

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество  
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Строительного труда и окружающей среды

«Допущен к защите»  
Заведующий кафедрой О.М.О.С.  
Тришороев М.Т. д.т.н., профессор  
(Ф.И.О., ученая степень, звание)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Вопросы безопасности от загроможденности  
область профессионального проектирования

Специальность Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды

Выполнил (а) Агашова Н.С. ГМО-10-1  
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель Манжартова Т.Р. к.т.н., доцент  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:

Манжартова А.И. к.т.н., доцент  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
Агаш « 02 » 06 2014 г.  
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

Манжартова Т.Р. к.т.н., доцент  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
Агаш « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.  
(подпись)

по применению вычислительной техники:

Манжартова Т.Р. к.т.н., доцент  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
Агаш « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.  
(подпись)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

Нормоконтролер: Калимуллин М.З. д.т.н., профессор  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
Калимуллин « 06 » 06 2014 г.  
(подпись)

Рецензент: Агашова Н.С. д.т.н., профессор  
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)  
Агаш « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.  
(подпись)

Алматы 2014 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество  
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Факультет Электроэнергетика  
Специальность Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды  
Кафедра Грибы, грибы и окружающая среда

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Скакова Зинаида Ержановна  
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Защита персонала от загрязненной окружающей среды при выполнении работ

утверждена приказом ректора № 215 от «24» сентября 2013 г.  
Срок сдачи законченной работы «  » 06 2014 г.  
Исходные данные к проекту требуемые параметры результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта Работа персонала обработки шерсти - ЗАО "Karam" в г. Жезказгане в с. Текес, в 90 км от центра Жезказганского района Алматинской области в 100 км от г. Жезказган и 750 км от г. Алматы. Производственная корпус обработки включает в себя складские, рабочие и вспомогательные объекты соответствующие требованиям проектной документации.

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

1. Исходные данные описания технологического производства шерсти  
2. Анализ условий работы персонала и защита от загр. окружающей среды  
3. Анализ условий процесса по очистке шерсти без потерь  
4. Анализ условий работы персонала  
5. Анализ условий по условиям экологического состояния окружающей среды  
6. Анализ условий защиты

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. План-схема существующей схемы образования трещин  
 2. План-схема существующих процессов  
 3. План-схема существующей схемы маскировки прилегающих  
 4. План-схема существующей схемы мероприятий по  
 5. План-схема существующей схемы мероприятий по  
 6. План-схема существующей схемы мероприятий по  
 7. План-схема существующей схемы мероприятий по  
 8. План-схема существующей схемы мероприятий по  
 9. План-схема существующей схемы мероприятий по  
 10. План-схема существующей схемы мероприятий по

Рекомендуемая основная литература

1. Мухоморов В. В., Макабаева В. В. Рекомендации по  
 2. Мухоморов В. В., Макабаева В. В. Рекомендации по  
 3. Мухоморов В. В., Макабаева В. В. Рекомендации по  
 4. Мухоморов В. В., Макабаева В. В. Рекомендации по  
 5. Мухоморов В. В., Макабаева В. В. Рекомендации по  
 6. Мухоморов В. В., Макабаева В. В. Рекомендации по  
 7. Мухоморов В. В., Макабаева В. В. Рекомендации по  
 8. Мухоморов В. В., Макабаева В. В. Рекомендации по  
 9. Мухоморов В. В., Макабаева В. В. Рекомендации по  
 10. Мухоморов В. В., Макабаева В. В. Рекомендации по

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
1. План-схема существующей схемы образования трещин	Алишатаева Р. Р.	07.06.2014	
2. План-схема существующих процессов	Жайдауыстова Ф. Р.	10.06.14	
3. План-схема существующей схемы маскировки прилегающих	Жайдауыстова Ф. Р.	10.06.14	
4. План-схема существующей схемы мероприятий по			
5. План-схема существующей схемы мероприятий по			
6. План-схема существующей схемы мероприятий по			
7. План-схема существующей схемы мероприятий по			
8. План-схема существующей схемы мероприятий по			
9. План-схема существующей схемы мероприятий по			
10. План-схема существующей схемы мероприятий по			



## **АННОТАЦИЯ**

Данный дипломный проект рассматривает вопрос защиты гидросферы от загрязнения сточными водами промышленного предприятия в Алматинской области.

Проект содержит введение, в котором кратко формируется основание предпосылки к выполнению данного проекта, основную часть, содержащую разработку схем, раздел затрагивающий вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности, расчет экономической эффективности проектируемого объекта.

## **THE SUMMARY**

This thesis project is considering protection of the hydrosphere from sewage pollution of industrial enterprises in the Almaty region.

The project includes an introduction which briefly formed the basis prerequisites for the implementation of this project, a body that contains the development schemes, section involves questions of ecology and life safety, cost efficiency of the projected object.

## **АНДАТПА**

Бұл дипломдық жоба Алматы облысының Райымбек ауданы Текес елді-мекенінде орналасқан өнеркәсіптік кәсіпорынды ағынды сулардан қорғауды қарастырады.

Дипломның технологиялық бөлімінде облыстың табиғи-климаттық жағдайы келтірілген. Жазба қысқаша кіріспеден, негізгі бөлімдердің есебінен тұрады, онда жобаланушы сұлбаның өңделуі, экология және өміртіршілік қауіпсіздігі тақырыбына арналған бөлім, жобаның экономикалық тиімділігінің есебі берілген.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	
1. Современное состояние очистки сточных вод в предприятий первичной обработки шерсти (ПОШ) и защита от загрязнения окружающей среды	6
1.1 Краткое описание технологического производства ПОШ	6
1.2 Характеристика и свойства шерстомойных сточных вод (ШСВ)	6
1.3 Методы очистки шерстомойных сточных вод	10
2. Технология процесса по очистке сточных вод ПОШ	11
2.1 Характеристика водного хозяйства фабрики ПОШ	11
2.2 Физико-химическая очистка сточных вод ПОШ	13
2.3 Электрореагентная коагуляция шерстомойных сточных вод	15
3. Мероприятия по улучшению экологического состояния	16
3.1 Разработка схемы очистки ШСВ	16
3.2 Расчеты необходимой степени очистки сточных вод	17
3.3 Расчет степени очистки сточных вод от взвешенных веществ	19
3.4 Температурный расчет сточных вод перед сбором в водоем	19
3.5 Расчет степени очистки сточных вод от вредных веществ	28
4. Безопасность жизнедеятельности	35
4.1 Анализ условий труда на фабрику первичной обработки шерсти	35
4.2. Разработка системы искусственного освещения	35
4.3 Расчет естественного освещения	40
5. Экономическая часть	48
5.1 Показатели финансово-экономической эффективности инвестиций	54
Заключение	59
Список использованных источников	60

## Введение

Дипломный проект «Защита гидросферы от загрязнения сточными водами промышленного предприятия» посвящена весьма актуальному вопросу: обобщению и анализу существующего опыта обработки шерстомойных сточных вод и разработке на их основе рациональной технологической схемы, которая требует простого технического обслуживания и обеспечивает экологическую и санитарную надежность в сельской местности Казахстана.

В «Концепции экологической безопасности Республики Казахстан на 2004-2015 годы» от 3.12.03 г. предусмотрены основы государственной политики в области охраны окружающей среды, где одной из задач экологической безопасности является предупреждение истощения и загрязнения водных ресурсов. В этом документе большое внимание уделяется внедрению новых технологий при строительстве и реконструкции сооружений по очистке сточных вод.

Исследования имеют как теоретическое, так и практическое значение, а по своей глубине проработки работа соответствует современным требованиям.

В связи с этим разработка рациональной технологической схемы очистки ШСВ, приемлемой для двух видов сточных вод отрасли ПОШ, приобретает актуальность на современном этапе решения вопросов очистки сточных вод ПОШ с целью охраны окружающей среды.

Вода широко используется в отрасли первичной обработки шерсти (ПОШ) для промывочных процессов. После промывки из сырья удаляются загрязняющие примеси, которые целиком переходят в промывочные водные растворы. Обычно в загрязненной шерсти содержится до 40% чистого волокна и 60% примесей. На производствах ПОШ образуются высококонцентрированные шерстомойные сточные воды (ШСВ), количественный и качественный состав которых зависит от качества исходной шерсти и водной технологии, используемой для ее промывки. Кроме загрязнений, находящихся в немой шерсти, ШСВ содержат еще реагенты, используемые для приготовления моющих средств.

В этой связи заслуживают внимания физико-химические или химические методы очистки сточных вод отрасли ПОШ.

Использование в качестве промывки шерсти более дешевого препарата (мыла) и образование в результате мыльно-содовых ШСВ затрудняет очистку реагентной коагуляцией.

Целью работы является, разработка рациональной технологической схемы очистки сточных вод фабрики первичной обработки шерсти, которая позволяет обеспечить высокую экологическую и санитарную надежность в сельской местности Казахстана.

# 1. Современное состояние очистки сточных вод в предприятий первичной обработки шерсти и защита от загрязнения окружающей среды

## 1.1 Краткое описание технологического производства первичной обработки шерсти

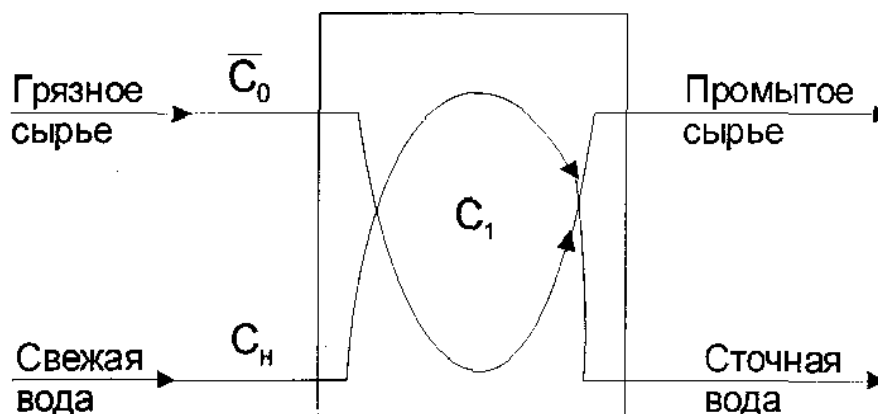
Вода широко используется в отрасли первичной обработки шерсти (ПОШ) для промывочных процессов. После промывки из сырья удаляются загрязняющие примеси, которые целиком переходят в промывочные водные растворы. Обычно в исходной (загрязненной) шерсти содержится до 40% чистого волокна и 60% примесей.

Шерсть, поступившая на фабрику ПОШ, проходит предварительную подготовку перед погружением в моющие машины. Она включает следующие операции: взвешивание, классификация, сортировка, трепание, встряхивание.

Для очистки шерсти от загрязнений используют водные технологические промывочные процессы:

- однокаскадные - периодические и прямоточный непрерывный;
- каскадные многоступенчатые противоточные последовательные;
- каскадные многоступенчатые прямоточные с периодической сменой моющего раствора;
- комбинированные противоточные и прямоточные;
- рециркуляционные однокаскадные;
- рециркуляционные многокаскадные.

Процесс полного смешения шерсти и воды является непрерывным. В аппарат непрерывно подается определенное количество исходного сырья и жидкости [1]. На рисунке 1 показана принципиальная схема образования сточных вод в промывочных процессах.



1 - промывочная ванна

Рисунок 1 - Принципиальная схема образования сточных вод в промывочных процессах



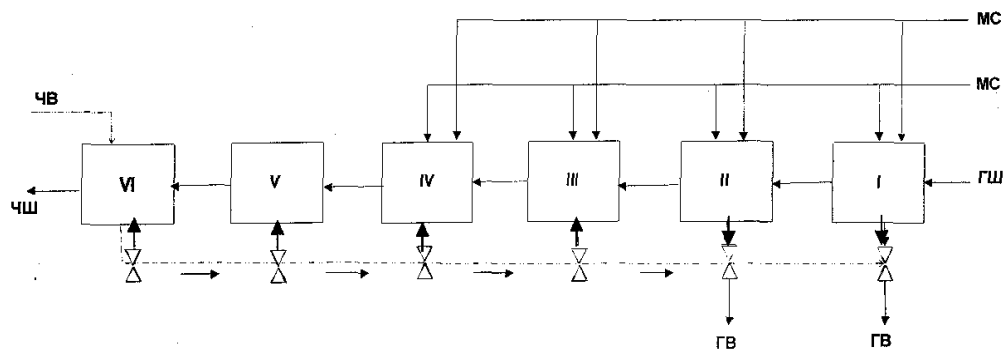
Уравнение материального баланса в общем виде имеет вид:

$$\beta(C_0 - C_k) = C_k - C_n \quad (1.1)$$

где  $C_k$  - осредненная концентрация раствора в порах шерсти на выходе из аппарата;  $C_n$  - начальная концентрация загрязнений в моечном растворе;  $\beta$  - коэффициент эффективности промывки;  $C_0$  - первоначальная концентрация раствора в порах шерсти;  $C_k$  - концентрация загрязнений в сточной воде.

Вследствие энергетического перемешивания концентрация загрязнений жидкой фазы  $C_1$  будет одинакова во всех точках рабочего объема и равна концентрации сточных вод  $C_k$ , покидающих аппарат. Шерсть, движущаяся в рабочем объеме моечной барки, содержит различные количества взвешенных веществ. Только что поступившие в барку порции шерсти содержат в порах раствор с первоначальной концентрацией  $C_0$ .

Из уравнения (1.1) видно: чем дольше частица остается в барке, тем меньше концентрация раствора в ее порах  $C_k$  будет отличаться от концентрации сточных вод  $C_k$ . Практика показывает, что наиболее трудно промывается тонкая шерсть (например, мериносая, верблюжья), имеющая выход 40% и ниже. Обычно для такой шерсти применяются моечные машины, состоящие из пяти или шести барок. На рисунке 2 показана принципиальная схема шестикаскадного моечного агрегата, в котором грязная шерсть последовательно отмывается в шести моечных барках. Каждый цикл процесса промывки заключается в замачивании, полоскании и однократном отжиме при передаче промываемой шерсти в следующую моечную барку. Назначение последней по ходу движения шерсти барки заключается в вымывании из шерсти остатков моечных средств. Чистая вода подается в направлении, противоположном движению шерсти, т.е. сначала в шестую барку, затем из нее в пятую и т.д. Такой процесс получил название противоточной промывки шерсти. Из первой барки отводятся высококонцентрированные шерстомойные сточные воды (ШСВ), содержащие загрязнения и использованные реагенты.



ЧВ - чистая вода; ЧШ - чистая шерсть; ГШ - грязная шерсть; ГВ - грязная вода; МС - моющие средства.

## Рисунок 2 - Принципиальная схема каскадного промывочного процесса

При промывке шерсти в моечной машине накапливается большое количество минеральных загрязнений. При промывке мериносовой шерсти с содержанием минеральных загрязнений около 40% на одной машине за смену их накапливается около 3000 кг, причем около 2000 кг минеральных загрязнений обычно смывается в первой и второй барках. В этих барках раствор перенасыщается загрязнениями, в результате чего оказывается непригодным для дальнейшей промывки. Для смены растворов машины останавливают. Чтобы избежать больших простоев машины, раствор во всех барках непрерывно меняют. Для этого из первой барки постоянно сливается определенное количество раствора. Недостаток его восполняется из второй барки, а недостаток раствора во второй барке восполняется из третьей барки. Недостаток раствора в четвертой барке восполняется относительно чистой водой из пятой полоскательной барки.

Противоток должен быть таким, чтобы в первой барке установилось равновесие между принесенными шерстью и смытым раствором минеральными загрязнениями и унесенными противотоком минеральными загрязнениями [2,3].

Если в первую барку с шерстью вносится больше твердых частиц, чем уносится противотоком, то концентрация этих частиц в барке возрастает, что приводит к преждевременной остановке машины на чистку. Если противотоком уносится больше твердых частиц, чем их вносится с шерстью в первую барку, то концентрация частиц снижается. Такой противоток уносит много неиспользованных моющих веществ.

Эти процессы достаточно полно рассмотрены В.Е. Гусевым [4]. Когда волокна шерсти попадают в раствор моющего вещества, жир под действием температуры раствора расплавляется. Однако силы поверхностного натяжения жира не собирают его в шарики, так как межмолекулярные силы сцепления между волокном и жиром значительно выше.

В процессе промывки на отдельных участках поверхности волокна моющие вещества проникают в жир и снижают межмолекулярные силы, оттесняют вновь образовавшиеся шарики жира с поверхности волокна. Верхние слои жира слабее удерживаются межмолекулярными силами и поэтому легче оттесняются моющим веществом. Нижние слои жира отделяются от поверхности волокна только при повторных погружениях в моющий раствор. Тонкий слой жира, граничащий с поверхностным слоем волокна, не отмывается, так как частично проникает внутрь поверхностного слоя волокна и имеет несколько иной химический состав, чем смываемый жир.

Большую роль в промывке шерсти играют электрокинетические явления, теория которых основывается на существовании двойного электрического слоя с распределением заряженных частиц на межфазных границах раздела. При погружении волокна в воду вследствие адсорбции ионов  $\text{OH}^-$ , содержащихся в воде, его поверхность заряжается отрицательно. В слое жидкости, прилегающем к поверхности волокна, располагаются свободные

ионы  $H^+$ . Таким образом, на границе раздела двух фаз образуется двойной электрический слой. Образование этого слоя приводит к появлению разности потенциалов между поверхностью волокна и моющим раствором. Двойной слой в свою очередь состоит из двух частей: из ионов, вплотную прилегающих к поверхности волокна или загрязнения, и из ионов, находящихся на некотором расстоянии от поверхности (диффузный слой). Исходя из двух частей двойного электрического слоя, его потенциал разделяют на потенциал в плотном слое и на потенциал в диффузном слое. Последний называют электрокинетическим или дзета-потенциалом. Величина его зависит от концентрации ионов моющего вещества в растворе (от толщины диффузного слоя).

