки сточных вод	17
1.4 Сравнительная характеристика технологий очистки сточных вод	18
1.5 Основные технические данные и характеристика установки обратного осмотического разделения	24
ГЛАВА 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	28
2.1 Преимущества применения электрокоагулятора в очистке сточных вод	28
2.2 Технологическая схема очистки сточных вод электрокоагулятором	29
2.3 Характеристика типа фильтров для предварительной очистки сточных вод	33
ГЛАВА 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛАГАЕМОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД	38
3.1 Экономические данные для проведения экономических расчётов	39
3.2 Расчёт фонда времени работы оборудования	40
3.2.1 Номинальный годовой фонд времени работы оборудования	40
3.2.2 Эффективный фонд времени работы оборудования	41
3.2.3 Расчёт количества оборудования, необходимого по процессу	41
3.3 Расчёт капитальных затрат	42
3.3.1. Капитальные затраты по базовому варианту	42
3.3.2 Общие капитальные затраты по проектному варианту	42

3.4 Расчёт годовых эксплуатационных затрат	42
3.4.1 Затраты на основные и вспомогательные материалы	43
3.4.2 Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды	43
3.4.3 Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	45
3.4.4 Технологическая себестоимость	47
3.5 Расчёт цеховой себестоимости	47
3.6 Расчёт заводской себестоимости	47
3.7 Расчёт полной себестоимости	48
3.8 Калькуляция и структура полной себестоимости проектируемой реконструкции	49
3.9 Расчет экономической эффективности	50
3.9.1 Показатель снижения трудоемкости	50
3.9.2. Показатель снижения технологической себестоимости	50
3.9.3 Условно-годовая экономия	50
3.9.4. Годовой экономический эффект в сфере производства	50
3.9.5 Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений в разрабатываемую технологию	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	53

ВВЕДЕНИЕ

Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды, в том числе природных вод, от загрязнений хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами, относятся к числу важнейших задач современного общества. Промышленное водоснабжение, обеспечивающее функционирование технологических процессов, является ведущим направлением водопользования. Системы промышленного водоснабжения включают в себя гидротехнические сооружения по забору технической воды и доставке её предприятиям, а также системы водоподготовки.

Машиностроительные и смежные отрасли промышленности оказывают значительное воздействие на состояние водоемов, на предприятиях данных отраслей в технологических процессах происходит образование особо токсичных сточных вод с высоким содержанием сульфатов, свинца, низким рН. В связи с этим, для рационального и эффективного использования водных ресурсов принимаются технологические процессы основного производства, которые обеспечивают минимальное потребление воды и использование оборотного водоснабжения, а также возможность использования сточных вод в техническом водоснабжении предприятий.

Для решения проблем водопользования необходимо переходить к рациональному водопотреблению и минимизации сброса сточных вод, а так же использовать наилучшие доступные технологии для создания малоотходных и безводных технологических процессов, базирующихся на традиционных технологиях реагентной очистки, мембранных технологиях, электрофлотации.

Системы оборотного водоснабжения - замкнутые системы, позволяющие повторно использовать промышленные сточные воды, прошедшие процесс очистки на очистных сооружениях замкнутого цикла. Система оборотного водоснабжения предприятия полностью исключает сброс промышленных сточных вод в водные объекты или системы канализации. Оборотное во-

доснабжение позволяет решить важнейшие экологические и экономические задачи: значительно сократить водопотребление промышленного предприятия, снизить потери ценных компонентов со сточными водами, избежать платы за водоотведение и превышение предельно допустимых концентраций сточных вод.

Анализ существующих технологических решений и проектных материалов показывает, что создание систем оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях является хотя и сложной, но решаемой задачей. Современные технологии и оборудование для очистки сточных вод позволяют обеспечить получение воды любой требуемой степени чистоты из любой природной или сточной воды, при этом создание замкнутого водоснабжения может тормозиться лишь причинами экономического характера.

Целью работы является снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду за счет повышения качества очистки и эффективности системы водоподготовки на предприятии ЗАО «АКОМ».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести анализ существующей технологии водоподготовки на заводе по изготовлению аккумуляторных батарей.
3. Совершенствование технологической системы водоподготовки с учетом выбранной системы водоочистки.
4. Произвести расчет экономической эффективности предлагаемой установки водоподготовки.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ НА ЗАО «АКОМ»

1.1 Характеристика хозяйственно-бытовых сточных вод на ЗАО «АКОМ»

ЗАО «АКОМ» - предприятие по выпуску свинцовых, кислотных и стартерных аккумуляторов расположено на территории Самарской области города Жигулевска. Предприятие находится на территории Национального Парка «Самарская Лука», что определяет к предприятиям более жесткие требования к нормативам качества сточных вод, выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, загрязнению почвы, данные показатели которых должны быть строго лимитированы и отвечать всем требованиям Национального Парка «Самарская Лука».

Производственная мощность комплекса по сборке кислотных аккумуляторов 1000000 шт./год. Режим работы комплекса -250 дней в году в 2 смены. На территории завода имеются следующие системы водопотребления и водоотведения:

- хозяйственно - питьевой противопожарный водопровод;
- бытовая канализация;
- производственная канализация.

Водоснабжение данного комплекса предусматривается от существующего хозяйственно - питьевого противопожарного водопровода диаметром 150 мм, напор в сети составляет 4000кПа.

Сброс бытовых стоков осуществляется в существующую бытовую канализацию завода диаметром 200мм.

Производственные стоки от установки подготовки деминерализованной воды, отводятся в существующую производственную канализацию завода[12].

Производственная канализация химически загрязненных сточных вод предназначена для отведения сточных вод от смыва полов и от тоннеля обмыва батарей аккумуляторов в отделении очистки сточных вод.

Показатели свойств сточных вод промышленного объекта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели состав сточных вод

Производство цех, корпус	Расход сточных вод, м ³ /сут	Температура, С	Загрязняющее вещество	Концентрация, мг/л	Кол-во загрязняющих веществ, кг/сут.	Режим отведения	Место отведения сточных вод
1.Смыв полов	6	16	взвешенные вещества	4000	24	период	в отделении очистки сточных вод
			солесодержание	4500	27		
			сульфаты	4000	24		
			свинец	4	0,024		
			рН	1.3	-		
2.Тоннель обмыва батарей	32	16	взвешенные вещества	4000	128	постоянно	в отделении очистки сточных вод
			солесодержание	9000	288		
			сульфаты	8000	256		
			свинец	4	0,128		
			рН	1			
3.Установка подготовки деминерализованной воды	7	16	взвешенные вещества	5	0,036	постоянно	в сети производственной канализации
			солесодержание	1350	9,45		
			сульфаты	270	1,89		
			хлориды	90	0,63		
			железо	2,1	0,0147		

Сточные воды ЗАО «АКОМ» характеризуются высоким содержанием сульфатов (до 4000мг/л), свинца (до 1-4 мг/л), низким рН (1-4). Учитывая требования к предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ, применимые для комплекса по сборке кислотных аккумуляторов, где содержание сульфатов 35мг/л, содержание свинца отсутствует, уровень рН 6,5-8,5. Учитывая данное приложение сточные воды ЗАО «АКОМ» не удовлетворяют требованиям по составу вод, разрешенных к сбросу в систему городского

водоотведения. Поэтому принята схема очистки сточных вод с повторным использованием очищенных сточных вод и продуктов очистки на комплексе по сборке аккумуляторов.

1.2 Конструктивные решения и устройства по очистке сточных вод

Схема очистки сточных вод представлена на рисунке 1. Она включает следующие блоки:

- отстойник - усреднитель;
- нейтрализатор;
- отстойник;
- фильтры сорбционные;
- фильтр транспортер;
- накопительная емкость;
- установка обратного осмоса.

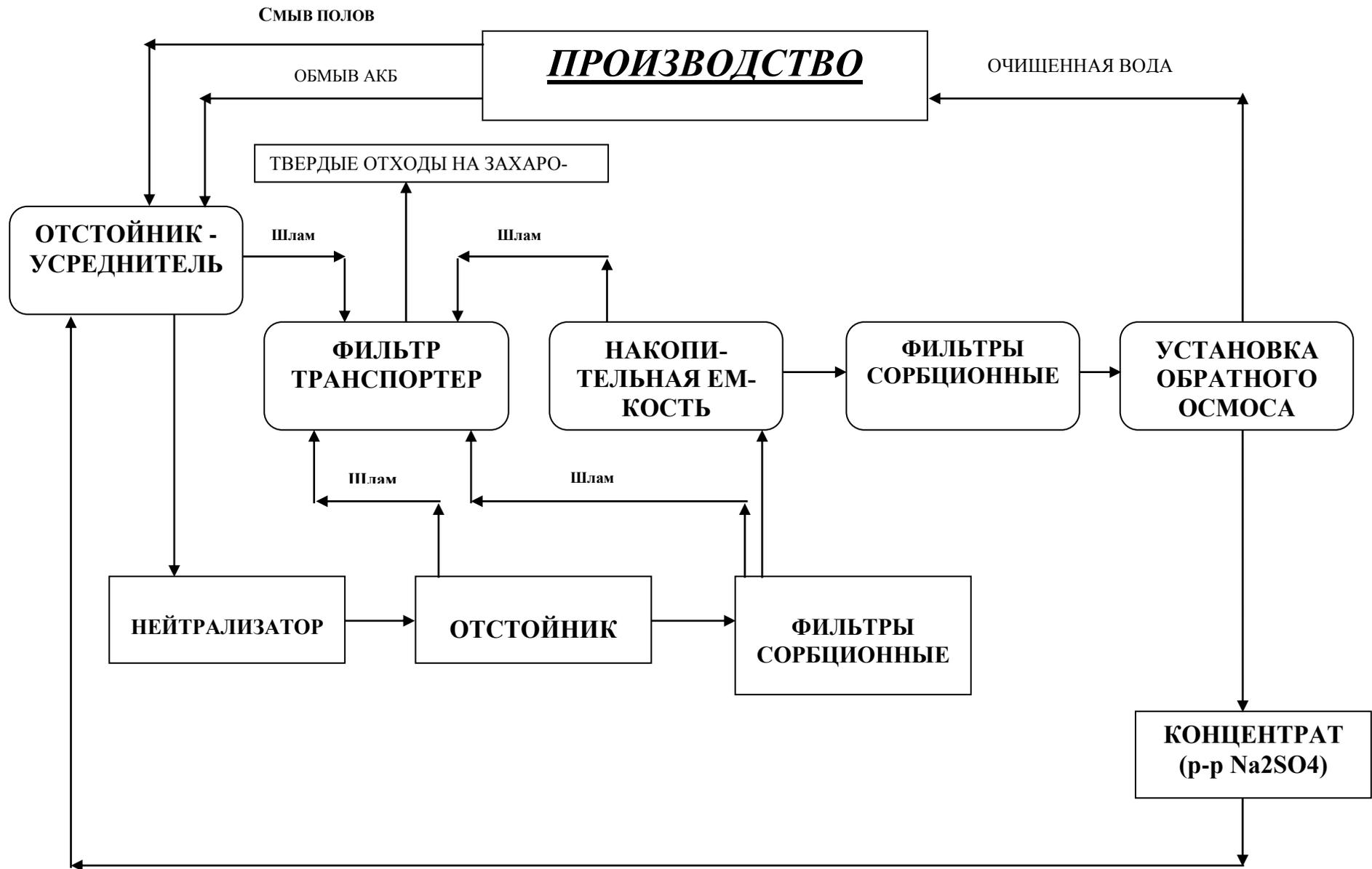


Рисунок 1 - Схема очистки сточных вод, базовый вариант

На основании технических условий по сбору сточных вод в систему канализации, с учетом загрязнений в сточных водах комплекса по сборке кислотных аккумуляторов, а также на основании требований к качеству воды повторного использования, принята система водоснабжения с повторным использованием очищенных сточных вод [8].

