МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УДК 577.4(575.1)+631.6.02

Гулямова Феруза Гайратовна

РЕАГЕНТНЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ ОКРАШЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание академической степени магистра по специальности 5А585101
защита окружающей среды (по отраслям)

Научный руководитель: доц. Турсунов Т.Т.

Работа рассмотрена и допущена к
защите на заседании кафедры
«Промышленная экология»
Протокол № __ от « __» _____ 2010 г.
Зав. кафедры доц. Турсунов Т.Т.

Начальник отдела магистратуры доц. Абдурахманов А.К.

Ташкент-2010

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

ВВЕДЕНИЕ..... 3

ГЛАВАI СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕК СТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....

ГЛАВА II ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 35

ГЛАВА III РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Испытания золы Ангренской ГРЭС в качестве адсорбента..... 41

3.2. Испытание Навбахарской бентонитовой глины в качестве адсорбента 43

3.3. Испытание композиции Навбахорской бентонитовой глины с золой в качестве ад сорбента 44

3.4. Реагентный способ очистки окрашенных сточных вод 48

ЗАКЛЮЧЕНИЕ..... 55

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ..... 57

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ..... 65

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Экологическая обстановка в нашей республике настоятельно ставит вопрос о повышении степени очистки вод различных производств. К наиболее трудной в техническом плане проблеме относится очистка окрашенных сточных вод текстильной, шёлкомотальной, лакокрасочной и других отраслей промышленности, что связано с огромным объёмом этих вод и широким, постоянно изменяющимся диапазоном используемых красителей.

Сточные воды наряду с красителями содержат и другие сопутствующие органические и минеральные примеси: различные поверхностно-активные вещества, минеральные кислоты, хлориды, сульфаты, ионы тяжелых металлов и др. В зависимости от их соотношения в широких пределах изменяются цветность, мутность, pH, ионный состав воды.

Поэтому универсальных способов очистки окрашенных сточных вод до настоящего времени не разработано. В то же время имеется множество разработок по обесцвечиванию окрашенных промышленных сточных вод до достаточно высоких степеней очистки, многие из которых не вышли за рамки лабораторных исследований.

Проводимые нами исследования будут завершены осуществлением укрупненных лабораторных испытаний с последующей рекомендацией адсорбентов и реагентов для очистки окрашенных сточных вод текстильных производств.

Степень изученности проблемы. В работе изложены методы получения и исследования физико- и коллоидно-химических свойств новых адсорбентов и реагентов полученных на основе отходов содового производства республики. Исследованы возможности использования этих адсорбентов и реагентов для разработки технологии очистки окрашенных сточных вод от красителей текстильных производств.

При очистке окрашенных сточных вод текстильных производств реагентным методом в качестве флокулянта применяются полиакрил амид (ПАА) и другие полимеры. Однако их применение усложняет технологическую схему, транспортировку. Транспортные затраты на доставку огромные, что приводит к повышению себестоимости очистки сточных вод. Поэтому проведение исследований по замене этих флокулянтов на реагенты полученные на основе местного сырья и разработка технологии очистки окрашенных сточных вод соответствует приоритетным направлениям научных исследований современной прикладной коллоидной химии.

Цель работы. Цель диссертационной работы заключается в разработке способов и технологии очистки окрашенных сточных вод эффективными адсорбентами и реагентами на основе местного сырья.

В соответствии с указанной целью в работе исследованы возможности использования в качестве адсорбентов - Навбахроская бентонитовая глина и композиции этой глины с золой Ангренской ГРЭС, Ангренская зола, а также реагент - гидросиликат кальция в,их сочетании с коагулянтом - сернокислым алюминием для очистки окрашенных сточных вод Ферганского хлопчатобумажного комбината.

Объект и предмет исследования. В качестве объектов исследования выбраны адсорбенты: бентонит и зола и их композиции; реагенты: композиции гидросиликата кальция и сернокислого алюминия; производственные окрашенные сточные воды Ферганского хлопчатобумажного комбината. Предметом исследования являются применение комплекса методов исследований физико- и коллоидно-химических методов анализа адсорбентов, реагентов и контроля процессов очистки воды (до и после очистки).

