

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ТУРКМЕНИСТАНА
МЕЖДУНАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА**

Кафедра «Промышленной экологии»

**НАПРАВЛЕНИЕ: ОХРАНА И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ВОДНО-ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ**

**ТЕМА: ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД РУХАБАДСКОЙ ФАБРИКИ
ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ ШЕРСТИ И ЭФФЕКТИВНОЕ
УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

Выполнила Л. Ёлдашева, студентка 4-го курса специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов под научным руководством Г.Х.Ахмедяровой, старшего преподавателя кафедры «Промышленная экология».

Ашгабат – 2015

Содержание

	Содержание	2
	Аннотация	3
	Введение	5
I	Технология первичной переработки шерсти	8
1.1	Технологический процесс промывки и сушки шерсти	9
1.2	Моечно-сушильный агрегат	14
1.3	Оценка влияния фабрики первичной обработки шерсти на окружающую среду	17
1.4	Объемы и состав сточных вод производства	19
II	Методы очистки сточных вод шерстомойной фабрики	24
2.1	Извлечение шерстного жира из сточных вод	25
2.2	Очистка сточных вод термическим методом	27
2.3	Химический метод очистки сточных вод	29
2.4	Очистка сточных вод биохимическим методом	30
2.5	Стабилизация осадков сточных вод и избытка активного ила в анаэробных условиях	34
III	Экспериментальная часть	36
3.1	Методики проведения анализов сточных вод	37
	Отбор проб и проведение анализов сточных вод.	
3.2	Сравнительный анализ результатов проведенных исследований	45
3.3	Исследование эффективности биохимической очистки сточных вод шерстомойной фабрики	54
3.4	Влияние различных факторов среды на процесс биохимической очистки сточных вод	55
IV	Технологическая часть	60
4.1	Разработка технологической схемы очистки сточных вод и переработки сырых осадков	60
	Выводы	66
	Использованная литература	69

Аннотация

Исследовательская работа на тему «Очистка сточных вод Рухабадской фабрики первичной обработки шерсти и эффективное управление водными ресурсами» посвящена комплексному решению актуальных проблем рационального использования водных ресурсов на производстве, переработке и вторичному использованию ценных компонентов сточных вод, охране и рекультивации земельных ресурсов. В предлагаемой работе были изучены биотехнологические процессы переработки сырого осадка сточных вод и дана оценка эффективности их применения.

В результате проведенных исследований на Рухабадской фабрике первичной обработки шерсти были установлены основные источники сточных вод, объемы их образования и химический состав, проведен сравнительный анализ различных методов очистки, используемых для характерных сточных вод. В работе разработан метод биотехнологической очистки сточных вод, а также переработки сырого осадка и предложена его технологическая схема.

Автором были установлены условия проведения биотехнологического процесса, позволяющие в результате очистки сточных вод и переработки осадков получить вторичные ресурсы, такие как шёрстный жир, биотопливо, удобрение и очищенную вод. Таким образом, применение данного метода позволит эффективно управлять водными ресурсами, получить ценные вторичные ресурсы, а также снизить нагрузку на окружающую среду.

Результаты исследовательской работы имеют большое значение для уменьшения объемов отходов производства, а также получения газа, электрической энергии и тепла, необходимых для производственных и бытовых нужд. Предлагаемый способ позволяет наряду с получением биотоплива синтезировать универсальное органо-минеральное удобрение, который в условиях Туркменистана может использоваться для рекультивации земель.

Результаты исследования могут быть использованы для решения вопросов в области управления водными ресурсами для различных промышленных предприятий текстильной, кожевенной, пищевой, гидролизной и целлюлозно-бумажной промышленности. Комплексное использование природных и материальных ресурсов, максимальное устранение потерь, вовлечение в хозяйственный оборот вторичных ресурсов является насущным требованием времени, основой для создания ресурсосберегающей технологии любого производства.

Введение

В ходе летней ознакомительной практики, предусмотренной учебным планом для студентов третьего курса, в результате посещения различных промышленных объектов и изучения их влияния на состояние окружающей среды была выявлена серьезная проблема, связанная с нерациональным использованием водных ресурсов на Рухабадской фабрике первичной обработки шерсти. На этом предприятии производится сброс сточных вод после их предварительного отстаивания прямо в городскую канализацию. В результате отстаивания сточных вод образуется огромное количество сырого осадка бурого цвета с неприятным запахом, который после усушки в естественных условиях вывозится на городскую свалку. При этом теряются ценные компоненты, ухудшается состояние окружающей среды.

Как показало обследование системы канализации Рухабадской фабрики первичной обработки шерсти, совместное отведение стоков нарушает нормальную работу канализационной сети и осложняет ее эксплуатацию. Присутствие в общем стоке сточных вод огромного количества жировых компонентов и взвешенных веществ приводит к значительным отложениям осадка в трубах и уменьшению их рабочего сечения. На фабрике до сих пор нет современных очистных сооружений и даже установок для добычи шерстного жира. Администрация фабрики сожалеет о сложившейся ситуации, выражает искреннее желание способствовать решению проблемы и приглашает к сотрудничеству по данному вопросу инженеров-экологов. Решение данной проблемы имеет большой практический и научный интерес.

В связи со сложившейся ситуацией основным объектом моего исследования будет представлять Рухабадская фабрика первичной обработки шерсти. На производстве давно назрела необходимость разработки комплексного метода очистки сточных вод, извлечения ценных для народного хозяйства компонентов, а также создания замкнутой системы водопользования.

Как решить проблему эффективного управления водными ресурсами на производстве? Проблема очистки производственных сточных вод становится все более актуальной в связи с ограниченностью возможностей (а иногда и экологического вреда) применения для этих целей механических и физико-химических способов очистки. Сточные воды предприятий легкой промышленности очищать в соответствии с требованиями, предъявляемыми к сточным водам, сбрасываемым в открытые водоемы, практически невозможно, в силу высокой биологической активности различных текстильно-вспомогательных веществ даже при их микроконцентрации в воде. Идея локальной предочистки с последующим сбросом в систему водоотведения города и доочисткой на городских очистных сооружениях устарела как с точки зрения эффективного использования воды в промышленности, так и с точки зрения устойчивых и высоких качественных показателей работы сооружений городской канализации.

Учитывая ценность извлекаемого шерстного жира, а также сложность его извлечения при смешивании сточных вод предприятий первичной обработки шерсти с другими по составу стоками, было бы целесообразно иметь на каждом предприятии собственные очистные сооружения и установки для сепарирования шерстного жира.

В связи с этим целью данной исследовательской работы является поиск, разработка оптимального комплексного метода очистки сточных вод Рухабадской фабрики первичной обработки шерсти и создание безотходного производства как результат эффективного управления водно-сырьевыми ресурсами. Для реализации поставленной цели необходимо будет решить следующие задачи:

- оценить ситуацию, связанную с образованием сточных вод на производстве, а именно изучить особенности технологического процесса, установить динамику образования объемов и химический состав сточных вод, факторы, влияющие на его изменение, выявить связь используемых

химических реагентов для мойки шерсти и основных загрязнителей сточных вод предприятия;

- проанализировать литературные данные и накопленный мировой опыт по методам очистки сточных вод предприятий первичной обработки шерсти и их комплексному использованию;

- провести лабораторные анализы по определению физико-химических и биохимических показателей сточных вод, установить динамику изменения этих показателей во времени (в зависимости от сезона сбора шерсти);

- провести лабораторные эксперименты по очистке сточных вод при различных режимах и условиях модельных опытов, определить оптимальные условия проведения процесса;

- изучить процессы флотационного извлечения шерстного жира, аэробной очистки сточных вод, определить степень ее очистки для целей повторного использования воды на технические нужды производства;

- разработать экономически и экологически эффективную технологию очистки сточных вод фабрики на основе полученных результатов экспериментального исследования.

- разработать практические рекомендации по использованию данного метода для решения проблемы эффективного управления водными ресурсами на производстве.

I Технология первичной обработки шерсти

Современная фабрика первичной обработки шерсти является предприятием с высокой степенью механизации трудоемких работ и автоматизации технологических процессов. Фабрики первичной обработки шерсти принимают немытую шерсть от овцеводческих хозяйств и заготовительных организаций по количеству и качеству, складировывают полученную шерсть, сортируют, промывают и упаковывают мытую шерсть для ее отгрузки шерстеобрабатывающим предприятиям.



Рисунок №1. Цеха фабрики первичной переработки шерсти.

Рациональное расположение цехов обеспечивает правильный технологический поток и создает все необходимые предпосылки для механизации транспортировки продукции по переходам. Исходя из того, что один шерстомойный агрегат в состоянии промыть 20-25 тонн немытой шерсти в сутки, фабрика первичной обработки шерсти в течение года перерабатывает десятки тысяч тонн шерсти. Выгрузка такого количества сырья из железнодорожных вагонов и с автомашин, складирование и последующая транспортировка от перехода к переходу вплоть до погрузки мытой шерсти в вагоны требует огромных затрат труда. Особые трудности возникают на фабриках в период приемки шерстяного сырья от заготовительных контор, когда в течение трех месяцев (май, июнь, июль) принимается почти 80% годового поступления сырья.

1.1 Технологический процесс промывки и сушки шерсти

В зависимости от природных и экономических условий, а также этнических и других особенностей в странах мира разводят более 600 пород и генетически обособленных групп овец различного направления продуктивности. В экономически развитых странах преобладают овцы культурных пород, главная продукция которых - тонкая или полутонкая шерсть и высококачественная баранина. В других странах преимущественное распространение имеют грубошерстные породы овец. Овцы разных пород той или иной степени различаются между собой по продуктивно-биологическим качествам, таким как уровень шерстной и мясной продуктивности, телосложение и величина животных. С учетом этих особенностей породы овец делят на тонкорунные, полутонкорунные и грубошерстные группы (Ерохин А.И., Мирзабеков С.Ш., 2005).



Рисунок №2. Отары овец, разводимые для получения шерсти.

Шерсть, состриженная с овец, содержит большое количество различных примесей. К ним относятся выделения кожи животных (шерстный жир), пот, минеральные загрязнения (пыль, песок, земля), растительный сор (репей, солома, трава). Количество загрязнений в шерсти зависит от окружающей среды, климатических, почвенных условий, режима кормления и содержания овец, породы, пола и возраста животного. Общее количество примесей в мериносовой шерсти достигает 60-70% от массы невымытой шерсти, в шерсти полугрубошерстных и помесных овец-50-60%, а в грубой шерсти-20-30%.

Минеральные загрязнители шерсти состоят из частиц кварца, песка размером 0,001-1,5 мм и более.



Рисунок №3. Шерсть, поступающая на фабрику.

При отстаивании невымытой шерсти в холодной воде вымывается шерстный пот, а вымывающий раствор дает щелочную активность среды с рН равной 8 – 9. Пот в основном состоит из неорганических кислот (с избытком карбонатов калия) и небольшого количества органических соединений. По данным литературных источников химический состав шерстного пота нижеследующий (%):

Карбонаты калия	78,5-86,8
Хлориды калия	2,8-5,7
Сульфаты калия	2,8-6,2
Сульфат натрия	4,6
Другие соли	4,2-5,0
Органическая часть	3,0

Органическую часть пота составляют летучие кислоты, такие как муравьиная, уксусная, валериановая и другие; дикарбоновые кислоты – яблочная, молочная, масляная; аммонийные кислоты – глицин, тирозин, аспарагиновая и другие кислоты.

Минеральные загрязнители шерсти включают в себя частицы кварца, глины и почвы размером более 0,001-1,5 мм. В процессе мойки шерсти под действием щелочных растворов из почвенных частиц гумуса образуются гуминовые кислоты, дающие устойчивую окраску.

В процессе сортировки еще до мойки шерсти теряется до 3-3,5 % минеральных загрязнителей. В невытой шерсти содержится около 0,3-3 % растительных примесей, часть из них удаляется при сортировке и мойке. Трудно удаляемые растительные примеси выводятся в процессе карбонизации.

Промывка шерсти является важным технологическим этапом. Для качественного проведения работы основные требования предъявляются к *воде и моющим средствам*. Качество воды имеет большое значение при промывке шерсти. Содержание в воде солей кальция и магния определяет степень жесткости воды. Жесткость воды оказывает отрицательное влияние на процесс промывки шерсти мылами. Поэтому для смягчения воды используют специальные водоумягчительные установки. Технологические требования к качеству воды для мытья шерсти представлены в таблице №1:

Технологические требования к качеству воды для мытья шерсти

Таблица №1

1	Прозрачность, см	не менее 25
2	Цветность, град. платиново-кобальтовая шкала	не менее 25
3	Жесткость теплой воды, мг-экв/л	1,5
4	Жесткость холодной воды, мг-экв/л	5
5	Содержание железа, мг/л	Не более 0,1
6	pH	7-8,5

В настоящее время для промывки шерсти используют синтетические моющие средства. Для промывки шерсти используют такие моющие вещества, как сульфонол, сульфонат, превоцелл и многие другие. Новые моющие вещества не требуют умягчения воды. Синтетические моющие средства позволяют промывать шерсть в слабощелочной, нейтральной и кислой среде, сохраняя все ценные физико-механические свойства шерсти. Добавление поваренной соли активизирует и облегчает процесс удаления загрязнений с волокон шерсти, снижает расход синтетических моющих веществ. Потребление моющих средств, их концентрация в барках,

температура и активность реакции раствора определяется по степени загрязненности шерсти. Во второй таблице представлены параметры мойки шерсти мыльно-содовым раствором.

Для мойки 1 тонны шерсти требуется 24 кг мыла и 40 кг соды. Мойка такого же количества шерсти с использованием поверхностно-активных веществ потребует 14кг сульфанатной смеси и 14кг цинтанола DC-10 или привоцела W-NO.