Свойства двойного электрического слоя могут изменяться под влиянием примесей, которые вносятся в моющие растворы в неконтролируемом количестве и составе. Величина дзета-потенциала под влиянием растворённых примесей также может изменяться. Вот почему важно экспериментальное изучение эффективности моющих веществ для шерсти различных регионов.

Величина сил, отрывающих загрязнения, зависит от концентрации моющих веществ в растворе. Чем выше концентрация, тем больше силы отталкивания, однако у каждого моющего вещества существует предел моющей активности, после достижения которого добавление моющего вещества в раствор бесполезно. Поэтому при разработке технологического режима необходимо определить максимальную активность моющего вещества. Активность вещества можно увеличить за счет добавления в раствор активирующих добавок (поваренной соли, кальцинированной соды и др.).

В качестве моющих средств широко используются мыло, синтетические моющие средства, такие как сульфол НП-3, сульфонат, сода и др. Ниже рассмотрим краткую характеристику моющих средств.

Мыло представляет собой соль жирной кислоты. Такие кислоты содержатся в пищевых жирах. Поэтому для производства мыла, как правило, используют растительные и животные жиры. В последнее время в мыло добавляют соли синтетических жирных кислот.

К недостаткам промывки шерсти мылом относится повышенная свойлачиваемость шерсти. Калиевое мыло при обработке поваренной солью в растворе превращается в натриевое мыло. При введении в мыльный раствор кальцинированной соды, жидкого стекла и других веществ гидролиз мыла замедляется или полностью прекращается.

На фабрики первичной обработки шерсти иногда поступает мыло с наличием в нем свободной едкой щелочи, которая отрицательно действует на волокно в процессе промывки и омыляет значительное количество шерстного жира. К таким мылам относится мыльный клей - концентрированный раствор жирных кислот, омыленных каустической содой. В нем содержится избыток свободной едкой щелочи около 0,2%.

Синтетические моющие вещества находят все более широкое применение при промывке шерсти. В странах СНГ наибольшее распространение получил сульфонол НП-3. Согласно ТУ МХП 2397-82 сульфонол должен содержать не менее 40% натриевых солей сульфокислот, неомыляемых не более 3%. не более 15% сульфата натрия; реакция водных растворов - от нейтральной до щелочной.

Основой сульфонола является активное вещество - алкиларилсульфонат. Наибольшей моющей способностью сульфонол обладает при температуре раствора 50°C, концентрация активного вещества 4 г/дм<sup>3</sup> и выше для удаления жира и концентрация 1 г/дм и выше для удаления загрязнений.

Вторичный алкилсульфат хорошо снижает поверхностное натяжение воды. Однако его моющая способность ниже моющей способности алкиларилсульфоната и проявляется при более высоких концентрациях. Способность удерживать загрязнения у вторичных алкилсульфатов также ниже, чем у алкиларилсульфонатов.

На фабриках первичной обработки шерсти широко применяется также сульфонат, активным веществом которого является алкилсульфонат.

Алкилсульфонат представляет собой смесь изомерных натриевых солей алкилсульфоновых кислот со средней относительной молекулярной массой 280-300. Сульфонат выпускают в виде чешуек, порошка и пасты. Моющее действие сульфоната аналогично моющему действию сульфонола НП-3.

Неионогенные моющие вещества: синтанол ДС-10, превоцелл В-ОФ, ОП-7, ОП-10 представляют собой оксиэтилированные спирты (производные окиси этилена), получаемые в результате взаимодействия молекулы высокомолекулярного спирта с несколькими молекулами окиси этилена. Неионогенные вещества отличаются высокой диспергирующей способностью и препятствуют оседанию загрязнений; устойчивы к кислотам и щелочам; обладают хорошим защитным коллоидным действием и меньшей истощаемостью при промывке шерсти.

В настоящее время стали использовать смеси моющих веществ. Смеси часто обнаруживают иные свойства, чем их компоненты. Такое отклонение свойств назвали кооперативным или синергическим эффектом, т.е. эффектом совместного действия. При составлении смесей моющих веществ чаще всего используют добавки анионоактивных веществ к неионогенным. В ряде случаев наблюдался антагонизм [5]. Л.Е. Денискина [6] использовала добавки неионогенного моющего вещества (превоцелла) к анионоактивному (сульфонолу, сульфонату) и нашла, что наилучший синергический эффект получается при их соотношении 1:10. При этом адсорбация моющих средств на волокно снижается, а на загрязнения - увеличивается.

Сода представляет собой углекислый натрий (карбонат натрия). В безводном состоянии это порошок белого цвета с плотностью 2,4-2,5 г/см<sup>3</sup>, легко растворяется в воде с выделением тепла. Наибольшая растворимость соды в воде наблюдается при 32,5°C. В 100 г воды растворяется 59 г соды. С

повышением температуры воды растворимость соды снижается. При температуре 80-100°C в 100 г воды растворяется 44,5 г соды.

С повышением концентрации карбоната натрия в растворе его плотность увеличивается. При температуре раствора ниже 32°C он легко кристаллизуется. Это свойство следует иметь в виду при приготовлении растворов и их перекачке.

При промывке шерсти соду добавляют в водные растворы моющих веществ. Сода, добавляемая в жесткую воду, приводит к образованию нерастворимых солей, которые выпадают в осадок, и вода умягчается.

Добавление кальцинированной соды в раствор мыла предотвращает его гидролиз, так как из соды дополнительно образуется щелочь. Кроме того, сода обладает моющей способностью, хотя и невысокой по сравнению с мылом.

Сода необходима и при промывке шерсти водными растворами сульфанола. При добавлении соды в водные растворы алкиларилсульфоната увеличивается его моющая способность и уменьшается расход моющего вещества. Шерсть, промытая в слабощелочной среде, мало электризуется, при этом создаются наиболее благоприятные условия для вытягивания гребенной ленты, количество очесов снижается, если рН водной вытяжки мытой шерсти находится в пределах 9-9,8. Потери шерсти в чесании значительно возрастают, если рН водной вытяжки равен 8. Гребенную ленту, полученную из шерсти, промытой при рН=8, можно перерабатывать только при высокой относительной влажности воздуха с применением эффективных антистатических замасливателей. При рН моющей жидкости 9-10 из нее лучше уходят в осадок почвенные загрязнения, и в растворе больше остается жира. При промывке в нейтральной или кислой среде расход моющих средств увеличивается на 50-100% .

Однако применение сильнощелочной среды приводит к растворению верхушек волокна и к потере массы мытой шерсти на 1-2%. Поэтому шерсть промывают в слабощелочной среде. В зависимости от условий, под воздействием щелочи волокно может повреждаться. Исследованиями ЦНИИ шерсти установлено, что в процессе водной промывки во многих случаях в эпикутикуле волокон образуются микротрещины. Такие разрушения наблюдаются на участках волокон нормальной шерсти, соответствующих периоду недостаточного кормления, и особенно у пожелтевшей шерсти. Чем выше концентрация соды и температура раствора, тем выше степень повреждения волокна.

Поваренная соль представляет собой твердое кристаллическое вещество, широко распространенное в природе. Хлористый натрий является сильным электролитом. При растворении в воде он разлагается на ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ .

При промывке шерсти поваренную соль применяют как добавку, повышающую моющую активность синтетических моющих веществ. Добавление поваренной соли в растворы алкиларилсульфоната или алкилсульфоната снижает их поверхностное натяжение (особенно межфазовое), улучшая смачивающую способность. Изменение концентрации соли в рас-

творе алкиларилсульфоната действует так же, как и в растворе алкилсульфоната. Это свойство необходимо учитывать при разработке технологических режимов промывки шерсти. Увеличение концентрации соли в растворах алкилсульфонатов аналогично замене одного алкилсульфоната другим, с большим числом атомов углерода.

При добавлении соли в анионные растворы повышается отрицательный потенциал волокна, причем с повышением концентрации соли до определенного предела отрицательный потенциал волокна возрастает.

Добавление соли в анионные растворы приводит к более экономичному расходованию моющих веществ. Работы показывают, что отделение жира раствором сульфанола концентрацией 0,75 г/дм<sup>3</sup> с добавлением поваренной соли (7,5 г/дм<sup>3</sup>) аналогично отделению жира раствором сульфанола концентрацией 5 г/дм.

Добавление хлористого натрия снижает расход моющего вещества до 40%, а добавление соды - до 20%. Отрицательные ионы соли действуют на гидрофильную группу анионных моющих веществ, ослабляя ее. Повышенная концентрация соли уменьшает силы электростатического отталкивания между гидрофильными группами, в результате ухудшается растворимость моющего вещества в воде. Поэтому необходимо правильно выбирать соотношение концентрации моющего вещества и соли.

Разбавленная едкая щелочь разрушает цистиновые связи кератина шерсти. Анионы хлора предохраняют шерсть от разрушения едкой щелочью.

Исследования, проведенные в Невинномысском филиале ЦНИИ шерсти, подтвердили, что растворимость шерсти в щелочи в присутствии поваренной соли снижается [7]. Следовательно, добавление хлористого натрия в растворы моющих веществ с водой снижает вредное влияние соды на шерсть. Предохраняющее действие усиливается с увеличением концентрации соли в растворе. Соль также увеличивает упругость волокна шерсти, уменьшает набухание волокон, уменьшает эффект свойлачивания. Существенным недостатком применения поваренной соли является ее высокая коррозионная активность, поэтому рабочие органы моечных машин необходимо изготавливать из нержавеющей стали или бронзы.

Согласно данным исследований технологов производства, температура раствора в моечной машине является важным фактором, влияющим на промывку шерсти. Минимальная температура раствора в каждой моечной барке должна быть выше точки плавления жира. Максимальная температура определяется уровнем, при котором не наблюдается заметных повреждений волокна. При правильно выбранной температуре сокращаются расходы моющих веществ.

Температуру замачивающей барки поддерживают равной температуре плавления жира (38-40°C), чтобы его размягчить, но не смыть. Если шерсть промывают без замачивания, то температура раствора в первой барке должна быть выше, чтобы ускорить смачивание шерсти и отмыть как можно больше загрязнений. Установлено, что погружение немытой шерсти на длительное

время в моющий раствор с температурой 50°C и рН до 10 не вызвало каких-либо химических и физических изменений в волокне.

При увеличении температуры выше 60°C промывка шерсти не улучшается.

В третью и четвертую барки волокно поступает с более тугоплавким остаточным жиром, поэтому в этих барках лучше снизить рН, а температуру повысить.

Температуру воды в полоскательной барке устанавливают в зависимости от вида моющих веществ и режима промывки шерсти. Если шерсть промывали в сильнощелочной среде, то для лучшего удаления остаточной щелочи с волокна температуру умягченной воды в полоскательной барке необходимо поддерживать не выше 40°C. При жесткой воде лучше поддерживать очень низкую температуру (холодное полоскание).

## 1.2 Характеристика и свойства шерстомойных сточных вод

На производствах ПОШ образуются высококонцентрированные шерстомойные сточные воды (ШСВ), количественный и качественный состав загрязнений которых зависит от качества исходной шерсти и водной технологии, используемой для ее промывки. Кроме загрязнений, находящихся в невытой шерсти, ШСВ содержат еще реагенты, используемые для приготовления моющих растворов. В зависимости от условий выращивания и породы овец невытая шерсть содержит механические примеси: песок, глину, частицы почвы и растений, навоз, а также специфические загрязнения шерстяной жир и пот.

Значения средних показателей по загрязненности и выходу мытой шерсти в процентах к общей массе исходной невытой шерсти представлены ниже:

Шерсть невытая 100%

Выход мытой шерсти 40%

Шерстный жир и пот 30%

Механические примеси 30%

В таблице 1 приводятся обобщенные данные по содержанию в сточных водах

Таблица 1.1-Количество загрязнений в ШСВ в кг на 1т мытой шерсти

Сорт шерсти	Загрязнения шерсти			Реагенты		Всего
	грязь	жир	пот	мыло	сода	
Грубая	250	40	ПО	20	40	460
Полугрубая	475	165	ПО	20	70	840
Полутонкая, помесная	800	240	170	40	7	1320
Тонкая мериносовая	825	350	175	60	80	1490

примесей по сортам промываемой шерсти.

В зависимости от сорта шерсти и технологического процесса ее промывки концентрации загрязнений, как это видно из таблицы 1.2, колеблются в значительных пределах.

Таблица 1.2 - Показатели загрязнений ШСВ при простой противоточной промывке шерсти, при удельной норме водопотребления 62 м<sup>3</sup> на 1 кг мытой шерсти

Показатели	Ед.изм.	Сорт шерсти			
		грубая	Полу-грубая	Полу-тонкая	тонкая
ХПК	г/дм <sup>3</sup>	28/19	52/36	66/45	80/55
БПК поли	г/дм <sup>3</sup>	9/9	16/11	23/16	30/21
Сухое вещество	г/дм <sup>3</sup>	26/18	50/34	63/43	66/45
Зольность сухого вещества	%	50/40	50/40	50/40	50/40
Взвешенные вещества	г/дм <sup>3</sup>	12/6	23/11	33/18	43/20
Шерстяной жир	г/дм <sup>3</sup>	2,5/2	10/8	20/14	22/17
Жирные кислоты, мыла	г/дм <sup>3</sup>	0,8/0,6	0,9/0,7	2,1/1,6	5,0/3,7
Азот аммонийный	г/дм <sup>3</sup>	0,1/0,1	0,2/0,2	0,3/0,3	0,5/0,5
рН		8-10/8-10	8-10/8-10	8-10/8-10	8-10/8-10
Температура	°С	40/37	40/37	40/37	40/37
Примечание – в числителе даны показатели по взболтанной пробе; в знаменателе – по отстроенной.					

Согласно данным специфические загрязнения ШСВ фабрик ПОШ по фазово-дисперсному состоянию подразделяются на четыре группы.

К первой группе относятся грубодисперсные механические примеси: частицы песка, глины, почвы, растений, остатки пищи и навоза, волокна шерсти. На поверхности всех этих загрязнений содержится часть шерстного жира, которая практически при существующих способах жиродобычи неотделима от загрязнений. Частицы нейтрального шерстного жира свободно находящиеся в суспензии ШСВ, успешно извлекаются на сепараторах-разделителях типа РТ-ОНС 4. Размер этих грубодисперсных частиц свыше 10<sup>-7</sup> м, причем все частицы размером более 5·10<sup>-5</sup> м при объемном весе  $\gamma > 2$  г/см<sup>3</sup> успешно выделяются в процессе простого отстаивания, а в центробежном поле могут разделяться частицы крупностью более 3·10<sup>-6</sup> м.

Таким образом, все грубодисперсные механические примеси первой группы могут быть выделены в отстойниках, на осадительных центрифугах или в сепараторах, и вода, освобожденная от этих загрязнений, вновь может быть использована для промывки. Загрязнения первой группы по массе составляют 75% от общего количества загрязнений.



Ко второй группе относятся золи и высокомолекулярные растворы, размеры отдельных частиц которых находятся в узком интервале  $10^{-7}$  -  $10^{-8}$  м. В таком состоянии в ШСВ присутствуют гуминовые вещества, шерстный жир и продукты деструкции кератина шерсти.

Специфичность этих загрязнений заключается в том, что они не реагируют на механические процессы отстаивания или фильтрации, происходящие в таких сооружениях и аппаратах, как песколовки, отстойники, гидроциклоны или осадительные центрифуги. Гуминовые вещества придают сточной жидкости устойчивый, темно-коричневый цвет, который не исчезает даже при пятикаскадной биологической очистке мыльно-содовых ШСВ.

Однако присутствие этих веществ в моечных растворах заметно не сказывается на процессах промывки шерсти, так как, в основном, эти процессы ухудшаются в присутствии солей временной и постоянной жесткости. Можно сделать вывод о том, что загрязнения этой группы не влияют на интенсивность промывочных процессов.

К третьей группе относятся мыла, СПАВы, аминокислоты и органические кислоты жиропота, образующие молекулярные растворы с дисперсией  $10^{-8}$  -  $10^{-9}$  м. Все вещества этой группы, за исключением аминокислот, способствуют моечному процессу. Остатки непрореагировавших реагентов, СПАВ и мыла являются сами по себе основными моющими средствами.

К четвертой группе относятся вещества, образующие ионные растворы с дисперсией  $10^{-9}$  -  $10^{-10}$  м: фосфаты, хлориды и поташ, выщелачиваемые из загрязнений шерсти, и специальные добавки реагентов в моющий раствор - сода, сульфаты, хлориды, поступающие отдельно или как составные части моющих средств, как, например, сульфаты при промывке шерсти с использованием анионных СПАВ, где они используются в качестве наполнителя. Таким образом, почти все компоненты четвертой группы - ионы, образующие растворы - способствуют промывочным процессам.

Таблица 1.3 - Применение основных процессов обработки суспензий ШСВ

Содержание твердого вещества, $M_{исх}, \%$	Процессы обработки суспензий
0-0,01	Скорая фильтрация
0,01 - 0,05	Отстаивание, биологическая очистка, химическая очистка
0,05 - 0,20	Центрифугирование, выпарка
0,20 - 0,40	Выпарка
0,40 - 1	Термическая сушка

В процессе промывки шерсти в водный моечный раствор переходят практически все ее загрязнения, лишь наиболее грубые механические примеси (до 5% от общей массы загрязнений) отделяются предварительно на трепальных машинах. Концентрации загрязнений ШСВ зависят от техноло-

гической нормы водопотребления. В процессе промывки шерсти при распределении загрязнений равномерно по всему объему моечного аппарата, работающему как совершенный смеситель, по закону вероятности концентрация загрязнений  $C$  в конце промывки составит

$$C = \frac{G}{q_0} \quad (1.2.1)$$

где  $G$  - удельное количество загрязнений на 1 т мытой шерсти;

$q_0$  - удельный расход воды на 1 т мытой шерсти.