Научная новизна работы:

- с целью выявления эффективных средств очистки окрашенных сточных вод, на примере Ферганского хлопчатобумажного комбината, разработаны реагентные и адсорбционные способы очистки воды. В

качестве реагента использован гидросиликат кальция, а адсорбентов - Навбахорская бентонитовая глина, золы Ангренской ГРЭС. Реагенты и адсорбенты сочетались с коагулянтом сульфата алюминия. В результате проведенных реагентных и адсорбционных способов очистки окрашенных сточных вод текстильных производств установлено:

а) при обработке окрашенных сточных вод Навбахорской бентонитовой глиной в количестве 500-15000 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия (300-500 мг/л) степень очистки сточных вод достигает 87-93 %;

б) при обработке окрашенных сточных вод композицией Навбахорской бентонитовой глины с Ангренской золой (соотношение 1:1) в количестве 7500-10000 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия (200-500 мг/л) степень очистки сточных воды достигает 87-94 %;

в) при обработке сточной воды высокодисперсной золой Ангренской ГРЭС в количестве 500-15000 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия (300-500 мг/л) степень очистки сточной воды достигает 88-95 %;

г) при обработке окрашенных сточных вод гидросиликатом кальция в количестве 200-600 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия (200-400 мг/л) степень очистки сточных вод достигает 94-98 %.

- разработаны принципиальные основы выбора дозировок адсорбентов (Навбахорская бентонитовая глина и её композиция с Ангренской золой, Ангренская зола, а также реагентов - гидросиликат кальция) и коагулянта (сульфат алюминия) в зависимости от состава и степени окрашенности производственных сточных вод.

Научная и практическая значимость результатов работы. На основе проведенных укрупненных лабораторных испытаний по очистке сточных вод Ферганской хлопчатобумажной фабрики установлено, что по сравнению с громоздким адсорбционным методом рекомендован

более компактный и эффективный реагентный способ очистки окрашенных сточных вод текстильных производств, основанный на обработке их высокодисперсным гидросиликатом кальция, получаемым при сливании растворов силикатов натрия и хлорида кальция, в количествах 200-600 мг/л (в пересчете на гидросиликат - ГСК) и последующим добавлением сернокислого алюминия в количестве 200-400 мг/л. На основе полученных результатов предложена принципиальная технологическая схема очистки окрашенных сточных вод реагентным способом на с использованием гидросиликата кальция.

Апробация работы. Основные результаты работы доложены, обсуждены и получили одобрение на: Республиканской научно-практической конференции «Перспективы развития химии и химической технологии» (Ташкент, 2009 г.); Научно-технической конференции молодых ученых: докторантов, аспирантов, научных сотрудников и студентов бакалавриата и магистратуры ТашХТИ «Умидли кимёгарлар-2009» (Ташкент, 2009 г.).

Опубликованность результатов. Основное содержание диссертации отражено в 2-х сборниках Республиканских научных конференций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, заключения, списка использованной литературы, состоящего из 63 наименований. Диссертационная работа изложена на 65 страницах машинописного текста, включает 3 рисунка и 13 таблиц.

ГЛАВА I

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Для предварительной очистки сточных вод предприятий текстильной промышленности разработаны и исследованы физико-химические методы: коагулирование, электрокоагулирование, флотация с применением реагентов и без него, окисления озоном, хлором, перекисью водорода, электрохимические окисления, восстановления гидросульфатом натрия, кислом растворе ронгалита, железными стружками подкисленного серной кислотой стыка, последующей его нейтрализацией и отстаивания [1-8].

В наиболее развитых в техническом отношении странах текстильная промышленность занимает шестое место среди других отраслей промышленности, как по потреблению воды, так и по объему промышленных сточных вод [9]. В число основных технологических операций текстильного производства входят такие водоемкие процессы, как крашение и мокрая отделка тканей. Сброс в канализацию отходов красильно-отделочных производств достигает весьма значительных величин, например ПАВ до 90 % [10]. Однако, несмотря на то, что для обработки и крашения тканей и волокон на текстильных предприятиях используется ~ 300 различных химических реагентов, лишь 30-50 из них содержатся в сточных водах в концентрации > 5,мг/дм^3 и только 6-15 видов химических реагентов находится в виде истинно или коллоидно-растворенных веществ, т.е. наиболее трудно удаляемых [11]. Загрязняющие сточную воду вещества в основном имеют два источника происхождения — либо это загрязнения, переходящие в сточную воду в технологических процессах из тканей и воло-