Параметры мойки шерсти различными моющими средствами

Таблица №2

Параметр	Барка				
	1	2	3	4	5
Температура, °С	46-48	49-50	49-50	49-50	38-50
Мыло, г/л	0,9	1	1,2	1,4	-
Сода, г/л	2	2	1,2	0,5	-
pH	9,7-10,2	9-9,8	8,7-9,8	8,9-9,7	8,3-8,7

Немытая сортированная шерсть поступает на шерстомойный агрегат для промывки. При подаче партии шерсти к моечным машинам соблюдают определенную последовательность в ее промывке. Сначала промывают шерсть наиболее ценную по тонине и длине, а затем – менее ценную. При переходе с промывки шерсти одной партии на промывку шерсти другой партии шерстомойный агрегат и все транспортные средства тщательно очищают. Необходимо также соблюдать последовательность промывки партии шерсти по цветам: сначала промывают шерсть белого цвета, затем светло-серую и далее шерсть темных цветов.

Сущность процесса промывки шерсти заключается в проникании моющего раствора между поверхностью волокна и загрязняющими примесями. В процессе смачивания волокна и примесей значительно уменьшаются силы сцепления волокна с загрязнениями: шерстный жир обволакивается мыльными пленками и переходит в раствор во взвешенном

состоянии, образуя эмульсию, а тяжелые примеси оседают на дно моющих ванн. Из моющих ванн эмульсия и осевшие примеси периодически удаляются. Тонкую и полутонкую шерсть обычно промывают в пяти ваннах, из которых первая – замачивающая, вторая, третья и четвертая – рабочие, а пятая – полоскательная. Полугрубая и грубая шерсть содержит меньше загрязнений и жира, поэтому для промывки полугрубой шерсти достаточно четырех ванн, а для промывки грубой шерсти – трех.

Режим промывки и концентрация раствора (расход мыла, соды, синтетических моющих веществ) зависят от количества жиропота и загрязнений в шерсти: чем больше на волокне жиропота и загрязнений, тем больше расход моющих веществ. Растворы моющих веществ подают в ванны моечных машин через трубопроводы в начало каждой барки. При этом в воду сначала подают раствор кальцинированной соды, а затем раствор мыла. Концентрация кальцинированной соды в ваннах должна поддерживаться специальным автоматическим устройством, которое в состоянии поддерживать концентрацию в пределах от 0,5 до 5 г/л. При ручной дозировке через 10 минут после заправки моечных машин и размешивания раствора отбирают по 25 мл его в средней части первых четырех ванн и определяют в них содержание кальцинированной соды титрованием 0.1 н. раствором серной кислоты, после чего делают соответствующие добавки, поддерживая, таким образом, заданную концентрацию. Раствор кальцинированной соды непрерывно добавляют только во вторую и третью ванны. В четвертую ванну кальцинированную соду не добавляют, так как ее концентрация поддерживается за счет переноса соды из третьей ванны. Большое остаточное содержание щелочи в мытой шерсти снижает ее прочность и упругость. Поэтому перед подачей шерсти в сушильную машину надо полностью удалить с волокна щелочь, для чего шерсть следует прополаскивать в чистой воде пятой ванны при температуре 38-40 градусов. Содержание соды в полоскательной ванне не должно превышать 0,2 г/л. Через 10-15 минут работы моечной машины после заправки определяют

концентрацию раствора мыла в ванне титрованием спирто-эфирной вытяжки по лакмоиду и на основании проверки делают соответствующие добавки. Вентиль для подачи раствора мыла открывают с таким расчетом, чтобы в ваннах поддерживалась постоянная концентрация мыла. В первую ванну мыло не добавляют, так как его заданная концентрация поддерживается за счет противотока, а также за счет растворения калиевых солей (поташа), содержащихся в шерстном поте.

Температуру моющих растворов в ваннах регулируют с помощью регуляторов температуры. При отсутствии регуляторов температуру моющих растворов во время работы моющих машин контролируют спиртовым термометром через каждый час, рН моющих растворов определяют с помощью универсальной индикаторной бумаги, а степень загрязнения моющих растворов в первой ванне – путем измерения плотности денсиметром.

1.2 Моечно-сушильный агрегат

Промывку и сушку шерсти осуществляют на моечно-сушильном агрегате. Современный моечно-сушильный агрегат представляет собой непрерывно действующую поточную линию для промывки и сушки шерсти.

Моечная машина состоит из моечных ванн с отжимными валами. Каждая ванна моечной машины представляет собой резервуар, на бортах которого размещены механизмы передвижения и выгрузки шерсти. Корпус ванны посредством ложного дна делится на две части: верхнюю - рабочую, в которой промывается шерсть, и нижнюю, в которой собираются загрязнения. Ложное дно барки состоит из стальных листов с перфорациями (отверстиями) диаметром 3,5 мм. Для более удобного удаления грязи из барки дно ее изготовлено в виде конуса. На дне конуса установлены спускные клапаны, которые открываются пневматически.

Шерсть в процессе мойки продвигается грабельными или боронными механизмами, а выгружается из ванн на решетку, подводящую шерсть к

отжимным валам, выгрузными граблями или боронами. Современные моечные агрегаты оборудованы терморегуляторами, дозаторами для автоматического регулирования температурного режима и концентрации моющих растворов. В конце каждой ванны имеются отжимные валы, которые работают под большим давлением (до 200 кН) и отжимают шерсть, поступающую из ванны.

Производительность шерстомойной машины зависит от вида шерсти и степени ее загрязнения. Производительность машины следует устанавливать в сочетании с хорошим качеством промывки. Перегрузка шерстомойных машин невымытой шерстью ухудшает качество мытой шерсти, увеличивает ее запыленность и жиросодержание, что повышает потери сырья на прядильных фабриках, приводит к неравномерному окрашиванию шерсти и ленты, снижает производительность труда и ухудшает качество пряжи и ткани.

При мойке шерсти без противотока в первой моечной ванне за небольшой отрезок времени накапливается большое количество почвенных загрязнений, не позволяющих качественно промывать шерсть. При промывке тонкой шерсти через 4 часа после начала работы моечная жидкость сильно загрязняется, и шерсть промывается неравномерно: в первые часы хорошо, через 3-4 часа хуже, а к концу смены плотный остаток в жидкости первой ванны нередко достигает 90-100 вместо 50 г/л. Через 7-8 часов работы моечную машину останавливают, моечную жидкость из первых двух-трех ванн сливают, на что в каждую смену затрачивается 40-60 минут. Поэтому в настоящее время почти на всех фабриках первичной обработки шерсти внедрен противоток, который позволяет поддерживать концентрацию загрязнений в ваннах на требуемом уровне и на протяжении длительного времени не останавливать машины для чистки.

Режим промывки шерсти с регулируемым противотоком без перекачки раствора позволяет: сократить на 40-50% технологические простои моечно-сушильного оборудования, за счет чего увеличить выпуск мытой шерсти, улучшить товарный вид мытой шерсти, снизить расход воды,

поступающей на очистные сооружения от моечных цехов, и сократить расход тепла на промывку шерсти.

При промывке тонкой и полутонкой шерсти наиболее оптимальными параметрами движения рабочих органов моечной машины являются:

- частота вращения нижнего отжимного вала -12 об/мин;
- частота вращения четырехковшового вытаскивателя шерсти -7,5-8 об/мин;
- частота вращения первых прогонных граблей -12,5-13 об/мин;
- частота вращения последующих прогонных граблей – 7-7,5 об/мин;
- скорость движения подводящего транспортера - 10-14 м /мин;
- скорость движения отводящего транспортера - 12-15 м/мин.

Нагрузка на нижний отжимной вал последней (полоскательной) ванны – 180-200 кН, на остальные валы – 120-140 кН.

Выходящая из последней моечной машины шерсть после отжима ее на отжимных валах содержит 65-70% влаги. Дальнейшее удаление влаги и доведение ее содержания в шерсти до 15-17% осуществляется в сушильной машине, являющейся составной частью моечно-сушильного агрегата.

Сущность процесса сушки шерсти заключается в испарении из шерсти излишней влаги и последующем удалении этой влаги из сушильной машины. Процесс сушки шерсти основан на свойстве воздуха поглощать водяные пары, причем количество поглощенной влаги находится в прямой зависимости от температуры воздуха: чем выше температура воздуха, тем больше влаги он поглощает. Для сушки шерсти применяются различные типы сушильных машин. В настоящее время фабрики первичной обработки шерсти оснащены главным образом барабанными и частично ленточными сушильными машинами. После промывки и высушивания мытая шерсть вылеживается в течение 24 часов в специальных помещениях – лабазах, куда ее подают с помощью пневматического транспорта или ленточных транспортеров. Для упаковки шерсти применяют упаковочную льно-джуто-кенафную ткань.

1.3 Оценка влияния фабрики первичной обработки шерсти на окружающую среду

Основным технологическим процессом шерстомойных фабрик является промывка шерсти раствором поверхностно-активных веществ (мыла, соды или различных детергентов) для отделения от нее жиропота, жира и других загрязняющих примесей. Для этих целей применяют специальные моечные машины, состоящие обычно из пяти-шести последовательно соединенных барок, работающих по принципу противотока моещего раствора.

Технологический процесс первичной обработки шерсти относится к процессам с высоким потреблением воды, что соответственно ведет к образованию больших объемов сточных вод. Расход воды на 1 тонну мытой шерсти составляет 25 - 45 м³. Концентрация загрязнений в стоке напрямую зависит от вида и качества обрабатываемой шерсти, степени ее загрязненности и реагентов, применяемых в технологическом процессе мойки шерсти.

Сточные воды технологического процесса первичной обработки шерсти представляют собой полидисперсную гетерогенную систему и их потенциальная экологическая опасность определяется химическим составом и физико-механическими свойствами системы. Шерстомойные сточные воды содержат высокие концентрации минеральных загрязнений, белковые, жировые вещества, минеральные и органические соли, поверхностно-активные вещества и прочее. Одним из наиболее вредных загрязнений сточных вод является шерстный жир. В то же время шерстный жир - это ценнейшее сырье для производства ланолина, использующегося в фармацевтической и косметической промышленности. Его извлечение из сточных вод и последующая утилизация улучшит не только экологические показатели производства, но и даст прямую экономическую выгоду.

Поскольку в технологии первичной обработки шерсти основная операция связана с использованием большого количества воды и химических реагентов, сброс этих вод без очистки оказывает губительное воздействие на

окружающую среду. Даже небольшое присутствие поверхностно-активных веществ и жиров в водоемах вызывает нарушение кислородного режима. Используемые в процессе промывки шерсти соли и щелочи (хлорид натрия и кальцинированная сода) способствуют засолению почв и нарушению кислотного баланса водоемов. Сброс таких сточных вод приводит к нарушению состояния водной флоры и фауны, снижает способность водных объектов к самоочищению.



Рисунок №4. Загрязнение окружающей среды отходами фабрики

Таким образом, все загрязняющие вещества, поступающие в природные воды, обуславливают изменение физических свойств воды (нарушение первоначальной прозрачности и окраски, появление запахов); изменение химического состава воды, в частности появление в ней вредных веществ; образование плавающих загрязнений на поверхности воды, взвешенных в толще слоя, и отложения их на дне; сокращение в воде количества растворенного кислорода вследствие расхода его на окисление поступающих в водоем органических загрязняющих веществ; появление новых бактерий, в том числе и болезнетворных.

Одним из основных направлений уменьшения сброса сточных вод промышленных предприятий является создание замкнутых систем водного хозяйства. Необходимость создания таких систем производственного водоснабжения обусловлена общим дефицитом воды, исчерпанием ассимилирующей, разбавляющей и самоочищающей способности водных объектов, принимающих стоки, а также экономическими преимуществами.

Рациональное использование воды в технологических процессах, максимальная утилизация всех твердых компонентов сточных вод при минимуме затрат, обеспечение нормальных санитарно-гигиенических условий для обслуживающего персонала, прекращение вредного воздействия на окружающую природную среду - основные технологические требования замкнутых систем водного хозяйства промышленных предприятий. Решение подобного комплекса проблем особенно актуально для нашего региона, где вода представляет наиболее ценный природный ресурс.

1.4 Объемы и состав сточных вод производства

В процессе очистки шерсти от примесей и загрязнений в сточных водах образуется большое количество отходов. В зависимости от выхода вымытой шерсти удельное потребление сточной воды на 1 тонну вымытой шерсти составляет 6 – 80 м³, при дополнительной обработке затрачивается 16 м³/т. При использовании различных методов очистки образуется 10 – 50% осадков от объема сточных вод. Наибольшее водопотребление наблюдается в водных резервуарах с высокой мутностью воды (на Марыйской фабрике) и при использовании подземных источников водопотребления (Туркменабадская фабрика).

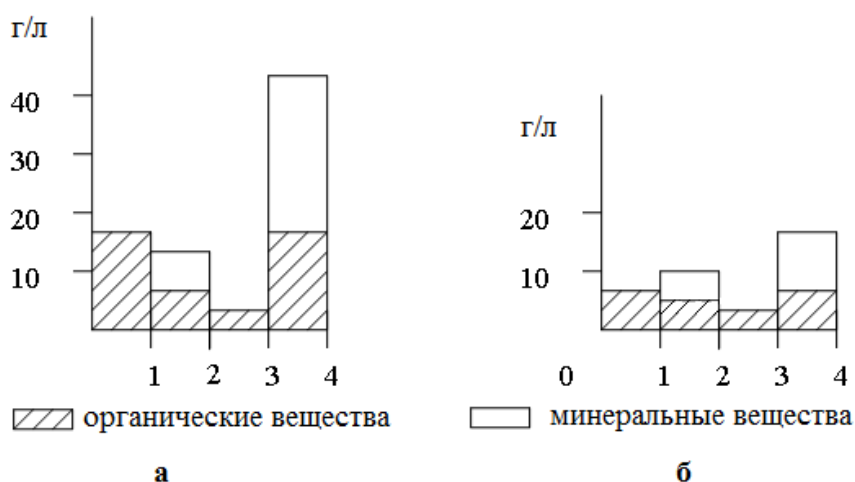


Рисунок №5. Соотношение концентраций основных загрязнителей сточных вод при мойке тонкой (а) и грубой (б) шерсти:

1- шерстный жир; 2-пот; 3-мыла жирных кислот; 4-минеральные и органические загрязнители.