Если приравнять  $G$  единице, то легко увидеть, что между концентрацией загрязнения  $C$  и расходом воды  $q$  устанавливается обратная зависимость:

$$C = \frac{1}{q_0} ; q = \frac{1}{C}. \quad (1.2.2)$$

Следовательно, соотношение расходов воды и концентрации загрязнений по потокам легко можно будет контролировать по формуле (1.2.2).

Как было отмечено ранее, процесс водной промывки характеризуется законом диффузии, откуда можно определить коэффициент эффективности промывки  $\beta$ . Этот коэффициент, на наш взгляд, является основным технологическим параметром эффективности работы каскадной многоступенчатой противоточной водной технологии. Он зависит от продолжительности промывки, температуры водного раствора и моющего реагента.

Так, в зависимости от продолжительности промывки  $T=5; 10; 25$  сек, значения коэффициента промывки  $\beta$  были соответственно: 0,4; 0,35; 0,25. При изменении температуры моечного раствора  $t = 20^\circ\text{C}; 40^\circ\text{C}; 60^\circ\text{C}$  коэффициент промывки  $\beta$  соответственно составил: 0,35; 0,2; 0,13.

В условиях Лосино - Петровской фабрики ПОШ коэффициент промывки при пятикаскадной промывке шерсти с мылом и содой при  $t = 50^\circ\text{C}$  составил  $\beta = 0,1$  [8].

Согласно требованиям технологии ПОШ к качеству исходной воды для технологических нужд, в основном ограничивают предельно-допустимые показатели по общей жесткости и содержанию железа в воде. Согласно, ПДК общей жесткости в исходной воде не должна превышать 2,5 мг-экв/дм<sup>3</sup>, железа - 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, а по данным, ПДК общей жесткости допускает величину до 5 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

В зависимости от технологического процесса использования воды, образованные сточные воды могут быть инертными, токсичными, стабильными и нестабильными, что отражается на степени их отрицательного воздействия на экологическое состояние окружающей среды.

### 1.3 Методы очистки шерстомойных сточных вод

Производственные сточные воды фабрик ПОШ относятся к категории высококонцентрированных. Загрязнения этих вод многокомпонентны, так как содержат в основном шерстный жир, моющие средства и механические примеси.

Применение в технологии промывки шерсти различных моющих препаратов обусловило образование двух видов сточных вод, резко отличающихся по составу: мыльно-содовые и сточные воды, содержащие СПАВ.

Это обстоятельство вызвало необходимость в разработке соответствующих методов очистки шерстомойных сточных вод.

Распространенные методы очистки ШСВ - химические, биологические, физико-химические и окисления.

Характерным только для ШСВ фабрик ПОШ является то, что количество и состав загрязнений в шерсти зависит от породы овец, их содержания и кормления, природных и климатических условий, в соответствии с этим и технология обработки ШСВ будет различной для различных регионов.

Химические методы очистки применяют для ШСВ, содержащих СПАВ. При этом применяют синергическую смесь различных реагентов в различных массовых соотношениях. На Борской фабрике ПОШ и Невинномысском шерстяном комбинате применена технологическая схема химической очистки, где ШСВ после жироловок, песколовок, волокноуло-вителей поступают на биопруды первичного отстаивания, затем на аэрируемые биопруды вторичного отстаивания.

Предварительно перед прудами в сточные воды вводились в одном варианте 3 вида реагентов - хлористый магний, сульфат магния и хлористый кальций, в другом случае - синергическая смесь шести реагентов. При этом в осадок выпадали смесь СПАВ с реагентами и их продукты, в количестве от 2 до 7 г на 1 кг сухого вещества осадка. Осадки токсичны, утилизация их для целей сельского хозяйства невозможна, поэтому их ликвидируют термической обработкой.

В Чехословакии, ШСВ производства ПОШ в г. Нидки сбрасывают в р. Ролава после физико-химической очистки их флотацией.

В Джиланге (Австралия) построена опытная установка для экстрагирования жира из шерсти смачиванием ее под давлением сначала холодным раствором уайт-спирита, а затем холодной водой. При этом жир, грязь и другие вещества удаляются очень быстро. Шерсть после такой обработки менее сваляна, чем после мойки мылом в воде.

Большой объем научных и экспериментальных исследований по разработке рациональных методов очистки ШСВ ПОШ был проведен в России и на Украине в ведущих научных центрах: ФГУП, НИИВОДГЕО, ОАО НИИКВОВ, МГСУ.

Работами Пугачева Е.А., Лукиных Н.А., Гюнтер Л.И., Калицуна В.И. и др. доказана целесообразность применения рациональных технологий обработки ШСВ и их осадков.

Авторами было проведено исследование метода кислотного деэмульгирования шерстного жира из ШСВ Харьковской фабрики ПОШ. Этот метод очистки промышленных стоков отличается тем, что сохраняет существующую технологию флотационного обезжиривания сильно зажиренных сточных вод первых двух барок. Обработке подвергаются воды после сепарации и малозажиренные стоки производства с содержанием шерстного жира 4-5 г/дм<sup>3</sup>, сбрасываемые в городскую канализацию. При этом расход серной кислоты в среднем составлял 12,62 г/дм<sup>3</sup> при pH = 3,5.

Опытами установлено, что 60-70% указанного количества серной кислоты расходуется на нейтрализацию щелочности сточных вод и только 30-40% на подкисление (до pH=3,56).

Перед сбросом обезжиренных стоков в канализацию их нейтрализация может осуществляться путем частичного смешения этих вод со щелочными полоскательными водами последних барок.

Как показали опыты, степень обезжиривания стоков зависит от их концентрации и температуры. Установлено, что при кислотном деэмульгировании предварительно разбавленных стоков с температурой 40-50°C процесс осаждения шерстного жира протекает наиболее полно.

Для обработки мыльно-содовых ШСВ фабрик ПШО наибольшее распространение получили биологические методы очистки.

В МГСУ с участием Н.Ю. Акимцевой были проведены исследования с целью разработки оптимальной схемы ступенчатой биохимической очистки шерстомойных сточных вод. Аналитические исследования и проведение опытов на лабораторных моделях ступенчатой очистки в аэротенках-смесителях по разработанной методике позволили выявить возможности сокращения числа ступеней очистки и определить наилучшие соотношения рабочих объемов аэротенков.

Были изучены и проанализированы параметры работы четырех наиболее возможных схем каскадной многоступенчатой биологической очистки шерстомойных сточных вод с соотношениями рабочих объемов аэротенков-смесителей 1:1:1:1; 2:2:1; 3:1:1; 3:2,

Для очистки ШСВ рекомендована технология прямой аэробной биологической обработки с тремя ступенями очистки при соотношении рабочих объемов аэротенков-смесителей 3:1:1.

На основании исследований НИИ ВОДГЕО рекомендованы шесть технологических схем обработки сточных вод: с анаэробно-аэробным процессом на двухступенчатых метантенках, двухступенчатым процессом в аэротенках и их сочетании.

Для очистки ШСВ на Омской и Улан-Уденской фабриках ПОШ (Россия) применяют анаэробное сбраживание в двухступенчатых

метантенках. Данная схема не предусматривает оборотное использование воды.

После предварительной очистки на песколовках, жироловках, волоконоловителях и отстойниках ШСВ проходят обработку в анаэробных условиях последовательно в метантенках первой, затем второй ступеней. После вторичных отстойников они попадают либо в городскую канализационную сеть, либо подвергаются сбросу в водоем.

Очистка мыльно-содовых ШСВ осуществляется следующим образом: ХГЖ снижается с 40-20 г/дм<sup>3</sup> до 11-10 г/дм<sup>3</sup>, взвешенные вещества с 25-20 до 15-12 г/дм<sup>3</sup>. Аналогичная технология очистки мыльно-содовых ШСВ действует на производствах ПОШ в г. Журавичи (Белоруссия), Семипалатинске и Актюбинске (Казахстан), Токмаке (Киргизстан), Чернигове (Украина).

Двухступенчатая аэробная очистка ШСВ разработана во ВНИИ ВОДГЕО, где сточные воды после первичных отстойников поступают в аэротенки-смесители первой ступени - вторичные отстойники, затем в аэротенки второй ступени - третичные отстойники.

С учетом состава сточных вод, требований к степени очистки и технико-экономических показателей предлагаются следующие схемы:

для очистки ШСВ, содержащих СПАВ, наиболее рентабельна двухступенчатая схема с аэротенками;

для мыльно-содовых сточных вод целесообразно применение анаэробно-аэробного процесса на двухступенчатых метантенках.

В МГСУ разработаны несколько вариантов биологической очистки ШСВ в аэротенках, на аэротенках-смесителях после процесса жидкофазного окисления и электрофлотации с разбавлением и без разбавления бытовыми сточными водами.

В практике очистки сточных вод часто встречаются ситуации, когда биологические очистные сооружения не могут обеспечить эффективную работу. Такие явления могут иметь место при длительных перерывах в поступлении сточных вод (суточных, сезонных), нестабильности в снабжении электроэнергией, в результате присутствия в сточных водах соединений, токсичных для биоценозов.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) анионоактивных СПАВ в воде водоемов составляют 0,5 мг/дм<sup>3</sup>, неионогенных - 0,11-0,05 мг/дм<sup>3</sup>. ПДК СПАВ, поступающих на биологическую очистку, согласно нормативным документам составляет: для анионоактивных - 20 мг/дм<sup>3</sup>, неионогенных - 50 мг/дм<sup>3</sup>.

В силу невысокой биологической активности СПАВ сточные воды ПОШ практически невозможно очистить до показателей сброса в открытые водоемы. Например, по данным , биохимическое окисление анионных СПАВ и распад их в воде водоемов составляют: сульфенол НП-3 потребляет 17,8% кислорода на окисление от теоретической и время распада до концентрации 0,5 г/дм<sup>3</sup> составляет 36 и более суток; для сульфенола НП-1 эти данные составляют соответственно 2,5% и 75 и более суток; для сульфенола ДС-РАС

- 9,4%) и 227 и более суток. Биохимическая очистка требует больших затрат электроэнергии на подачу воздуха и больших объемов окислительных сооружений.

Заслуживает внимания физико-химический метод, предложенный Лурье и Антиповой, опробованный на ШСВ ПОШ, использующих промывку сульфенол НП-1. Технологическая линия обработки ШСВ разделена на две составляющие. Сточные воды после 1 и 2 барок, проходя волокно-уловитель, жироловку, поступали в сборный резервуар. Туда же поступали сточные воды после 3, 4 и 5 барок, а затем в первичный и вторичный отстойники и биопруд. Между отстойниками через смеситель вводился коагулянт, сульфат алюминия и известковое молоко. Исходная концентрация сульфенола НП-1 изменялась от 240 до 720 г/дм<sup>3</sup>, очищенная жидкость содержала 43-80 мг/дм<sup>3</sup> сульфенола, т.е. эффект очистки составлял 75-90%.

Содержание жира в сточной жидкости после указанной обработки снижалась с 800-2000 мг/дм<sup>3</sup> до 0. Количество взвешенных веществ после двухчасового вторичного отстаивания составляло около 200 мг/дм<sup>3</sup>. Проведенные исследования показали, количество добавляемого в сточную воду алюмината кальция в пересчете на алюминий должно быть не более 80-100 мг/дм<sup>3</sup> при исходном содержании 240-720 мг/дм<sup>3</sup> сульфенола НП-1 (или 160-200 мг алюминия на 1 г сульфенола НП-1). Введение больших количеств алюмината кальция не улучшало качество очистки сточной жидкости.

Изменение степени удаления из сточных вод ПАВ (75-90%) объясняется главным образом присутствием в сточных водах жира. На основании лабораторных данных авторы предлагаемого метода рекомендуют поддерживать соотношение «сульфенол-жир» в сточной воде не менее 0,5.

Методы физико-химической очистки и, в частности, коагулирование, имеют существенные преимущества перед традиционными методами биологической очистки, в том числе:

- сокращение продолжительности очистки;
- уменьшение площади очистных сооружений;
- более полное удаление из сточных вод трудноокисляемых примесей;
- меньшее изменение величины рН сточных вод;
- меньшая загниваемость осадков, устранение зловония из очистных сооружений;

-неподверженность процесса очистки влиянию токсических веществ. Реагентная коагуляция в производственном масштабе на водоочистных сооружениях начала применяться в конце XIX в., когда потребовалось интенсифицировать процесс и повысить качество воды, подаваемой потребителю. Впервые данный процесс был осуществлен в 1884 г. в США, в России - в 1888 г. Первым коагулянтом был сернокислый алюминий, который до настоящего времени остается основным коагулянтом как наиболее доступный и эффективный. При введении в обрабатываемую воду сернокислого алюминия могут образовываться гидрофобные коллоидные системы, которые

при коагуляции дают хлопья, сорбирующие и захватывающие при осаждении частицы загрязнений воды.

Реагентная обработка нашла широкое применение при очистке природных и различных категорий сточных вод. Имеющиеся данные указывают на эффективность этого способа применительно к одним и отсутствие положительных результатов при обработке других категорий вод, что объясняется довольно сложным механизмом процесса коагуляции, зависящим от многих факторов.

К существенным недостаткам реагентной коагуляции можно отнести: необходимость устройства дорогостоящих и громоздких сооружений: смесителей, камер реакции, расходных, растворных и дозирующих устройств; экономически неоправданные большие расходы коагулянта в отдельные периоды года;

-увеличение объема осадка на 3-4 порядка;

-затруднение доставки коагулянта на очистные сооружения из-за отдаленности объектов от баз снабжения, особенно в сельскохозяйственных водопроводах.

Перечисленные недостатки явились причиной поисков других, более совершенных способов обработки воды, а также оптимизации существующих. Исследования поздних лет показали, что имеются возможности оптимизации процесса реагентной коагуляции.

Широко известно, что большую роль в ускорении процессов коагуляции и укрупнении хлопьев играют флокулянты: полиакриламид, активная кремнекислота, ВПК-101, 104 и 402, а также коагулянты: оксихлорид алюминия, алюминат натрия и некоторые другие. Эти реагенты, применяемые, например, совместно с серноокислым алюминием, позволяют интенсифицировать работу очистных сооружений и повысить степень очистки воды.

Несмотря на высокую эффективность комплексного применения реагентов при обработке воды, следует учесть экономические особенности и возможность получения реагентов. Промышленный выпуск флокулянтов весьма ограничен из-за отсутствия в настоящее время необходимых производственных мощностей, стоимость флокулянтов очень высока. Так, например, производство 1 т ВПК-101 обходится в 4000 у.е.

Широко известно использование методов окисления органических веществ и устранение запахов и привкусов воды хлором и озоном. Однако исследования, проведенные в России, на Украине и в дальнем зарубежье по действию окислителей на различные вещества, показали, что окисление, даже при использовании такого сильного окислителя как озон, не всегда может рассматриваться в качестве санитарно надежного метода очистки воды. При действии окислителей на органические вещества последние взаимодействуют с ними, превращаясь в другие соединения. Встречаются вещества, которые при недостаточно глубоком окислении переходят в состояния, придающие воде запах, привкус или окраску. Отрицательной стороной применения окислительного метода является также необходимость дозирования

окислителя в исключительно точном соответствии с уровнем и видом загрязнения воды, что крайне затруднительно.

Сорбционный метод является более надежным по сравнению с окислительным, поскольку он основан не на деструкции органических веществ, а на их удалении из воды. Однако и такой метод не является универсальным, так как в воде присутствуют вещества, которые не сорбируются, например, органические амины. Серьезным препятствием в применении этого метода является низкая сорбционная емкость активированных углей, необходимость частой его замены и регенерации.

В НИИ КВОВ АКХ исследован и предложен сорбционно-окислительный метод обработки воды. Оказалось, что совмещение двух методов повышает надежность очистки и позволяет расширить перечень удаляемых из воды органических загрязнений[9].

В последние годы в мире в области очистки природных и сточных вод находит широкое применение электрохимический метод коагуляции.

Способы коагуляции примесей воды с использованием электрического тока с успехом используются для осветления, обескремнивания, обескислоразивания, частичного умягчения и других видов обработки воды.

Электрохимический способ очистки воды впервые был применен Вебстером в 1887-1888 гг., [10] для обработки сточной жидкости. Новая попытка применения этого способа для очистки уже речной воды относится к 1898-1899 гг. В начале 1900-х годов в Германии были запатентованы способы обработки воды с применением растворимых электродов. В 1943 г. в Голландии был выдан патент на метод обработки воды электрокоагулированием с одновременным использованием железных и алюминиевых электродов. В 1946-1947 гг. в США Фред Е. Стюарт и Чарльз Ф. Бонилла исследовали очистку мягкой и жесткой высокоцветной воды электрохимическим способом.

В последние годы в различных странах выдан ряд патентов на конструкции электрокоагуляторов.

Применение этого метода весьма перспективно. Работами З.Я. Ярославского, П.Л. Строкач, И.Г. Краснобородько, В.Д. Юшенко и др. исследователей доказана не только целесообразность этого метода по экономическим и эффективным показателям очистки, но и по эксплуатационным.

Применение процессов электрокоагуляции при очистке воды имеет следующие преимущества по сравнению с широко применяемой коагуляцией химическими коагулянтами:

- снижение расхода химических реагентов;

- постоянство рН среды в процессе электрокоагуляции и даже некоторое повышение его, что исключает необходимость подщелачивания воды, которое часто проводится при применении химических реагентов;

- не вводятся в воду сульфатные (с коагулянтами  $Al_2(SO)_3$  и  $FeSO_4$ ) и хлоридные ионы (с коагулянтом  $FeCl_3$ );



не вводятся в воду, или, если вводятся, то в меньшем количестве, балластные примеси, которые содержатся в товарных продуктах химических коагулянтов и создают дополнительную нагрузку на отстойники и др. сооружения;

при использовании анодного растворения металлов отпадает необходимость в складах для хранения реагентов, растворных и затворных баках, дозаторах коагулянта и всего остального хозяйства, сопутствующего реагентному способу введения в воду коагулянта (трубопроводов, насосов, арматуры и т.п.);

применение электрического тока улучшает бактерицидный эффект вводимого реагента.