кон, либо загрязнения, поступающие в сточную воду из технологических растворов, используемых в процессах подготовки, отделки и крашения текстильных материалов. Если по второму типу загрязнений в специальной литературе имеются некоторые сведения, хотя и нуждающиеся в дополнении и анализе, то по первому типу информация практически отсутствует, что обусловлено в первую очередь сложностью идентификации этих примесей. Между тем вклад этого типа соединений в суммарную величину загрязнений сточной воды весьма существен. Так, по данным [12], 25-30 %, загрязняющих веществ в сточной воде составляют продукты расшлихтовки и разрушения обрабатываемого волокна. По данным других исследований на долю шлихтующих препаратов в сточных водах приходится 50%, продуктов разрушения волокна — 25%, отделочных препаратов - 13,8%, химических веществ и красителей - 11% [13].

Наличие в воде загрязнений, переходящих в сточную воду из волокна, обусловливают ее специфическое поведение при различных физико-химических процессах очистки воды и оказывает существенное влияние на ее конечный результат. Поэтому наличие такого рода загрязнений необходимо учитывать при разработке технологических схем.

В обзоре рассмотрены процессы происходящие при мокрой отделке и крашении тканей и волокон и определены те типы загрязнений, которые переходят в сточную воду из обрабатываемых волокон и тканей наряду с химическими реагентами и материалами, используемыми в технологических процессах; оценены, какие специфические особенности придают воде эти загрязнения и какое влияние они могут

оказывать на процессы очистки сточных вод; указаны возможные процессы очистки.

Так как каждый вид обрабатываемого волокна и ткани претерпевает изменения в зависимости от его природы, в обзоре будут рассмотрены последовательно хлопчатобумажное, шерстяное и шелковое производство.

Наиболее водоемкими операциями при обработке хлопчатобумажных материалов, являются расшлихтовка, беление, крашение и промывка (табл.1) [14].

Отварка и беление хлопчатобумажных тканей включает процессы щелочной пропитки, промывки, кисловки, перекисной пропитки. Для проведения операций используются гидроксид натрия, метасиликат натрия, бисульфит натрия, смачиватели, карбонат натрия, серная кислота, пероксид водорода. Рабочие массовые концентрации растворов этих веществ обычно составляют от нескольких единиц до сотен граммов на литр [15-17].

При белении льняных материалов используют процесс окислительной варки в присутствии сульфата магния, триполифосфата натрия, гидроксида натрия, силиката натрия, пероксида водорода. Подкисление осуществляют раствором уксусной кислоты, а промывку - раствором триполифосфата натрия [15, 17].

В результате отварки и беления хлопчатобумажных и льняных тканей формируются сточные воды, содержащие в значительных концентрациях сульфат натрия, гидроксид натрия, уксуснокислый натрий, силикат натрия, триполифосфат натрия и поверхностно-активные вещества (ПАВ), выполняющие роль смачивателей. Усредненные интегральные показатели качественного и количественного состава сточ-

Таблица 1

Характеристика сточных вод по отдельным процессам хлопчатобумажной промышленности

Процесс	Потребление воды, $м^3/т$	АПК, $мг/дм^3$	ХПК, мг/дм"
Расшлихтовка	15-20	3000-6000	4000-8000
Отварка	4	800-1400	7000-1200
Беление	150-180	800-1200	80-150
Мерсеризация	7	7-50	10-70
Крашение	30	400-1600	300-1400
Печатание	25	1200	1000
Промывка	ПО	100-300	100-300
Специальные виды отделки	5	1000-2000	2000

Таблица 2.

Усредненные показатели качества сточных вод цехов Отделки хлопчатобумажных предприятий

Показатели качества воды	Предел изменения
Интенсивность окраски	1:25+1:80
Зольность сухого остатка, %	42-46
РН	6,8-8,06
Другие показатели, $мг/дм^3$:	
взвешенные вещества	160-170
сухой остаток	800-2900
ХПК	1530-3820
$БПК_{полн}$	310-800
Неионогенные ПАВ	0,3-2,3

Анионные ПАВ	1,8-3,4

ных вод цеха отделки хлопчатобумажных материалов представлены в табл. 2 [14].