Параметры стоков на входе в технологическую систему очистки сточных вод отражены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры состава стока перед линией системы очистки

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	Параметры	ПДК (ГН 2.1.5. 1315-03) (СанПин 2.1.5. 980-00)
1	РН	-	До 9	6,5-8,5
2	Общая минерализация, максимальная	мг/л	3000	Не более 1000 мг/дм³, в т. ч.: хлоридов 350; сульфатов - 500 мг/дм³
3	Жёсткость общая, максимальная	мг.эquiv./л	10	3,5
4	Железо общее, максимальное	мг/л	12	0,3
5	Хлориды максимальные	мг/л	150	350
6	Свинец максимальный	мг/л	30	0,01
7	Сульфаты максимальные	мг/л	свыше 3500	500

Для сокращения расхода сточных вод, поступающих на очистку, и с учетом повторного использования очищенных сточных вод предусматривается:

-дробная обмывка батарей аккумуляторов в туннеле обмыва;

-сбор и очистка сточных вод от обмыва батарей аккумуляторов и смыва полов.

Сбор сточных вод от смыва полов и сточных вод от обмыва батарей производится в технологические дренажные ёмкости производства, из которых затем подаются в отделение очистки сточных вод. Далее для доочистки предварительно очищенных сточных вод от взвешенных веществ, преду-

сматривается метод фильтрации через бумажный фильтр-транспортёр. Доочистка фильтрованных сточных вод от свинца производится методом сорбции на напорных фильтрах, наполненных кварцевым песком. Очищенные сточные воды, после сорбционных фильтров поступают на установку обратного осмоса, где происходит их глубокая доочистка на мембранной установке. После очистки на установке обратного осмоса в качестве основного продукта получается обессоленная вода которая после поступает в емкости очищенных сточных вод из которых подается на повторное использование в производство.

Параметры стоков на выходе из системы очистки сточных вод представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Параметры состава стока после системы очистки

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	Параметры	ПДК (ГН 2.1.5. 1315-03) (СанПин 2.1.5. 980-00)
1	Рн	-	6-8	6,5-8,5
2	Общая минерализация, максимальная	мг/л	1000	Не более 1000 мг/дм³, в т. ч.: хлоридов 350; сульфатов - 500 мг/дм³
3	Жёсткость общая, максимальная	мг.экв./л	7	3,5
4	Железо общее, максимальное	мг/л	0,8	0,3
5	Хлориды максимальные	мг/л	40	350
6	Свинец максимальный	мг/л	1,1	0,01
7	Сульфаты максимальные	мг/л	800	500

При такой системе повторного использования воды происходит сокращение расхода сточных вод с 64м³/сут. до 32м³/сут., увеличение в два раза концентраций загрязнений в сточных водах, поступающих на очистку.

1.3 Анализ влияния приоритетных загрязнителей на окружающую среду от стоков

Стоки химических производств, сельскохозяйственных и жилых массивов зачастую содержат железо, алюминий, свинец, сульфаты, ртуть, аммиак и многие другие вредные вещества, токсичное влияние которых на окружающую среду будет различным в зависимости от уровня рН воды.

Эффект взаимодействия уровня рН с тяжелыми металлами в поверхностных водах особенно важен и называется синергетическим эффектом [24]. Вода с низким показателем рН отличается коррозионностью, вода же с высокой реакцией рН - вспенивается, при высоких уровнях (рН>11) вода приобретает характерную мылкость, неприятный запах, способна вызывать раздражение глаз и кожи. В зависимости от уровня рН воды можно условно разделить на несколько групп (табл. 4).

Таблица 4 - Характеристика сточных вод по рН

№ п/п	Типы воды	Величина рН
1	Сильнокислые воды	меньше 3
2	Кислые воды	3-5
3	Слабокислые воды	5-6,5
4	Нейтральные воды	6,5-7,5
5	Слабощелочные воды	7,5-8,5
6	Щелочные воды	8,5-9,5
7	Сильнощелочные воды	больше 9,5

Установлено, что степень комбинированного действия зависит от вида токсиканта, его доли в смеси, длительности воздействия, показателей состава воды (например, жесткости), температуры сточной воды и кислотно-щелочного баланса (табл. 5) [28].

Таблица 5 – Влияние экологических факторов и приоритетных элементов в стоке от предприятия ЗАО «АКОМ»

№ п/п	Приоритетные элементы стока	Влияние экологических факторов	Результат
1	Железо общее	температура, газовый состав, жесткость, рН, скорость течения воды	<p>- С температурой воды связана растворимость химических веществ, а следовательно, и величина их концентраций. Чем выше температура воды, тем выше растворимость большинства ядов; при низкой температуре многие соединения выпадают в осадок.</p> <p>- Повышенное содержание CO₂ в водоеме отрицательно влияет на физиологические функции организма, прежде всего на газообмен.</p> <p>- Жесткость воды. В мягкой воде токсичность обычно выше, чем в жесткой.</p> <p>- Взаимосвязь токсичности и рН воды. Так, солевой аммиак при рН 8,0 в несколько раз токсичнее, чем при рН 7,0 за счет резкого повышения концентрации неионизированных молекул (NH₃). Действие сероводорода, сульфидов и цианидов усиливается по тому же принципу при сдвиге рН в кислую сторону.</p> <p>- Из физических факторов следует учитывать скорость течения воды, играющую важную роль в разбавлении и сносе сточных вод, и солнечный свет, ускоряющий их детоксикацию.</p>
2	Свинец максимальный		
3	Сульфат максимальные		
4	Хлориды максимальные		
5	Жесткость воды		

Таким образом, совместное действие различных загрязняющих веществ и факторов различной природы может вызывать различные токсические эффекты воздействия на экосистемы и организм человека [28]. Вредное воздействие может суммироваться, ослабляться или усиливаться.

1.4 Сравнительная характеристика технологий очистки сточных вод

В зависимости от вида очистки сточных вод рассмотрим несколько способов очистки, такие как ультрафильтрация, озонирование, электрохимическая коагуляция.

При ультрафильтрации происходят разделение, фракционирование и концентрирование растворов. Один из растворов обогащается растворенным веществом, а другой обедняется. Мембраны пропускают растворитель и определенные фракции молекулярных соединений. Движущая сила ультрафильтрации - разность давления по обе стороны мембраны. Эта сила затрачивается на преодоление сил трения и взаимодействия между молекулами жидкой фазы и полимерными молекулами мембраны. Обычно процесс ультрафильтрации проводят при сравнительно низких рабочих давлениях 0,3 - 1 МПа. Увеличение давления выше указанного приводит к уплотнению мембраны, уменьшению диаметра пор, изменению селективности разделения и, как правило, к снижению производительности.

Ультрафильтрации обычно подвергаются вещества, в которых молекулярная масса растворенных компонентов намного больше молекулярной массы растворителя. Эффективность разделения зависит от структуры мембран, скорости течения и концентрации разделяемого раствора, формы, размера и диффузионной способности растворенных молекул[29].

Область использования ультрафильтрации постоянно расширяется. Причина - возможность восстановления из сточных вод ценных компонентов, которые другим способом восстановить очень трудно или вообще невозможно.

Недостаток процесса - сильная концентрационная поляризация, на поверхности мембраны может образовываться плотный осадок - слой геля. Гидравлическое сопротивление этого слоя в ряде случаев может быть выше, чем сопротивление самой мембраны.

Мембраны на основе производных целлюлозы неустойчивы к действию кислот и щелочей. Ацетатные мембраны наиболее устойчивы в области $pH=4,5-5$, а при $pH=6$ срок службы этих мембран сокращается почти вдвое, а при $pH=10$ составляет всего несколько дней. Ацетатные мембраны неустойчивы к действию органических растворителей и активных веществ, так как они образуют сольваты с ацетатами целлюлозы, вызывая их набухание.

Озонирование принадлежит к перспективным экологически чистым методам очистки производственных сточных вод методом окисления, поскольку при использовании его не применяют химические реагенты, такие как перманганат калия, которые приводят к вторичному загрязнению воды. Озонирование может быть включено в процесс обработки воды на различных стадиях для предварительной очистки сточных вод.

Озон обладает высокой окислительной способностью и при нормальной температуре разрушает многие органические вещества, находящиеся в воде. При этом процессе возможно одновременное окисление примесей, обесцвечивание, дезодорация, обеззараживание сточной воды и насыщение ее кислородом. Преимуществом этого метода является отсутствие химических реагентов при очистке сточных вод.

Растворимость озона в воде зависит от pH и количества примесей в воде. При наличии в воде кислот и солей растворимость озона увеличивается, а при наличии щелочей - уменьшается.

Озон самопроизвольно диссоциирует на воздухе и в водном растворе, превращаясь в кислород. В водном растворе озон диссоциирует быстрее. С ростом температуры и pH скорость распада озона резко возрастает.

Озон можно получить разными методами, но наиболее экономичным является пропускание воздуха или кислорода через электрический разряд высокого напряжения (5000-25000 В) в генераторе озона (озонаторе), который состоит из двух электродов, расположенных на небольшом расстоянии друг от друга.

Промышленное получение озона основано на расщеплении молекул кислорода с последующим присоединением атома кислорода к нерасщепленной молекуле под действием тихого полукоронного или коронного электрического разряда. Для получения озона необходимо применять очищенный и осушенный воздух или кислород.

В последнее время много говорится о перспективах использования озона для обезвреживания сточных вод производств. Однако достигнутые на зару-

бежных опытно-промышленных установках результаты довольно противоречивы и часто не полны. Они позволяют считать, что при озонировании сточных вод происходит значительное снижение в первую очередь запахов и цветности воды. В отношении стерилизации вод результаты менее оптимистичны.

Отечественные исследования по очистке сточных вод показали, что наиболее эффективным методом обработки данных вод является озонирование. Однако обычное озонирование, заключающееся в обработке жидкой фазы озоновоздушной смесью, требует большой дозы окислителя, а это вызывает значительное удорожание стоимости очистки[30].

Метод электрохимической коагуляции заключается в образовании под действием проходящего электрического тока высокоактивных гидроксидов алюминия и железа, немедленно вступающих в реакцию с вредными примесями техногенного происхождения и не затрагивающих при этом естественный солевой состав обрабатываемой воды с последующим быстрым переходом связанных примесей и непрореагировавших реагентов в нерастворимый, химически-инертный, легкоотделяемый шлам.