Производственный режим сброса сточных вод состоит из постоянной подачи отработанных промывочных растворов в канализацию и своевременного удаления осадков через конусы ванн. Используемые при нейтрализации кислотности волокон в цехе карбонизации промывочные растворы как сточные воды удаляются из промывочных ванн.

В сточные воды попадают примеси, загрязнители шерсти, смесь моющих средств и волокна. Соотношение различных компонентов загрязнителей определяются техническим заданием или практическим методом мойки шерсти. На рисунке №5 представлен состав примесей и загрязнителей сточных вод, образующихся при мойке грубой и тонкой шерсти (удельное потребление воды при мойке шерсти 20 м³/т). В таблице №3 приведена обобщенная характеристика сточных вод шерстомойной фабрики [8].

В шерсти, состригаемой с овец, содержится значительное количество шерстного жира, представляющего большую ценность для народного хозяйства. В процессе промывки шерсти жир переходит в сточные воды, где он находится в виде водной эмульсии различной концентрации в зависимости от вида шерсти и режима ее промывки.

Характеристика сточных вод фабрики первичной обработки шерсти

Таблица №3

Вид шерсти	Концентрация загрязнителей, г/л				ХПК, г О ₂ /л	БПК, г О ₂ /л	рН
	Взвешенные вещества	Сухой остаток	Шерстный жир	Аммонийный азот			
Тонкая и полутонкая	20-40	35-45	8-12	0.2	40-50	16-20	9.7-10
Грубая и полугрубая	10-12	15-30	2-3	0.1	15-20	3-5	9.6-10

Сточные воды, кроме шерстного жира, содержат различные загрязнения минерального и растительного происхождения, которые удаляются с волокон шерсти, а также остатки реагентов, используемых при ее промывке. Поэтому загрязненные сточные воды состоят из шерстного жира, солей калия, потовых органических кислот, мелких минеральных и органических образований и поверхностно-активных веществ (ПАВ). В смеси эти компоненты, взаимодействуя между собой, образуют целостную систему. Загрязнения в сточных водах находятся во взвешенном и растворенном состояниях. Характеристика сточных вод от промывки шерсти с использованием противотока после их двухчасового отстаивания приведена в таблице №4.

Показатели, характеризующие сточные воды от промывки шерсти

Таблица №4

Характеристика сточных вод	Тонкая шерсть	Полутонкая шерсть	Грубая шерсть
Содержание взвешенных веществ, г/л	15-25	15-17	40-70
Сухой остаток, г/л	35-50	45	15-70
Зольность сухого остатка, г/л	35	40	40
рН раствора	10-11	9-10	8-10
Содержание шерстного жира, г/л	12-20	10-15	1-3

Из данных таблицы видно, что сточные воды фабрик первичной обработки шерсти имеют высокую концентрацию взвешенных веществ, содержат большое количество шерстного жира и имеют щелочную реакцию. Выпускать такие воды в реки и водоемы без предварительной очистки не допустимо, так как это приводит к гибели животных и растений. Поэтому вопросы утилизации сточных вод имеют важное народнохозяйственное значение.



Рисунок №6. Рухабадская фабрика первичной обработки шерсти.

Рухабадская фабрика первичной обработки шерсти «Ахал юн» - одна из крупных предприятий Туркменистана. Предприятие оснащено современным технологическим оборудованием и запущено в эксплуатацию в 2004 году. Оно занимается производством изделий из шерсти. Объем выпускаемой продукции по плану составляет 3600 тонн в год. Производимая на фабрике продукция поступает на внутренний рынок и экспортируется в зарубежные страны, такие как Голландия, Германия, Швеция.

В состав фабрики входят следующие цеха:

1. цех сырья
2. цех сортировки шерсти
3. цех мойки шерсти
4. упаковочный цех
5. склад готовой продукции
6. лаборатория качества и цех технического контроля
7. блок автотранспорта и техники
8. котельная

Основная продукция предприятия используется для производства изделий из шерсти, таких как шерстяная пряжа, паласы, ковры, дорожки т.д.

В течение года предприятие моет около 3 – 4 тысячи тонн шерсти. Для мойки шерсти в производственных цехах используется кальцинированная сода и хозяйственное мыло, так для мойки 2,5 тонн невымытой шерсти необходимо 17кг кальцинированной соды Na_2CO_3 и 17кг

хозяйственного мыла. Для мойки 1 тонны шерсти затрачивается 43 м³ воды. Перед мойкой вначале шерсть сортируют, затем пропускают через чесальную машину. Затем вычесанную шерсть промывают последовательно в 5 барках. В каждой барке находится по 5 тонн воды. В первой барке шерсть замачивается в обычной воде, во второй, третьей и четвертой барке к воде добавляется моющих мыльно-содовый раствор. В пятой барке шерсть промывают в воде для удаления моющих средств. После этого шерсть направляется в сушильный цех, а затем высушенную шерсть упаковывают в кипы определенных размеров. Приготовление моющих мыльно-содовых растворов проводят заранее в горячей воде согласно ниже приведенным данным (таблица №5).

Показатели приготовления мыльно-содовых растворов

Таблица №5

№	Наименование	Температура, °С	Мыльно-содовый раствор, г/л	
1	барка	44-46	-	-
2	барка	49-50	1,2-2,5	0,5±0,1
3	барка	49-50	1,2-2,5	0,5±0,1
4	барка	40-45	1,2-2,5	0,5±0,1
5	барка	38-40	-	-

Все сточные воды, образующиеся на производстве, направляются в резервуар-отстойник для удаления из них сырого осадка. Затем подаются с помощью насосов в коллектор, а оттуда скидываются на поля фильтрации, расположенные на определенном расстоянии от фабрики, для естественного самоочищения. Эти поля расположены на 12 км трассы Ашхабад – Туркменбаши и занимают большие территории. Осадки сточных вод, как правило, нестабильные, они могут загрязнять вредными компонентами, содержащимися в них, грунтовые воды. В связи с этим необходимо очищать сточные воды фабрики и перерабатывать их осадки.

II Методы очистки сточных вод шерстмойной фабрики

Шерстмойные сточные воды перед поступлением на очистные сооружения требуют предварительной обработки для выделения основной массы тяжелых механических примесей, волокна и шерстного жира. Начальный этап очистки сточных вод шерстмойной фабрики включает в себя последовательную технологию обработки воды на механизированных волокнуловителях, гидроциклоне (для удаления песка) и жируловителе.

Очистка сточных вод осуществляется химическими, термическими и биохимическими методами. [10, 11]. Химический метод очистки вод шерстмойных фабрик основан на использовании различных деэмульгаторов. При термическом методе очистки происходит высокотемпературное окисление загрязнителей сточных вод. Его можно применять только в случае отсутствия в осадках сточных вод токсичных загрязнителей.

Сточные воды, образующиеся при мойке тонкой и полутонкой шерсти в мыльно-содовых растворах, очищают с помощью аэробного и анаэробного биохимического метода. Для отделения грубодисперсных примесей основную часть органических загрязнителей сбрасывают в метантенках. В таблице №6 представлены эффективные показатели очистки воды различными методами (%).

Таблица №6

Состав сточных вод	Биохимическая очистка	Холоднофазное окисление	Контактное выпаривание	Химическая очистка
Взвешенные вещества	65-74	97-98	98	80-92
ХПК	50-78	90-92	96-99	86-90
БПК _{полн.}	90-91	70-92	94-98	85-88

Как видно из вышеуказанных материалов, при очистке сточных вод и переработке осадков используются различные методы, но, в первую очередь,

перед этим необходимо извлечь из сточных вод шерстный жир, как ценный вторичный ресурс.

2.1 Извлечение шерстного жира из сточных вод

В шерсти, состригаемой с овец, содержится значительное количество шерстного жира, представляющего большую ценность для народного хозяйства. Шерстный жир содержит в своем составе сложные химические соединения, высокомолекулярные кислоты, спирты и эфиры. По химической структуре они относятся к воскам и отличаются высоким содержанием соединений трехатомного спирта глицерина. Очищенный от жиров, белков и минеральных загрязнений технический шерстный жир называется *ланолином* и относится к стеариновой группе спиртов. Такой жир до 5% содержит свободные спирты и около 0,5% углеводородных алифатических соединений. В состав технического жира входят цитрусовая, уксусная, валериановая, стеариновая и другие кислоты [15, 10]. Шерстный жир в виде ланолина является ценным сырьевым товаром и используется фармакологической промышленностью и в других отраслях народного хозяйства.

В процессе промывки шерсти жир переходит в сточные воды, где он находится в виде водной эмульсии различной концентрации в зависимости от вида шерсти и режима ее промывки. Однако эмульсии шерстного жира в сточных водах весьма устойчивы и поэтому выделение жира из этой эмульсии – задача сложная и решается различными способами.

Для извлечения шерстного жира используют противоточные моечные растворы, поступающие из первых ванн, а также моечные растворы первой и второй ванн, сбрасываемые при остановке моечных машин и при периодическом сбросе осадка и жидкости из конусов в процессе промывки тонкой и полутонкой шерсти.

Моечные растворы от промывки грубой и полугрубой шерсти, а также шерсти низших сортов, имеющие концентрацию жира ниже 4 г/л, не должны

смешиваться с концентрированными растворами и без обработки в цехе жиродобычи сливаться в канализацию.

Перед поступлением в цех жиродобычи отработанные моечные растворы должны быть очищены от волокна и песка. Существуют различные способы извлечения шерстного жира из сточных вод. Наиболее эффективными являются физико-механические методы: сепараторный и флотационно-сепараторный. Эти методы основаны на использовании центробежной силы для разделения жидких смесей по удельному весу.

При сепараторном методе через сепаратор пропускают непосредственно моечный раствор. Этот метод рекомендуется использовать при переработке моечных растворов от промывки тонкой импортной и полутонкой шерсти, а также отечественной шерсти с жиросодержанием 10 г/л и более.

Моечные растворы, содержащие менее 10 г/л жира, необходимо предварительно подвергать флотации, то есть обработке на флотационных машинах для получения пенного концентрата, который разогревают до температуры 90-95 градусов и в виде жировой эмульсии обрабатывают на сепараторах.

Для флотации рекомендуется флотационная машина, которая имеет устройство для уплотнения пены. Длительность флотации зависит от концентрации жира в моечном растворе и его температуры. Характерным признаком окончания процесса флотации является наличие пузырчатой пены. Количество моечного раствора, переходящего в пену, составляет 40-50% к исходному. Извлечение жира в процессе флотации с учетом перехода воды в пену, составляет для мыльно-содовых растворов 70-80%, для моечных растворов, содержащих синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) -65-70%. Для повышения эффективности процесса извлечения жира при флотации необходимо охлаждать моечный раствор до температуры 25-30 градусов по Цельсию. Эффективность флотационного метода извлечения жира при очистке сточных вод в течение 1 часа характеризуется нижеследующими показателями (%):

1	Взвешенные вещества	25-40
2	Шерстный жир	60-85
3	Химическое потребление кислорода (ХПК)	25-36
4	Сухой остаток	20-30
5	Мыла жирных кислот	40-60
6	Биохимическое потребление кислорода (БПК _{полн})	18-20

Наряду с использованием ценных продуктов, находящихся в сточных водах, достигается также очистка этих вод и вместе с тем очистка окружающей среды от загрязнений.

2.2 Очистка сточных вод термическим методом

Для очистки высококонцентрированных производственных сточных вод предлагается использовать термический метод, в условиях высоких температур происходит окисление органических загрязнителей [9, 10]. К термическим методам очистки сточных вод относятся холоднофазное окисление, выпаривание, гетерогенное каталитическое окисление и пламенный метод.

Холоднофазным называют процесс окисления органических примесей кислородом воздуха. Процесс окисления органических примесей сточных вод осуществляется в барботажных реакторах с использованием теплообменников для входящей и выходящей воды. Оптимальные условия непрерывного окисления следующие: давление - $150 \cdot 10^5 \text{Pa}$, максимальная температура в реакторе - 300°C .

Очищенные сточные воды имеют запах, немного окрашены и после двухчасового отстаивания содержат от общего объема воды 8-12% взвешенных минеральных частиц (таблица №7). Если в составе очищенной сточной воды содержание остаточных загрязнителей высокое (по БПК_{полн} 2000-3500 мг/л), их необходимо отправить на доочистку на местную и городскую станцию очистки сточных вод.

Показатели сточной и очищенной воды методом окисления в холодной фазе

Таблица №7

Показатели	Очищаемая вода	Очищенная вода	Степень очистки, %
цветность	тёмно-коричневый	светло-желтый	-
Взвешенные вещества, г/л	10-25	0,2-0,5	97-98
Сухой остаток, г/л	20-30	9	70
Зольность сухого остатка, %	48-38	70	-
ХПК _{полн.} , г/л	30-50	3,5-4,5	88-91
БПК _{полн.} , г/л	10-20	3-3,5	70-83
pH	8,9-9,8	6,7-7,5	-
Аммонийный азот, г/л	0,1	0,03-0,04	-
Фосфаты, г/л	0,008-0,001	0,003-0,004	-
Шерстный жир, г/л	2-9	0,2-0,4	90-96
Мыла жирных кислот	2-5	0,1-0,25	95

В сравнении с другими методами очистки метод окисления в холодной фазе имеет санитарные и технологические преимущества, в том числе образуется устойчивый осадок, высокая эффективность разделения очищенной воды от твердой фазы и отсутствие необходимости подачи дополнительного тепла.

Обработка сточной воды методом выпаривания осуществляется в испарительных аппаратах и проводится в один или два этапа. На первой ступени происходит выпаривание, а на второй – образующиеся отходы сжигаются.

В мировой практике при очистке образующихся при мойке шерсти мыльно-содовыми растворами сточных вод методом выпаривания специальные пеногасители не используются. В качестве пеногасителя применяется органическая эмульсия кремния. Концентрация кубических остатков на сухое вещество после выпаривания достигает 280-600 г/л, влажность составляет 37-65%, зольность 32-70%. В таблице №8 представлены показатели очистки сточных вод методом выпаривания.