Как видно из табл. 2, эта категория сточных вод при незначительной окраске и содержании поверхностно-активных веществ имеет высокое солесодержание преимущественно в виде сульфатов. Требования к содержанию сульфатов в сточной воде, отводимой в городскую канализационную сеть, во многих промышленных регионах и крупных городах чрезвычайно жесткие и составляют в ряде случаев от 40 до 100 мг/дм^3. Высокое содержание органических веществ в сточной воде, определяемое величинами ХПК и БПК, обусловлено не только ассортиментом применяемых текстильно-вспомогательных веществ при подготовке материалов к крашению, но и технологическими примесями, перешедшими в сточную воду из тканей в процессах отварки и отбеливания.

В настоящее время в процессах шлихтования наиболее часто используются производные крахмала, характеризующиеся высокой адгезией к поверхности волокон. Расшлихтовка обеспечивает перевод крахмала шлихты из нерастворимых в растворимые в воде продукты с последующим удалением их промывкой. Крахмальные препараты частично заменяются водорастворимыми полимерами и олигомерами [18].

Постепенное превращение крахмала в растворимые в йоде Продукты происходит в результате действия сильно диссоциированной кислоты по схеме: крахмал-декстрин-амилодекстрин-ахродекстрин-мальтодекстрин-мальтоза-глюкоза. Таким образом, происходит гидролитический распад смеси основных полисахаридов, составляющих

крахмал, с образованием простых соединений, которые характеризуются большой растворимостью в воде.

Перевод крахмала в растворимые соединения может также достигаться путем действия щелочей, в результате чего образуются соединения типа алкоголяметов; при действии окислителей крахмал и крахмалопродукты окисляются с образованием низкомолекулярных производных, растворимых в воде. Действие энзимов и ферментов также приводит к образованию простых соединений, отличающихся высокой растворимостью в воде и восстановительной способностью. В качестве энзимов и ферментов используют раствор панкреатина, амилосубтилина, беламилазы [19].

Помимо крахмала для шлихтования используются синтетические соединения типа поливинилового спирта (ПВС), простых эфиров целлюлозы в виде карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) и оксиэтилцеллюлозы, сульфонатов целлюлозы, полиакриламида, которые также подвергаются превращению в простые растворимые соединения. В процессе расшлихтовки в сточную воду переходят гидрофильные низкомолекулярные соединения, обусловливающие высокие значения ХПК и БПК воды.

Помимо перехода в воду продуктов расшлихтовки при отварке хлопчатобумажных тканей происходит изменение химического состава сопутствующих примесей целлюлозы, переходящих затем в воду. К таким примесям относятся воскообразные вещества, которые включают высокомолекулярные одноатомные спирты жирного ряда: гассипиловый $C_{3}oH_{6}$|OH; монтаниловый $C_{2}8H_{57}OH$; цериловый C26H53OH; карнаубиловый C24H29OH, нерастворимые в воде, щелочах, кислотах и других химических реагентах. Кроме того, воскообразные вещества

содержат свободные жирные кислоты: пальмитиновую $C_{15}H_{31}OH$, стеариновую $C_{17}H_{33}COOH$, и их эфиры с указанными выше спиртами, а также высшие твердые сложные эфиры воскообразных веществ (высших спиртов с жирными кислотами), которые частично гидролизуются под действием щелочи: небольшие количества образующихся жирных кислот (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая) в виде натриевых солей обладают высокой поверхностной активностью, хорошей растворимостью в воде и высокой эмульгирующей способностью.

Под действием щелочи при повышенной температуре они гидролизуются по схеме пектин-гидропектин-пентиновая кислота. При гидролизе пентиновой кислоты образуются галактуроновая кислота, арабиноза $C_5Н_{10}0_5$, ксилоза $C5H_{10}O_5$, галактоза СбН^Об, метиловый спирт и уксусная кислота, хорошо растворимые в воде и обусловливающие высокие значения химического и биологического потребления кислорода сточной водой [19, 20].

В процессе отварки происходит также эмульгирование и удаление недоструктированных воскообразных веществ, расплавленных в результате тепловой обработки.