Наряду с этим, прохождение электрического тока большой плотности через обрабатываемую воду, обуславливает высокую бактерицидную эффективность процесса. Это происходит потому, что из-за разрыва связей высвобождаются химические элементы и ионы кислорода. Высвободившийся кислород в свою очередь (в дополнение к кислороду, образующемуся на аноде) не только насыщает воду ионами кислорода, но и является одной из мощных составляющих по обеззараживанию воды.

Практически полное обеззараживание происходит уже в первые несколько секунд работы прибора. Дополнительно эффект обеззараживания гарантируется интенсивным поступлением в среду атомарного кислорода, бурно выделяющегося в результате электролиза воды, на поддержание которого расходуется около 5% потребляемой прибором электроэнергии.

Достоинства метода электрокоагуляции заключаются в компактности установок и простоте управления, отсутствие потребности в реагентах, малая чувствительность к изменениям условий проведения процесса очистки - температура, рН среды, присутствие токсичных веществ, получение шлама с хорошими структурно-механическими свойствами.

Теоретический сравнительный анализ литературных источников по способам очистки сточных вод показал, что электрохимическая коагуляция предварительной очистки сточных вод имеет ряд преимуществ по сравнению с вышеприведёнными методами.

Установка водоподготовки УВ-О предназначена для снижения солесодержания технологической воды, поступающей на установку. Основным элементом установки является блок обратноосмотического разделения, состоящий из восьми рулонных мембранных элементов. В результате обратноосмотического разделения получается обессоленная вода (пермиат) и концентрат, которые идут на дальнейшие технологические нужды.

В процессе эксплуатации установки водоподготовки УВ-О необходима замена дорогостоящих мембран RE-4040- TL фирмы "Saehan industries" (Ю. Корея), а также замена микронных фильтров типа "Big Blue" 20" (Ю. Корея) с картриджами S1-20BB фирмы «Аметек» для обеспечения её работоспособности, соответствия выходных характеристик технического задания и безаварийности работы.

Для более качественной доочистки производственных сточных вод и снятия нагрузки на установку водоподготовки УВ-О, а именно мембран и фильтров микронного типа необходимо совершенствование существующих и разработки новых, более прогрессивных схем работы и конструкций водоподготовки. Для этого в технологическую линию очистки производственных сточных вод ЗАО «АКОМ» необходимо ввести *электрокоагулятор* (рис. 2), при помощи которого происходит флотация и осаждение выделенных загрязнений, а также, насыщение обрабатываемых стоков ионами алюминия.

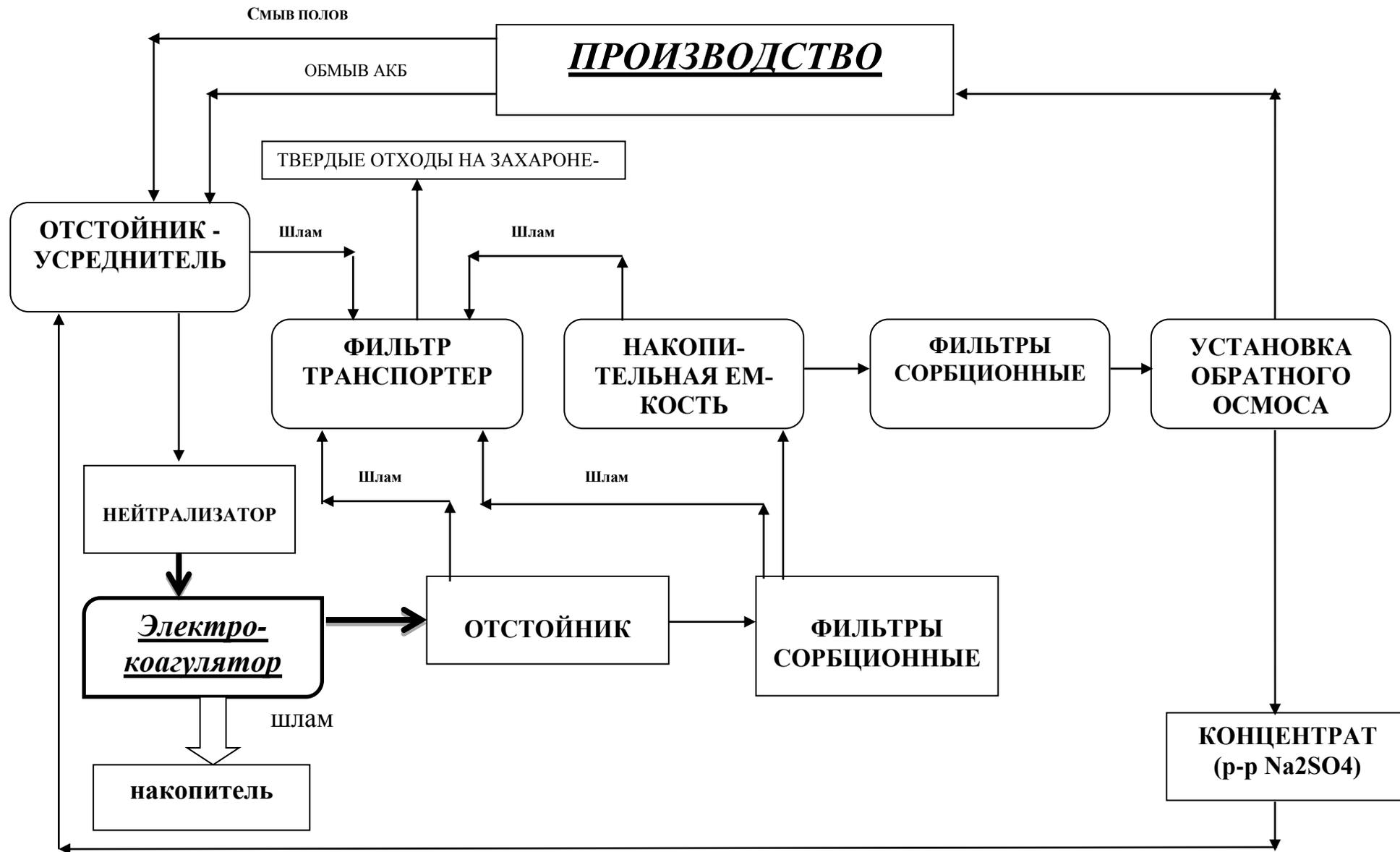


Рисунок 2 - Схема очистки сточных вод, проектный вариант

1.5 Основные технические данные и характеристика установки обратноосмотического разделения

Обратноосмотическая установка применяется для подготовки технологической воды, предназначенной для дробной обмывки батарей аккумуляторов и смыва полов. В последние годы спрос на обратноосмотические установки резко увеличился. Данная тенденция имеет положительное значение для потребителя этих изделий, поскольку использование мембранных технологий (обратного осмоса) существенно улучшает качество воды. Установка водоподготовки УВ-О предназначена для снижения солесодержания и удаления тяжелых металлов технологической воды, поступающей на установку. Технология обратноосмотического обессоливания основана на прохождении исходного потока воды под внешним давлением через специальный полупроницаемый барьер мембрану, обладающую свойством селективности по отношению к растворенным солям [31]. Основным элементом установки является блок обратноосмотического разделения, состоящий из восьми рулонных мембранных элементов. В результате обратноосмотического разделения получается обессоленная вода (пермиат) и концентрат, которые идут на дальнейшие технологические нужды (табл. 6).

Таблица 6 – Технические характеристики установки

№ п/п	Технические данные	Значение
1	Производительность общая, м ³ /ч	2,4
2	Пермиат, м ³ /ч	1,7
3	Концентрат, м ³ /ч	0,7
4	Установленная мощность, Вт (не более)	5000
5	Номинальное напряжение, В	220
6	Частота переменного трехфазного тока, Гц	50
7	Количество обслуживающего персонала	1-2
8	Срок службы, лет	25
9	Срок службы до капитального ремонта, лет	10
10	Рабочее давление на входе в установку, Мпа (не более)	0,6
11	Рабочее давление на выходе с установки, Мпа (не более)	0,4

В установке водоподготовки УВ-О реализованы два метода очистки воды:

- фильтрация через микронные фильтры;
- низконапорный обратный осмос.

Фильтрация через микронные фильтры, работающие в параллель, обеспечивает задержание взвешенных веществ и частиц размером более 5 мкм, тем самым предотвращая их попадание в рулонные обратноосмотические элементы.

Низконапорный обратный осмос осуществляется при рабочем давлении 1000-1600 кПа и обеспечивает деминерализацию воды, солезадержание составляет 96-98%.

Исходная вода поступает на установку УВ-О под давлением не более 0,6 МПа через кран. Далее вода поступает на микронные фильтры, установленные в параллель, где происходит задержка частиц. Микронный фильтр представляет собой пластиковый корпус, внутри которого расположен картридж длиной 50,8 см из полимерного материала. Картридж имеет пористость 5-20 мкм и обеспечивает задержание частиц размером более 5 мкм.

После микронных фильтров вода поступает через кран на повысительный насос, который обеспечивает повышение давления до 1,6 МПа. Такое давление необходимо для осуществления процесса разделения на обратноосмотических мембранах. Блок обратноосмотических мембран представляет собой блок из восьми элементов и имеет выходной патрубок, патрубок пермиата и патрубок концентрата. Элементы сгруппированы в следующей последовательности: три элемента в параллель, далее еще три элемента в параллель и затем два элемента в параллель. Обратноосмотические элементы располагаются горизонтально и разбиты в два ряда. В каждом ряду по четыре элемента друг над другом [32]. Обратноосмотическая мембрана представляет собой цилиндрическое тело с выступающими с торцов концами фильтрованной трубки. Мембрану получают намоткой на перфорированную пластмассовую трубку пакетов, каждый из которых состоит из сложенной вдвое полосы мембраны с помещенной внутрь полосой турбулизатора-разделителя. Между смежными пакетами прокладывается полоса дренажного материала. Движе-

ние исходного раствора над мембраной осуществляется параллельно оси фильтратоотводящей трубки, а отвод фильтрата- по спиральному дренажному каналу в фильтратоотводящую трубку.

Насосом вода далее подается через клапан на три обратноосмотические мембраны установленные в параллель ОМ1, ОМ3 и ОМ5. В мембранах происходит процесс разделения водного потока на пермиат и концентрат. Пермиат собирается в сборный коллектор, а концентрат направляется на следующие три обратноосмотические мембраны ОМ2, ОМ4 и ОМ6, установленные последовательно после мембран ОМ1, ОМ3 и ОМ5 соответственно. В мембранах ОМ2, ОМ4 и ОМ6 также происходит процесс разделения. Пермиат собирается в сборный коллектор, а концентрат направляется на следующие две обратноосмотические мембраны ОМ7 и ОМ8, установленные в параллель. В мембранах ОМ7, ОМ8 также происходит процесс разделения. Пермиат собирается в сборный коллектор, а концентрат направляется через регулировочный вентиль и краны по магистрали концентрата на дальнейшие технологические нужды. Регулировочный вентиль служит для регулировки расхода концентрата. Перед краном установлен счетчик воды, с помощью которого можно следить за общим количеством концентрата, вышедшего с установки, а также следить за расходом концентрата в единицу времени. Пермиат сборного коллектора через обратный клапан и счетчик воды по магистрали пермиата поступает на расходомер. Обратный клапан препятствует обратному току воды мембраны. С помощью счетчика воды можно отследить за общим количеством пермиата на выходе с установки, а также следить за расходом пермиата в единицу времени. Расходомер измеряет расход пермиата в единицу времени с выводом показаний на электронную шкалы. После расходомера вода через краны по магистрали пермиата поступает на дальнейшие технологические нужды.