В таблице приведены основные конструктивные и технологические параметры электрокоагуляции воды по материалам литературного обзора. Анализ этих данных позволяет сделать следующие обобщения: в качестве электродов применялись различные материалы (алюминий, железо и др.);

расход алюминия при обработке воды составил от 5 до 40 мг/дм<sup>3</sup>, железа - от 7 до 2000 мг/дм<sup>3</sup>;

время обработки составило 0,6-45 мин;

плотность тока на электродах составила 3-400 А/м<sup>2</sup>;

-удельное количество электричества на обработку 1 м<sup>3</sup> воды составило 20-450 тыс. кл/м<sup>3</sup>.

Приведенные данные свидетельствуют о значительном разбросе полученных исследователями результатов. Очевидно, это объясняется несовершенством методик исследований, малоизученностью электрохимических процессов, имевших место в конкретных условиях эксперимента, что выразилось в больших расходах электродного металла и количества потребляемой энергии.

Анализ специальной литературы в области развития теории и промышленного применения способа электрокоагуляции указывает на недостаточно широкое его распространение и, как следствие, отсутствие обоснованных заключений для его реализации. В большинстве случаев исследовалось влияние на эффект осветления воды таких показателей как плотность тока, затраты электроэнергии, активная реакция среды, солевой состав, дозы металла и др. При этом не уделялось должного внимания материалу электродов, природе примесей загрязнений, кинетике электрохимических процессов на границе металл-раствор и продуктам реакции в растворе. Эти особенности в работе электролитических аппаратов особенно важны, ибо они оказывают влияние на пассивацию и износостойкость электродов, эффективность работы и энергоемкость аппарата в целом.

Расширение области применения электрокоагуляции требует изыскания новых электродных материалов, обладающих более высокой износостойкостью, коррозионной устойчивостью, достаточной электропроводностью и т.д.

В качестве одного из возможных путей электрокоагуляции предложен метод обработки воды, при котором процесс электрохимического растворения металла ведется не в обрабатываемой воде, а в растворах различных электролитов, обладающих высокой электропроводимостью. По существу речь идет о получении на месте электрохимическим способом высококонцентрированных коагулирующих растворов с последующим введением их в обрабатываемую воду.

Особое место среди многочисленных работ по электрохимической очистке воды занимают исследования, [11] выполненные Л.А. Кульским, А.М. Когановским и И.Т. Гороновским. Авторами рассматривался вопрос комбинированного коагулирования химическим реагентом и электрическим током, названного «коагуляцией под током». По этому методу, перед обработкой в электролизере с алюминиевыми пластинами в воду вводилась небольшая доза сульфата алюминия. На электроды подавался постоянный или переменный ток напряжением 1 В, при этом плотность тока не превышала ЮА/м. При продолжительности обработки 10 мин экономия коагулянта достигала 30-40%. По мнению авторов интенсифицирующее действие тока на коагуляцию гидроокиси алюминия, полученного при гидролизе солей коагулянтов в воде, связана со следующими эффектами: электрофоретическим переносом частиц и их последующем разряжении на электродах; возникновением высоких концентраций коагулирующих ионов; коагулирующим действием ионов, переходящих в раствор с электродов и взаимной коагуляцией дисперсных частиц с частицами, перезарядившимися на электродах.

Метод обработки воды наложением постоянного электрического тока с предварительным вводом реагентов также применялся для очистки воды, содержащей водоросли, для осветления шахтных вод, для очистки сточных вод, для доочистки биологически очищенных сточных вод, для технологических вод огнеупорной промышленности, для очистки воды от накипи на стенках бойлеров. При этом отмечается снижение доз реагентов на 30-50%, достигается высокий эффект очистки - 70-95% и т.д. Однако следует отметить, что приведенные работы носили поисковый характер, в них не вполне выяснена природа явлений, которыми сопровождается процесс очистки воды описанными способами. В большинстве случаев в работах не приводятся некоторые данные электрических и технологических параметров процесса, в частности, доза вводимого коагулянта, плотность тока, расход электроэнергии и другие показатели.

В целом, рассмотренные методы очистки различных категорий вод, приведенные в материалах данного раздела, дают возможность сделать выводы о применимости перечисленных выше способов для обработки ШСВ производства ПОШ с точки зрения их эффективности и экономичности.

## 2. Технология процесса по очистке сточных вод первичной обработки шерсти

### 2.1 Характеристика водного хозяйства фабрики первичной обработки шерсти

Фабрика первичной обработки шерсти - ТОО «Куат» ЛТД - расположена в с. Текес, в 90 км от центра Раймбекского района Алматинской области с. Кегень, в 25 км от п. Нарынкол и 350 км от г. Алматы.

Производственный корпус фабрики включает в себя оборудование, здания и сооружения, объекты инфраструктуры обеспечения производственного процесса.

Моечная линия, расположена в отдельном здании размером 112 × 24 м, помещение капитальное, отапливаемое, оборудованное канализацией и стоком жидких промышленных отходов. В этом помещении расположены также участок прессования мытой шерсти, лаборатория, участок обработки жировых компонентов отходов, электромеханические мастерские. Линия изготовлена на Петропавловском механическом заводе в 1992 г. по чертежам на основании моечной машины SP-1, смонтирована и запущена в производство в 1994 году. Моечная линия представляет собой непрерывный производственный процесс мытья шерсти в 6 барках (емкостях) раствором кальцинированной соды и сульфаната, на каждой барке установлены верхние отжимные валы, в конце линии установлена паровая сушилка транспортерного типа. Производительность линии до 300 кг/час мытой шерсти. В помещении имеются участок прессования и склад готовой продукции на 100 тонн мытой шерсти.

Заготовка шерсти производится в период июнь - сентябрь ежегодно. Шерсть, как правило, поступает в тюках весом 50-70 кг на специальный участок, где оценивается качество и проводится взвешивание. Далее принятая шерсть на участке классировки подвергается ручной сортировке и предварительной очистке от крупных предметов. После этого шерсть поступает на трепальную машину МАРШ-1.

Трепальная машина разделяет крупные куски шерсти на более мелкие и менее плотные (рыхление), что способствует лучшему проникновению моющего раствора в волокна, что обеспечивает равномерную промывку всей массы шерсти. Кроме того, происходит встряхивание разрыхленных клочков шерсти при ударе о garnитуру рабочих органов машины. При этом из шерсти удаляются слабо связанные с ней засорения. После предварительной подготовки шерсть поступает на мойку.

Мойка шерсти проводится на моечно-сушильном агрегате SP-1. Сначала шерсть поступает в автопитатель немойтой шерсти, который осуществляет равномерную подачу шерсти в моечные барки. Мойку проводят в 6 барках по каскадной противоточной водной технологии.

Попутные продукты (жиропот и др.) сепарируются и складываются для дальнейшей переработки. Мытая шерсть проходит отжимные валики, су-

шильную камеру и поступает в лабазы, где она отлеживается. Готовый продукт поступает на склад готовой продукции. На складе готовой продукции шерсть формируется в партии в соответствии с заказом отгрузки по заключенным контрактам, прессуется в кипы и маркируется.

Примерно 22% мытой шерсти расходуется для изготовления валяльно-войлочных изделий, в том числе войлок - 20 т, валенки - 130 тыс. пар, юрты - 500 комплектов. Этот вид производства не образует производственных сточных вод.

На фабрике оборудован участок мыловарения. Для производства мыла используют технический жир, собственные отходы из жироловок (жир и жиропот) и различные добавки: щелочь (2-3%), натрий углекислый (10%), калий углекислый (4-5%). В результате химических реакций нейтрализации и омыления из жирных спиртов ( $C_{17}H_{35}COOH$ ) образуются соли жирных кислот, которые являются основой мыла. Количество использованных отходов составляет 30 т.

Основными поставщиками сырья являются овцеводческие районы Алматинской, Джамбульской и частично Восточно-Казахстанской областей. Для производственных нужд фабрики заготавливается натуральная шерсть тонкорунных полугрубошерстных и грубошерстных пород овец, в среднем до 2000 т в год

До 50% мытой чистой шерсти реализуется в Россию, Китай, Западную Европу.

При производстве мытой шерсти выход продукции составляет в среднем 51-52% волокна, остальное является производственными отходами и утилизируется.

Отбор воды из поверхностных источников для водоснабжения предприятия и сброс канализационных сточных вод в открытые водоемы не производится.

Источником водоснабжения является собственная скважина, имеющая наземное здание с дверью на замке и которая расположена на территории предприятия. Вокруг водозабора создана зона санитарной охраны из железобетонных плит. В здании смонтирована хлораторная установка, подающая раствор хлора в напорную трубу погружным насосом. Глубина скважины 150 м. Дебит скважины 4,2 л/сек; разрешенный объем добычи 13000 м<sup>3</sup>/год. Погружным насосом ЭЦВ6-60-45 вода из скважины подается на водонапорную башню емкостью 25 м и высотой 12 м, откуда затем через санприборы распределяется на производственные и хоз-питьевые нужды работающих.

Подземные воды горизонта пресные, с минерализацией 0,1-0,3 мг/дм<sup>3</sup>.

Химический анализ воды, поступающей из скважины: рН-7,5;

Остаточный хлор (свободный) - 0,2;

Хлориды- 90 мг/дм<sup>3</sup>;

Сульфаты- 260 мг/дм<sup>3</sup>;

Фтор- 1,0 мг/дм<sup>3</sup>;

Жесткость общая- 6,5 мг/дм<sup>3</sup>;

Сухой остаток- 930 мг/дм<sup>3</sup> ;  
Нитриты- 0,03 мг/дм<sup>3</sup>;  
Нитраты- 0,1 мг/дм<sup>3</sup>;  
Остаточный алюминий- отс;  
Железо- 0,05 мг/дм<sup>3</sup>;  
Глубина скважины- 150 метров.

На предприятии действуют отдельно производственная, хозяйственно-бытовая и дождевая сети канализации.

Формирование производственных сточных вод происходит в основном на мойке шерсти. Производственное здание оборудовано производственно-хозяйственным водопроводом и системой труб, лотков и каналов для отвода стоков от технологического оборудования и санприборов. Внутренний водопровод выполнен из стальных труб диаметром 15-50 мм и снабжен запорно-регулирующей арматурой.

Слив загрязненной воды из моечных ванн осуществляется в сбросной канал размером в сечении 1,5 × 1,0 м и расположенный под шестью моечными ваннами.

Из сбросного канала двумя лотками сечением 0,5 × 1,0 м стоки отводятся в наружную сеть канализации. В трех точках по длине лотка установлены шерстеуловители в виде решетки из металлических прутьев диаметром 6 мм с прозорами между прутьев: 2 см - в первой по движению воды точке; 1 см - во второй; 0,5 см - в третьей точке. Зубья шерстеуловителей очищаются вручную по мере засорения.

На выпусках канализации из производственного корпуса установлены два отстойника для жира. Жир из отстойника ежедневно удаляется.

Хозяйственно-бытовые стоки от санприборов по самотечному канализационному трубопроводу отводятся в приемную камеру канализационной насосной станции. Станция оборудована насосом « ГНОМ» производительностью 16 м<sup>3</sup>/час, которая перекачивает стоки по напорному трубопроводу протяженностью 800 м на очистные сооружения фабрики.

Схема внутренних коммуникаций производственного корпуса фабрики ПОШ показана на рисунке 3.

Очистные сооружения расположены на расстоянии 800 м от фабрики, на 1200 м от поселка и на 1500 м от р. Текес. Доступа скота и посторонних лиц на очистные сооружения не имеется, и их контакт со сточными водами исключается. В состав очистных сооружений входят: приемная камера-распределитель; горизонтальный отстойник - 1; иловые площадки - 2; пруд-накопитель - 2; реагентное хозяйство.

Производственные сточные воды образуются от мойки шерсти. Мойку шерсти производят в 6 ваннах различной вместимости. Шерсть замачивается в первой ванне и затем с помощью валков последовательно проходит все ванны. В первых по ходу четырех ваннах (1-4) происходит мойка шерсти с применением моющих средств, в двух последних (5-6) идет окончательная отмывка шерсти.

Суточный расход производственных стоков составляет 53,84 м<sup>3</sup>, хозяйственно-бытовых - 3,8 м<sup>3</sup>. Основными загрязнителями производственных сточных вод являются взвешенные и органические вещества, а также остаточные концентрации моющих веществ. Очистка сточных вод производится физико-химическим способом по следующей схеме. Взвешенные вещества удаляются из воды коагуляцией сернокислым алюминием и осаждением с коагулированной взвеси. Органические вещества окисляются хлором. При этом достигается также окисление сульфонатов натрия на основе которых изготавливаются моющие средства, и удаление их из воды хлопьями гидроксида алюминия. Окончательная доочистка очищенных стоков происходит в прудах-накопителях под воздействием воздуха и солнечных лучей.

Основные процессы очистки сточных вод происходят, начиная с приемной камеры канализационной насосной станции. Концентрированный раствор сернокислого алюминия подается в сточную воду из расчета 50-70 мг/дм. Эта дозировка достигается непрерывным введением 5-6%-ного раствора коагулянта в количестве 50-60 мг в минуту. Насос, засасывая стоки из приемной камеры, обеспечивает достаточное смешивание воды с реагентами с помощью лопаток рабочих колес. В приемной камере происходит реакция взаимодействия отрицательно заряженных частиц взвеси с положительно заряженными ионами алюминия. Реагентное хозяйство предназначено для мокрого хранения коагулянта. В отстойнике происходит процесс хлопьеобразования и осаждение скоагулированной смеси. Эффективному осаждению загрязнений способствует то, что сброс стоков из моечных ванн производится один раз в конце смены: весь объем сброшенных вод находится в отстойнике в неподвижном состоянии и оседание происходит в виде густого сплошного облака хлопьев. Высокая температура стоков (36-40°С) благоприятствует мгновенному хлопьеобразованию за счет повышения интенсивности броуновского движения при значительно более низких дозах коагулянта.

Выпуск ила из отстойника производится периодически 2-3 раза в сезон под гидростатическим напором столба воды в отстойнике через выпускную трубу. Ил в виде пульпы выпускается на иловые площадки, состоящие из двух карт размерами 2×3 м и глубиной 1,0 м. Сырой осадок 98% влажности подсушивается на картах, затем подсушенный ил убирается с площадки и сжигается в топках котла вместе с углем.

Окончательная доочистка очищенных сточных вод происходит в прудах-накопителях (до 15 мг/дм<sup>3</sup> по взвешенным веществам), расположенных ниже по рельефу от очистных сооружений, в количестве 2-х прудов. Вместимость каждого пруда составляет примерно 7-8 тыс.м<sup>3</sup>. Иловые площадки имеют искусственное основание с фильтрующей траншеей. Дренажная вода собирается в дренажном колодце и откачивается в пруд-накопитель. Дренажная вода является условно-чистой и не нуждается в дополнительной очистке.

Сточные воды характеризуются большим количеством взвешенных веществ (около 3 г/дм<sup>3</sup>) и органическими веществами по БПК<sub>полн</sub> = 350 мг/дм<sup>3</sup>. Для удаления взвешенных веществ вода коагулируется и отстаивается, органические вещества окисляются хлором. Осаждение взвеси происходит в горизонтальных отстойниках, где вместе с взвешенными веществами оседают в осадок органика и часть моющих средств. После отстойников стоки с показателями по взвешенным веществам 50-100 мг/дм<sup>3</sup> и БПК - 25 мг/дм<sup>3</sup> отводятся в два пруда-накопителя емкостью по 7-8 тыс.куб.м. каждый для доочистки и хранения очищенных стоков. Осадок из отстойников хранится до полного высыхания на иловых площадках и затем сжигается в котельной. Для обеспечения биологической безопасности сточных вод ПОШ с. Текес и повышения эффективности очистки сточных вод нами предложено применение электрореагентной коагуляции.

## 2.2 Физико-химическая очистка сточных вод первичной обработки шерсти

Электрореагентная коагуляция с применением алюминиевых электродов осуществлялась с использованием химических реагентов ( $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeSO_4$ ,  $Fe_2(SO_4)_3$  и  $FeCl_3$ ) и электрического тока с применением растворимых при электролизе электродов - алюминиевых пластин.

ЭРК с растворимыми электродами протекает по несколько иному механизму, по сравнению с ЭРК с инертными электродами. Основным отличием является то, что наряду с химическими реагентами и одновременным воздействием электрического тока, процесс коагуляции определяет и электрохимическое растворение материала электродов. Все это вместе создает определенные особенности при коагуляции ШСВ. В связи с этим задачей исследований являлось выявление механизма коагулирования ШСВ в процессе ее отстаивания, определение значимости принятых факторов и оптимизация процессов коагуляции ШСВ в полупроизводственных условиях, а также разработка рекомендаций на проектирование очистных сооружений при использовании ЭРК с растворимыми электродами.

В экспериментах использовались электродные пары А1-А1. Перед электрокоагулятором вводили 1%-ный раствор  $Al_2(SO_4)_3$ .

Анализ предварительных экспериментов позволил выявить основные факторы, оказывающие влияние на процессы коагуляции ШСВ. При ЭРК с электродными парами А1-А1 такими факторами являются количество электричества, плотность тока, доза химического и электрохимически полученного коагулянтов. Влиянию каждого из названных факторов на процессы коагуляции ШСВ посвящены последующие разделы дипломной работы.

При электрореагентной коагуляции с растворимыми электродами с вводом химических реагентов изменяется состав электролита, и, в силу этого, изменится ход процесса коагуляции. Процессы растворения металлов при электролизе водных растворов резко отличаются от простого электрохимического перехода ионов металла из кристаллической решетки в раствор.