Показатели очищаемой и очищенной воды методом выпаривания

Таблица №8

Вода	Химический состав воды, мг/л				
	Взвешенные вещества	Сухой остаток	ХПК	БПК _{полн.}	Аммонийный азот
Очищаемая вода	12400	30000	28000-31000	18400	-
Очищенная вода	60-180	300	135-1200	70-360	15-245
Степень очистки, %	99-98	99	99-96	99-98	-

Активная реакция конденсата равна $\text{pH}=9-9,2$, общая жесткость варьирует в диапазоне 0,07-2 мг-экв/л. Метод выпаривания технологических отходов, в том числе высококонцентрированных сточных вод в сравнении с вышерассмотренными методами имеет высокую эффективность.

2.3 Химический метод очистки сточных вод

Устойчивую суспензию сточных вод шерстомойных фабрик в определенных условиях можно разложить с помощью таких деэмульгаторов, как серная кислота, соли кальция и магния. При снижении pH в потоке до 1,5-2 деэмульгация серной кислотой в объеме 5 кг/м^3 (по моногидрату) дает хороший результат. В результате возникает необходимость нейтрализации очищаемой воды. При использовании в качестве деэмульгаторов CaCl_2 , MgCl_2 , MgSO_4 в объеме 2 кг/м^3 процесс разложения проходит хорошо.

Для очистки сточных вод, образующихся при мойке шерсти поверхностно-активными веществами [9, 10] и содержащих в своем составе растворенные, коллоидные и взвешенные вещества, предлагается использовать алюминат кальция.

Очистка сточных вод проводится в следующей последовательности [14]. Сточные воды, очищенные от взвешенных веществ и основной массы

шерстного жира, обрабатываются раствором сернокислого алюминия (по объему Al^{+3} 160-220 мг/л) и затем для образования кальция алюмината - достаточным количеством мела. После этого в течении двухчасового отстаивания высокую щелочность воды нейтрализуют серной кислотой или кислыми газами

Деэмульгаторы ($CaCl_2$ —1 г/л, $MgCl_2$ – 0,5 г/л и $MgSO_4$ – 0,5 г/л) подаются в емкости со сточной водой и течение 1,5 – 2 дней непрерывно механически перемешиваются. Эффективность очистки сточных вод данным методом составляет: разрушение 80-95% анионных ПАВ, 80-90% взвешенных веществ и уменьшение ХПК на 65-80%. В таблице №9 представлены показатели очистки сточных вод химическим методом.

Эффективность методом химической очистки сточных вод

Таблица №9

Вода	Состав, г/л						pH
	Взвешенные вещества	Сухой остаток	ХПК	БПК полн.	Шер. жир	ПАВ	
До очистки	15-18	45-60	25-40	12-18	5-12	0,6	9-10
Очищенная	0,1-0,8	-	3-4	2-2,1	0,05	0,03	9

Таким образом, химические методы очистки сводятся к обработке шерстомойных стоков растворами кальциевых солей или свободных минеральных кислот (кислотный крекинг-процесс, обработка хлористым кальцием и т. д.). Несмотря на большой расход реагентов, химические методы не обеспечивают полную очистку этих вод [10].

2.4 Очистка сточных вод биохимическим методом

Наиболее полная очистка производственных сточных вод, содержащих органические вещества в растворенном состоянии, достигается биохимическим методом. На схеме (рисунок №7) приведена принципиальная

схема биохимической очистки сточных вод, образующихся при мойке шерсти мыльно-содовыми растворами.

Биохимический метод очистки - это процесс естественного разложения загрязнителей, отличающийся простотой конструкций и оборудования и не требующий больших капитальных вложений [13]. Он основан на активности штаммов микроорганизмов разлагать загрязнители и включать их в свою биомассу. При оптимальных условиях температуры и влажности процесс биоразложения проходит с высокой скоростью и эффективностью.

Здесь уместны аэробные, анаэробные методы, а также их совместное использование [5, 12]. Для аэробной очистки применяют аэротенки различных конструктивных модификаций, при анаэробном процессе для высококонцентрированных сточных вод используют метантенки.

Совместное использование аэробных и анаэробных методов приводит к уменьшению рабочей емкости метантенка. Большое количество выделяющегося при разложении осадков газа создает эффективный технологический режим, при этом за счет сжигания образующего биогаза метантенк обеспечивается необходимым для его работы теплом.

Степень и скорость биохимической очистки сточных вод зависит от видового и количественного состава активного ила, начальной концентрации загрязнений, биохимической структуры загрязнений, а также физических параметров процесса (интенсивности перемешивания, рН, температуры и т.д.).

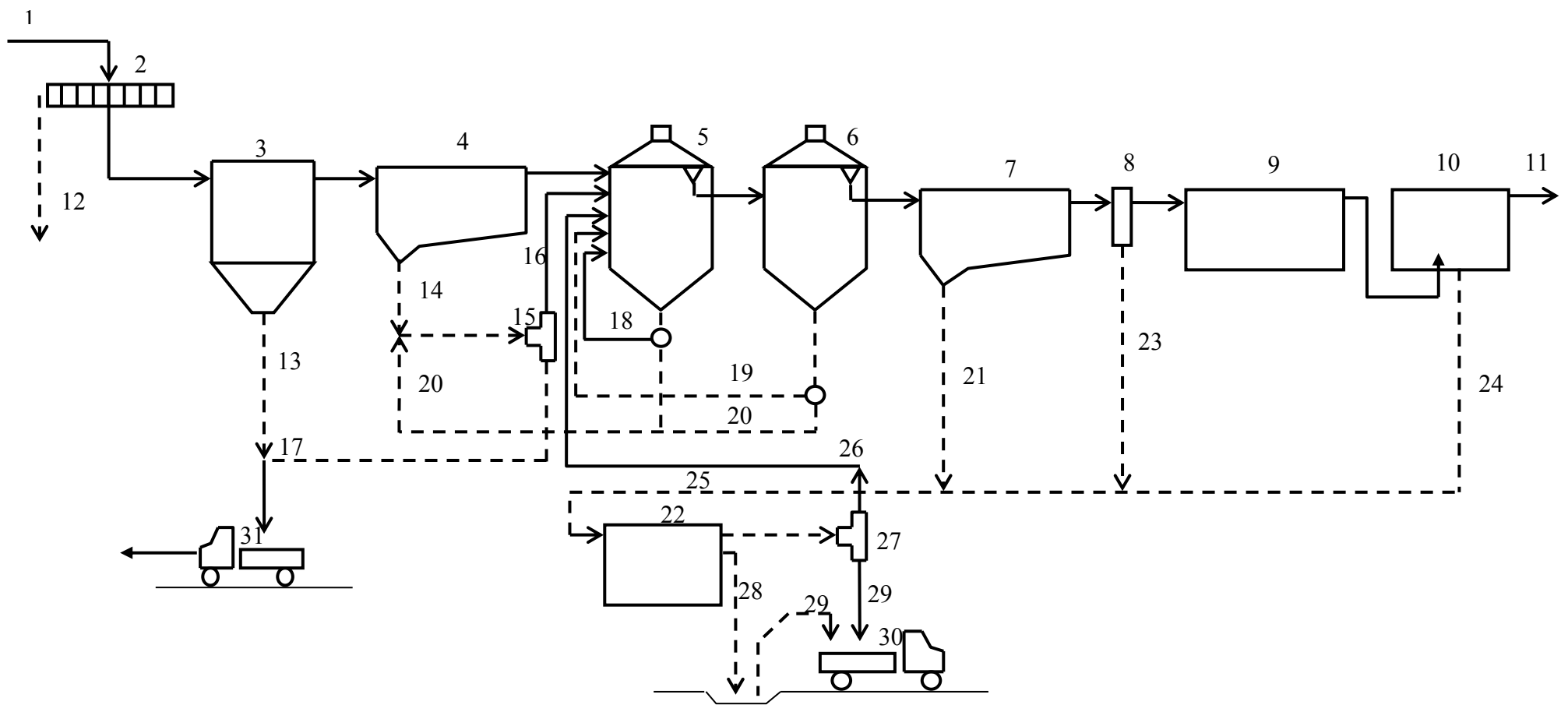


Рисунок №7. Технологическая схема очистки сточных вод шерстомойных фабрик биохимическим методом:

1-канал подачи воды; 2-волоконуловитель; 3-песколовка; 4-первичный отстойник; 5-метантенк; 7-вторичный отстойник; 8-газовыделительная камера; 9-аэрактор; 10-третичный отстойник; 11-канал водоотведения; 12-сборник уловленных волокон; 13-перевод пульпы для песка; 14-перевод ила для сырого осадка; 15,27-центрифуги; 16,26-трубопроводы для фугата; 17-сборник для кека; 18-трубопровод для рециркуляции ила на первой ступени метантенка; 19- трубопровод для рециркуляции ила на второй ступени метантенка; 20,21,23-удалитель ила для остатков анаэробного ила; 22-аэробный минерализатор; 24-удалитель ила для остатков аэробного ила; 25-илопровод осадочной смеси; 28-трубопровод для подачи осадков на иловые площадки; 29-сборник для отправки высохшего осадка из центрифуги кека и с иловых площадок; 30-автотранспорт для отгрузки стабилизированного осадка на сельскохозяйственные поля; 31- автотранспорт для отгрузки нестабильного осадка на поля минерализации.

Аэробные процессы осуществляются в простых по конструкции сооружениях – аэротенках, в течении определенного времени (3-15 суток) в условиях аэрации благодаря микроорганизмам происходит окисление органических веществ [14]. Для них органические компоненты осадков являются питательным субстратом. Процесс продолжается по потери питательной способности, пока не возникает нехватка питательных веществ. Недостаток этих веществ приводит к уменьшению количества клеток микроорганизмов и процесс стабилизации заканчивается. Разложение органических веществ прежде всего зависит от вида осадков и его состава.

Стабилизация осадков сточных вод и активного ила проводится в две фазы. В соответствии результатам проведенных исследований в первой фазе процесса концентрация беззольных веществ снижается до 20 – 30% и продолжается в течение 2-3 суток, при этом наблюдается снижение ХПК до 40 – 50% и уменьшение интенсивности дыхательных процессов до 50-90%.

Во второй фазе продолжительностью 3 – 15 суток при уменьшении субстрата дальнейшее снижение активности ила в зависимости от его видового состава уменьшает количество беззольных веществ (5%). В настоящее время в мировой практике определенного метода стабилизации ила нет, что говорит об отсутствии конкретной характеристики для выбора оптимального периода стабилизации.

В качестве оптимальной характеристики процесса используют интенсивность дыхания и рост зольности. По мнению большинства исследователей, уровень стабильности считается устойчивым при достижении не менее 70–80%. В этом случае осадок не загнивает, хорошо обезвоживается, не создает опасных условий и не требует дополнительной переработки, для его обезвоживания активный ил достаточно просушить на специальных площадках.

2.5 Стабилизация осадков сточных вод и избытка активного ила в анаэробных условиях

Высококонцентрированные осадки подвергаются переработке с помощью метода анаэробного сбраживания. Он называется метановым, поскольку метан является одним из конечных продуктов метанового брожения [5, 13, 14]. Осадки сбраживаются в закрытом резервуаре – метантенке. Сбраживание осадков в метантенке рассматривается как двухэтапный процесс:

1 этап – образование кислот или этап кислого брожения;

2 этап – образование метана или этап метанового брожения.

В первой фазе под влиянием сапрофитных бактерий из исходных веществ образуются жирные кислоты, водород и другие соединения. Вторую фазу проводят метанопродуцирующие бактерии, благодаря их участию органические кислоты и спирты сбраживаются с выделением метана.

В нормально функционирующем метантенке эти два этапа брожения проходят согласованно. Образующиеся на первом этапе органические кислоты потребляются метановыми бактериями, в связи с этим их концентрация в метантенке растет. Между кислотогенными и метаногенными бактериями всегда сохраняется равновесное состояние. Численность бактерий обеих групп примерно равная, в 1мл осадков их количество достигает 10^6 - 10^8 .

Очень важно сохранять активность микроорганизмов в метантенке. Для этого необходимо периодически удалять из метантенка избыток биомассы (прирост биомассы): для мезофильного режима этот период составляет 9–14 суток, для термофильного – 5–7 суток.

Но даже при создании всех оптимальных условий для активности этих групп бактерий невозможно достичь полного разложения всех компонентов сырого осадка. Для каждой группы органических соединений существует предел степени сбраживаемости. Поскольку в составе активного ила

содержится большое количество белка, предел его разлагаемости составляет 48%, в первичном отстойнике для жиров – 70% и углеводов соответственно 62,5%.

Присутствие в сбрасываемых осадках неопределенного в соотношении количества белков, жиров и углеводов влияет на общий выход газа и концентрацию в нем метана. Наибольший выход газа получают при сбрасывании жиров. Высокая концентрация метана в газе свойственна разложению жиров и белков. При сбрасывании углеводов, кроме метана, выделяется еще и углекислый газ.

Конечный метаболит брожения устойчив, не загнивает. В его составе содержатся такие важные биогенные элементы, как азот, фосфор и калий. В связи с этим его можно использовать в качестве удобрения в сельском хозяйстве.

Биохимические методы очистки сточных вод и стабилизации осадков являются универсальными, при сравнении с физико-химическими методами имеют экономические и технологические преимущества. Внимание специалистов направлено на интенсификацию биохимических процессов и улучшение биоокислителей.

При очистке сточных вод шерстомойных фабрик в метантенке разлагается устойчивая эмульсия шерстного жира, беззольные вещества окисляются до 50 – 70% и выход газа с очищенной воды составляет $10\text{ м}^3/\text{т}$.

III Экспериментальная часть

Сточные воды Рухабадской фабрики первичной переработки шерсти представляют собой многокомпонентную гетерогенную систему. Присутствие в сточных водах высоких концентраций взвешенных веществ влечет за собой образование и накопление большого количества осадков сточных вод. На производстве возникли проблемы эффективного управления водными и земельными ресурсами, в том числе очистка сточных вод с целью их повторного использования в технологическом процессе, утилизация твердых отходов, при решении которых появится возможность получения вторичных ресурсов и создания безотходного производства.