Рекомендуется практиковать промывку струёй воды после химической очистки для вымывания растворенных и суспендированных твердых частиц в элементе. В зависимости от состояния исходного раствора предлагается ис-

пользовать смесь двух – трех химических соединений, приводимых ниже, с целью повышения эффективности очистки.

Для удаления примесей и промывки установки применяют химические соединения, представленные в таблице 7.

Таблица 7 – Химические соединения для промывки установки

Удаляемые примеси	Химические соединения для промывки	Раствор для промывки
Кальциевые отложения: CaSO ₄ CaCO ₃	Лимонная кислота Натрия гексаметафосфат	Водный раствор с массовой долей 0,2-2,0%. pH 2-4 регулируется аммиаком Водный раствор с массовой долей 0,2-1,0 %
Гидроокись металла Fe(OH) ₃ , Al(OH) ₃	Щавелевая кислота	Водный раствор с массовой долей 0,2-1,-% pH 7-8 регулируется аммиаком.
Органическое масло	Синтанол ДС-10, сульфонол	Водный раствор с массовой долей 0.1-1,0%, pH 7-8 регулируется кислотами, указанными в таблице

Выводы к главе 1

1. Проведен анализ качественной системы очистки стоков за счет совершенствования линии водоподготовки на предприятии по изготовлению свинцовых, кислотных и стартерных аккумуляторов, который определяет приоритетные загрязняющие вещества;

2. На предприятии используется установка обратного осмоса для повторного использования очищенной воды на предприятии для производственных нужд.

3. Определены недостатки существующей очистки и возможность использования электрокоагулятора, при помощи которого происходит флотация и осаждение выделенных загрязнений, а так же насыщение обрабатываемых стоков ионами алюминия.

ГЛАВА 2. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

2.1 Преимущества применения электрокоагулятора в очистке сточных вод

Сравнительный анализ способов очистки сточных вод показал ряд преимуществ применения электрохимической коагуляции:

1. В процессе электрохимической коагуляции достигается значительно лучшая очистка воды от нефтепродуктов, ПАВ, ионов тяжелых металлов. Высокая степень очистки воды позволила рекомендовать использование её для оборотного водоснабжения.

2. Отсутствуют трудности, связанные с регенерацией растворов реагентов или их очисткой от токсикантов. Нет воздействия химически агрессивных и токсичных агентов на аппаратуру и рабочий персонал.

3. При очистке воды электрокоагулятором не разрушается естественный солевой состав обрабатываемой воды, которая в дальнейшем может использоваться для технологических нужд.

4. Технология электрокоагулятора обладает малой чувствительностью к изменениям условий проведения процесса очистки - температура, рН среды.

5. Практически полное обеззараживание происходит уже в первые несколько секунд работы прибора. Дополнительно эффект обеззараживания гарантируется интенсивным поступлением в среду атомарного кислорода, бурно выделяющегося в результате электролиза воды, на поддержание которого расходуется около 5% потребляемой прибором электроэнергии.

6. Достоинства электрохимического метода заключаются в компактности установки электрокоагуляции и простоте её управления.

Повышенный интерес к проблеме выбора оптимального способа предварительной очистки сточных вод вызывается большой распространенностью содержания нефтепродуктов, ПАВ, ионов тяжелых металлов в технологической воде которые имеют высокую токсичность, а также с тем, что на пред-

приятии с целью экономии и рационального использования водных ресурсов внедрено обратное водоснабжение.

Высокое качество установки электрокоагуляции позволяет рекомендовать её для машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий для очистки сточных вод гальванического производства вместо предложенных ранее ультрафильтрации или озонирования, что значительно облегчает процесс очистки сточных вод и делает его экономичней.

2.2 Технологическая схема очистки сточных вод электрокоагулятором

Правильное проектирование и эксплуатация очистных сооружений с применением электрохимического метода является залогом качественной очистки сточных вод и сохранения работоспособности дорогостоящего оборудования.

Метод работы электрокоагулятора заключается в образовании под действием проходящего электрического тока высокоактивных гидроксидов алюминия, немедленно вступающих в реакцию с вредными примесями техногенного происхождения и не затрагивающих при этом естественный солевой состав обрабатываемой воды с последующим быстрым переходом связанных примесей и непрореагировавших реагентов в нерастворимый, химически-инертный, легкоотделяемый шлам.

Электродная система электрокоагулятора выполнена в виде алюминиевых цилиндров, расположенных вертикально и размещенных вокруг эжекторной циркуляционной системы, расходные материалы представлены в таблице 8. Вода через подающую трубу поступает в эжектор и циркулирует в межэлектродном пространстве.

Корпус электрокоагулятора должен быть защищен изнутри кислотостойкой изоляцией и оборудован вентиляционным устройством.

При эксплуатации электрокоагулятора необходимо учитывать:

- анодную плотность тока $150-250 \text{ A/m}^2$;

- время пребывания сточных вод в электрокоагуляторе до 3 минут;
- расстояние между соседними электродами 5-10мм;
- скорость движения сточных вод в межэлектродном пространстве не менее 0,03м/с;
- общее число электродных пластин в одном электродном блоке должно быть не более 30.

Таблица 8 - Перечень расходных материалов

№ п/п	Наименование	Удельный расход	Производительность	Потребность
1	Флокулянт (полиакриламид)	5 г/м ³	2 м ³ /час	100 г/сут.
2	Кассета алюминиевая	-	-	1 комплект в 3 месяца

Общая схема технологической линии очистки сточных вод (базовый и проектный варианты) представлены в Приложении 1, 2. Производственные стоки поступают в бак приема стоков Б1. Насос Н2, при наличии достаточного количества жидкости, производит постоянной перемешивание накапливаемых стоков через рН - метр. Насос Н9 (подачи раствора щелочи) по команде рН - метра подает щелочь для нейтрализации накапливаемых стоков.

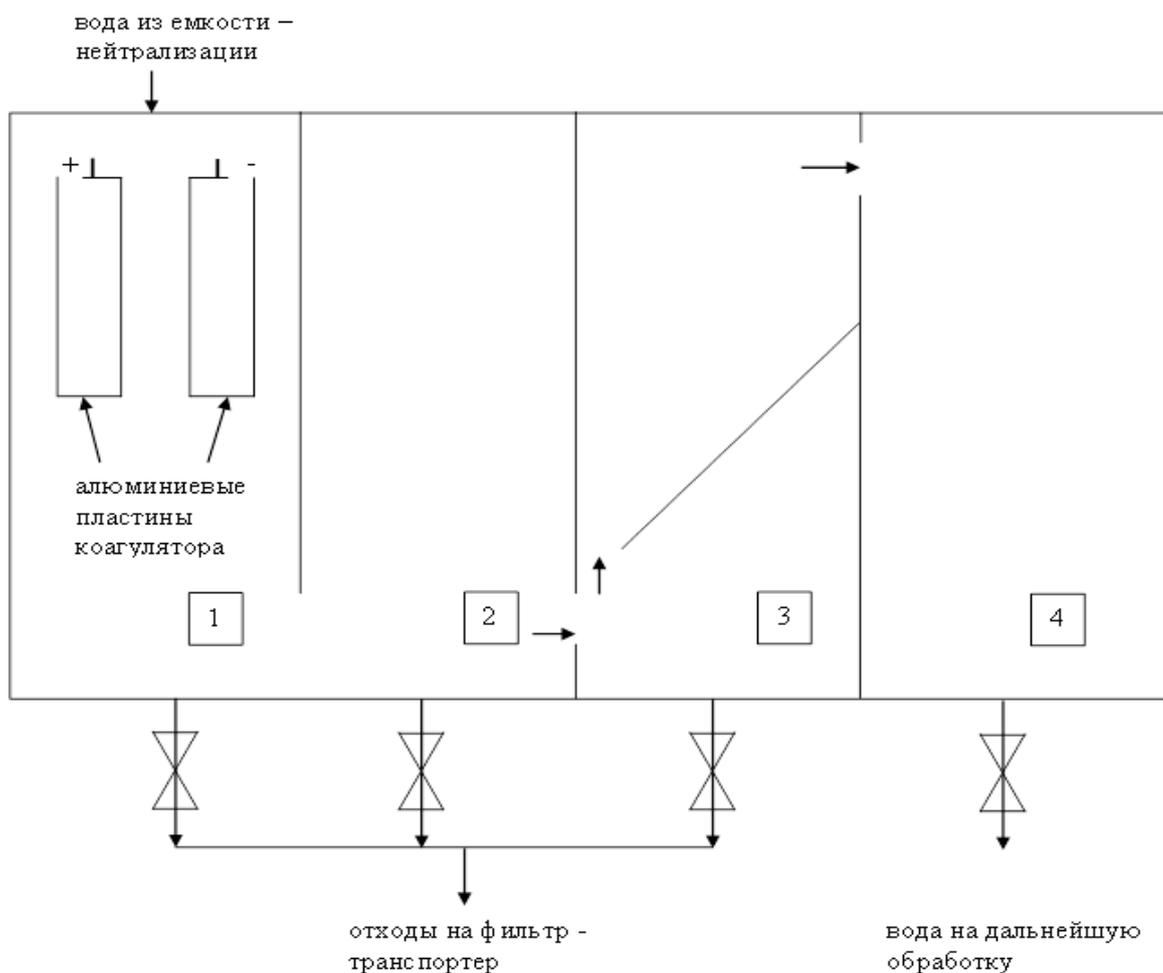
Накопленные нейтрализованные стоки, насосом Н2, через сервоприводный кран КС1, регулирующий подачу стоков, поступают в первый отсек электрокоагулятора, технические данные представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Технические данные и характеристики электрокоагулятора

Показатель	Значение
Производительность (номинальная), м ³ /ч	2,2
Габаритные размеры в сборе, мм длина	2000
ширина	500
высота	1000
Напряжение питания, В	220

Схема работы электрокоагулятора состоит из четырех отсеков и представлена на рисунке 3:

В первом отсеке электрокоагулятора электрохимическим методом в обрабатываемые стоки вводится ион алюминия, формирующий гидроксид алюминия, который является сильным коагулянт. Источником ионов алюминия являются пластинчатые алюминиевые кассеты, к которым приложено постоянное напряжение. Для обеспечения равномерного износа кассет периодически производится автоматическая смена полюсов напряжения.



1 – 4 отсеки электрокоагулятора

Рисунок 3 - Принципиальная схема работы электрокоагулятора

Во втором отсеке происходит флотирование выделенных лёгких фракций примесей с удалением шлама на транспортёрный фильтр. Удаление шлама происходит автоматически через каждые 30 минут.

В третьем отсеке производится отстаивание тяжёлых фракций примесей. Накопленные примеси сбрасываются также на транспортёрный фильтр.