Переход ионов металла при электролизе водных растворов может сопровождаться предварительной адсорбцией таких анионов, как  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  в результате взаимодействия анионов с промежуточными продуктами окисления металла, остающимися на поверхности анода в адсорбированном состоянии, образуются промежуточные комплексы, которые, в свою очередь, могут ускорять или замедлять растворения металла. Следовательно, могут измениться путь и скорость реакции как на границе раздела электрод-раствор, так и в объеме жидкости.

Используя в качестве анода алюминий и считая, что реакция растворения его идет стадийно, с изменением валентности иона в каждой стадии на единицу, можем представить:

Для определения кинетики процесса растворения металла необходимо экспериментально определить значение  $b$ , а также установить медленную стадию, определяющую скорость процесса в целом.

Важным моментом, оказывающим влияние на скорость электродных реакций, является определение доли поверхности электрода, занимаемой адсорбированными частицами. Если адсорбированные частицы полностью покрывают поверхность электрода, то это замедляет скорость электродных реакций. Экспериментальное определение доли поверхности, занимаемой ими, связано с большими трудностями. Поэтому долю поверхности выражают через плотность тока или объемную концентрацию комплекса.

Кроме того, наряду с электрохимическими стадиями, могут иметь место и чисто химические реакции, скорость которых не зависит от потенциала электрода. В этом случае рассматривается суммарная реакция процесса, и скорость его определяется наиболее медленной стадией. Все эти положения относятся к процессам, протекающим на границе раздела электрод-раствор.

При изучении процессов анодного растворения алюминия установлен повышенный выход металла по току по сравнению с теоретическим. Выход по току для природных вод, по данным, достигал 135%. Это явление связано с тем, что выход алюминия в значительной мере зависит от минерального состава воды. Наряду с процессом электрохимического растворения анода происходит его химическое растворение, чему способствует количество хлорид-ионов в воде и действие постоянного тока.

### 2.3 Электрореагентная коагуляция шерстомойных сточных вод

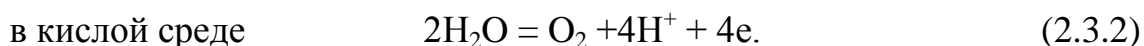
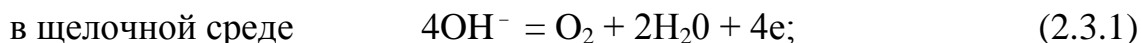
При электрореагентной коагуляции с применением инертных электродов протекают два основных процесса; окислительно-восстановительные реакции на границе раздела электрод-раствор; в объеме жидкости - взаимная коагуляция продуктов гидролиза солей коагулянтов и дисперсных частиц примесей исходной воды, которая интенсифицируется в электрическом поле поляризационными эффектами.

Скорость окислительно-восстановительного процесса определяется плотностью тока, материалом электродов, его потенциалом, составом ис-



следуемой воды и др. факторами. Окислительно-восстановительные процессы происходят за счет действия атомарного и молекулярного кислорода, хлора, водорода, перекиси водорода и др. химических соединений, образующихся на границе раздела электрод-раствор.

Рассмотрим процессы, протекающие на аноде, на котором в первую очередь будет выделяться кислород, а при наличии хлор-ионов - хлор-газ и его соединения. Процесс выделения кислорода на аноде может протекать в результате разряда гидроксил-ионов и молекул воды по реакциям:



В нейтральном растворе равновесный потенциал выделения кислорода равен 0,82 В.

Заметное анодное выделение кислорода происходит при перенапряжениях порядка 0,3-0,4 В. Зависимость потенциала электрода от плотности тока отвечает уравнению Тафеля. Для большинства инертных электродов при выделении кислорода величина коэффициента  $b$  оказалась равной 0,12 В, что соответствует  $b = 2,3RT/0,5F$ .

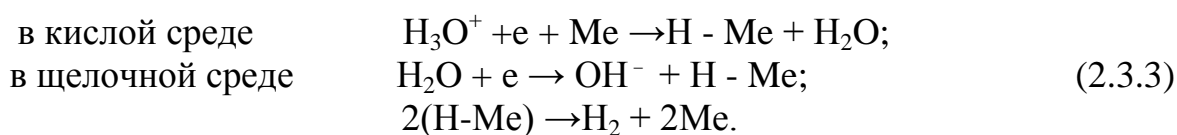
В интервале потенциалов от +0,82 В до  $7 \div 1,35$  В, которому соответствует значение плотности тока до 20 А/м<sup>2</sup> в кислой среде, на аноде всегда будет выделяться кислород.

На величину перенапряжения кислорода, как и в случае других электродных реакций, существенное влияние оказывает материал электрода.

Медленной стадией процесса, согласно, является реакция. Анодные поляризационные кривые имеют при низких плотностях тока небольшой уклон наклона, порядка 0,03 В, что соответствует механизму выделения хлора по приведенным реакциям.

На катоде, как правило, происходит выделение водорода.

При этом могут протекать следующие реакции:



Между перенапряжением водорода и логарифмом плотности тока наблюдается линейная зависимость, соответствующая уравнению Тафеля. Коэффициент «а» уравнения Тафеля для инертных электродов (графит, ОРТА) находится в пределах от 0,1 В до 1,5 В. Величина коэффициента «в» колеблется от 0,12 В до 0,12 В.

Как указывает Феттер, при малых плотностях тока (6-30 А/м<sup>2</sup>) кислород может восстанавливаться только до H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. В окислительно-восстановительных процессах большую роль играет материал электродов, к которому предъявляются определенные требования. Например, желательно иметь минимальное напряжение на ячейке, поэтому для анода и катода применяют

материалы с возможно более низким перенапряжением. Электроды должны обладать также высокой коррозионной стойкостью. В качестве материала инертных электродов в основном используют графит, ОРТА, ТДМА и др.

Электроды, применяемые при электролизе сточных вод, исследовались в работах. Использование в процессе электролиза таких электродов при обесцвечивании природных мягких вод имеет свои особенности.

В природной воде содержание хлор-ионов не превышает значений 30-300 мг/дм<sup>3</sup>, тогда как содержание их в сточных водах достигает 100-2000 мг/дм. Поэтому при электролизе сточных вод в основном протекают процессы электроокисления в результате образования в объеме раствора «активного» хлора, окисляющего органические вещества.

В природной воде преобладающим должен быть процесс получения при низких плотностях тока атомарного и молекулярного кислорода или перекиси водорода, являющихся сильными окислителями органических веществ, обуславливающих цветность воды.

Опираясь на исследования, а также на анализ предварительных опытов, материалом электродов при электроореагентной коагуляции ШСВ были выбраны электродные пары: графит-графит и ОРТА-нержавеющая сталь.

Согласно данным, выделение кислорода в хлорных растворах, не содержащих  $SO_4$ , на графитовом электроде имеет место при плотности тока более 5,6 А/м<sup>2</sup>. Величина перенапряжения кислорода на графитовом электроде при плотности тока 10 А/м<sup>2</sup> составляет 0,52 В. Интенсивный коррозионный износ графитовых электродов наступает при потенциале анода более 1,6 В. Перенапряжение выделения водорода на катоде в электродной паре ОРТА-нержавеющая сталь одинаково с платиновыми катодами. Выход хлора по току при электролизе на ОРТА выше, чем на графите. Наклон поляризационных кривых для ОРТА с содержанием от 10 до 100 RuO<sub>2</sub> составляет 0,04-0,05 В.

Применение электроореагентной коагуляции с инертными или растворимыми электродами в каждом конкретном случае следует обосновывать технико-экономическими расчетами.

#### 2.4 Реагентная коагуляция шерстомойных сточных вод

В задачу исследования входило определение эффективности коагулирующего действия гидроксида алюминия  $[(Al_2SO_4)_3 \cdot 18H_2O]$ , гипохлорида натрия, оптимальных доз реагентов в интервале температуры шерстомойных сточных вод от +20 до +40°C. Пробное коагулирование проводили по стандартной методике. Исследования проводились для двух видов сточных вод: содово-мыльных и содержащих сульфенол-3.

На основании предварительных опытов и технико-экономических расчетов были выявлены основные факторы, влияющие на процессы коагуляции, доза гидроксида алюминия, доза хлора и температура ШСВ. Были выбраны

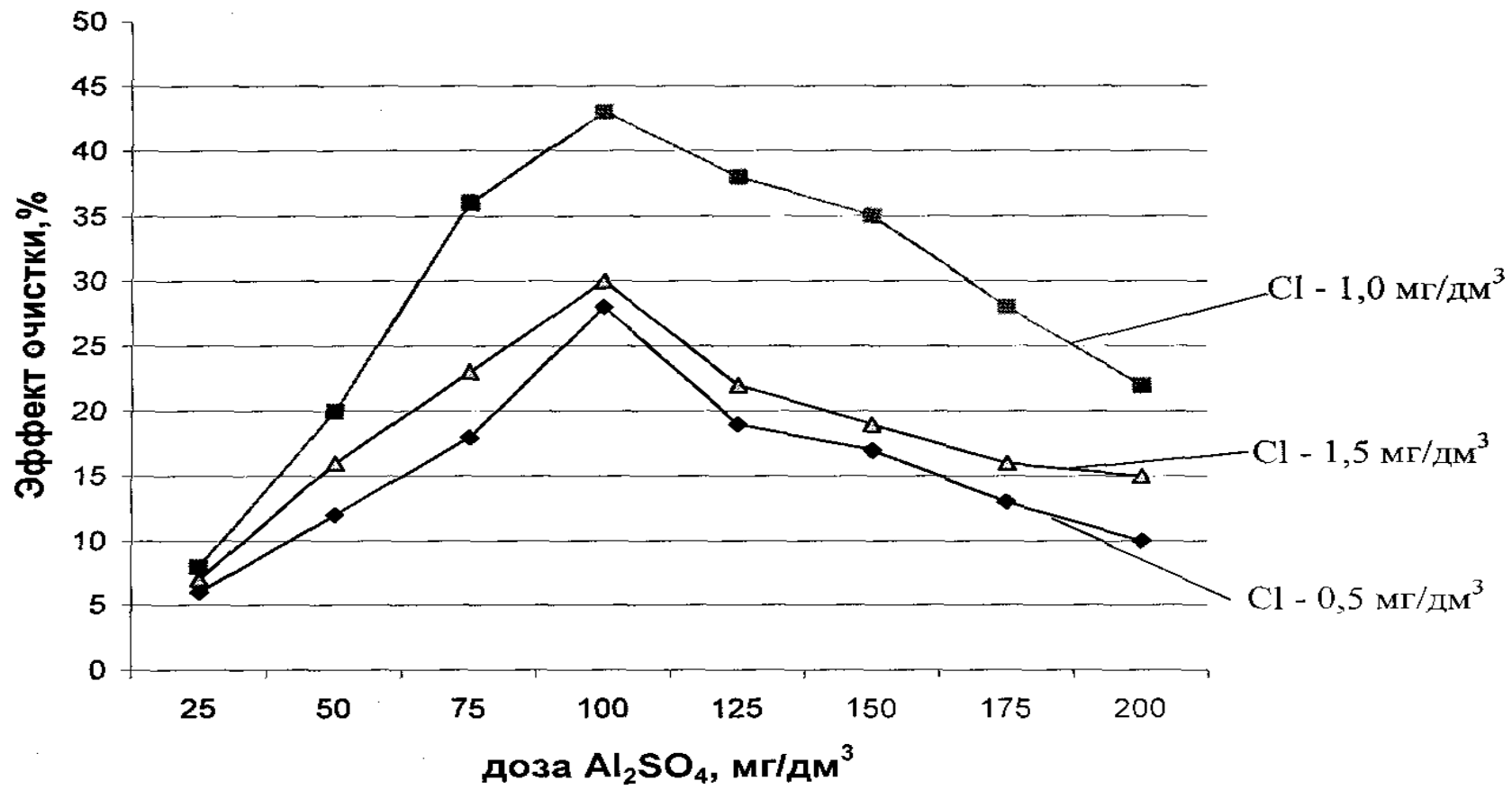


Рисунок 5 - График зависимости эффекта очистки мыльно-содовых ШСВ от дозы реагента

следующие технологические параметры: доза коагулянта -25-200 мг/дм<sup>3</sup>; доза хлора - 0,5-1,5 мг/дм<sup>3</sup>; температура ШСВ – 20-40°С.

Действие коагулянта проверяли самостоятельно и в сочетании с гипохлоридом натрия. Коагулирование только гидроксидом алюминия дозами до 200 мг/дм<sup>3</sup> не дало удовлетворительных результатов. Хлопьеобразование пртекало вяло, образовывались мелкие хлопья. Длительное медленное перемешивание, дальнейшее увеличение дозы коагулянта, а также повышение температуры ШСВ до 50°С ухудшало эффективность коагуляции, особенно содово-мыльных ШСВ.

Эксперименту подвергалась сточная вода с содержанием 300 г/дм<sup>3</sup> взвешенных веществ, значение рН находилось в пределах 10,2-11, температура воды составила 38°С. В качестве коагулянта использовались 1%-ный раствор сернокислого алюминия и 1%-ный раствор гипохлорида натрия. При пробном коагулировании в цилиндры емкостью 500 мл для установления дозы сернокислого алюминия 20 мг/дм<sup>3</sup> вводили 0,5 мл 1%-ного раствора; для дозы 100 мг/дм<sup>3</sup> соответственно 2,5 мл 1%-ного раствора. После перемешивания стеклянной палочкой и многократного опрокидывания закрытых цилиндров отмечали время начала образования, оседания хлопьев. После окончания опытов с верхней части отстоявшегося цилиндра отбирали пипеткой пробы воды на анализ.

Усредненные данные в серии экспериментов, проведенных на сульфанольных ШСВ. Процессы реагентного коагулирования успешно протекали при совместном вводе сернокислого алюминия и гипохлорида натрия.

При начальных дозах 25 и 50 мг/дм<sup>3</sup> сернокислого алюминия и 0,5-1,5 мг/дм<sup>3</sup> хлора процессы хлопьеобразования шли медленно, оседание мелких хлопьев продолжалось до 4 часов. Такая же картина наблюдалась при дозах 150-200 мг/дм<sup>3</sup> сернокислого алюминия и 0,5-1,5 мг/дм<sup>3</sup> хлора. Удовлетворительные результаты удалось получить при дозах от 75 до 100 мг/дм<sup>3</sup> сернокислого алюминия и 1,0-1,5 мг/дм<sup>3</sup> хлора. При интенсивном перемешивании от 0,5 до 1 мин сточных вод в опытном цилиндре образовались крупные плотные хлопья, которые легко осаждались на дно цилиндра через 5-10 мин, окончательно полностью через 200-235 мин. Остаточное содержание взвешенных веществ достигало величины 90-154 мг/дм<sup>3</sup>, рН понизилась до значений 6,1-6,8.

Результаты этой серии эксперимента показаны, откуда видно, что оптимальные дозы сернокислого алюминия составляют 92 мг/дм<sup>3</sup>, хлора - 1,0 мг/дм<sup>3</sup>. При этом наибольший эффект очистки составит 70% по взвешенным веществам. Также выявлено, что введение дозы хлора меньше чем 0,5 мг/дм<sup>3</sup> и больше чем 1,5 мг/дм<sup>3</sup> не улучшает процесс реагентного коагулирования. Необходимо отметить, что коагулирование хорошо протекало в интервале температур ШСВ от 20 до 40°С. Большие и меньшие значения температур также не дали положительных результатов.

Полученные удовлетворительные результаты можно объяснить тем, что коагулянты гидроокисей, полученные в среде, содержащей  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{Cl}^-$  анионы, обладают по отношению к органическим загрязнениям большей адсорбционной емкостью (примерно в 2 раза), чем полученные в среде  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$ -анионов, что объясняется разной пористостью коагулянтов и более сильной конкуренцией  $\text{SO}_4^{2-}$  (по сравнению с  $\text{Cl}^-$ ) с органическими веществами за адсорбционные участки гидроокисей.

Кроме того, важнейшей технологической характеристикой коагулянтов являются значения pH, при которых формируются наиболее плотные, быстро осаждающиеся хлопья. Для продуктов гидролиза сернокислого алюминия они находятся в пределах 5,5-5,7. Вместе с тем нагревание среды, т.е. повышение температуры до  $38^\circ\text{C}$ , вызывает увеличение интенсивности броуновского движения, частичную десорбцию стабилизатора, уменьшение степени гидратации частиц.

Данные экспериментов по реагентному коагулированию мыльно-содовых ШСВ приведены в таблице. Введение дозы сернокислого алюминия от 25 до  $200 \text{ мг/дм}^3$  и дозы хлора от 0,5 до  $1,5 \text{ мг/дм}^3$  показало эффективность коагулирования от 6 до 43%. Наиболее высокий эффект очистки был достигнут при дозе сернокислого алюминия в пределах 92-102 мг/дм и дозе хлора 1-1,5 мг/дм. В процессе коагулирования значения pH изменялись до величины 9,4-10,1. Увеличение дозы коагулянтов выше  $200 \text{ мг/дм}^3$  не способствовало повышению эффекта очистки реагентной коагуляции мыльно-содовых ШСВ.

По-видимому, процесс мойки шерсти мылом менее эффективен, чем синтетическими порошками. Эффект отмывки шерсти составляет меньше 40%. Это было отмечено в 1,1. Таким образом в составе ШСВ увеличивается содержание жира, пота, минеральных загрязнений, мыла. Все эти примеси, соответственно, увеличивают долю органической части сточных вод.

Коллоидные частицы органических веществ, как правило, обладают ярко выраженными гидрофильными свойствами, что объясняется наличием в составе многих из них полярных групп, прочно связанных с дипольными молекулами воды. Такие коллоидные частицы представляют собой рыхлые агрегаты цепных молекул, обильно насыщенные водой. Вследствие высокой гидрофильности коагуляция мыльно-содовых ШСВ протекала медленно, образовывались мелкие труднооседаемые хлопья.