Рисунок №8. Отвалы сырого осадка сточных вод на территории фабрики.

Для получения информации и оценки ситуации, связанной с образованием сточных вод на производстве, были изучены особенности технологического процесса, определены виды и количества используемых для мойки шерсти химических средств, установлены объемы водопотребления и образования сточных вод, а также факторы, влияющие на их динамику.

Для выбора технологической схемы очистки сточных вод и метода переработки осадков в круг задач были выделены нижеследующие:

- в первую очередь встала задача установления химического состава сточных вод предприятия. Отбор проб воды из различных барок и

отстойника сточных вод и последующие лабораторные анализы дадут возможность получить информацию о ее характеристике, химическом составе, физико-химических и биохимических показателях, о динамике изменения концентрации загрязнителей в зависимости от стадии процесса и сезона сбора шерсти.

- необходимо провести лабораторные эксперименты по очистке сточных вод при различных режимах и условиях модельных опытов, определить оптимальные условия проведения процесса. Данная работа будет проведена на специальной установке, моделирующей в лабораторных условиях процесс биохимической очистки сточных вод. В процессе эксперимента для установления степени очистки воды необходимо дополнительно проводить химические анализы проб воды.

- для интенсификации процесса на основе проведенного эксперимента и лабораторных анализов необходимо выявить наиболее оптимальные условия биохимической очистки, при которых достигается высокая эффективность деструкции загрязнителей. К таким условиям относятся влияние температуры, принудительная аэрация и рН среды.

- перед проведением экспериментальных работ по моделированию процесса очистки необходимо изучить методики применяемых методов исследования и освоить технику проведения лабораторных работ: определение прозрачности, цветности, сухого остатка и зольности сухого остатка, водородного показателя рН, перманганатной окисляемости, определение содержания взвешенных частиц, содержания поверхностно-активных веществ, присутствия фенолов, содержания экстрагируемых хлороформом веществ.

3.1 Методики проведения анализов сточных вод

Для достижения целей исследования и выполнения вышеуказанных задач были отобраны пробы сточных вод Рухабдской фабрики первичной

переработки шерсти, которые направляются в сбросной коллектор. Коллектор находится на территории фабрики, перед ним расположен резервуар-отстойник с решетками для удержания сырого осадка сточных вод. Периодически он полностью заполняется сырым осадком, при его опустошении твердые отходы извлекают и насыпают в кучи вокруг резервуара для уменьшения количества содержащейся в них избытка влаги. Только после этого подсушенные кучи бурого цвета и неприятно резкого запаха вывозят на свалку специальным автотранспортом или отдают желающим частным лицам с условием самовывоза.



Для получения объективной информации о химическом составе, характере и качестве сточных вод пробы были отобраны неоднократно в разное время: в июне, в июле и сентябре. Сложность состава сточных вод и невозможность определения каждого из загрязняющих веществ приводит к необходимости выбора таких показателей, которые характеризовали бы определенные свойства воды без идентификации отдельных веществ. С учетом специфики производственного процесса санитарно-химический анализ предполагает определение следующих показателей:

- содержание взвешенных частиц;
- водородный показатель, рН;
- перманганатная окисляемость;
- содержание поверхностно-активных веществ;
- содержание фенолов;
- содержание экстрагируемых хлороформом веществ;
- сухой остаток;
- зольность сухого остатка.

Химические анализы проб сточной воды были проведены в лабораториях «Технологии водоподготовки и очистки сточных вод»,

«Микробиологии и биотехнологии» на базе кафедры «Промышленной экологии». В процессе проведения анализов были использованы представленные ниже методики, соответствующие действующему стандарту TDS–26449.1-85.

Цветность

На появление цветности воды влияют следующие причины: наличие коллоидных соединений железа, загнивающих и взвешенных веществ, красящих производственных веществ, обильное размножение водорослей и т.д. существует два отличных вида цветности, первый - настоящий цвет, он проявляется только за счет растворимых в воде веществ, а второй – имитационный цвет, проявляющийся при присутствии в воде нерастворимых коллоидных и взвешенных веществ. Связь между этими видами цветности в большей степени определяется рН. Цветность измеряется по платиново-кобальтовой или кобальто-бихроматной шкале в градусах.

Высокий уровень цветности воды ухудшает его органолептические свойства и отрицательно влияет на обитающие в воде организмы. Предельно допустимая цветность питьевой воды составляет 35⁰.

Методы определения:

Обычно цветность анализируемой воды определяется сравнением ее со стандартными растворами гексохлорплатината калия или хлорида кобальта. Сравнение проводится с помощью стандартной шкалы, калориметрическим титрованием или в последнее время используется более точный спектрофотометрический метод, основанный на определении оптической плотности.

Для определения цветности полученные образцы воды необходимо проанализировать в течении 2-3 часов, при более длительной задержке протекающие в воде микробиологические процессы могут привести к изменению цветности воды.

Определение методом калориметрического титрования:

В один цилиндр налить 100мл анализируемой воды, а в другой - 95мл дистиллированной воды. В случае разницы цвета между цилиндрами в цилиндр с дистиллированной водой нужно долить стандартный раствор из бюретки, помешивая стеклянной палочкой, титровать до появления одинакового цвета в обоих цилиндрах. Умножением пошедшего на титрование количества стандартного раствора на 20 получим значение цветности воды в градусах. Основной стандартный раствор: объем 1,245g K_2PtCl_6 + 1,009g $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ + 100мл дист. воды + 100мл конц. HCl доводят до 1 литра. Цветность этого раствора равна 500°.

Подготовка имитационной шкалы:

- a) раствор №1 – бихромат калия 0,0875g + 0,2g $K_2Cr_2O_7$ + 1ml H_2SO_4 растворить в дистиллированной воде, доведя до 1 литра.
- b) раствор № 2 – 1 мл серной кислоты растворить в 1 литре дистиллированной воды. Перемешивая растворы №1 и №2 в указанном ниже соотношении получим имитационную шкалу.

Таблица №10

Раствор №1, мл	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Раствор №2, мл	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90	89	88
Цветность, град.	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60

Прозрачность

Прозрачность раствора или пропускание света обуславливается его цветностью и мутностью, поскольку зависит от количества присутствующих в воде окрашенных, взвешенных органических и неорганических веществ. По уровню прозрачности различают следующую воду:

- 1) прозрачная;

- 2) слегка опалесцирующая;
- 3) опалесцирующая;
- 4) мутноватая
- 5) мутная;
- 6) очень мутная.

Измерение прозрачности проводят по высоте столба воды. В резервуар с водой опускают определенного размера белую пластинку или определенного размера шрифт до уровня видимой глубины. Результаты измеряются в сантиметрах.

Измерение прозрачности с помощью стандартного шрифта

Количественное определение прозрачности в условиях лаборатории проводят в градуированном цилиндре из устойчивого оптического стекла. До начала измерений исследуемые пробы воды хорошо перемешивают и наливают в цилиндр, затем опускают стандартный шрифт и измеряют. Выливая или добавляя воды, создают возможность увидеть высоту столба воды на шрифте.

В случае если количество взвешенных веществ в отобранном образце не более 3 мг/л, определить прозрачность трудно. В этом случае вместо прозрачности определяют величину его мутности и измеряют в мг/л. Определение мутности проводят на основе сравнения проб воды со стандартным раствором.

Взвешенные вещества

Для определения количества взвешенных веществ в сточной воде взятые пробы воды в количестве 0,5 – 1 литр хорошо перемешивают и процеживают через тигель Шотта. Затем тигель с осадком высушивают при температуре 105⁰С до получения постоянного веса. По разнице в весе осадка до и после просушки получают величину взвешенных веществ.

Удельный вес (плотность)

Определение удельной плотности можно проводить ареометром, пикнометром или измерением с помощью бюкса. При определении удельной

плотности с помощью ареометра перемешанную пробу воды вливают в цилиндр и, не задевая стенки сосуда, опускают в него ареометр. На шкале ареометра отмечают точку соприкосновения его с поверхностью воды.

Сухой остаток и зольность

Сухое вещество - это сухой остаток, полученный выпариванием при температуре 105°C до неизменного веса, характеризующийся присутствием в воде при данной температуре нерастворимых неорганических и в большей степени органических соединений. Сухой остаток, образующийся при выпаривании определенного объема воды, предварительно профильтрованной через бумажный фильтр, состоит из минеральных солей и нелетучих органических соединений. Количество органических соединений в сухом остатке воды определяют по потере его массы при прокаливании.

Методика определения: в прокаленную и охлажденную фарфоровую или кварцевую посуду добавляется по 50-250 мл анализируемой сточной воды. Она нагревается на водяной бане до выкипания. Затем посуда с остатком переносится в сушильный шкаф и высушивается до постоянного веса при температуре 105°C. Количество сухого остатка рассчитывается по следующей формуле:

$$X = (a-b) \times 1000 / V$$

где:

a- вес чашки с сухим остатком, мг;

b- вес пустой чашки;

v- объем анализируемой воды;

x-сухой остаток, мг/л.

После прокаливании (при $t = 600^\circ\text{C}$) определяется зольность сухого остатка. По этим двум показателям можно судить о соотношении органической и минеральной частей загрязнений в сухом остатке.

Концентрация ионов водорода (рН)

Значение рН - это измерение активной кислотности определяемой воды в результате взаимодействия растворенных в воде электролитов и газов. В практике анализов воды установление рН имеет большое значение, от него зависит процесс роста растений и устойчивость различных форм миграции жизненных элементов.

Существует два основных метода определения рН – калометрический и потенциометрический. Метод калориметрии отличается простотой и неточностью, используется для определения рН окрашенных растворов и мутных вод. Потенциометрический метод более точный, основан при применении прибора рН-метра. Перед началом измерения необходимо прибор подготовить: проверяется положение механического ноля, после подключения к току прибор в течение 30 минут нагревается и вводятся поправки в шкале рН-метра по двум буферным растворам. Затем стеклянные электроды промываются дистиллированной водой, просушивают и опускают в исследуемую воду. Определение рН проводят в течение 2 – 3 минут.

Определение окисляемости (химическое потребление кислорода)

Окисляемостью называется концентрация восстановителей, содержащихся в воде, которые можно окислить тем или иным окислителем. В качестве окислителей чаще всего используют хроматы и перманганаты щелочных металлов. Окисляемость принято выражать в миллиграммах атомарного кислорода на литр воды. В связи с этим окисляемость еще называют химическим потреблением кислорода (ХПК).

Перманганатная окисляемость

Определение перманганатной окисляемости (метод Кубеля) состоит в окислении вещества пробы раствором перманганата калия в серной кислоте. После кипячения в пробу добавляется стандартный раствор щавелевой кислоты, которая реагирует с остатками перманганата. Избыток щавелевой кислоты оттитровывается стандартным раствором перманганата калия.

Определению мешают хлориды (>300 мг/л), которые можно маскировать добавкой сульфата ртути (II). Железо (II), сульфиды, нитраты также мешают определению. Они определяются другими методами анализа, а затем полученные значения содержания этих примесей вычитаются из результата определения перманганатной окисляемости. 1 мг нитратов потребляет 0,3 мг атомарного кислорода, 1 мг железа (II) - 0,14 мг кислорода.

Ход определения

К 100 мл анализируемой пробы добавить 5 мл H_2SO_4 (1:3) и 10 мл 0,01н $KMnO_4$, смесь нагреть до кипения за 5 минут и кипятить точно 10 минут, закрыв конической воронкой колбу, чтобы уменьшить испарение жидкости. После кипячения к горячему раствору добавить 10 мл 0,01н щавелевой кислоты. Горячую смесь титровать 0,01 н $KMnO_4$ до появления розового окрашивания. Одновременно с анализом исследуемой пробы провести холостой опыт с дистиллированной водой, не упуская ни одной стадии анализа. Величина перманганатной окисляемости рассчитывается по формуле:

$$HKSE = (V_1 - V_2) 80 / W, \text{ где}$$

V_1 и V_2 - эквивалентные объемы перманганата калия, израсходованные на титрование анализируемой и холостой проб;

W - объем пробы.

Нормальность перманганата следует устанавливать в день проведения анализа, титруя стандартный раствор щавелевой кислоты.

Биохимическое потребление кислорода

Биохимическое потребление кислорода (БПК₅) определяется количеством кислорода в миллиграммах на литр, которое требуется для окисления находящихся в воде органических веществ. Метод заключается в следующем: отобранную пробу воды насыщают путем встряхивания в течение 1 мин кислородом воздуха, разливают в две кислородные склянки и в одной из них определяют содержание кислорода сразу, а в другой - после

пятисуточного хранения в темноте при температуре 20⁰С (после инкубации). Найденное уменьшение в содержании кислорода в пересчете на мг/л дает величину БПК₅ за пять суток. Эта убыль в содержании кислорода обусловлена главным образом протекающими в аэробных условиях биохимическими процессами, ведущими к распаду (минерализации) органического вещества.

Определение БПК₅

БПК₅ определяется по формуле $БПК_5 = [(A - B) - (a - b)]n$, где

A - количество растворенного кислорода в испытуемой воде до инкубации, мг/л; *B* - количество растворенного кислорода в испытуемой воде после пяти суток инкубации, мг/л; *a* – количество растворенного кислорода в разводящей воде до инкубации, мг/л; *b* - количество растворенного кислорода в разводящей воде после пяти суток инкубации, мг/л; *n* - степень разведения испытуемой воды.

БПК_{полн} можно определить из следующего соотношения: $БПК_{полн} = БПК_5 / 0,68$, а зная ХПК БПК_{полн} можно определить по формуле: $БПК_{полн} = 0,86ХПК$.

3.2 Отбор проб и проведение анализов сточных вод.