Четвёртый отсек предназначен для накопления предварительно очищенной воды. Пред очищенная вода из этого отсека поступает в систему для дальнейшей обработки (очистки).

Для очистки промышленных сточных вод, в первом отсеке электрокоагулятора мы предлагаем провести электролиз с использованием растворимых алюминиевых анодов. Источником иона алюминия являются установленные пластинчатые кассеты, к которым приложено постоянное напряжение. Под действием тока происходит растворение металла, в результате чего в воду переходят катионы алюминия, которые, встречаясь с гидроксидными группами, образуют гидроксиды металлов. На их поверхности происходит слипание (коалесценция) капелек. Образующиеся укрупненные частицы флотируются на поверхность жидкости пузырьками водорода.

Растворение алюминиевого анода протекает по реакции:



с последующей гидратацией ионов Al^{+3} :



Во втором отсеке электрокоагулятора образующийся на поверхности жидкости слой отходов в виде пены удаляется на транспортерный фильтр. Удаление флотированного шлама производится автоматически через сервоприводный кран КСФ, управляемый от блока РВ (блока питания).

Далее очищаемая вода подается в третий отсек электрокоагулятора – дополнительная зона флотации, где происходит отстаивание тяжелых фракций примесей. В качестве материалов нерастворимых перфорированных кольцевых электродов применяется коррозионно-стойкая сталь. Создание в колонном электрокоагуляторе второй зоны флотации позволяет значительно повысить производительность аппарата. Накопленные, отстаиваемые примеси сбрасываются открытием кранов К3, К4 на транспортерный фильтр.

Очищенная вода направляется на четвертый отсек электрокоагулятора для аккумуляирования предочищенных стоков для обеспечения нормальной работы насоса НЗ. И затем вода подается на следующую стадию очистки.

В процессе электрохимической коагуляции достигается значительно лучшая очистка воды от нефтепродуктов, ПАВ, ионов тяжелых металлов, что представлено в таблице 10.

Таблица 10 - Параметры стоков на выходе электрокоагулятора в системе очистки сточных вод

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	Величина снижения параметра
1	рН	-	1
2	Общая минерализация, максимальная	мг/л	150
3	Жесткость общая, максимальная	мг.эquiv./л	7
4	Железо общее, максимальное	мг/л	0,5
5	Хлориды максимальные	мг/л	17,7
6	Свинец максимальный	мг/л	0,8
7	Сульфаты максимальные	мг/л	350

Проходя через весь цикл очистки производственные стоки, в том числе и с внедренным в систему электрокоагулятором, вода на выходе имеет следующие показатели, отраженные в таблице 11.

Таблица 11 - Параметры стоков на выходе из системы очистки сточных вод по проектному варианту

№ п/п	Наименование параметра	Единицы измерения	Параметры
1	рН	-	5-7
2	Общая минерализация, максимальная	мг/л	850
3	Жесткость общая, максимальная	мг.эquiv./л	7
4	Железо общее, максимальное	мг/л	0,3
5	Хлориды максимальные	мг/л	22,3
6	Свинец максимальный	мг/л	0,3
7	Сульфаты максимальные	мг/л	450

2.3 Характеристика типа фильтров для предварительной очистки сточных вод

В технологическом процессе основного производства доочистка сточных вод от взвешенных веществ предусматривает метод напорной фильтрации через зернистую загрузку. Доочистка фильтрованных сточных вод производится на катионных ионообменных фильтрах, где производится очистка от солей жесткости.

Механический фильтр.

Механические загрязнения из больших потоков воды, как правило, удаляются в насыпных осветлительных фильтрах с гранулированной загрузкой механических фильтрах периодического действия.

Механический засыпной напорный фильтр представляет собой вертикальный корпус из металла с дренажно-распределительными системами, заполненный гранулированной загрузкой, в представленной схеме очистки это кварцевый песок, гидроантрацит.

Параметры оборудования фильтра с кварцевым песком представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Параметры механического фильтра

Модель	Материал	Площадь фильтрации	Скорость, м/ч	Кол-во песка, кг	Высота песка, м	Спецификации
ZA-3	Нержавеющая сталь	0,28 м ²	10	550	1,4	Φ600×2100×2 мм

Этот фильтр с диаметром 600мм из нержавеющей стали. Фильтры заполнены с хорошей градацией кварцевого песка с высотой фильтрации, 1200мм, выход воды с общим объемом 3м³/час. Оснащен промывочным клапаном для достижения промывки.

Кварцевый песок для фильтров изготовлен из молочно- белого кварца - довольно распространенного материала. Он представляет собой мелкодробленый кварц, который обладает высокой устойчивостью к механическим повреждениям, что гарантирует его низкую истираемость, от которой зависит частота смены загрузочного материала. Кварцевый песок для фильтров выгодно отличается от песков для фильтров естественного происхождения своей однородностью и мономинеральностью. Также кварцевый песок обладает высокой межзерновой пористостью, что повышает его грязеемкость, и, следовательно, повышает качество фильтрации. В отличии от песков для фильтров естественного происхождения кварцевый песок для фильтров не содержит никаких примесей вроде глины, которая растворяется в обрабатываемой воде и понижает конечное качество обработанной воды. Для

нормального хода очистки воды кварцевый песок для фильтров следует регулярно промывать, удаляя взвешенные частицы загрязнителей, которые оседают в загрузке.

Фильтрация загрязненной воды производится сверху вниз, выполняя функции осветления, обезжелезивания. При этом крупные частицы задерживаются в порах между гранулами загрузки, а мелкие загрязнения – за счет электростатического эффекта прилипают к частицам загрузки. Чем больше загрязнений задержано слоем загрузки, тем уже остаются проходы для жидкости и тем выше глубина очистки воды на напорном фильтре. Основная масса загрязнений из воды собирается в верхней части слоя загрузки.

На засыпном фильтре очистки воды удаляются частицы с размером более 10–20 мкм.

В определенный момент слой загрязняется настолько, что сопротивление фильтрации резко возрастает, а производительность напорного фильтра падает. Повышение давления воды может привести к выносу грязи в чистую воду. В этом случае происходит остановка работы фильтра, и слой загрузки регенерируют. Регенерация зернистой загрузки (взрыхление) заключается в отмывке кварцевого песка водой снизу вверх с такой скоростью, при которой происходит псевдооживление загрузки и ее расширение на 30–50%. В таком режиме частицы как бы кипят, из межпорового пространства удаляются задержанные взвеси, а при соударении частиц с их поверхности удаляются налипшие загрязнения. После окончания взрыхления слою загрузки дают осесть, и затем начинается фильтрация.

Основным элементом блока управления является таймер. Функцией таймера является отсчет текущего времени, выдача команды начала промывки, включение питания реле времени, включение питания розеток адаптеров сервопривода фильтра, управление сервоприводом.

Основными преимуществами фильтров с зернистой загрузкой являются высокая емкость по задерживаемым примесям (за счет объемной фильтра-

ции) и возможность длительной эксплуатации без замены — за счет проведения периодической регенерации фильтрующей среды.

Катионный ионообменный фильтр.

После механических фильтров обрабатываемая вода поступает на катионные фильтры, предназначенные для удаления солей жесткости из обрабатываемой воды. В качестве ионообменного материала применяется гранулированный катионит марки С-100 с обменной емкостью 2 мг-экв/л. Данный материал, при правильной эксплуатации, не теряет своих обменных свойств до полного физического истирания. Минимальный срок службы составляет 5 лет.

Он основан на использовании ионитов — ионообменных катионных смол. Эти свойства состоят в том, что ионообменный материал способен захватывать из воды одни ионы, насыщая ее другими ионами, входящими в его состав, то есть за счет реакционного обмена. Исходная вода поступает в фильтр под напором и проходит через слой катионита в направлении сверху вниз. Очищаемую воду пропускают через ионообменные смолы — иониты - катиониты, которые обменивают ионы Na^+ на ионы водорода H^+ , и аниониты, которые обменивают ионы Cl^- на ионы гидроксильной группы OH^- . В результате ионы натрия и хлора будут захвачены фильтрующими материалами, тогда как в воде окажутся ионы H^+ и OH^- , то есть вода. Избирательность является самым отличительным свойством ионитов. Ионообменные фильтры обычно используют для очистки воды от катионов тяжелых металлов и смягчения ее жесткости — захвата избыточных ионов магния и кальция.

Цикл работы фильтра состоит из следующих операций: умягчение, взрыхление, регенерация, отмывка.

Рабочий цикл фильтра заканчивается, когда жесткость фильтра начнет превышать 0,1 мг - экв/л. Продолжительность взрыхления 15-30 минут при интенсивности 3-4 л/м². Взрыхление предназначено для устранения уплотнения катионита.

Для восстановления обменной емкости, утраченной в процессе удаления солей жесткости из обрабатываемой воды, необходимо проводить регенерацию катионита. Регенерация проводится 10% раствором соляной кислоты NaCl.

Порядок проведения регенерации:

- выключить фильтр из работы,
- произвести промывку фильтрующего материала обратным током воды, промывку вести до прозрачности промывочной воды 30см,
- включить фильтр на небольшой поток,
- насосом – дозатором подавать раствор соляной кислоты,
- произвести отмывку фильтра от остаточной кислоты,
- включить фильтр в работу,
- произвести замер жесткости фильтрата.

После регенерации в направлении сверху вниз ионообменный материал отмывается от регенерационного раствора и продуктов регенерации.

С выхода катионных фильтров вода поступает на мембранную установку, где продолжается процесс водоподготовки для оборотного водоснабжения.

ГЛАВА 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕДЛАГАЕМОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

3.1 Экономические данные для проведения экономических расчётов

Эффективность предлагаемой реконструкции системы очистки сточных вод предприятия заключается в следующих факторах и показателях (табл. 13):

- ✓ увеличение эффективности очистки сточных оборотных вод;
- ✓ увеличение производительности установки;
- ✓ снижение потребности в дополнительной подпитки водой технологических нужд предприятия;
- ✓ снижение текущих затрат на эксплуатацию установки.