Расплавленные воскообразные вещества солюбилизируются и эмульгируются под действием варочной жидкости, содержащей вышеназванные продукты деструкции примесей волокна, текстильно-вспомогательные вещества и поверхностно-активные вещества. В результате в воде образуется устойчивая стабилизированная эмульсия и коллоидный раствор воскообразных веществ, солюбилизированных ПАВ. Общее количество загрязняющих веществ, переходящих в

сточную воду в процессе отварки хлопчатобумажных тканей, составляет на 1 т выпускаемых тканей 200-270 кг растворенных веществ, в том числе 45-50 % беззольных [21].

Примерный состав загрязнений производственных сточных вод хлопчатобумажных предприятий приведен в табл. 3.

Таблица 3.

Примерный состав загрязнений промышленных сточных вод хлопчатобумажных предприятий

Загрязнения	Масса (кг) на 1 т изделий	Массовая доля загрезнений (% от общего количества)
Нецеллюлозные примеси хлопка, замасливатели химических волокон и шлихта	70 *	25,8
Реагенты неорганические (едкий натр, силикат и бисульфит натрия, сода кальцинированная, сульфит натрия)	80	29,5
Серная кислота	10	3,7
Реагенты органические (крахмал, декстрин» молочная и уксусная кислоты, глицерин)	20	7,4
Синтетические ПАВ (синтанол ДС-10, алкилсульфаты, сульфанол НП-3 и др.)	10	3,7
Отделочные препараты (закрепители ДЦМ и ДЦУ, карбамол, метазин, латексы, триэтаноламин, гликозин и др.)	6	2,2

Красители (сернистые, кубовые, активные, прямые, деозолин и др.)	5	1,8
Нерастворимые органические и неорганические вещества	70	25,8

Таким образом, сточные воды хлопчатобумажных предприятий, образующиеся в процессах отварки и отбелки хлопчатобумажных волокон и тканей, наряду с реагентами, вводимыми в отварочную жидкость, содержат натриевые соли жирных кислот, высшие спирты, хорошо растворимые натриевые соли аминокислот, полисахарозу, высокомолекулярные фенoляты и представляют собой устойчивую-коллоидную систему.

Коллоидно-химические особенности этой категории сточных вод обусловливают и требования к выбору технологических приемов их очистки. В качестве таких приемов могут быть использованы ультрафильтрационные методы очистки воды от эмульгированных соединений, а процессы коагуляции - для удаления высокомолекулярных органических веществ и солюбилизированных углеводородов.

Ультрафильтрация позволит сконцентрировать высокомолекулярные органические соединения и удалить их из основной массы воды. Наличие такого рода органических соединений в сточных водах обусловливает их мутность, которая не удаляется, как показали многочисленные опыты, ни одним из технологических приемов кроме коагуляции и ультрафильтрации, что объясняется коллоидно-дисперсным стабилизированным состоянием этих примесей.

Формирование качества сточных вод при подготовке шерстяных тканей имеет ряд общих черт с вышерассмотренными. Основными во-

доемкими операциями подготовки к крашению и мокрой отделке шерстяных тканей является варка, промывка, карбонизация и беление.

Заварка или замывание осуществляется путем пропитки ткани раствором, содержащим от 8 до 10 г/л ПАВ, иногда карбонат натрия в количестве от 2 до 5 г/л. Остатки пропиточного раствора могут попадать в сточные воды.

Промывка шерстяных тканей осуществляют моющим раствором ПАВ с концентрацией от 1,0 до 1,5 г/л, чередуя его с чистой водой и постепенно снижая концентрацию моющих растворов до 0,7 г/л *[12]*.

Таким образом, так же как и в случае хлопчатобумажных тканей, в результате операций замывания и промывки формируются сточные воды, представляющие собой сложную коллоидно-химическую систему, стабилизированную поверхностно-активными веществами и содержащую эмульгированные и солюбилизированные масла, замасливатели, шлихтующие препараты.

Для освобождения шерстяных тканей от растительных примесей ес тественного происхождения и посторонних нитей и волокон целлуло идного характера их подвергают карбонизации. Карбонизация вклю чает стадии пропитки ткани в растворе серной кислоты (50-70 г/л), предварительного обезвоживания, подсушки, термообработки и охлаждения. При карбонизации в ванну наряду с серной кислотой вводят смачиватель (неионогенное ПАВ) в концентрациях от 0,5 до 1,5 г/л. Нейтрализацию осуществляют раствором карбоната натрия (2 г/л) или водного раствора аммиака (10-12 г/л) [23].