Сравнительный анализ результатов проведенных исследований

Для снижения негативного воздействия промышленных объектов на окружающую среду необходимо разрабатывать комплексную стратегию охраны окружающей среды, рационального использования водно-земельных ресурсов и управления отходами производства, основанную на разработке и внедрении технологий по их очистке, переработке с целью утилизации и получения вторичных ресурсов. Поэтому для поиска высокоэффективных методов очистки сточных вод и переработки осадков, в первую очередь, встала необходимость всестороннего изучения состава и свойств производственных вод, сбрасываемых в коллектор. Отбор проб

осуществлялся с помощью специальных пробоотборников непосредственно из резервуара, куда сточные воды направляются для отделения от них сырого остатка.



Рисункок №9. Пробоотборник сточных вод.

При ознакомлении с работой предприятия и изучением особенностей производственного процесса установлено, что на фабрику поступает шерсть различного качества. Его качество сильно варьирует и является непостоянной величиной по разным причинам: в зависимости от физического состояния животных, его породы, возраста, пола, условий содержания, а также от времени года. Химический состав пищи также влияет на качество шерсти. Поэтому для определения достоверной информации о химическом составе и свойствах сточных вод были взяты пробы для исследования воды неоднократно. Доставленные образцы были изучены и подвергнуты лабораторным анализам.

Органолептические исследования сточных вод фабрики первичной переработки шерсти показали, что осадок, выпадающий после 2-х часового отстаивания, составляет более 50% общего объема стоков, по внешнему виду осадки представляют собой бурую массу с запахом навоза. В соответствии с

вышеуказанными методиками проведения анализов, были установлены их усредненные показатели: влажность осадка колеблется в пределах 85-95%, зольность 50-67%, объемная плотность 1050-1120кг/м³, концентрация сухого вещества в осадке составляет в среднем 11г/дм³.

Как видно из таблицы №10, независимо от сезона выпавший из сточных вод осадок характеризуется большим содержанием взвешенных веществ.

Общие показатели результатов анализа сточной воды обработки шерсти

Таблица №10

Наименование показателя	Отбор пробы		
	29.06.15	27.07.15	14.09.15
Взвешенные вещества, г/дм ³	22,2	25,1	23,7
Содержание минеральных веществ во взвешенных веществах в воде, г/дм ³	13,7	14,2	14,6
Водородный показатель, рН	9,05	9,03	9,04
Сухой остаток при 180°С, г/дм ³	10,08	11,01	11,00
Зольность при 530°С, г/дм ³	2,74	3,52	3,14

На основе полученных данных были построены графики изменения химического состава сточных вод, взятых в разное время. Как видно из графика, резких изменений в содержании взвешенных или минеральных веществ не наблюдается, в объеме воды содержится стабильно высокое количество органических соединений, составляющих основу сухого вещества.

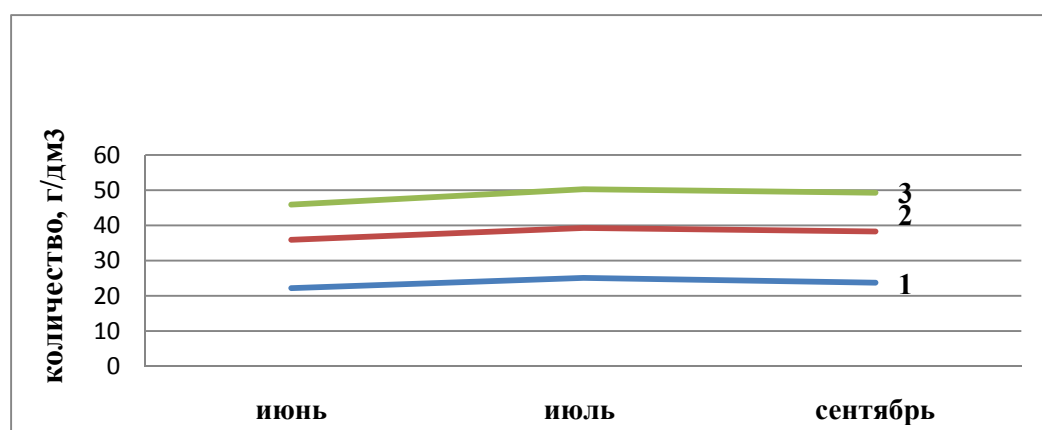


График №1. Динамика изменения общих показателей анализа сточных вод:

1 – взвешенные вещества; 2 – содержание минеральных веществ во взвешенных веществах в воде; 3 – сухой остаток.

Для получения полной информации о качественном составе сточных вод, преобладании в ее составе минеральных и органических компонентов была проведена серия следующих анализов, позволяющая дать оценку содержанию органических веществ в процентом и весовом соотношении в сточной воде до и после фильтрации. Химический состав взвешенных веществ показывает в них присутствие органических примесей более 60% общего количества сухого осадка, а в профильтрованной воде их содержание составляет более 7 г/дм³. Общее содержание органических веществ в сточной воде (в воде и взвешенных веществах) составило более 15г/дм³. Результаты анализов приведены в таблице №11 и на основе их построены графики (график №2).

Содержание органических веществ в сточных водах мойки шерсти

Таблица №11

Наименование показателя	Отбор пробы		
	29.06.15	27.07.15	14.09.15
Содержание органических веществ во взвешенных веществах, %	62	65	64
Содержание органических веществ в профильтрованной воде без взвешенных веществ, г/дм ³	7,3	7,6	7,4
Общее содержание органических веществ в сточной воде (в воде и взвешенных веществах), г/дм ³	15,8	16,4	15,0
Содержание легкоокисляемых органических веществ в профильтрованной воде (по перманганатной окисляемости, $K=2$), г/дм ³	0,54	0,81	0,64

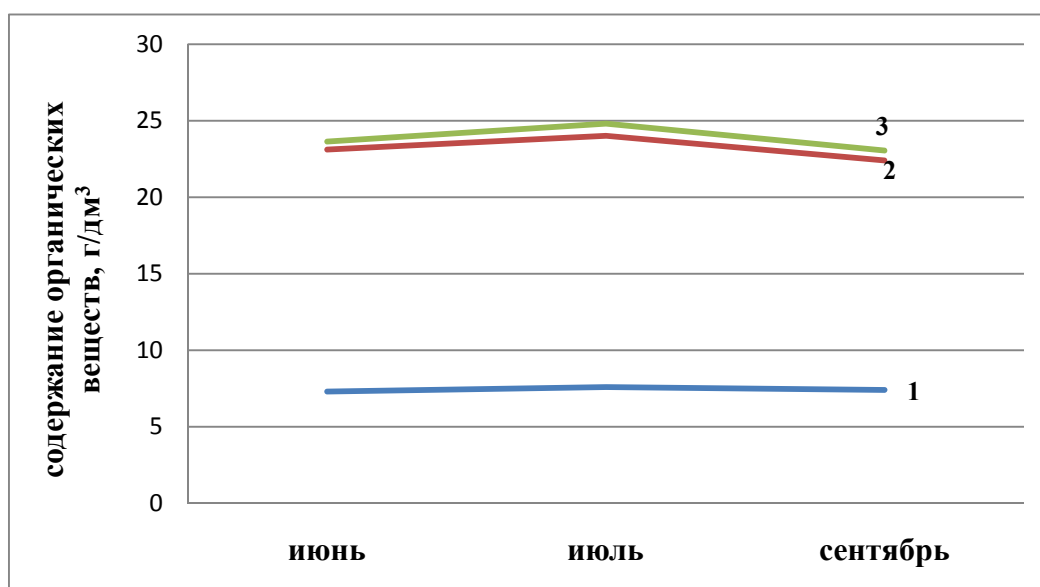


График №2. Динамика изменения содержания органических веществ в сточных водах:

1 – содержание органических веществ в профильтрованной воде; 2 – общее содержание органических веществ в сточной воде; 3 – содержание легко окисляемых органических веществ в профильтрованной воде.

Определение органических веществ (фенолов, ПАВ, экстрагируемых хлороформом веществ, перманганатной окисляемости) и сухого остатка воды проводилось после удаления взвешенных веществ отстаиванием и фильтрацией. Выбранные показатели дают характеристику сточной воде на остаточное содержание в них моющих средств, наличие токсических компонентов (фенола), а также присутствие шерстного жира.

Качественный состав органических веществ.

Таблица №12

Наименование показателя	Отбор пробы		
	29.06.15	27.07.15	14.09.15
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	272,0	324,0	298,0
Содержание суммы фенолов, мг/дм ³	14,3	12,1	13,8
Содержание веществ, экстрагируемых хлороформом при естественном рН воды (жиры, масла), мг/дм ³	10,2	12,6	11,8
Содержание анионных поверхностно-активных веществ, мг/дм ³	0,51	0,50	0,49

Исследования показали высокое содержание веществ, экстрагируемых хлороформом, к которым относятся жиры, более 10 мг/дм^3 . Этот показатель имеет наибольшее значение в осеннее время года. При отсутствии цеха по переработке отходов с целью выделения (извлечения) из них жира теряется ценный компонент, являющийся сырьем для получения ланолина. Содержание поверхностно-активных веществ (анионоактивных) незначительно, не превышает предельно-допустимые значения и составляет около $0,5\text{ мг/дм}^3$. То же самое касается и содержания фенолов, при концентрации менее 20 мг/дм^3 фенол не оказывает существенное влияние на биологическую очистку.

Кроме того, содержание легкоокисляемых органических веществ в профильтрованной воде (по перманганатной окисляемости, $\text{K}=2$) колеблется в пределах $0,52\text{--}0,56\text{ мг/дм}^3$. Полученные данные были обработаны, на их основе построены графики (график №3-4).

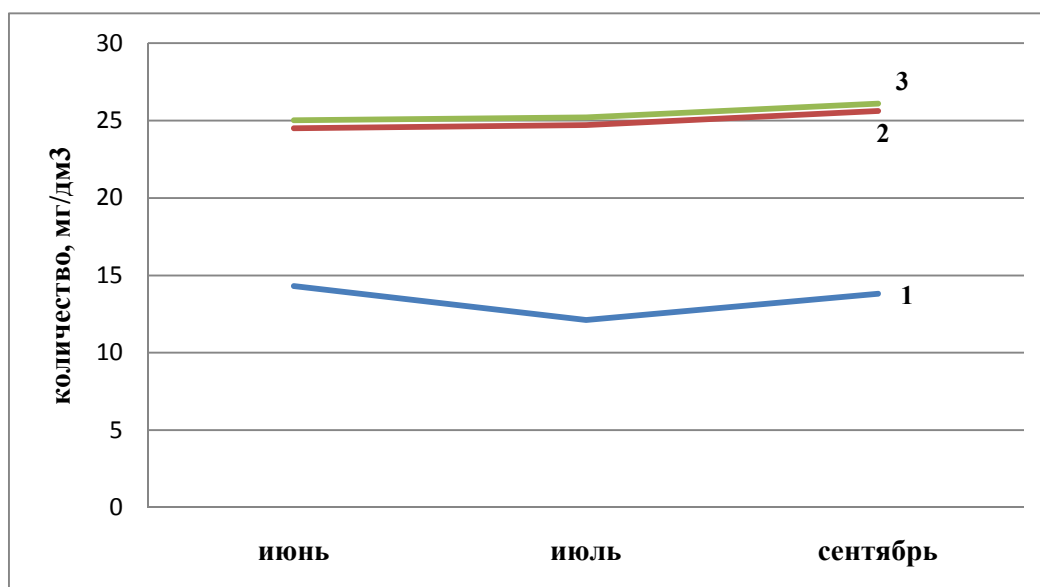


График №3. Динамика изменения содержания органических показателей в сточных водах:

1 – общее содержание фенолов, мг/дм^3 ; 2 – вещества, экстрагируемые хлороформом; 3 – количество ПАВ.

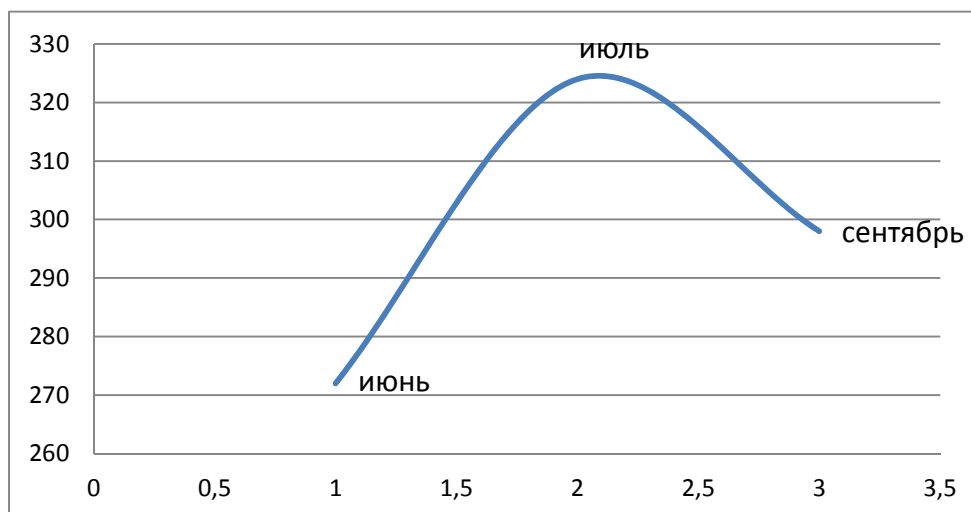


График №4. Показатели перманганатной окисляемости, мг/дм³

Исходя из вышеизложенного, по опытным данным видно, что в сточных водах фабрики первичной переработки шерсти токсичные вещества отсутствуют. Высокое содержание легкоокисляемых веществ, присутствие значительного количества органических примесей дает основание для использования биотехнологических методов очистки сточных вод и переработки осадков.

3.3 Исследование эффективности биохимической очистки сточных вод шерстомойной фабрики

Для проведения лабораторных экспериментов по очистке сточных вод биотехнологическим методом была использована специальная установка. Она включает в себя аэрируемый биоокислитель-аэротенк и вторичный отстойник (рисунок №9). Аэротенк представляет собой емкость, предназначенную для проведения процесса биологической очистки, в нем происходит непосредственный контакт сточной жидкости с оптимальным количеством активного ила в присутствии соответствующего количества растворенного кислорода в течение необходимого периода времени. Из аэротенка выходит смесь воды и ила. Она направляется во вторичный отстойник, где происходит отделение активного ила от очищенной воды.