Таблица 13 - Экономические данные для проведения экономических расчётов

№ п/п	Показатель	Усл. обозн.	Ед. измер.	Варианты		Примечания
				Базов.	Проект	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
1	Годовая программа очистки сточных вод	П _Г	м ³ /год	10000	10000	Данные предприятия
2	Производительность установки очистки оборотных сточных вод	П _у	м ³ /час	1,6	2,2	Данные предприятия и ООО ЭТМ
3	Стоимость воды	Ц _в	Руб/м ³	11,25	11,25	По договору
4	Мощность установки очистки сточных вод	М _у	кВт	9,76	12,1	Технические характеристики
5	Коэффициент полезного действия	КПД	-	0,75	0,88	Данные предприятия
6	Стоимость электроэнергии	Ц _{ээ}	Руб/кВт	2,40	2,40	По договору
7	Балансовая стоимость оборудования	Ц _{об.пр} Ц _{об.б}	Тыс. руб.	2500	2713	Прайс лист интернет
8	Коэффициент транспортно заготовительных расходов	К _{тз}	-	1,05	1,05	Данные ПЭО предприятия
9	Коэффициент затрат на демонтаж, монтаж обо-	К _{монт}	%	-	2	Данные ПЭО предприятия

№ п/п	Показатель	Усл. обозн.	Ед. измер.	Варианты		Примечания
				Базов.	Проект	
1	2	3	4	5	6	7
	рудования					
10	Балансовая стоимость мембран установки обратного осмоса	Ц _{мо}	Тыс. руб.	30	30	Данные предприятия
11	Срок службы мембран обратного осмоса	Т _{мо}	лет	1	3	Статистические данные
12	Число сменных мембран установки обратного осмоса	Ч _{мо}	шт	8	8	Технические характеристики
13	Балансовая стоимость сменных кассет электрокоагулятора	Ц _{кк}	Тыс. руб.	-	2,32	Прайс лист интернет
14	Число сменных кассет электрокоагулятора	Ч _{кк}	шт	-	2	Технические характеристики
15	Срок службы кассет электрокоагулятора	Т _{кк}	лет	-	0,4	Технические характеристики
16	Цена материала, необходимого для монтажа электрокоагулятора (труба стальная Ф32)	Ц _м	Руб.	-	432	Прайс лист интернет
17	Расход материала для монтажа электрокоагулятора	Н _м	м	-	26,4	Замеры по участку
18	Норма амортизационных отчислений на оборудование	Н _а	%	-	15	Справочник
19	Срок службы оборудования базового варианта	Т _{об.б}	лет	5	-	Данные предприятия

3.2 Расчёт фонда времени работы оборудования

3.2.1 Номинальный годовой фонд времени работы оборудования

$$F_H = (D_P \cdot T_{CM} - D_{П} \cdot T_{П}) \cdot C, \quad (1)$$

где D_P – количество рабочих дней в году (дн.);

T_{CM} – продолжительность смены (час.);

$T_{П}$ – количество часов, на которые сокращается смена в предпраздничные дни (час);

$D_{П}$ – количество предпраздничных дней (дн.);

C – количество смен.

$$F_H = (230 \cdot 8 - 22 \cdot 2) \cdot 3 = 5688 \text{ ч.}$$

Количество рабочих и предпраздничных дней в году определяется для года выполнения работы.

3.2.2 Эффективный фонд времени работы оборудования

$$F_{\text{Э}} = F_H \cdot (1 - B/100), \quad (2)$$

где В – плановые потери рабочего времени. По данным планово-экономического отдела предприятия $B = 4,5 \%$.

$$F_{\text{Э}} = 5388 \cdot (1 - 4,5/100) = 5146 \text{ ч.}$$

3.2.3 Расчёт количества оборудования, необходимого по процессу

Определение количества оборудования, необходимого по техпроцессу для выполнения производственной программы производится в том случае, если производственная программа известна или устанавливается предприятием. В нашем случае годовая программа очистки сточных вод составляет $10000 \text{ м}^3/\text{год}$.

а) Число рабочих мест (единиц оборудования), необходимых на каждую операцию:

$$n_{\text{РАСЧ.Б}} = t_{\text{ШТ.}} \cdot П_{\Gamma} / F_{\text{Э}} \cdot K_{\text{В.Н.}}, \quad (3)$$

$$n_{\text{РАСЧ.ПР}} = t_{\text{ШТ.}} \cdot П_{\Gamma} / F_{\text{Э}} \cdot K_{\text{В.Н.}}, \quad (4)$$

где $n_{\text{РАСЧ.}}$ – расчетное количество мест, (шт.);

$F_{\text{Э}}$ – эффективный фонд времени работы оборудования (час);

$t_{\text{ШТ.}}$ – штучное время обработки детали, (час);

$П_{\Gamma}$ – производственная программа восстановления деталей, (шт./год);

$K_{\text{В.Н.}}$ – коэффициент выполнения нормы.

$$n_{\text{РАСЧ.Б}} = 0,781 \cdot 10000 / 5146 \cdot 2 = 0,75$$

$$n_{\text{РАСЧ.ПР}} = 0,55 \cdot 10000 / 5146 \cdot 2 = 0,53$$

Принятое число рабочих мест $n_{ПР}$. (шт.) находится путем округления $n_{РАСЧ.}$ до большего ближайшего целого числа. Для нашего случая число рабочих мест – 1.

б) Коэффициент загрузки рабочих мест (оборудования) на каждой операции:

$$K_{з.об.} = \frac{n_{расч.}}{n_{ПР.}} \quad (5)$$

$$K_{з.обб} = n_{РАСЧ.} / n_{ПР.} = 0,75/1 = 0,75;$$

$$K_{з.обпр} = n_{РАСЧ.} / n_{ПР.} = 0,53/1 = 0,53;$$

в) Количество рабочих

Определив коэффициент загрузки рабочих мест, принимается число основных рабочих 1 человек по базовому и проектному вариантам.

3.3 Расчёт капитальных затрат

3.3.1 Капитальные затраты по базовому варианту

$$K_{ОБЩБ} = K_{ОББ} = Ц_{ОБ.Б} \cdot K_{з.Б.} \quad (6)$$

где $K_{з.Б.}$ – коэффициент загрузки оборудования по базовому варианту;

$Ц_{ОБ.Б.}$ – остаточная стоимость оборудования с учетом срока службы (руб);

$$K_{ОБЩБ} = 1880000 \cdot 0,75 = 1410000 \text{ руб.}$$

$$Ц_{ОБ.Б.} = C_{ПЕРВ.} - (C_{ПЕРВ.} \cdot T_{СЛ} \cdot N_A / 100), \quad (7)$$

где $C_{ПЕРВ.}$ – стоимость приобретения оборудования (стоимость первоначальная) (руб.);

$T_{СЛ}$ – срок службы оборудования на момент выполнения расчетов (лет);

N_A – норма амортизации на реновацию оборудования (%).

$$Ц_{ОБ.Б.} = 2\,500\,000 - (2\,500\,000 \cdot 5 \cdot 0,15) = 2\,500\,000 - 1\,875\,000 = 625\,000 \text{ руб.}$$

3.3.2 Общие капитальные затраты по проектному варианту

$$K_{ОБЩ.ПР} = K_{общ.б} + K_{ОБ.ПР} + Z_{СОП.ПР}, \quad (8)$$

где $K_{ОБ.ПР}$ – капитальные вложения в оборудование (руб.);

$Z_{СОП.ПР}$ – сопутствующие капитальные затраты (руб.).

$$K_{\text{ОБЩ.ПР}} = 625000 + 122\,503 + 4488 = 751991 \text{ руб.}$$

Дополнительные площади не предусматриваются и в расчёт не берутся.

а) Капитальные вложения в оборудование:

$$K_{\text{ОБ.ПР}} = C_{\text{ПЕРВ}} \cdot K_{\text{Т-З}} \cdot K_{\text{ЗПР}}, \quad (9)$$

где $C_{\text{ПЕРВ}}$ – стоимость приобретения нового оборудования (руб.);

$K_{\text{Т-З}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно – заготовительные расходы на доставку оборудования (принимается 3%);

$K_{\text{ЗПР}}$ – коэффициент загрузки оборудования по проектному варианту.

$$K_{\text{ОБ.ПР}} = (213000 + 432 \cdot 26,4) \cdot 1,03 \cdot 0,53 = 122503 \text{ руб.}$$

б) Капитальные вложения в дополнительные площади:

Дополнительные площади не предусматриваются и в расчёт не берутся.

в) Сопутствующие капитальные затраты.

Затраты на монтаж нового (проектного) оборудования:

$$Z_{\text{МОНТ}} = C_{\text{ОБ.ПР}} \cdot K_{\text{МОНТ}}/100, \quad (10)$$

где $K_{\text{МОНТ}}$ – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж проектного оборудования (%).

$$Z_{\text{МОНТ}} = (213000 + 432 \cdot 26,4) \cdot 0,02 = 4488 \text{ руб.}$$

3.4 Расчёт годовых эксплуатационных затрат

Расчет годовых эксплуатационных затрат сравниваемых вариантов изготовления проектируемого устройства ведется только по изменяющимся операциям техпроцесса. Если по базовой и проектируемой технологии подготовительные, заключительные, контрольные и другие операции не изменяются, то расчет затрат на их осуществление можно не производить.

3.4.1 Затраты на основные и вспомогательные материалы

Расчет основных и вспомогательных материалов ведется на основе рабочего чертежа детали, карт технологического процесса, нормативных справочников и стандартов предприятия.

Затраты на основные материалы по базовому варианту:

$$M_{осн б} = Ц_{мо} \cdot K_{тз} \cdot Ч_{мо} / T_{мо}, \quad (11)$$

где

$Ц_{мо}$ – стоимость материала (мембрана осмоса), (руб./шт);

$Ч_{мо}$ – норма расхода, (шт/в год);

$T_{мо}$ – срок службы материала (лет);

$K_{тз}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

$$M_{осн б} = 30000 \cdot 1,05 \cdot 8/1 = 252000 \text{ руб.}$$

Затраты на основные материалы по проектному варианту:

$$M_{осн пр} = Ц_{мо} \cdot K_{тз} \cdot Ч_{мо} / T_{мо} + Ц_{кк} \cdot 1,05 \cdot Ч_{кк} / T_{кк}, \quad (12)$$

где

$Ц_{мо}$ – стоимость мембрана осмоса, (руб./шт);

$Ч_{мо}$ – норма расхода мембран, (шт/в год);

$T_{мо}$ – срок службы мембран (лет);

$K_{тз}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

$Ц_{кк}$ – стоимость кассеты электрокоагулятора (руб/шт);

$Ч_{кк}$ – норма расхода кассет (шт/год);

$T_{кк}$ – срок службы кассет (лет);

$$M_{осн пр} = (30000 \cdot 8/3 + 2320 \cdot 2/0,4) \cdot 1,05 = (79980 + 11600) \cdot 1,05 = 96159 \text{ руб.}$$

3.4.2 Затраты на заработную плату основных производственных рабочих с отчислениями на социальные нужды

Затраты на заработную плату производственных рабочих определяют, исходя из данных пооперационного нормирования технологических процессов и учитывают:

- количество рабочих, необходимое для выполнения производственной программы;
- возможность совмещения профессий;
- перекрываемое и не перекрываемое время при осуществлении технологического процесса.

При расчете основной заработной платы учитывают только не перекрываемое время.

Фонд оплаты труда основных производственных рабочих состоит из основной и дополнительной заработной платы:

а) Затраты на основную заработную плату:

$$Z_{\text{осн}} = C_{\text{ч}} \cdot t_{\text{шт}} \cdot K_{\text{д}}, \quad (13)$$

где

$$Z_{\text{оснб.}} = 93,16 \cdot 0,781 \cdot 1,75 = 127,33 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{оснпр}} = 93,16 \cdot 0,554 \cdot 1,75 = 90,32 \text{ руб.}$$

где $C_{\text{ч}}$ – часовая тарифная ставка, (руб./час);

$t_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, (час);

$K_{\text{д}}$ – коэффициент доплат к основной заработной плате, определяется по нормативным документам предприятия.