Результаты реагентной коагуляции ШСВ показали, что в целом физико-химическая очистка сточных вод вполне осуществима и конкурентоспособна неполной биологической очистке. При оптимальной дозе сернокислого алюминия  $92 \text{ мг/дм}^3$  и хлора  $1 \text{ мг/дм}^3$  эффект очистки по взвешенным веществам составил 70%. Реагентная коагуляция мыльно-содовых ШСВ дозой сернокислого алюминия 92-102  $\text{ мг/дм}^3$  и дозой хлора 1-1,5  $\text{ мг/дм}^3$  позволила достичь эффекта очистки всего 43%.

Таким образом, выявлена целесообразность улучшения метода очистки ШСВ другими приемами, позволяющими интенсифицировать процесс коагуляции.

### 3. Мероприятия по улучшению экологического состояния

#### 3.1 Разработка схемы очистки ШСВ

Важным моментом в комплексе мероприятий направленных на совершенствование условий труда являются мероприятия по охране труда. Этим вопросам с каждым годом уделяется все большее внимание, т.к. забота о здоровье человека стала не только делом государственной важности, но и элементом конкуренции работодателей в вопросе привлечения кадров. Для успешного воплощения в жизнь всех мероприятий по охране труда необходимы знания в области физиологии труда, которые позволяют правильно организовать процесс трудовой деятельности человека.

В данном разделе работы освещаются основные вопросы техники безопасности и экологии труда. В качестве примера оптимального рабочего места программиста приводится анализ характеристик помещения и расчет искусственного освещения

Благодаря высокой сорбционной способности гидроокиси алюминия, полученного электрохимическим методом, и, воздействуя на органические частицы минимальной его дозой в сочетании с химическими реагентами ( $Al_2(SO_4)_3$ ), дозой, сниженной по сравнению с расчетной, можно увеличить эффективность коагуляции ШСВ при одновременном снижении затрат электроэнергии по сравнению со способами коагуляции, проведенными отдельно, т.е. электрохимической и реагентной. Это выявило необходимость проведения экспериментов по ЭРК с электродными парами А1-А1.

Задачей экспериментов явилось определение влияния количества электричества, плотности тока, выхода алюминия по току, дозы химического коагулянта на процессы коагуляции ШСВ. Исследования проводились в статических и динамических условиях.

Полученные в результате экспериментов данные представлены в таблице 10, где показано изменение взвешенных веществ ШСВ в зависимости от количества электричества, плотности тока и дозы химического коагулянта. Сопоставление опытных данных свидетельствует о том, что значительное влияние на эффект коагуляции ШСВ оказывают доза  $Al_2(SO_4)_3$  и количество электричества. При дозе  $Al_2(SO_4)_3$  равной  $0,25D_p$  в рассматриваемом интервале плотностей тока ( $i = 2,5 \div 10 \text{ А/м}^2$ ) и количестве электричества ( $q = 10 \div 40 \text{ Кл/дм}^3$ ) результаты экспериментов оказались малоутешительными. То же самое наблюдалось и при дозе  $0,5D_p$ ,  $q = 10 \text{ Кл/дм}^3$  и  $i = 2,5 \text{ А/м}^2$ . Воздействие  $20 \text{ Кл/дм}^3$  при дозе  $0,5D_p$  и плотности тока  $5 \text{ А/м}$  приводило к значительной интенсификации процесса коагуляции, образовывались крупные хлопья и их оседание заканчивалось при отстаивании на 20-той минуте.

При плотности тока  $10 \text{ А/м}^2$  процесс ЭРК заканчивался раньше, чем при  $5 \text{ А/м}^2$ , и эффект коагуляции был выше. В последнем случае при  $q = 40 \text{ Кл/дм}^3$  и дозе коагулянта  $0,5D_p$  количество взвешенных веществ снижалось до  $13-15 \text{ мг/дм}^3$  и не зависело исходных его значений. Эти параметры приводят к

сокращению времени отстаивания воды и влекут за собой уменьшение площади очистных сооружений. В то же время увеличение  $q$  от 20 до 40 кл/дм<sup>3</sup> при  $i = 10$  А/м<sup>2</sup> и дозе 0,5Д<sub>р</sub> приводит к повышению затрат электроэнергии от 18 до 67,5 Вт-час/м<sup>3</sup>.

В ходе экспериментов нами был определен анодный выход алюминия по току в интервале плотности тока от 2,5 до 50 А/м. Плотность тока на электродах изменялась путем понижения или повышения силы тока по отношению к постоянной площади электродов. Выход алюминия по току определялся в ЭРК с вводом реагента Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> дозой 0,25Д<sub>р</sub> и 0,5Д<sub>р</sub>. Исходная концентрация взвешенных веществ не оказывала заметного влияния на выход алюминия по току. В большей степени он зависел от анионов в воде. Содержание хлоридов в сточной воде стабильно и равно 230-260 мг/дм<sup>3</sup>.

При таком их содержании и плотности тока 50 А/м выход алюминия по току достигал 130%. Это связано, по-видимому, с тем, что наряду с процессом электрохимического растворения анода происходит его химическое растворение, чему способствовало увеличение в воде, в связи с предварительным вводом жидкого хлора в количестве 3-4,2 мг/дм<sup>3</sup>, Cl<sup>-</sup>-ионов и действие постоянного электрического тока. Ионы хлора, проявляя себя как специфические депассиваторы, препятствовали образованию кислородного барьера и тем самым создавали условия растворению анода.

Иной характер влияния на анодный выход алюминия по току оказывало введение в воду ионов SO<sub>4</sub><sup>-</sup>. в их присутствии наблюдалось торможение анодного процесса растворения алюминия. Как видно, при введении реагента дозой 0,25Д<sub>р</sub> и 0,5Д<sub>р</sub> наблюдалось снижение растворимости алюминия от 124 до 64%. Процессы торможения анодного растворения в некоторой степени связаны с плотностью тока. При  $i = 2,5$  А/м<sup>2</sup> выход алюминия по току был наименьшим, т.е. 64%. Возможно, что при низких плотностях тока в процессе ЭРК с анодным растворением алюминия имеют место образование окисных пленок, что приводит к пассивации электродов во времени. Из приведенных данных видно, что в исследуемом интервале плотностей тока также наблюдается прямолинейная зависимость  $\Phi = f(lgi)$ , соответствующая уравнению Тафеля. С увеличением рН потенциал электрода сдвигается в более положительную сторону, что соответствует торможению анодного процесса. Анионы, присутствующие в природных водах, могут оказывать существенное влияние на кинетику анодного процесса. С увеличением концентрации SO<sub>4</sub><sup>-</sup>-ионов анодные поляризационные кривые сдвигаются в сторону положительных потенциалов, следовательно, наблюдается торможение анодного процесса. Это подтверждается результатами исследований по определению выхода по току алюминия.

1. Теоретически и экспериментально исследованы процессы осветления воды ЭРК с применением инертных электродов. При этом оптимальными параметрами процессы явились:  $i = 6$  А/м<sup>2</sup> и  $q > 20$  кл/дм<sup>3</sup> для электродов

графит-графит и  $i = 9 \text{ А/м}^2$  и  $q > 15 \text{ кл/дм}^3$  для электродов ОРТА-нержавеющая сталь при дозе химического коагулянта для обоих случаев  $0,5D_p$ .

2. Теоретически и экспериментально исследованы процессы коагуляции ШСВ ЭРК с применением алюминиевых электродов. При этом в электродной паре А1-А1 в процессе ЭРК установлено, что эффективное коагулирование воды достигалось с  $q = 20 \text{ кл/дм}^3$ , дозе химического коагулянта  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  равной  $0,5D_p$  и  $i = 5 \text{ А/м}^2$ . Анодный выход алюминия составил 90-98%.

Сточными водами называют любые воды атмосферных осадков, которые отводятся в водоёмы с территорий промышленных предприятий и населённых мест через систему канализации. Свойства этих осадков весьма ухудшены в результате деятельности человека.

Сточные воды классифицируются по следующим параметрам:

В зависимости от источника происхождения. Сточные воды могут быть производственными, в том случае, если они образуются в результате технологических процессов. То есть, к примеру, при производстве и добыче полезных ископаемых. Такие сточные воды отводятся через систему промышленной канализации.

Бытовые сточные воды. Они образуются в связи с эксплуатацией простых городских жителей водных ресурсов. Образуются как в городских квартирах, так и в помещениях занимающихся какими – либо производственными процессами. Отводятся через систему хозяйственно – бытовой канализации.

Дождевые и талые атмосферные сточные воды. Они образуются вследствие таяния льдов, снега или града. Отводятся через систему ливневой канализации.

Среди сточных вод выделяют две основные группы. Консервативные воды практически не вступают в химические реакции с другими компонентами. А также, они практически не поддаются биологическому разложению. Например, соли тяжелых металлов. Вторую группу сточных вод называют неконсервативной. Это те, которые могут подвергаться процессам самоочищения водоемов. В составе сточных вод содержатся как органические, так и неорганические элементы. Органические - нефтепродукты, органические кислоты. Неорганические - частицы грунта, руды и пустой породы, шлака, неорганические соли, кислоты, щёлочи.

### 3.2 Расчет необходимой степени очистки сточных вод

1. Определим степень разбавления сточных вод водой по формуле (3.1.1):

$$n = \frac{Q + q}{q} \quad (3.1.1)$$

где n-степень разбавления сточных вод водой реки;

Q – расход реки,  $\text{м}^3/\text{с}$

q – расчетный расход сточных вод,  $\text{м}^3/\text{с}$



$\gamma$  – коэффициент смешения

$$n = \frac{0,7 + 200 + 10}{10} = 15;$$

### 3.3 Расчет степени очистки сточных вод от взвешенных веществ

1. Расчетная концентрация взвешенных веществ в очищенных сточных водах перед сбросом их в водоем по формуле (3.1.2):

$$C_0 = C_B + C_{\text{доп}} \quad (3.1.2)$$

где  $C_0$  – расчетная концентрация взвешенных веществ в очищенных сточных водоемах перед сбросом в водоем, мг/л

$C_B$  – концентрация взвешенных веществ в воде реки до сброса сточных вод, мг/л

$C_{\text{доп}}$  – допустимое увеличение содержания взвешенных веществ в реке после сброса сточных вод, мг/л, для водоемов в хозяйственно-питьевого водоснабжения пищевых предприятий. Для рыбохозяйственных водоемов и водоемов культурно-бытового пользования  $C_{\text{доп}}=0,75$

$$C_0 = 12 + 15 \cdot 0,75 = 23,25 \text{ мг/л};$$

2. Необходимую степень очистки сточных вод по содержанию взвешенных частиц определяем по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{взв}} = \frac{C_{\text{СТ}}^{\text{ВЗВ}} - C_0^{\text{ВЗВ}}}{C_{\text{СТ}}^{\text{ВЗВ}}} \cdot 100\% \quad (3.1.3)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{взв}}$  – искомая степень очистки

$C_{\text{СТ}}$  – исходная концентрация взвешенных веществ в сточных водах до очистки, мг/л

$C_0$  – расчетная концентрация взвешенных веществ в очищенных сточных водоемах перед сбросом в водоем, мг/л

$$\mathcal{E}_{\text{взв}} = \frac{(280 - 23,25)100}{280} = 91,7\%$$

### 3.4 Температурный расчет сточных вод перед сбором в водоем

1. Определим максимальную допустимую температуру СВ по формуле (3.1.4):

$$t_{\text{СТ}} = \left( \frac{\gamma \cdot Q}{q} + 1 \right) t_{\text{доп}} + t_{\text{max}} \quad (3.1.4)$$

где  $t_{\text{доп}}$  – допустимое повышение температуры

$t_{\text{max}}$  – максимальная температура речной воды в наиболее теплый месяц до спуска сточных вод

$$t_{\text{СТ}} = \left( \frac{0,7 \cdot 200}{10} + 1 \right) \cdot 3 + 22 = 67^\circ\text{C}.$$

Так как температура СВ  $t_{\text{ср}} = 27^\circ\text{C}$  меньше максимально допустимой ( $27 < 67^\circ\text{C}$ ), то охлаждения перед сбросом в водоем проводить не надо.

Условия выпуска производственных сточных вод в водоемы регламентируются Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения

сточными водами и Правилами санитарной охраны прибрежных районов морей, содержащими указания по предупреждению и устранению загрязнения производственными сточными водами поверхностных водоемов - рек, озер, искусственных каналов, водохранилищ и морей.

Приведенные в Правилах нормативы качества воды водоемов относятся к створам, расположенным на проточных водоемах на 1 км выше по течению пункта водопользования, а на непроточных водоемах и водохранилищах - на 1 км в обе стороны от пункта водопользования. При выпуске в рыбохозяйственные водоемы к сточным водам предъявляются более высокие требования, чем при выпуске их в водоемы, используемые для питьевых и социально-бытовых нужд населения.

Состав и свойства воды в рыбохозяйственных водоемах должны соответствовать нормам в месте выпуска сточных вод при рассеивающем выпуске (наличие течений), а при отсутствии рассеивающего выпуска - не далее чем в 500 м от места выпуска.

При разбавлении сточной воды распространение примесей в воде при ее спуске в водоемы подчиняется законам диффузии, но ввиду малых величин коэффициентов диффузии примесей в водной среде их перенос осуществляется в основном молекулярной диффузией.

Сущность массообменных или диффузионных процессов заключается в переносе вещества путем диффузии из одной фазы в другую до достижения равновесия. Основным видом процессов массопереноса примесей в воде водоемов является смешение и массообмен между потоками жидкости.

Нормативы состава и свойств воды водоемов включают нормируемые значения для следующих параметров воды водоемов: содержание плавающих примесей и взвешенных веществ, запах и привкусы, окраска и температура воды, реакция рН воды, состав и концентрации минеральных примесей и растворенного в воде кислорода, биохимическая потребность воды в кислороде, состав и предельно допустимая концентрация (ПДК) ядовитых и вредных веществ, болезнетворных бактерий, радиоактивные вещества.

## 4. Безопасность жизнедеятельности

### 4.1 Анализ условий труда на фабрику первичной обработки шерсти

Создание дипломного проекта «Защита гидросферы от загрязнения сточными водами промышленного предприятия» проводилось в помещениях соответствующие нормам, которые относятся к категории помещений без повышенной опасности. Помещения сухие. Температура в помещениях поддерживается на уровне  $22 \pm 3$  °С, влажность  $50 \pm 10\%$ , скорость движения воздуха 0,2 м/с, без условий, перечисленных в ГОСТе: сырости или токопроводящей пыли; токопроводящих полов; высокой температуры; возможности одновременного соприкосновения с землей металлоконструкциями здания; имеющими контакт с землей; с одной стороны и с металлическими корпусами электрооборудования с другой стороны.

Опасным называется производственный фактор, воздействие которого на работающего человека в определенных условиях приводит к травме или другому внезапному резкому ухудшению здоровья. Если же производственный фактор приводит к заболеванию или снижению трудоспособности, то его считают вредным. В зависимости от уровня и продолжительности воздействия вредный производственный фактор может стать опасным. Опасные и вредные производственные факторы подразделяются на четыре группы: физические, химические, биологические и психофизические.

Состояние условий труда работников ВЦ и его безопасности, на сегодняшний день, еще не удовлетворяют современным требованиям. Работники ВЦ сталкиваются с воздействием таких физически опасных и вредных производственных факторов, как повышенный уровень шума, повышенная температура внешней среды, отсутствие или недостаточная освещенность рабочей зоны, электрический ток, статическое электричество и другие.

Многие сотрудники ВЦ связаны с воздействием таких психофизических факторов, как умственное перенапряжение, перенапряжение зрительных и слуховых анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки. Воздействие указанных неблагоприятных факторов приводит к снижению работоспособности, вызванное развивающимся утомлением.

Медицинские обследования работников ВЦ показали, что помимо снижения производительности труда высокие уровни шума приводят к ухудшению слуха. Длительное нахождение человека в зоне комбинированного воздействия различных неблагоприятных факторов может привести к профессиональному заболеванию. Анализ травматизма среди работников ВЦ показывает, что в основном несчастные случаи происходят от воздействия физически опасных производственных факторов при выполнении сотрудниками несвойственных им работ. На втором месте случаи, связанные с воздействием электрического тока.

## 4.2 Производственная санитария

Важную роль играет планировка рабочего места, так как при организации рабочего места необходимо принимать во внимание данные антропометрии человека. Человек должен без особых усилий получать доступ ко всем документам, предметам и устройствам, находящимся в его рабочей зоне. Мебель должна быть расставлена так, чтобы обеспечить возможность легкого доступа в любой участок помещения для санитарных работ по уборке помещения.

Требования, предъявляемые к помещению, включают в себя требования к установке компьютера и требования к поддержанию необходимых параметров микроклимата:

- в помещении поддерживается средняя температура, пыли и невысокая относительная влажность нет. Нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха указаны в таблице 4:

Таблица 4 - Нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне лаборатории ВЦ

Температура окружающего воздуха	Оптимальные параметры воздушной среды на постоянных рабочих местах		
	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с не более
Ниже +10 °С	20-22	40-60	0,2
Выше +10°С	22-25	40-60	0,5

- размеры помещения удовлетворяют основным санитарно-техническим требованиям к размещению основного оборудования, а также предусматривают пространство для проводов, проходов, технического обслуживания и ремонта оборудования. На одно рабочее место приходится не менее 15м объема производственного помещения и не менее 4,5 м<sup>2</sup> площади;

- уровень шума в помещении не превышает установленные нормы, указанные в таблице 5:

Таблица 5 - Нормы уровня шума

Величина	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Помещение пользователей ЭВМ	71	61	54	49	45	42	40	38

Электрический ток представляет собой скрытый тип опасности, т.к. его трудно определить в токо и нетоковедущих частях оборудования, которые являются хорошими проводниками электричества. Смертельно опасным для жизни человека считают ток, величина которого превышает 0,05 А, ток менее 0,05А – безопасен (до 1000 В). С целью предупреждения поражений электрическим током к работе должны допускаться только лица, хорошо изучившие основные правила по технике безопасности.