Рисунок №10. Лабораторная установка биохимической очистки сточных вод.

С помощью этой установки был смоделирован и изучен процесс биохимической очистки сточных вод Рухабадской фабрики первичной переработки шерсти. Перед началом эксперимента специальной резервуар, установленный рядом, был заполнен осветленной в течение 2-х часов сточной водой, доставленной с фабрики. Затем по специальной технологии и в определенном соотношении была подготовлена суспензия необходимых для ее очистки биоценоза микроорганизмов. Полученные суспензии микроорганизмов были использованы для изучения процесса биоокисления загрязнителей воды, а также исследования влияния факторов окружающей среды с целью повышения эффективности их разложения.



Рисунок №11. Биоценоз микроорганизмов для приготовления суспензии активного ила.

При запуске лабораторной установки сточная вода с помощью насосов подается в биоокислитель, туда же добавляется и суспензия микроорганизмов при дозе активного ила 3 г/л. Для результативной работы микроорганизмов установка была обеспечена системой принудительной аэрации кислородом. В процессе эксперимента для создания однородных условий по всему объему биоокислителя содержимое подвергалось перемешиванию с помощью мешалки, установленной в нем. Интенсивность аэрации обеспечивалась постоянной подачей кислорода при условии содержания растворенного кислорода в аэротенке на уровне $\approx 10 \text{ppm}$ при глубине аэротенка 1 м.



Рисунок №12. Обеспечение работы установки биохимической очистки сточных вод.

Оценкой биохимического процесса является увеличение зольности и изменение окислительной мощности. Окислительная мощность (ОМ) исчисляется количеством граммов кислорода, получаемого с 1 дм^3 биоокислителя в сутки и израсходованного для окисления органических веществ, к примеру, аммонийной соли до нитритов и нитратов и т. п. При очистке производственных сточных вод окислительная мощность аэротенков зависит от характера содержащихся в них загрязнений и пропорциональна величине прироста биомассы в зоне аэрации. Содержание аммоний-ионов в иловой смеси определялось в лабораторных условиях фотометрическим методом с предварительным отстаиванием и отделением активного ила после

взаимодействия содержащихся ионов аммония с тетраиодомеркуратом калия в щелочной среде с образованием коричневой, нерастворимой в воде соли основания Миллона, переходящей в коллоидную форму при малых содержаниях ионов аммония. Интенсивность окраски прямо пропорциональна концентрации аммоний-ионов в растворе пробы. Динамику изменения окислительной мощности по БПК_{полн.}, количества взвешенных веществ и аммоний-ионов определяли несколько раз: в начале эксперимента, через 4 и 12 часов после его начала (таблица №13).

Таблица №13

Концентрация загрязнений	Поступающий сток	Через 4 часа	Через 12 часов
по БПК _{полн.} , мг/л	233,9	12,8	5,7
по взвешенным веществам, мг/л	251	10	4
азот аммонийный, мг/л	40	1-3	0,5
фосфаты, мг/л	29	менее 1,0	-

Работа по моделированию процесса биохимической очистки и его изучению в ходе эксперимента помогла наглядно увидеть и понять происходящие изменения. На основании наблюдений был построен график зависимости прироста биомассы микроорганизмов при окислении загрязнителей сточных вод. В процессе биологической очистки можно выделить несколько стадий (график №5).

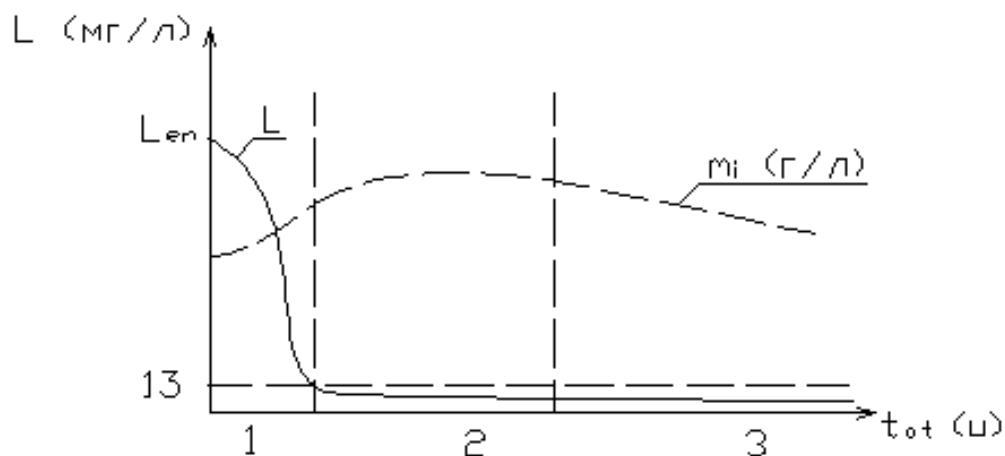


График №5. Зависимость прироста биомассы от изменения содержания органических загрязнителей в процессе биохимической очистки.

L (мг/л) – график изменения БПК сточных вод в процессе биоокисления; m_i (г/л) – график изменения массы ила в аэротенке в процессе очистки сточных вод;

1 стадия - поглощение (сорбция) активным илом органических соединений сопровождается значительным приростом ила. К концу первой фазы БПК сточных вод снижается примерно до 13 мг/л, углеродсодержащие соединения, в основном, извлечены из сточных вод, они перешли на ил.

2 стадия - окисление загрязнений, сорбированных илом, т.к. их концентрация на иле значительно больше, чем в растворе. Во второй фазе процесса БПК снижается очень медленно, при БПК \approx 15мг/л начинается процесс нитрификации, т.е. окисление аммонийного азота до нитритов и нитратов.

3 стадия - аэробная стабилизация ила (минерализация, самоокисление ила). В условиях недостатка питания микроорганизмы начинают «поедать» друг друга и их концентрация также снижается, что свидетельствует о полном окислении органических веществ и завершении процесса очистки.

Данные, полученные в ходе эксперимента, показывают высокую степень очистки и дают основание для эффективного применения биохимического метода для сточных вод шерстмойной фабрики. Кроме того, экспериментальным путем в условиях, максимально приближенных к производственным, была установлена продолжительность очистки сточных вод. При данной степени загрязненности воды (по БПК_{полн.} 233,9 мг/л) и количестве активного ила (3г/л) глубокое биоокисление загрязнителей происходит в течение не менее 12 часов.

3.4 Влияние различных факторов среды на процесс биохимической очистки сточных вод

Регулируя условия существования микроорганизмов, можно управлять их развитием, подавлять или интенсифицировать биохимическую деятельность. Изучение влияния таких факторов, как влияние температуры, принудительной аэрации и рН среды предоставляют возможность

оптимизировать активность микроорганизмов и повысить их окислительную способность.



Рисунок №13. Управление процессом очистки воды.

Скорость биохимических процессов очистки сточных вод в большой степени зависит от *температуры среды*. При температуре сточных вод ниже 6 °С жизнедеятельность микроорганизмов, а следовательно, и их активность резко снижаются; при температуре свыше 37°C заметно уменьшается скорость нитрификации в связи с уменьшением в воде растворенного кислорода. Оптимальной температурой является диапазон 20-28°C. При этом активный ил характеризуется наибольшим видовым разнообразием микроорганизмов. С повышением температуры очищаемой воды до 37 °С необходимо увеличение в 1,2 раза подачи воздуха для аэрации.

В связи с этим на термостате установки был выставлен температурный диапазон терморегулирования в пределах 29 – 32 °С с оптимумом 25 °С как исходная постоянная величина.



Рисунок №14. Регуляторы температуры и уровня аэрации.

Для увеличения скорости деградации углеводов нужно максимально устранить факторы, ограничивающие рост микроорганизмов. К таким факторам относится *pH активность среды*. Биологическая очистка наиболее эффективна, если значение pH не выходит за пределы 5 - 9, оптимальной считается среда с pH= 6,5 – 7,5. Отклонение pH за пределы 5 – 9 влечёт за собой уменьшение скорости окисления вследствие замедления обменных процессов в клетке, нарушения проницаемости её цитоплазматической мембраны и др.

Если значения температуры и pH выходят за пределы не только оптимальных, но и допустимых величин, необходимо корректировать эти параметры в сточных водах, поступающих на биологическую очистку.

Недостаток *биогенных элементов* тормозит процесс биохимического окисления; их искусственная добавка стимулирует рост бактерий, а следовательно, и интенсифицирует окисление органических веществ. В качестве биогенных элементов применяют диаммоний фосфат, фосфорнокислый калий, аммиачную селитру, аммиачную тукосмесь, суперфосфат и др. Минимальные количества биогенных элементов для интенсивного биохимического процесса очистки сточных вод составляют на каждые 100 мг/л БПКполн.: азота 5 и фосфора 1 мг/л.

Для приготовления раствора биогенных веществ суперфосфат и аммиачная вода в количестве 11,15 и 2,23 мг/л вводится для растворения в смеситель (с небольшой частотой вращения) с теплой водой (температура 40-50°C). Такой раствор был введен в аэротенк непосредственно перед началом эксперимента.

Аэробная очистка сточных вод основана на применении микроорганизмов, для которых *присутствие свободного кислорода* является необходимым условием жизнедеятельности. Количество кислорода, расходуемое на окисление 1 мг вещества, варьирует от 3 до 4 мг. Полученные нами в ходе исследований данные свидетельствуют о том, что процесс аэрации увеличивает видовое разнообразие и ускоряет рост

численности микроорганизмов, что отражается на эффективности биоокисления загрязнителей воды (рисунок №15).

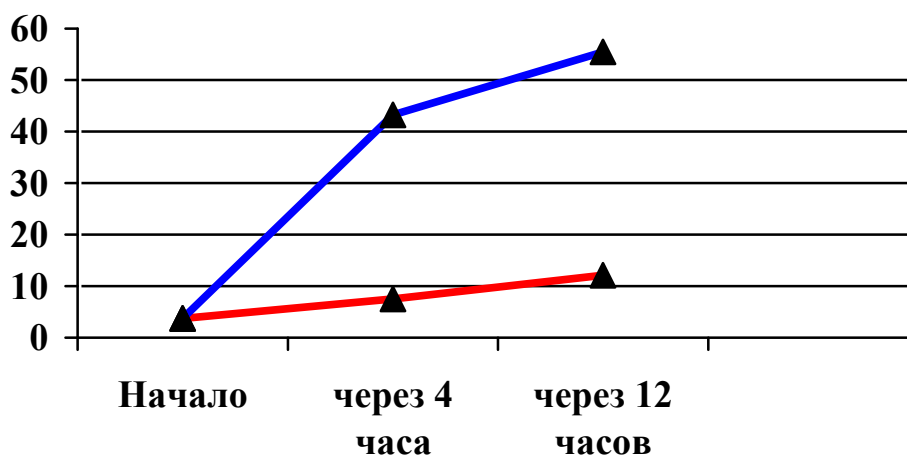


График №6. Влияние принудительной аэрации на эффективность биоокисления:

1 – без аэрации; 2 – в условиях принудительной аэрации.

Для проведения сравнительного анализа был проведен эксперимент в условиях отсутствия дополнительной аэрации кислородом. Измеряя динамику изменения зольности сточных вод от исходного количества до завершения эксперимента, зафиксировано, что принудительная аэрация ускоряет и увеличивает степень биоокисления загрязнителей до 75-80% (таблица №13).

Эффективность биоокисления загрязнителей в условиях принудительной аэрации

Таблица №13

Условия биоокисления	Зольность, г/дм ³			Эффективность биоокисления, %
	Исходное количество	Через 4 часа	Через 12 часов	
Без аэрации	3,71	7,52	12,10	18
С аэрацией	3,71	43,25	55,47	93

Из результатов всех проведенных опытов следует, что целенаправленное регулирование концентрации биогенных элементов, аэрации, температуры и рН среды положительно отражается не только на развитии микроорганизмов,

но и на их биохимической активности по окислению и минерализации загрязнителей. Проведенные эксперименты и лабораторные анализы на лабораторной базе кафедры «Промышленной экологии» подтвердили эффективность использования выбранного метода для очистки сточных вод Рухабадской фабрики первичной обработки шерсти.

IV. Технологическая часть

С повышением требований к качеству сырья, возрастающим дефицитом энергетических ресурсов, воды, а также ужесточением требований по охране окружающей среды, возникает необходимость постоянно совершенствовать технологию переработки шерсти с учетом процессов очистки и переработки сточных вод и осадков. В этом плане актуальными являются вопросы разработки технологических процессов по очистке сточных вод и утилизации отходов производства [13].

4.1 Разработка биотехнологической схемы очистки сточных вод и переработки сырых осадков

Из литературных данных и результатов аналитических исследований состава сточных вод следует, что наиболее оптимальным методом для их очистки и переработки образующихся осадков являются биотехнологические методы. Нами была разработана технологическая схема комплексной очистки сточных вод и утилизации сырого осадка (рисунок №15). Наиболее эффективным вариантом для данных условий является совместное применение аэробных и анаэробных процессов. Их сочетание приведет к значительному (примерно в 3 раза) уменьшению вместимости метантенков и обеспечит метантенки необходимым теплом за счет сжигания образующегося биогаза [16]. Рекомендуемая технологическая схема очистки представлена на рисунке №16, которая состоит из нескольких стадий.

На первой стадии с помощью механических и физико-химических методов из сточных вод необходимо удалить нерастворимые примеси. К ним относятся волокна, песок, грязь и шерстный жир. Для их полного удаления необходимо последовательно использовать волокнуудалитель, песколовку, жироловку и флотатор.