б) Затраты на дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} \frac{K_{\text{доп}}}{100}, \quad (14)$$

где

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент соотношения между основной и дополнительной заработной платой (14%);

$$\text{где } Z_{\text{доп.б.}} = Z_{\text{осн}} \cdot 14/100 = 127,33 \cdot 0,14 = 17,82 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{доп.пр}} = Z_{\text{осн}} \cdot 14/100 = 90,32 \cdot 0,14 = 12,64 \text{ руб.}$$

в) Фонд оплаты труда:

фонд оплаты труда складывается из суммы основной и дополнительной заработной платы

$$\Phi_{\text{оп.б.}} = Z_{\text{осн.}} + Z_{\text{доп.}}, \quad (15)$$

где $Z_{\text{осн.}}$ – основная заработная плата производственных рабочих, (руб.)

$Z_{\text{доп.}}$ – дополнительная заработная плата производственных рабочих, (руб.).

$$\Phi_{\text{оп.б.}} = 127,33 + 17,82 = 145,15 \text{ руб.}$$

$$\Phi_{\text{оп.пр}} = 90,32 + 12,64 = 102,96 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные нужды:

$$O_{cc} = \frac{\Phi_{оп} \cdot K_{cc}}{100}, \quad (16)$$

где

K_{cc} – коэффициент отчислений на социальные нужды (%).

$$O_{cc.б} = 145,15 \cdot 26,2 / 100 = 38,03 \text{ руб.}$$

$$O_{cc.пр} = 102,96 \cdot 26,2 / 100 = 26,97 \text{ руб.}$$

3.4.3 Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

Затраты на амортизацию оборудования:

$$A_{об} = \frac{C_{пер} \cdot N_a \cdot t_{маш} \cdot n}{100}, \quad (17)$$

где

n – принятое число оборудования, (1 шт.);

N_a – норма амортизации данного оборудования, (%)

$C_{перв}$ (б,пр) – стоимость оборудования первоначальная по базовому и проектному вариантам соответственно (руб.);

$t_{маш}$ – время работы установки, (час)

$$A_{обб.} = 2500000 \cdot 15 \cdot 0,781 / 5146 \cdot 100 = 56,91 \text{ руб.}$$

$$A_{обпр.} = (2500000 + 224405) \cdot 15 \cdot 0,554 / 5146 \cdot 100 = 43,98 \text{ руб.}$$

Если используется несколько видов и типов оборудования, расчет амортизационных отчислений можно произвести в табличной форме.

Расходы на электроэнергию:

а) базовый вариант:

$$P_{э} = M_y \cdot F_э \cdot C_{э} / КПД, \quad (18)$$

где

M_y – установленная мощность оборудования, (кВт);

$F_э$ – эффективный фонд машинного времени, (час);

$C_{э}$ – стоимость электроэнергии, (руб/кВт);

КПД – коэффициент полезного действия;

$$P_{э} = 9,76 \cdot 3443,36 \cdot 2,40 / 0,75 = 107543,02 \text{ руб.}$$

б) проектный вариант:

$$P_{\text{эз}} = M_y \cdot F_{\text{э}} \cdot C_{\text{эз}} / КПД, \quad (19)$$

$$P_{\text{эз}} = 12,1 \cdot 3443,36 \cdot 2,40 / 0,88 = 113630,88 \text{ руб.}$$

Расходы на воду технологическую.

Увеличение производительности установки очистки оборотных сточных вод позволит снизить в проектном варианте количество воды необходимое для подпитки технологических нужд предприятия. Расчёт производится по затратам на технологическую воду в базовом и проектном вариантах. Объём воды, необходимый для обеспечения технологических нужд предприятия одинаков для базового и проектного вариантов и является годовой программой очистки сточных вод = 10 000 м³ /год.

а) базовый вариант:

$$P_{\text{вб}} = (П_{\text{г}} - П_{\text{уб}} \cdot F_{\text{э}}) \cdot C_{\text{в}}, \quad (20)$$

б) проектный вариант:

$$P_{\text{впр}} = (П_{\text{г}} - П_{\text{упр}} \cdot F_{\text{э}}) \cdot C_{\text{в}}, \quad (21)$$

где

$P_{\text{вб}}$, $P_{\text{впр}}$ – расходы на технологическую воду базового и проектного вариантов соответственно;

$П_{\text{г}}$ – годовая программа очистки воды;

$F_{\text{э}}$ – машинное время работы установки очистки сточных вод;

$П_{\text{уб}}$, $П_{\text{упр}}$ – производительность установки базового проектного вариантов соответственно;

$C_{\text{в}}$ – стоимость технологической воды;

$$P_{\text{вб}} = (10\,000 - 1,6 \cdot 5146) \cdot 11,25 = 19872,52 \text{ руб./год.}$$

$$P_{\text{впр}} = (10000 - 2,2 \cdot 5146) \cdot 11,25 = - 14863 \text{ руб./год.}$$

Знак минус в проектном варианте означает, что система очистки полностью удовлетворяет нужды технологии и не нуждается в подпитке технологии водой. Сжатый воздух в технологии очистки воды не применяется.

Итого затраты на оборудование:

$$Z_{\text{об.}} = (A_{\text{об}} + P_{\text{э-э}} + P_{\text{в}}) / П_{\text{г}}, \quad (22)$$

где

$A_{об}$ - затраты на амортизацию оборудования, (руб.);

$P_{э-э}$ – расходы на электроэнергию, (руб.);

$P_{в}$ – расходы на воду технологическую, (руб.);

$\Pi_{г}$ – годовая программа очистки сточных вод.

$$Z_{об.б} = 56,91 + 107543,02 + 19872,52 = 127\,472,53 \text{ руб.} / 10000 = 12,75 \text{ руб.}$$

$$Z_{об.пр} = 43,98 + 113\,630,88 + 0 = 113\,675,86 \text{ руб.} / 10000 = 11,37 \text{ руб.}$$

3.4.4 Технологическая себестоимость

Технологическая себестоимость изготовления проектируемого устройства определяется суммой всех рассчитанных статей затрат по вариантам.

$$C_{тех} = (M + \Phi_{от} + O_{с.с.} + Z_{об}) / \Pi_{г}, \quad (23)$$

$$C_{тех.пр} = 96159 + 102,96 + 26,97 + 113710,4 \text{ руб} = 209\,999,33 \text{ руб.} / 10000 = 20,99 \text{ руб.}$$

$$C_{тех.б} = 252000 + 19872,52 + 145,15 + 38,03 + 127522,53 = 399578,23 \text{ руб.} / 10000 = 39,96 \text{ руб.}$$

3.5 Расчёт цеховой себестоимости

$$C_{цех} = C_{тех} + P_{цех}, \quad (24)$$

где $P_{цех}$ – сумма цеховых расходов, (руб.).

$$C_{цех.пр} = 20,99 + 135,10 = 156,09 \text{ руб.}$$

$$C_{цех.б} = (39,96 + 190,50) = 230,45 \text{ руб.}$$

$$P_{цех} = Z_{осн} \cdot K_{цех} / 100, \quad (25)$$

где $K_{цех}$ – коэффициент, учитывающий цеховые расходы (%);

$Z_{осн}$ – основная заработная плата основных производственных рабочих, (руб.).

$$P_{цех.б} = 127,33 \cdot 150 / 100 = 190,50 \text{ руб.}$$

$$P_{цех.пр} = 90,32 \cdot 150 / 100 = 135,10 \text{ руб.}$$

3.6 Расчёт заводской себестоимости

$$C_{ЗЗВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗЗВ}, \quad (26)$$

где

$P_{ЗЗВ}$ – сумма заводских расходов, (руб.).

$$C_{ЗЗВ.Б} = 230,45 + 146,10 = 376,55 \text{ руб.}$$

$$C_{ЗЗВ.ПР} = 156,09 + 94,90 = 250,99 \text{ руб.}$$

$$P_{ЗЗВ} = 3_{ОСН} \cdot K_{ЗЗВ}/100, \quad (27)$$

где

$K_{ЗЗВ}$ – коэффициент общезаводских расходов (%).

$$P_{ЗЗВ.Б} = 127,33 \cdot 115/100 = 146,10 \text{ руб.}$$

$$P_{ЗЗВ.ПР} = 90,32 \cdot 115/100 = 94,90 \text{ руб.}$$

3.7 Расчёт полной себестоимости

$$C_{ПОЛН.} = C_{ЗЗВ.} + P_{ВН.}, \quad (28)$$

$$C_{ПОЛН.Б} = 376,55 + 6,36 = 382,91 \text{ руб.}$$

$$C_{ПОЛН.ПР} = 250,99 + 4,51 = 255,50 \text{ руб.}$$

$$P_{ВН} = 3_{ОСН} \cdot K_{ВН}/100, \quad (29)$$

$$P_{ВН.Б} = 127,33 \cdot 5/100 = 6,36 \text{ руб.}$$

$$P_{ВН.ПР} = 90,32 \cdot 5/100 = 4,51 \text{ руб.}$$

где

$P_{ВН}$ – коэффициент внепроизводственных расходов (%).

где $K_{ВН}$ – коэффициент внепроизводственных расходов (%).

3.8 Калькуляция и структура полной себестоимости проектируемой реконструкции

Таблица 14 - Структура и калькуляция полной себестоимости

№ п/п	Показатели	Условные обозначения	Калькуляция, руб.		Структура, %	
			базовый вариант	проектн. вариант	базовый вариант	проектн. вариант
1	Материалы	М	25,20	9,61	4,6	2,5
2	Фонд оплаты труда	Ф _{от.}	145,15	102,96	25,7	26,6

№ п/п	Показатели	Условные обозначения	Калькуляция, руб.		Структура, %	
3	Отчисления на соц. нужды	О _{сс}	38,03	26,97	6,4	7,0
4	Затраты на оборудование	З _{об.}	12,75	11,37	2,6	2,9
	Итого себестоимость технологическая	С _{тех.}	39,96	20,99	—	—
5	Цеховые расходы	Р _{цех.}	190,50	135,10	33,7	35,1
	Итого себестоимость цеховая	С _{цех.}	230,45	156,09	—	—
6	Заводские расходы	Р _{зав.}	146,10	94,90	25,9	24,7
	Итого себестоимость заводская	С _{зав.}	376,55	250,99	—	—
7	Внепроизводственные расходы	Р _{вн.}	6,36	4,51	1,1	1,2
8	Итого полная себестоимость	С _{полн.}	382,91	255,50	—	—
					100 %	100 %

3.9 Расчет экономической эффективности

3.9.1 Показатель снижения трудоемкости

$$\Delta_{um} = t_{um.б} - t_{um.пр} / t_{um.б} \cdot 100\%, \quad (30)$$

$$\Delta_{um} = (0,781 - 0,554) / 0,781 \cdot 100\% = 29,1$$

3.9.2 Показатель снижения технологической себестоимости

$$C\Delta_{mex} = (C_{mex.б} - C_{mex.пр}) / C_{mex.б} \cdot 100\%, \quad (31)$$

$$C\Delta_{mex} = (39,96 - 20,99) / 39,96 \cdot 100\% = 47,5$$

3.9.3 Условно-годовая экономия

$$\mathcal{E}_{уг} = (C_{зав.б.} - C_{зав.пр.}) \cdot П_{г} \quad (32)$$

$$\mathcal{E}_{уг} = (376,55 - 250,99) \cdot 10000 = 1255600 \text{ руб.}$$

3.9.4. Годовой экономический эффект в сфере производства

$$\mathcal{E}_{г} = \mathcal{E}_{уг} - E_{н} \cdot \Delta K, \quad (33)$$

где $E_{н}$ – нормативный коэффициент, учитывающий эффективность дополнительных капитальных вложений по техпроцессу.

$$\mathcal{E}_z = 1255600 - 15,2 \cdot 47,5 = 1\,254\,217 \text{ руб.}$$

3.9.5 Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений в разрабатываемую технологию

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{доп}}}{\mathcal{E}_{\text{уг}}} = \frac{K_{\text{общ.пр}} - K_{\text{общ.б}}}{(C_{\text{зав.б}} - C_{\text{зав.пр.}}) \cdot \Pi_{\text{г}}}, \quad (34)$$

где:

$T_{\text{ок}}$ - срок окупаемости дополнительных капитальных вложений (лет).

$$T_{\text{ок}} = (751999 - 625000) / (376,55 - 250,99) \times 10000 = 0,103$$

Вывод к главе 3

При внедрении настоящего проекта трудоёмкость очистки сточных вод снизится на 29%. Себестоимость проектного варианта меньше базового на 127.41 руб., или на 47%.