В соответствии с правилами электробезопасности в служебном помещении осуществляя постоянный контроль состояния электропроводки, предохранительных щитов, шнуров, с помощью которых включаются в электросеть компьютеры, осветительные приборы, другие электроприборы.

Электрические установки, к которым относится практически все оборудование ЭВМ, представляют для человека большую потенциальную опасность, так как в процессе эксплуатации или проведении профилактических работ человек может коснуться частей, находящихся под напряжением. Специфическая опасность электроустановок – токоведущие проводники, корпуса стоек ЭВМ и прочего оборудования, оказавшегося под напряжением в результате повреждения (пробоя) изоляции, не подают каких-либо сигналов, которые предупреждают человека об опасности. Реакция человека на электрический ток возникает лишь при протекании последнего через тело человека. Исключительно важное значение для предотвращения электротравматизма имеет правильная организация обслуживания действующих электроустановок ВЦ, проведения ремонтных, монтажных и профилактических работ.

В зависимости от категории помещения необходимо принять определенные меры, обеспечивающие достаточную электробезопасность при эксплуатации и ремонте электрооборудования.

Таблица 6 - Предел допустимого напряжения электричества поля радиочастот на рабочих местах

Составляющая помещения, по которой оценивается воздействие поля и диапазон частот, МГц	Предел допустимой напряженности в течении рабочего дня
Электрическая составляющая В/м	
0,06	50
3-30	20
30-50	10
50-300	5
Магнитная составляющая А/м	
0,06-1,5	5
30-50	0,3

Таблица 7 - Предельно допустимые дозы облучения

Категория облучаемых лиц	Высшее облучение	
	бэр в неделю	бэр в год
Профессиональное облучение лиц, работающих непосредственно с ЭВМ	0,1	5

Помещения ВЦ, их размеры (площадь, объем) в первую очередь соответствуют количеству работающих и размещаемому в них комплексу технических средств. В них предусматриваются соответствующие параметры температуры, освещения, чистоты воздуха, обеспечивают изоляцию, от производственных шумов и т.п. Для обеспечения нормальных условий труда санитарные нормы СН 245-71 устанавливают на одного работающего, объем производственного помещения не менее 15м<sup>3</sup>, площадь помещения выгороженного стенами или глухими перегородками не менее 4,5м<sup>3</sup>.

Для эксплуатации ЭВМ следует предусматривать следующие помещения:

- машинный зал, помещение для размещения сервисной и периферийной аппаратуры, помещение для хранения запасных деталей, инструментов, приборов (ЗИП);
- помещения для размещения приточно-вытяжных вентиляторов;
- помещение для персонала;
- помещение для приема-выдачи информации.

Основные помещения ВЦ располагаются в непосредственной близости друг от друга. Их оборудуют общеобменной вентиляцией и искусственным освещением. К помещению машинного зала и хранения магнитных носителей информации предъявляются особые требования. Площадь машинного зала должна соответствовать площади необходимой по заводским техническим условиям данного типа ЭВМ.

Высота зала над технологическим полом до подвесного потолка должна быть 3,3-3,5м. Расстояние подвесным и основным потолками при этом должно быть 0,5-0,8м. Высоту подпольного пространства принимают равной 0,2-0,6м.

В ВЦ, как правило, применяется боковое естественное освещение. Рабочие комнаты и кабинеты должны иметь естественное освещение. В остальных помещениях допускается искусственное освещение.

В тех случаях, когда одного естественного освещения не хватает, устанавливается совмещенное освещение. При этом дополнительное искусственное освещение применяется не только в темное, но и в светлое время суток.

Искусственное освещение по характеру выполняемых задач делится на рабочее, аварийное, эвакуационное.

Рациональное цветовое оформление помещения направлено на улучшение санитарно-гигиенических условий труда, повышение его

производительности и безопасности. Окраска помещений ВЦ влияет на нервную систему человека, его настроение и в конечном счете на производительность труда. Основные производственные помещения целесообразно окрашивать в соответствии с цветом технических средств. Освещение помещения и оборудования должно быть мягким, без блеска.

Рациональная планировка помещения, размещения оборудования в ВЦ является важным фактором, позволяющим снизить шум при существующем оборудовании ЭВМ. При планировке ВЦ машинный зал и помещение для сервисной аппаратуры необходимо располагать вдали от шумящего и вибрирующего оборудования.

Снижение уровня шума, проникающего в производственное помещение извне, может быть достигнуто увеличением звукоизоляции ограждающих конструкций, уплотнением по периметру притворов окон, дверей.

Таким образом, для снижения шума создаваемого на рабочих местах внутренними источниками, а также шума, проникающего извне следует:

- ослабить шум самих источников (применение экранов, звукоизолирующих кожухов);
- снизить эффект суммарного воздействия отраженных звуковых волн (звукопоглощающие поверхности конструкций);
- применять рациональное расположение оборудования;
- использовать архитектурно-планировочные и технологические решения изоляций источников шума.

Данные требования описаны в санитарных нормах и правилах (СанПиН) для работников вычислительных центров от 22-05-95.

Искусственное освещение в помещениях эксплуатации ПЭВМ осуществляется системой общего равномерного освещения.

В производственных и административно-общественных помещениях, в случаях преимущественной работы с документами, разрешено применение системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300-500 лк, также допускается установка светильников местного освещения для подсветки документов, но с таким условием, чтобы оно не создавало бликов на поверхности экрана и не увеличивало освещенность экрана более чем на 300 лк.

В качестве источников света при искусственном освещении должны применяться преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ. При устройстве отраженного освещения в административно-общественных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп мощностью до 250 Вт. Допускается применение ламп накаливания в светильниках местного освещения.

Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочих мест,

параллельно линии зрения пользователя при рядном расположении ПЭВМ. При периметральном расположении компьютеров линии светильников должны располагаться локализовано над рабочим столом, ближе к его переднему краю, обращенному к оператору.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

#### 4.2. Расчет естественного освещения

Проведен расчет площади двухсторонних оконных проемов, необходимых для создания нормируемой освещенности условиях. В качестве светопропускающего материала используется одинарное листовое стекло в деревянных спаренных переплетах, вид несущих покрытий – железобетонные фермы.

Рассмотрим химическую лабораторию, с габаритами (L×B×H):30×15×5. Высота рабочей поверхности  $h_{р\text{пов}}=1$  м, высота окон  $h_0=3$  м, высота начала окон:  $h_{н.о.}=1,5$  м,  $H_{зд}=6$  м и расстояние до рядом стоящего здания:  $P=12$  м,  $\rho_{ср}=0,5$ .

##### Расчет площади световых проемов

Площадь боковых проемов при боковом освещении определяется из следующей формулы:

$$100 \cdot \frac{S_0}{S_n} = \frac{e_N \cdot K_3 \cdot \eta_0}{\tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{зд}, \quad (4.2.1)$$

где  $S_0$  – площадь световых проемов при боковом освещении, м<sup>2</sup>;

$S_n$  – площадь пола помещения, м<sup>2</sup>;

$e_N$  – нормируемое значение КЕО;

$K_3$  – коэффициент запаса;

$H_0$  – световая характеристика окон;

$\tau_0$  – общий коэффициент светопропускания;

$r_1$  – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего слоя, примыкающего к зданию;

$K_{зд}$  – коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями.

Определим площадь пола помещения:

$$S_n = L \cdot B \quad (4.2.2)$$

$$S_n = 30 \cdot 15 = 450 \text{ м}^2$$



Нормируемое значение КЕО,  $eN$ , для зданий располагаемых в различных районах следует определять по формуле:

$$eN = e_n \cdot mN,$$

где  $mN$  – коэффициент светового климата.

Учитывая заданный световой пояс, приняв ориентацию световых проемов на Запад и Восток, определим:

$$mN = 0,65$$

$e_n$  – значение КЕО.

Учитывая III разряд зрительных работ, найдем:

$$e_n = 1,2$$

Следовательно:

$$eN = 1,2 \cdot 0,65 = 0,78$$

Учитывая тип помещения, найдем коэффициент запаса:

$$K_3 = 1,2$$

Для определения световой характеристики,  $\eta_0$ , необходимо рассчитать

отношение длины помещения к его глубине  $\frac{L}{B/2}$ , и отношение ширины помещения к расчетной высоте  $\frac{B}{h_{\text{расч}}}$ .

$$\frac{L}{B/2} = \frac{30}{15/2} = 4 \text{ м}$$

Найдем  $h_{\text{расч}}$ :

$$H_{\text{расч}} = h_0 + h_{\text{н.о.}} - h_{\text{р.пов.}}$$

$$H_{\text{расч}} = 3 + 1,5 - 1 = 3,5 \text{ м}$$

$$\frac{B}{h_{\text{расч}}} = \frac{15}{3,5} = 4,28$$

Учитывая найденные отношения примем световую характеристику,  $\eta_0$ :

$$\eta_0 = 9$$

Общий коэффициент светопропускания,  $\tau_0$ , рассчитывают по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5, \quad (4.2.3)$$

где  $\tau_1$  – коэффициент светопропускания материала.

Так как в качестве светопропускающего материала используется одинарное листовое стекло, то:

$$\tau_1 = 0,9$$

$\tau_2$  – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема.  
 $\tau_2 = 0,7$

$\tau_3$  – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, при боковом освещении равен 0,8.

$\tau_4$  – коэффициент, учитывающий потери света в солнцезащитных устройствах. В данном расчете из-за недостаточности данных этот коэффициент не учитывается.

$\tau_5$  – коэффициент, учитывающий потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями, не учитывается.

Следовательно:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 = 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 0,504$$

Коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении, благодаря свету, отраженному от поверхности помещения и подстилающего слоя, примыкающего к зданию,  $r_1$ . Для этого следует учесть:

отношение ширины помещения к расчетной высоте

$$\frac{B}{h_{\text{расч}}} = 4,28;$$

отношение глубины помещения к ширине

$$\frac{l}{B} = 0,5;$$

отношение длины помещения к ширине

$$\frac{L}{B} = 2;$$

средневзвешенный коэффициент отражения потолка, стен и пола  $\rho_{\text{ср}} = 0,5$ .

$$r_1 = 1,15$$

Учитывая  $H_{\text{зд}} = 6$  м и  $P = 12$  м (расстояние до рядом стоящего здания) найдем коэффициент, учитывающий затемнение окон противостоящими зданиями,  $K_{\text{зд}}$ :

$$K_{\text{зд}} = 1,1$$

Зная значение всех параметров, рассчитаем площадь боковых проемов при естественном освещении по следующей формуле:

$$S_0 = \frac{S_n \cdot e_N \cdot K_3 \cdot \eta_0}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_1} \cdot K_{\text{зд}}$$
$$S_0 = \frac{450 \cdot 0,78 \cdot 1,2 \cdot 9}{100 \cdot 0,504 \cdot 1,15} \cdot 1,1 = 72 \text{ м}^2$$

В помещении типа конструкторское бюро с параметрами  $30 \times 15 \times 5$  для обеспечения нормированного значения КЕО,  $e_N = 0,78$ , при III характеристике зрительных работ требуется площадь световых проемов равная  $72 \text{ м}^2$ .

Т.к. площадь  $72 \text{ м}^2$  приходится на 2 стены, то на одну приходится  $36 \text{ м}^2$ . (12 метров окон вмещаются в 30 м)

### 4.3 Расчет освещенности на рабочем месте точечным методом

Определим расчетную высоту подвеса.

$$h_p = H - h_{\text{св}} - h_{\text{м.креп.}} - h_{\text{р.пов.}} \quad (4.2.4)$$

$$h_p = 3,5 - 1 = 2,5 \text{ м}$$

Принимаем нулевыми высоты свеса и крепления.

Общая схема светильников [2 x 4] представлена на рисунке 6.

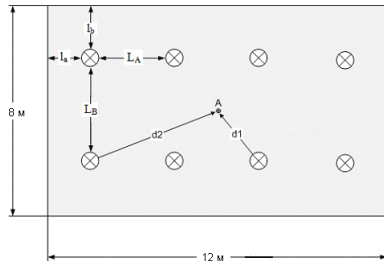


Рисунок 6 – Схема расположения светильников

Найдем расстояние между светильниками, учитывая  $\lambda = 1,2 \div 2,0$ .

$$L_A = \lambda \cdot h_p \quad (4.2.5)$$

$$L_B = \lambda \cdot h_p \quad (4.2.6)$$

$$l_a = (0,4 \div 0,5) \cdot L_A \quad (4.2.7)$$

$$l_b = (0,4 \div 0,5) \cdot L_B \quad (4.2.8)$$

Учитывая формулу (4.2.8), получаем, что для нахождения расстояния между светильниками  $L_A$ , нужно длину помещения разделить на 4:

$$L_A = 12/4 = 3 \text{ (м)}.$$

Проверим условие коэффициента  $\lambda = 1,2 \div 2,0$ :

$$\lambda = 3/2,5 = 1,2,$$

что удовлетворяет.

Учитывая формулу, получаем, что для нахождения расстояния между светильниками  $L_B$ , нужно ширину помещения разделить на 3:

$$L_B = 8/2 = 4 \text{ (м)}.$$

Проверим условие коэффициента  $\lambda = 1,2 \div 2,0$ :

$$\lambda = 4/2,5 = 1,6,$$

что удовлетворяет.

Для расчета намечаем контрольную точку А. Необходимо найти  $d_1$ ,  $d_2$  – проекции расстояния на потолок между точкой А и соответствующим светильником.

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{L_A}{2}\right)^2 + \left(\frac{L_B}{2}\right)^2} \quad (4.2.9)$$

$$d_1 = \sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2 + \left(\frac{4}{2}\right)^2} = \sqrt{6,25} = 2,5 \text{ м}$$

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{3 \cdot L_A}{2}\right)^2 + \left(\frac{L_B}{2}\right)^2} \quad (4.2.10)$$

$$d_2 = \sqrt{\left(\frac{9}{2}\right)^2 + \left(\frac{4}{2}\right)^2} = \sqrt{24,25} = 4,92 \text{ м}$$

Далее определяем угол между высотой потолка и соответствующим отрезком d:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = [d_1 / h_p] \quad (4.2.11)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = [2,5/2,5] = 1 \rightarrow \alpha_1 = 45^\circ;$$

$$\cos^3 \alpha_1 = (0,707)^3 = 0,354;$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = [d_2 / h_p] \quad (4.2.12)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = [4,92/2,5] = 1,968 \rightarrow \alpha_2 = 63^\circ;$$

$$\cos^3 \alpha_2 = (0,454)^3 = 0,094;$$

По этому углу находим силу света от каждого источника:

$I_1=84$  кд (при  $\alpha = 45^\circ$ );  $I_2 = 47,8$  кд (при  $\alpha = 63^\circ$ ).

Освещенность помещения относительно контрольной точки от каждого источника:

$$E_1 = \frac{I_1 \cos^3 \alpha_1}{h_p^2} \quad (4.2.13)$$

$$E_1 = \frac{84 \cdot 0,354}{6,25} = 4,76 \text{ лк};$$

$$E_2 = \frac{I_2 \cos^3 \alpha_2}{h_p^2} \quad (4.2.14)$$

$$E_2 = \frac{47,8 \cdot 0,094}{6,25} = 0,71 \text{ лк};$$

Суммарная освещенность:

$$E = \frac{\mu \cdot F}{1000 \cdot K_3} \cdot \sum_{i=1}^8 E_i, \quad (4.2.15)$$

где  $\mu$  – коэффициент, учитывающий действие «удаленных» светильников (1,1 ÷ 1,2).

$$E = \frac{1,1 \cdot 3120}{1000 \cdot 1,8} \cdot (4,76 \cdot 4 + 0,71 \cdot 4) = 41,72 \text{ лк}$$

Освещенность на рабочем месте считается недостаточной, поэтому необходимо производить реконструкцию системы освещения производственного помещения.

В части безопасности жизнедеятельности рассмотрено состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники.

Пожары в ВЦ представляют особую опасность, так как сопряжены с большими материальными потерями. Характерная особенность ВЦ – небольшие площади помещений. Как известно пожар может возникнуть при взаимодействии горючих веществ, окисления и источников зажигания. В помещениях ВЦ присутствуют все три основных фактора, необходимые для возникновения пожара.

Горючими компонентами на ВЦ являются: строительные материалы для акустической и эстетической отделки помещений, перегородки, двери, полы, перфокарты и перфоленты, изоляция кабелей и др.

Противопожарная защита – это комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности людей, на предотвращение пожара, ограничение его распространения, а также на создание условий для успешного тушения пожара.

Источниками зажигания в ВЦ могут быть электронные схемы от ЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать загорания горючих материалов.

В современных ЭВМ очень высокая плотность размещения элементов электронных схем. В непосредственной близости друг от друга располагаются соединительные провода, кабели. При протекании по ним электрического тока выделяется значительное количество теплоты. При этом возможно оплавление изоляции. Для отвода избыточной теплоты от ЭВМ служат системы вентиляции и кондиционирования воздуха. При постоянном действии эти системы представляют собой дополнительную пожарную опасность.

Энергоснабжение ВЦ осуществляется от трансформаторной станции и двигатель-генераторных агрегатов. На трансформаторных подстанциях особую опасность представляют трансформаторы с масляным охлаждением. В связи с этим предпочтение следует отдавать сухим трансформатором.

Пожарная опасность двигатель-генераторных агрегатов обусловлена возможностью коротких замыканий, перегрузки, электрического искрения. Для безопасной работы необходим правильный расчет и выбор аппаратов защиты. При поведении обслуживающих, ремонтных и профилактических работ используются различные смазочные вещества, легковоспламеняющиеся

жидкости, прокладываются временные электропроводники, ведут пайку и чистку отдельных узлов. Возникает дополнительная пожарная опасность, требующая дополнительных мер пожарной защиты. В частности, при работе с паяльником следует использовать несгораемую подставку с несложными приспособлениями для уменьшения потребляемой мощности в нерабочем состоянии.