Волокноуловитель горизонтального типа задерживает смесь волокна и крупных механических примесей. Этот осадок нестабилен, способен загнивать или самопроизвольно загораться. Поэтому его дальнейшая переработка возможна в анаэробных условиях в метантенке. На следующем этапе сточные воды проходят через песколовку. В песколовках в зависимости от условий может задерживаться от 10 до 25% взвешенных веществ. При его нормальной работе состав и свойства этого осадка более постоянны, чем осадки волокноуловителей. Осадок из песколовки поступает в сборник-накопитель. Вследствие того, что осадок песколовки не представляет серьезной санитарной опасности, его можно отправить на свободные площадки и использовать, например, для благоустройства территорий или газонов.

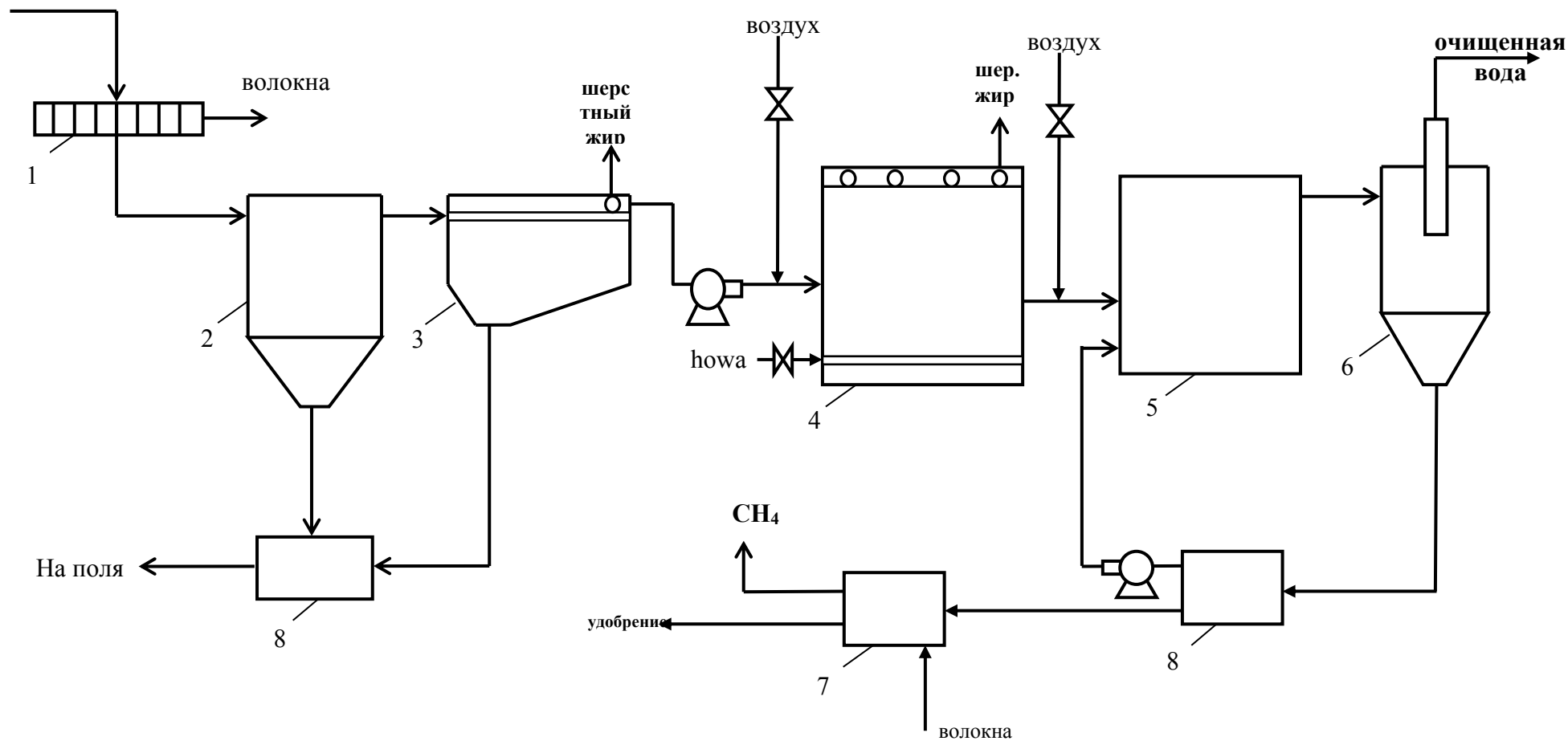


Рисунок №15. Технологическая схема биохимической очистки сточных вод и переработки осадков:

1- волокноуловитель; 2- песколовка; 3 – жируловитель; 4 – флотатор; 5 – аэротенк; 6 – вторичный отстойник; 7 – метантенк, 8 – сборник-накопитель

Дальнейшая очистка воды производится в жироловке [12]. Его конструкция позволяет снимать находящийся на поверхности жир с помощью специального скребка. В его нижней части происходит оседание механических примесей, которые также направляются в накопитель. Общая очистка от взвешенных веществ составит 60 -65 %.

Дополнительно для извлечения шерстного жира установлен флотатор. Сточные воды, выходящие из жироловки, с помощью насоса подаются во флотатор и одновременно обогащаются кислородом благодаря компрессорному вентилированию. Дополнительно в нижней части флотатора установлена еще одна воздуходувка, которая обеспечивает эффективность процесса флотации. Частицы водной смеси, взаимодействуя между собой и соединяясь с частицами воздуха, образуют комплекс частица-пузырек. Эти комплексы, всплывая, группируются на поверхности.

Уровень удаления загрязнений в процессе флотации зависит от степени аэрации, высоты водного слоя, химической структуры шерстного жира и поверхностно-активных веществ, их концентрации, состава сточных вод и других условий. С повышением концентрации шерстного жира и поверхностно-активных веществ повышается степень удаления пузырьковых загрязнений.

Таким образом, в результате проведения первого этапа очистки сточных вод удаляются механические примеси, находящиеся в сточных водах в нерастворенном состоянии. При этом из сточных вод извлекается шерстный жир, являющийся ценным вторичным ресурсом.

Следующий этап очистки сточных вод осуществляется в аэротенке [14, 16]. Для повышения эффективности процесса сточные воды, поступающие в аэротенк, обогащаются воздухом. Сущность метода состоит в окислении органических веществ при длительной аэрации в течении 3-15 суток. Аэробную переработку осуществляют микроорганизмы, использующие загрязнители сточных вод в качестве субстрата. При этом идет прирост биомассы микроорганизмов, и вода очищается. Из аэротенка очищенная

вода попадает во вторичный отстойник, после которого ее можно использовать вторично в качестве оборотной воды, что в свою очередь, также является ценным вторичным ресурсом. В качестве вторичного отстойника здесь будет уместно использовать вертикальный отстойник.

Избыточная биомасса активного ила, поступившая во вторичный отстойник, попадает в накопитель. Откуда частично возвращается в аэротенк для дальнейшего функционирования, основная часть активного ила вместе с волокнами из волокнуудалителя подается в метантенк для сбраживания в анаэробных условиях [17]. Анаэробные биохимические процессы используются для переработки сырого остатка сточных вод и для стабилизации высококонцентрированных субстратов. В метантенке различные физиологические группы микроорганизмов сбраживают осадки сточных вод. Конечный продукт брожения – лигнино-гумусовый комплекс удаляется с нижней части метантенка, его рекомендуют использовать в качестве удобрения и вторичного ресурса на сельскохозяйственных полях. Образующийся в процессе брожения газ – метан сжигают, часть выделяющегося при сжигании тепла можно использовать для нагрева метантенка.

В процессе очистки сточных вод фабрик первичной переработки шерсти образуется около 40-50% осадков от объема стоков. На основании результатов исследований и опыта работы очистных сооружений рекомендуются следующие расчетные параметры для проектирования метантенков при очистке шерстомойных сточных вод методом анаэробного сбраживания в мезофильных условиях:

продолжительность сбраживания — 7 суток;

нагрузка на 1 м³ объема метантенков по БПК_{полн} — 2 кг/сутки;

выход газа на 1 кг снятой БПК_{полн} — 0,7 м³;

прирост осадка — 15 кг/м³ с влажностью 92%;

Эффект очистки по БПК_{полн} — 90%; газ в основном состоит из метана; БПК_{полн} очищенного стока—1,5-2 г/л. При этом должна быть обеспечена равномерная подача сточных вод в метантенк.

Предлагаемая технологическая схема очистки сточных вод позволяет получить ценные вторичные ресурсы из различных отходов, образующихся на различных стадиях технологического процесса. В начале переработки из сточных вод отделяется шерстный жир, в процессе аэробного окисления органические загрязнители минерализуются и вода очищается. А сырой осадок и активный ил сбрасывается в метантенке с выделением метана и образованием несбраживаемого осадка, являющегося ценным удобрением для сельского хозяйства.

ВЫВОДЫ

В настоящей исследовательской работе содержатся научно-обоснованные результаты экспериментальных и теоретических исследований, использование которых обеспечивает решение экологических и социальных задач нашей страны путем совершенствования технологии по комплексной очистке сточных вод и обработке осадков на Рухабадской фабрике первичной переработки шерсти. Основные научные и практические результаты выполненных исследований заключаются в следующем:

1. Проанализировано современное состояние системы водоснабжения и водоотведения на Рухабадской фабрике первичной обработки шерсти. Выявлено существование серьезной проблемы в вопросах очистки сточных вод производства и отсутствие методов утилизации сырого осадка.
2. Изучена технология первичной обработки шерсти, в результате которой появляются сточные воды. Представлены основные источники, объемы и состав сточных вод, которые содержат в основном взвешенные органические и минеральные вещества. Рассмотрены основные требования к используемым ресурсам – воде и моющим средствам.
3. Рассмотрены методы очистки сточных вод для фабрик первичной обработки шерсти, дана сравнительная оценка их эффективности. Показаны методы переработки осадков сточных вод фабрик первичной переработки шерсти с целью получения вторичных ресурсов.
4. В экспериментальной части работы на основе отобранных в разное время проб воды был проведен химический анализ сточных вод Рухабадской фабрики первичной переработки шерсти. Результаты химического анализа показали наличие в сточных водах стабильно большого содержания взвешенных веществ с высокой степенью окисляемости. Присутствие в сточных водах органических отходов животного и растительного происхождения дают основание для эффективного

использования биотехнологических методов очистки и переработки осадков сточных вод.

5. Экспериментальными и теоретическими исследованиями установлена техническая возможность и целесообразность применения технологии биохимической очистки сточных вод, определены технологические параметры оптимального режима работы, повышающие степень биоокисления сточных вод, предложена усовершенствованная технологическая схема очистки производственных сточных вод, обеспечивающая достижение постоянного эффекта очистки до 80% по основным показателям.
6. Разработана технологическая схема комплексной очистки сточных вод Рухабадской фабрики первичной переработки с использованием механических, физико-химических и биохимических процессов. Предлагаемая технологическая схема очистки сточных вод позволяет получить ценные вторичные ресурсы из различных отходов, образующихся на различных стадиях технологического процесса:
 - шерстный жир,
 - метан,
 - удобрение,
 - техническая вода.

Степень очистки воды позволяет ее использовать для повторного водоснабжения в качестве оборотной воды.

7. Комплексный метод очистки сточных вод и переработки отходов производства является эффективным решением в области управления водно-земельными ресурсами и включает в себя решение экологических, энергетических, агрохимических, экономических и других проблем. Это в свою очередь внесет свой вклад в получение вторичных ресурсов и улучшение состояние окружающей среды.
8. Данная исследовательская работа направлена на улучшение экологической обстановки в районе Рухабадской фабрики первичной

обработки шерсти. Разработанная и предложенная здесь технологическая схема биохимической очистки сточных вод является первым шагом на пути создания эффективной системы управления водно-земельными ресурсами. На следующем этапе исследований необходимо глубоко изучить процессы сбраживания сырого осадка в метантенке, для повышения эффективности его работы определить оптимальные параметры функционирования, обеспечить очистку и получение биогаза, изучить химический состав, свойства и возможности применения биоудобрений.

Использованная литература

1. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. I-II tom. Türkmen döwlet neşiriýat gullugy, Aşgabat, 2010.
3. Биотехнологические и химические методы охраны окружающей среды. Всесоюзный симпозиум. Тезисы докладов. Самарканд: Самаркандский гос.ун-т, 1988. – 74с.
4. Чурбанова И.Н. Микробиология. М., Высшая школа, 1987.
5. Жариков Г.А., Капранов В.В., Марченко А.И, Крайнова О.А., Киселева Н.И, Дядищева В.П., Жариков М.Г. Опыт использования биотехнологий для защиты окружающей среды. Вестник Российской военно-медицинской академии, 2008, с. 171.
6. Рогачев Н.В., Федоров В.А. Первичная обработка шерсти. М., 1967. 326с.
7. Рогачев Н.В. Некоторые вопросы первичной обработки шерсти. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 184с.
8. Терещук А.И. Очистка сточных вод и обезвоживание осадка на фабриках первичной переработки шерсти. М, Легкая индустрия 1980г. 144с.
9. Васильев Г.В., Ласков Ю.М., Васильева Е.Г. Очистка сточных вод фабрик первичной обработки шерсти, М., 1971. 65 с.
10. Пугачев Е.А., Шехавцов И.М., Викулин П.Д., Акимцева М.Ю. Очистка сточных вод предприятий первичной обработки шерсти М., 1986.
11. Жуков А.И., Монгайт И.Л., Родзиллер И.Д. Методы очистки производственных сточных вод. - М.: Химия, 1996. – 345с.
12. Пугачев Е.А. Методы и средства защиты окружающей природной среды в легкой промышленности. – М., Легпромбытиздат, 1988. – 240с.

13. Родионов А.И., Клушин В.Н., Систер В.Г. Технологические процессы экологической безопасности. Калуга, 2000.
14. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружения с аэротенками. М.,: АКВАРОС, 2003.
15. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.Химия, 1984г.
16. Синев О.П. Интенсификация биологической очистки сточных вод. Киев: Техника, 1983.
17. Данилович Д.Л., Монгайт А.И. Анаэробная очистка концентрированных сточных вод. М., 1989.