Внедряемая технология позволяет получить условно годовую экономию в размере 1255600 руб. Внедряемая реконструкция требует дополнительных капитальных вложений в оборудование и материалы для монтажа данного оборудования в размере 127000 рублей.

Срок окупаемости данных вложений менее одного года. Предполагаемый экономический годовой эффект составит 1250000 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы был произведен обзорный анализ проблемы накопления сточными водами предприятия ионов тяжелых металлов, нефтепродуктов, ПАВ, их негативного влияния на состав воды и оборудование, на котором ведется очистка от них. Были проанализированы существующие на предприятии по выпуску аккумуляторных батарей технологии очистки сточных вод, проведен сравнительный анализ методов очистки сточных вод и предложен наиболее оптимальный для данного предприятия способ доочистки воды.

Предложенное совершенствование технологической линии очистки сточных вод предприятия позволяет наиболее качественно доочищать производственные сточные воды, а также позволяет снять нагрузку на дорогостоящую установку водоподготовки УВ-О, а именно мембран и фильтров микронного типа, что приводит к продлению срока эксплуатации данной установки.

Данная технология очистки сточных вод с внедрением в технологическую линию электрокоагулятора позволит:

- довести качество очистки сточных вод до более низкого содержания нефтепродуктов, ПАВ, ионов тяжелых металлов;
- снизить капитальные и эксплуатационные затраты на замену мембран и фильтров обратноосмотической установки УВ-О;
- сохранить естественный солевой состав обрабатываемой воды;
- производить практически полное обеззараживание уже в первые несколько секунд работы прибора;
- производить процесс очистки сточных вод независимо от температуры, рН среды благодаря малой чувствительности электрокоагулятора к данным изменениям условий процесса;
- экономить площади производственного участка благодаря компактности установки электрокоагулятора.

Произведенный расчет экономической эффективности предлагаемой установки электрохимической коагуляции позволил определить общую сумму затрат на очистку производственных сточных вод, а именно: по базовому варианту 382,91 рублей, а по проектному варианту 255,50 рублей. В целом экономический эффект эксплуатации предлагаемой установки электрохимической коагуляции составляет 1250000 рублей.

Повышенный интерес к проблеме выбора оптимального способа предварительной очистки сточных вод вызывается большой распространенностью содержания нефтепродуктов, ПАВ (поверхностно активные вещества), ионов тяжелых металлов в технологической воде которые имеют высокую токсичность, с целью экономии и рационального использования водных ресурсов, а также в связи с расположением предприятия по выпуску аккумуляторных батарей на территории Национального Парка «Самарская Лука».

Таким образом, изучение закономерностей процессов, протекающих в электрокоагуляторе, модификация технологической линии очистки сточных вод может значительно расширить области практического использования метода электрохимической коагуляции, что позволяет рекомендовать его для машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий для очистки сточных вод гальванического производства что значительно улучшает состав воды и удешевляет процесс очистки сточных вод.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Белов В.С. Охрана окружающей среды / В.С. Белова, Ф.А. Баринов. – М.: Высшая школа, 2011. - 156с.
2. Бельдеева Л.Н. Экологический мониторинг / Л.Н. Бельдеева. – Барнаул: АлтГТУ, 2010. – 113с.
3. Бондарев А.А. Биологические и физико-химические методы очистки сточных вод / А.А. Бондарев. – М.: ВИНТИ, 2012. – 341с.
4. Водоотведение и очистка сточных вод / Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Учебник для вузов, Москва АСВ, 2004г.
5. Гудков А.Г. «Механическая очистка сточных вод» Вологда 2003г.
6. Дягилева А.Б. «Установки, системы и оборудование для очистки воды» Учебное пособие, СПб 2006г.
7. Постановление мэра городского округа Жигулевск от 15.12.2008г. №2266
8. «Положение о порядке взимания с предприятий, объединений и организаций повышенной платы за превышение нормативов сброса производственных сточных вод в систему канализации города»
9. Приложение к постановлению мэра городского округа Жигулевск от 15.12.2008г. №2266 «Нормативы состава сточных вод, разрешенных к сбросу в системы городского округа Жигулевск».
10. СНиП 2.04.03-85. «Канализация. Наружные сети и сооружения».
11. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
12. СанПин 2.1.4.1175-02 Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников.
13. СанПин 2.1.4. 1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

- Контроль качества. Санитарно - эпидемиологические правила и нормы.
14. СанПиН 2.1.5.980-00 Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
 15. Проект нормативов ЗАО «АКОМ» «Показатели состава и свойств сточных вод промышленного объекта».
 16. Мухаметзянов Р.В. «Технологическая линия очистки производственных сточных вод ЗАО «АКОМ» Инструкция по эксплуатации, Санкт- Петербург, 2005г.
 17. Водозаборно-очистные сооружения и устройства : учеб. пособие для вузов / М. Г. Журба [и др.] ; под ред. М.Г. Журбы. - Гриф УМО. - М.: Астрель: АСТ, 2003. - 569 с. ил. - Библиогр.: с. 567-569.
 18. Лавров А.Н., Литвиненко А.Е. «Установка водоподготовки УВ-О», Руководство по эксплуатации, Санкт- Петербург, 2002г.
 19. Бертокс П., Радд Д.: Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений. - М.: Мир, 1980
 20. Разумова Е.Р. «Экология» 4.2. Методы очистки сточных вод. Оборотное водоснабжение. М.: МИЭМП, 2010.
 21. Очистка сточных вод: Методы. Оборудование. Сост.Т.И. Кукуева- М.: ГПНТБ, 1992г.-183с.
 22. Пааль Л.Л., Кару Я.Я., Мельдер Х.А., Репин Б.И.: Справочник по очистке сточных и природных вод. – М.: Высшая школа, 1994
 23. Проектирование сооружений для очистки сточных вод. - М.: Стройиздат, 1990.- 192 с. Справочное пособие к СнИП 2.04.03-85 “Канализация. Наружные сети и сооружения”.
 24. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / Под ред. В.Н.Кудрявцева. - М.: Произв.-изд. предприятие “Глобус”, 1998.- 302с.

25. ГОСТ 12.003-74 «Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
26. ГОСТ 17.1.1.01-77 «Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения».
27. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. - М.: Химия, 2011. - 384 с.
28. Львович М.И. Вода и жизнь / М.И. Львович. – М: Мысль, 2012. – 254с.
29. Максимовский Н.С. Очистка сточных вод / Н.С. Максимовский. - М.: Стройиздат, 2011. - 193с.
30. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.7-2002, ПНД Ф Т 16.1:2.3:3.4-2002 (изд. 2007 г.) «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по смертности и изменению плодовитости дафний».
31. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-2004 ПНД Ф Т 16.1:2.3:3.7-2004 (изд. 2012 г.) «Методика определения токсичности проб поверхностных пресных, грунтовых, питьевых, сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris beijer*)».
32. Петров В.Г., Шумилова М.А., Столов В.В. Физика и химия: //Удмуртия, выпуск 4/ 2013.
33. Соколова В.Н. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков / В.Н. Соколова. - М.: Стройиздат, 2012. - 340 с.
34. Юшманова О.А. Комплексное использование и охрана водных ресурсов / О.А. Юшманова. - М.: Агропромиздат, 2011. - 220 с.
35. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М.: ИАСВ, 2010. – 122с.
36. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод / С.В. Яковлев, И.В. Скирдов. – М.: Стройиздат, 2010. – 267с.

37. Яковлев С.В. Биохимические процессы в очистке сточных вод / С.В. Яковлев, Т.А. Карюхина. – М.: Стройиздат, 2011. – 239с.
38. Акимов Т. А. Экология / Т.А. Акимов, А.П. Кузьмин. - М.: Юнити, 2011.
39. Алексеев Л. С. Контроль качества воды / Л.С. Алексеев - М.: ИН ФРА-М, 2012. - 159 с.
40. Филенко О. Ф. Водная токсикология. - МГУ, Черноголовка. - 1988. - 175 с.
41. Федеральный закон от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
42. Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» № 416-ФЗ от 29.06.2011. (действующая ред.09.01.2015г.)
43. Федеральный Закон РФ от 30.03.99 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
44. Федеральный Закон РФ от 03.06.2006 года № 74-ФЗ «Водный кодекс» (действующая ред. от 29.12.2014 г.).
45. Федеральный Закон «Об экологической экспертизе» № 174-ФЗ от 23.11.95 г. (действующая редакция от 01.02.2015г.)
46. Экология очистки сточных вод физико-химическими методами / Н. С. Серпокров [и др.]. – Москва: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2009. –261 с.
47. Яковлев С.В. Очистка производственных сточных вод: Учеб.пособие для студентов вузов / С.В. Яковлев, Я.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. - М.: Стройиздат, 1979. - 320 с.
48. Яковлев, С. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учеб. / С. В. Яковлев, Ю. В. Воронов ; под общ.ред. Ю. В. Воронова. – Изд.2–е. – Москва: АСВ, 2002. – 703 с.: ил. генеалогич. табл. – Библиогр.: с. 699-703.
49. Фирменный каталог по очистке сточных вод. Т. 2: [поставщики,

- производители оборудования и материалов, проектировщики очистных систем, разработчики технологий, водоканалы и фирмы по эксплуатации очистных сооружений] / ООО «Науч.-информ. центр «Глобус». – Москва: «НИЦ «Глобус», 2007. – 70 л.
50. Учеваткина, Н. В. Очистка и обезвреживание производственных сточных вод: текст лекций. Ч. 2 / Н. В. Учеваткина ; Моск. гос. инду-стр. Ун-т. – Москва: МГИУ, 2008. – 63 с.
51. Технологии и оборудование для комплексной очистки сточных вод с использованием биологических методов. Т. 1. – Москва : НИЦ «Глобус», 2007. – 50 с.
52. Технологии и оборудование для комплексной очистки сточных вод с использованием биологических методов. Т. 2. – Москва: НИЦ «Глобус», 2007. – 82 с.