Для большинства помещений ВЦ установлена категория пожарной опасности В.

Одной из наиболее важных задач пожарной защиты является защита строительных помещений от разрушений и обеспечение их достаточной прочности в условиях воздействия высоких температур при пожаре. Учитывая высокую стоимость электронного оборудования ВЦ, а также категорию его пожарной опасности, здания для ВЦ и части здания другого назначения, в которых предусмотрено размещение ЭВМ должны быть 1 и 2 степени огнестойкости.

Для изготовления строительных конструкций используются, как правило, кирпич, железобетон, стекло, металл и другие негорючие материалы. Применение дерева должно быть ограничено, а в случае использования необходимо пропитывать его огнезащитными составами. В ВЦ противопожарные преграды в виде перегородок из несгораемых материалов устанавливаются между машинными залами.

К средствам тушения пожара, предназначенных для локализации небольших загораний, относятся пожарные стволы, внутренние пожарные водопроводы, огнетушители, сухой песок, асбестовые одеяла и т.п.

В зданиях ВЦ пожарные краны устанавливаются в коридорах, на площадках лестничных клеток и входов. Вода используется для тушения пожаров в помещениях программистов, библиотеках, вспомогательных и служебных помещениях. Применение воды в машинных залах ЭВМ, хранилищах носителей информации, помещениях контрольно-измерительных приборов ввиду опасности повреждения или полного выхода из строя дорогостоящего оборудования возможно в исключительных случаях, когда пожар принимает угрожающе крупные размеры. При этом количество воды минимально, а устройства ЭВМ защищены от попадания воды, накрывая их брезентом или полотном.

Для тушения пожаров на начальных стадиях широко применяются огнетушители. По виду используемого огнетушащего вещества огнетушители подразделяются на следующие основные группы.

Пенные огнетушители, применяются для тушения горящих жидкостей, различных материалов, конструктивных элементов и оборудования, кроме электрооборудования, находящегося под напряжением.

Газовые огнетушители применяются для тушения жидких и твердых веществ, а также электроустановок, находящихся под напряжением.

В производственных помещениях ВЦ применяются главным образом углекислотные огнетушители, достоинством которых является высокая

эффективность тушения пожара, сохранность электронного оборудования, диэлектрические свойства углекислого газа, что позволяет использовать эти огнетушители даже в том случае, когда не удастся обесточить электроустановку сразу.

Объекты ВЦ кроме АПС необходимо оборудовать установками стационарного автоматического пожаротушения. Наиболее целесообразно применять в ВЦ установки газового тушения пожара, действие которых основано на быстром заполнении помещения огнетушащим газовым веществом с резким сжижением содержания в воздухе кислорода.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности: в рассматриваемом помещении находятся применяемые в работе компьютеры, принтеры, сканеры, бесперебойные источники питания, а также бытовой музыкальный центр, которые могут быть причиной поражения людей электрическим током. Хотя во всех этих приборах применены современные меры защиты, все же проводится постоянный контроль со стороны электроотдела в отношении состояния электропроводки, выключателей, штепсельных розеток и шнуров, с помощью которых включаются в сеть электроприборы.

## 5. Экономическая часть

### 5.1 Показатели финансово-экономической эффективности инвестиций

В качестве основных показателей и критериев финансово-экономической эффективности инвестиций в условиях рыночных отношений использованы

– простые показатели:

- простая норма прибыли - простая норма рентабельности инвестиций; сравнение расчетной величины с минимальным или средним уровнем доходности (процентной ставки по кредитам, облигациям, ценным бумагам, депозитным вкладам) приводит к заключению о целесообразности дальнейшего анализа данного проекта;

- простой срок окупаемости капитальных вложений; представляет собой период времени, в течении которого сумма чистых доходов покрывает инвестиции, определяет период в течении которого объект будет работать на "себя", т.е. получаемый объем чистого дохода засчитывается как возврат первоначально инвестированного капитала;

- срок предельно-возможного полного возврата банковских кредитов и процентов по ним; определяет период в течении которого полностью возвращаются банковские ссуды за счет дохода от реализации продукции (определяется при наличии заемного капитала).

– интегральные показатели:

- чистый дисконтированный доход; расчет этого показателя производится дисконтированием чистого потока платежей (чистого дохода); критерием финансовой эффективности инвестиций в сооружение объекта является условие:  $\Delta_d > 0$ , тогда доходность инвестиций превышает величину среднего норматива дисконтирования (или средней стоимости капитала);

- внутренняя норма доходности; определяется значением нормы дисконтирования, при котором чистый дисконтированный доход становится равным нулю; критерием эффективности инвестиций в сооружение проектируемого объекта служит условие превышения внутренней нормы доходности над средней величиной норматива дисконтирования:  $E_{Вн} > E_{ср}$ ;

- срок окупаемости дисконтированных затрат; характеризует период, в течение которого полностью возмещаются дисконтированные капитальные вложения за счет чистого дохода, получаемого при эксплуатации объекта; критерием экономической эффективности инвестиций в сооружение объекта служит выражение  $T_{ок} < T_p$ .

Для инвестиционных проектов принята система оценочных критериев, которые позволяют определить его эффективность, выбрать из нескольких инвестиционных проектов наиболее приемлемый с точки зрения инвестора, определить отдачу денежных потоков, выбрать наиболее рациональную цену капитала, а так же решить ряд других задач.

Система критериев характеризуется следующими особенностями:



– Инвестиции и денежные потоки должны быть сопоставимыми как во времени инвестиционного проекта, так и по месту их реализации. Минимальный период оценки один год.

– В систему входят несколько методов оценки. Каждый проект должен оцениваться по всему набору методов оценки.

– Сопоставимость денежных показателей необходима:

- а) при инфляции;
- б) при существовании различных инвесторов;
- в) при одновременности инвестиций и созданных в период реализации инвестиционного проекта денежных потоков;
- г) при реализации инвестиционного проекта в разные промежутки времени:

В инвестиционной практике денежные потоки могут быть либо в виде чистых оттоков, либо в виде чистых притоков.

Чистый отток - это превышение различных видов расходов над различными видами доходов, имеют знак "-"

Чистый приток - это превышение различных видов доходов над различными видами расходов, имеют знак "+"

Расчеты эффективности обычно базируются на нулевом или первом году реализации инвестиционного проекта. Величины инвестиций и денежных потоков рассматриваются как годовые величины.

Система оценок делится на две группы:

1 Дисконтированные оценки или временные оценки. Они включают в себя:

- 1) ЧПС (NPV) - чистая приведенная стоимость (чистый приведенный эффект, чистый приведенный доход, чистая приведенная прибыль);
- 2) ИРИ (PI) - индекс рентабельности инвестиций;
- 3) ВНП(IRR) - внутренняя норма прибыли(внутренняя норма доходности. Норма окупаемости);
- 4) МВНП (MIRR) - модифицированная норма прибыли
- 5) ДСОИ(DPP) - дисконтированный срок окупаемости инвестиций;

2 Простые оценки:

- 6) СОИ(PP) - срок окупаемости инвестиций;
- 7) КЭИ(ARR) - коэффициент эффективности инвестиций.

Необходимость использования всех методов оценки вызвана тем, что оценки по различным методам могут иметь противоречивый характер. Сравнивая оценки инвестиций по различным методам аналитик делает выводы о приемлемости того или иного проекта.

ЧПС (NPV) "Чистая приведенная стоимость"

Этот метод основан на сопоставлении дисконтированных денежных потоков с инвестициями. При этом ЧПС(NPV) может использоваться в двух вариантах:

$$\text{ЧПС} = \sum_{t=1}^n \text{FV}_t / (1+rt)^n - I_c, \quad (5.1.1)$$

где  $FV_t$  - будущая стоимость (ценность) денег или возвратная стоимость;  
 $r_t$  - темп прироста - ставка - банковская процентная ставка;  
 $n$  - количество лет;  
 $I_c$  - инвестиции.  
 $FV_t = PV_t (1+rt)^n$ , где:  
 $PV_t$  - сегодняшняя (текущая) стоимость денег (ценностей)

$$\text{ЧПС} = \sum_{t=1}^n FV_t / (1+rt)^n - \sum_{t=1}^n I_{c_t} / (1+rt)^n \quad (5.1.2)$$

Лучшим инвестиционным проектом, по данному методу, будет считаться тот у которого:

$\text{ЧПС}(\text{NPV}) > 0$  и по максимальной его величине, следовательно фирма получает дополнительную рыночную стоимость.

$\text{ЧПС}(\text{NPV}) = 0$ , то аналитик обязан провести дополнительные исследования по рассматриваемым проектам с учетом выплачиваемых налогов.

$\text{ЧПС}(\text{NPV}) < 0$ , то проект отвергается, т.к. рыночная стоимость имущества уменьшается.

ВНП (IRR) "Внутренняя норма прибыли"

Внутренняя норма прибыли равна показателю цены капитала или  $\text{ЧПС} = 0$ .

Для определения цены капитала:

- 1) аналитически выполняется несколько расчетов с тем чтобы довести  $\text{ЧПС} = 0$ , изменяя при этом  $r_t$ ;
- 2) рассчитывается по формуле:

$$\text{ВНП}(\text{IRR}) = r_1 * ( [\text{ЧПС}_1^+ + (r_2 - r_1)] / [\text{ЧПС}_1^+] + [\text{ЧПС}_2^-] ) \quad (5.1.3)$$

где  $\text{ЧПС}_1^+$  - ЧПС при расчете капитала (процентной ставки)  $r_1$   
 $\text{ЧПС}_2^-$  - ЧПС при расчете капитала (процентной ставки)  $r_2$   
 $r_1$  - цена капитала (процентная ставка) при которой ЧПС минимально превышает 0  
 $r_2$  - цена капитала (процентная ставка) при которой ЧПС минимально меньше 0

Оценка ВНП(IRR) имеет следующие свойства:

- 1) не зависит от вида денежного потока;
- 2) не линейная форма зависимости;
- 3) представляет собой убывающую функцию;
- 4) не обладает свойством адетивности;
- 5) позволяет предположить ожидать ли максимальную прибыль (норму доходности).

СОИ (PP) "Срок окупаемости инвестиций"

Это простой метод рассчитывается по формуле:

$$PP = I_c / CF \quad (5.1.4)$$

где  $I_c$  – инвестиции

$CF$  – денежный поток

Недостатки метода СОИ (PP):

- 1) не учитывает влияние денежных притоков последних лет;
- 2) не делает различия между накопленными денежными потоками и их распределением по годам;
- 3) не обладает свойством аддитивности.

Преимущества данного метода:

- 1) прост для расчетов;
- 2) способствует расчетам ликвидности предприятия, т.е. окупаемости инвестиций;
- 3) показывает степень рискованности того или иного инвестиционного проекта, чем меньше срок окупаемости тем меньше риск и наоборот.

Индекс рентабельности (PI)

Индекс рентабельности – это отношение суммарного дисконтированного дохода к суммарным дисконтированным затратам. Если инвестиции осуществлены разовым вложением, то данный показатель рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} \div K_0 \quad (5.1.5)$$

Если инвестиции представляют собой некоторый поток, распределенный во времени, то индекс рентабельности рассчитывается по следующей формуле:

$$PI = \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{(1+r)^i} \div \frac{K_i}{(1+r)^i} \quad (5.1.6)$$

Очевидно, что если:

$PI > 1$ , то проект следует принять;

$PI < 1$ , то проект следует отвергнуть;

$PI = 1$ , проект ни прибыльный, ни убыточный.

В отличие от чистого дисконтированного дохода индекс рентабельности является относительным показателем. Благодаря этому он очень удобен при выборе одного проекта из ряда альтернативных, имеющих примерно одинаковые значения NPV, либо при комплектовании портфеля инвестиций с максимальным суммарным значением NPV.

Т а б л и ц а 8 – Показатели финансово-экономической эффективности инвестиций

Годы	CF	R, 15%	PV	NPV
0	-1000000	1	-1000000	
1	200000	0,909091	181818,2	-818182
2	200000	0,826446	165289,3	-652893
3	200000	0,751315	150263	-502630
4	200000	0,683013	136602,7	-366027
5	200000	0,620921	124184,3	-241843
6	200000	0,564474	112894,8	-128948
7	200000	0,513158	102631,6	-26316,2
8	200000	0,466507	93301,48	66985,24
9	200000	0,424098	84819,52	151804,8
10	200000	0,385543	77108,66	228913,4
11	200000	0,350494	70098,78	299012,2
12	200000	0,318631	63726,16	362738,4
13	200000	0,289664	57932,88	420671,2
14	200000	0,263331	52666,25	473337,5
15	200000	0,239392	47878,41	521215,9
16	200000	0,217629	43525,83	564741,7
17	200000	0,197845	39568,93	604310,7
18	200000	0,179859	35971,76	640282,4
19	200000	0,163508	32701,6	672984
20	200000	0,148644	29728,73	702712,7
NPV	702712,7			
PI	1,194258			
IRR	1,702713			

Применение в технологии промывки шерсти различных моющих препаратов обусловило образование двух видов сточных вод, резко отличающихся по составу: мыльно-содовые и сточные воды, содержащие СПАВ, в частности, сульфанол НП-3. Это обстоятельство вызвало необходимость в разработке специальных методов очистки этих вод.

На основании вышеизложенного сделали основные выводы по способам достижения более приемлемых показателей финансово-экономической эффективности инвестиций в объект.

## Закключение

В результате проведенных исследований установлена техническая возможность и целесообразность применения электрореагентной коагуляции для мыльно-содовых шерстомойных сточных вод с инертными электродными парами ОРТА-нержавеющая сталь и растворимыми электродными парами алюминий-алюминий.

Теоретически и экспериментально исследованы процессы коагуляции ШСВ ЭРК с применением алюминиевых электродов. При этом в электродной паре А1-А1 в процессе ЭРК установлено, что эффективное коагулирование воды достигалось с  $q = 20$  Кл/дм<sup>2</sup>, дозе химического коагулянта  $Al_2(SO_4)_3$  равной  $0,5D_p$  и  $i = 5$  А/м<sup>2</sup>. Анодный выход алюминия составил 90-98%.

Для мыльно-содовых ШСВ, предварительно подвергшихся обработке электрореагентной коагуляцией в оптимальном режиме с инертными электродами, построен график кинетики осаждения ШСВ, определен показатель степени  $n$ , равный  $0,29$ , определена корреляция между эффектами осветления ШСВ по взвешенным веществам и ХПК.

Применение в технологии промывки шерсти различных моющих препаратов обусловило образование двух видов сточных вод, резко отличающихся по составу: мыльно-содовые и сточные воды, содержащие СПАВ, в частности, сульфанол НП-3. Это обстоятельство вызвало необходимость в разработке специальных методов очистки этих вод.

На основании вышеизложенного сделали основные выводы по способам достижения более приемлемых показателей финансово-экономической эффективности инвестиций в объект.

## Список использованных источников

- [1] Абдимуратов Ж. С., Манабаева С. Е. «Безопасность жизнедеятельности.» Методическое указание к выполнению раздела. «Расчет производственного освещения» к выпускным работам для всех специальностей, Алматы: АИЭС, 2009-20 с.
- [2] Концепция экологической безопасности Республики Казахстан. 3.12.2003.
- [3] Рогачев Н.В. Неко торые вопросы первичной обработки шерсти. - М.: Легкая индустрия, 1980. - 184 с.
- [4] Рогачев Н.В., Федоров В.А. Первичная обработка шерсти. - М., 1967.
- [5] Рогачев Н.В. Расчет режима противотока и методы его контроля при промывке шерсти // Текстильная промышленность. - 1966. № 3.-С. 77-82.
- [6] Жумартов Е.Б., Аль-Шабли А.К., Токсабаева Г.А., Хисарова Л.Ц. Новая технологическая схема обработки шерстомойных сточных вод // Использование географических информационных систем и симуляционных моделей для исследования и принятия решений в бассейнах рек Центральной Азии: международная конференция. - Ташкент, 2004.
- [7] Гусев В.В. Сырье для шерстяных и нетканых изделий и первичная обработка шерсти. -М., 1977.
- [8] Денискина Л.Е. Исследование процесса промывки шерсти смесью анионоактивных и неионогенных моющих веществ. - М., 1974.
- [9] Воронов Ю.В., Яковлев С.В., Водоотведение и очистка сточных вод.-М: Издательство Ассоциации строительных вузов 2007-703 с.
- [10] Пугачев Е.А., Шеховцов И.М. Эффективное повторное и обратное использование сточных вод в промышленности. М.: МИСИ, 1982. -С. 104.
- [11] Пугачев Е.А. Методы и средства защиты окружающей природной среды в легкой промышленности. - М.: Легпромбытиздат, 1988. - С. 239.
- [12] Пугачев Е.А., Викулин П.Д. Исследование влияния рециркуляционной промывки шерсти на технологические параметры // Текстильная промышленность: реф. сб. 1982. № 5. - С. 4.
- [13] Пугачев Е.А., Шехавцов И.М. Очистка сточных вод предприятий ПОШ. - М., 1986.
- [14] Скирдов И.В., Швецов В.И. и др. Оптимальная схема очистки высококонцентрированных сточных вод фабрик ПОШ // Труды института ВНИИ ВОДГЕО. - Вып. 64. - 1977.
- [15] Ласков Ю.М., Пугачев Е.А., Давлятмиров Д. Процессы и аппараты для очистки шерстомойных вод // Строительство и архитектура: Изв. вузов. № 2. - Новосибирск, 1977.
- [16] Вейцер Ю.И. Физико-химический способ очистки городских сточных вод с применением различных реагентов // Водоснабжение и санитарная техника. - 1978. № 6.