В процессе беления шерсти происходят сложные химические реакции с кератином с образованием ряда аминокислотных остатков и продуктов частичной деструкции полипептидных цепей различной степени

растворимости [24, 25]. Основные реакции окисления протекают с меланином, гранулы которого расположены в шерстяном волокне. При белении меланин сначала растворяется, а потом обесцвечивается. При этом в растворе, а затем в сточной воде оказываются продукты окисления меланина.

Суммарное количество различных типов загрязнений, поступающих в сточные воды камвольных и суконных предприятий, кг на 1 т изделий приведен в табл. 4 [12, 13].

Таблица 4.

Загрязнения производственных сточных вод камвольных и суконных предприятий

Загрязнители	Масса загрязнения (кг на 1 т изделий)	Массовая доля загрязнения (% от общего количества)
Замасливатели шерсти	90	23,8
Реагенты неорганические	100	26,4
Реагенты органические	30	7,9
Синтетические ПАВ	35	9,3
Отделочные препараты	15	4,0
Красители	8	2,1
Нерастворимые органические и минеральные вещества	100	26,4

Органические вещества, переходящие в сточную воду при различных операциях, неравнозначны по отношению к биохимическому окислению. Так, например, судя по соотношению величин $БПК_5$ и ХПК, сточные воды процессов карбонизации содержат биохимически легко

окисляемые соединения, а процессы варки - биохимически трудно-окисляемые [26], мг/л:

	$БПК_5$	хпк
Варка	4000-2400	6000-43000
Карбонизация:	200-500	200-700

Различная способность к биохимическому окислению обусловливает и выбор технологии обезвреживания отдельных потоков сточных вод на локальных очистных сооружениях. Так, ультрафильтрационное концентрирование легко биохимически окисляемых органических соединений после карбонизации позволит очистить воду от них и подготовить ее к стадии удаления сульфатов также мембранным методом до смешения с общим объемом сточных вод и таким образом обеспечить необходимый уровень содержания сульфатов в общем потоке сточных вод. Полученный концентрат может быть очищен на локальной биохимической установке. Концентрат, биохимически трудно окисляемых веществ целесообразно направлять на сжигание. При отварке и белении тканей из натурального шелка происходит удаление с волокна шелкового клея серицина, природных воскообразных, зольных и красящих веществ, химических материалов и подцветочных красителей, нанесенных на волокно в процессе замочки, а также удаление загрязнений, нанесенных на ткань в процессе ее изготовления [9, 27-30].

Особую категорию представляют сточные воды, образующиеся на кокономотальном производстве при извлечении фиброина шелка из коконов [9, 27]. Основные компоненты этой категории сточных вод содержатся в следующем соотношении, %: сероцин - 25-30, белковые и спирторастворимые вещества - 1,5-2,5, эфиро-растворимые соединения 0,5-0,6, минеральные и красящие вещества -1,0-1,7. Эфирораство-

римые примеси содержат сложные эфиры высших первичных спиртов и одноосновных предельных жирных кислот с длиной углеродной цепи от $C_2$6 до Сзг и парафинов.

Серицин - амофотерное органическое соединение белковой природы с преобладанием кислотных функций, содержащее большое количество оксиаминокислот, дикарбоновых и диаминокислот, а также их амидов. Он хорошо растворим в воде, в кислых и щелочных растворах.

Следовательно, органические загрязнения сточных вод кокономотальных производств находятся в сточной воде в эмульгированном состоянии и в виде стабилизированной коллоидной дисперсии. Эти соединения характеризует высокая степень биохимического разложения, чему способствует присутствие соединений азота, фосфора, серы. Поэтому для этой категории сточных вод наиболее целесообразно использование биохимических методов очистки или их сочетание с ультрафильтрационными. Воздействие химических реагентов - коагулянтов на эту категорию сточных вод малоэффективно.

Другой специфической категорией, являются сточные воды, образующиеся при отварке шелковых тканей [9, 27, 30]. Основной реагент, используемый при отварке креповых тканей, олеиновое мыло. pH ванны для отварки составляет 10,5-10,7 и достигается добавлением в ванну карбоната натрия. Отработанные мыльные растворы после многократного употребления для отварки изделий из натурального шелка подвергают регенерации для получения жирных кислот, из которых снова приготавливают олеиновое мыло. Регенерация мыла позволяет на 50-70% снизить содержание в растворе жирных кислот, входящих в его состав.

В последующих процессах подготовки шелковых тканей таких, как переварка, отбеливание, промывка и отжимка используют карбонат натрия (3,0 г/л), олеиновое мыло (7,5 г/л), дитионит натрия (0,5 г/л), водный раствор аммиака (2,0 г/л), пероксид водорода (2,0 г/л), силикат натрия (1,5 г/л), гексаметафосфат (2,0 г/л). Концентрация загрязнений в сточных водах отварки, переварки и промывки шелка составляет от 3 до 6 г/дм^3.

Для придания шелковым тканям характерного «скрипа» их обрабатывают уксусной кислотой, а для утяжеления применяют растительные дубильные экстракты или соли металлов.

Таким образом, судя по компонентам, формирующим состав сточных вод после отварки и беления креповых тканей из натурального шелка, наиболее приемлемыми методами очистки их должны быть процессы биологического окисления и ультрафильтрации.

В отличие от креповых тканей при отварке пестротканных, сорочечных и плательных тканей из натуральной шелковой пряжи используют анионоактивные ПАВ (2—3 г/л), стабилизирующий эффект которых в последующем затрудняет протекание процессов коагуляции.

При отварке тканей из пряденого натурального шелка в аппаратах типа «джиггер» в ванну вводят неионогенный моющий препарат (до 2 г/л).

Учитывая высокие концентрации поверхностно-активных веществ в отварочных и переварочных ваннах, которые, как правило, используются для отварки трех партий ткани и периодически сливаются, целесообразно осуществлять локальную очистку этих сточных вод от поверхностно-активных веществ, а также эмульгированных и солю-

билизированных ими соединений органического характера. В качестве локальных методов может быть использована ультрафильтрация, которая позволяет отделить эмульгированные и солюбилизированные соединения от раствора поверхностно-активного вещества. Другим локальным методом может быть биохимическое окисление концентрированных потоков, содержащих СПАВ.

Состав сточных вод при отварке и белении суровых вискозных нитей и тканей, тканей из ацетатных, полиэфирных, полиамидных волокон определяется в основном рецептурой и составом технологических растворов, применяемых в этих процессах.

Основными примесями суровой вискозной ткани являются замасливатели и шлихта. Для шлихтования основ в настоящее время применяют легкосмываемые высокомолекулярные соединения: производные целлюлозы, крахмала и т. п. Операции отварки и беления тканей проводят или раздельно или совмещают в одном процессе. В состав технологических растворов входят карбонат натрия (20 г/л), гексаметиленфосфат натрия (1 г/л), анионный или неионогенный препарат (1,0-5,0 г/л), а для отбеливания используют смесь пероксида водорода (5,0 г/л), силиката натрия (3,0-5,0 г/л), гидроксида натрия (3,0-4,0 г/л), анионного и неионогенного препарата (1,5-3,0 г/л). В некоторых случаях используют оптические отбеливатели - органические вещества, близкие по химическому строению к красителям [28].

Одной из основных операций подготовки полиамидных волокон к крашению является удаление замасливателей и других веществ. С этой целью отварку проводят в растворе анионоактивного ПАВ (1-4

г/л), карбоната натрия (1-2 г/л), 25%-ного аммиака гидроксида натрия, тринатрийфосфата или другого полифосфата. Более замасленный материал очищают моющим средством, растворяющим жиры и масла [28]. Для беления тканей из полиамидных волокон могут быть использованы различные окислители: гипохлорит натрия, пероксид водорода, надуксусная кислота [30].

Примерный состав загрязнений сточных вод комбината шелковых тканей из химических волокон приведен в табл. 5 [11, 13].

Таблица 5.

Примерный состав загрязнения производственных сточных вод (в кг на 1т изделий) шелковых тканей из химических волокон

Наименование	Масса (кг) на 1 т изделий	Массовая доля загрезнений (% от общего количества)
Авиважные препараты, подсветки и шлихта	50	17,4
Реагенты неорганические	65	22,6
Реагенты органические	35	12,2
Синтетические ПАВ	16	6,6
Отделочные препараты	14	4,9
Красители	6-8	2,4
Нерастворенные органические и минеральные вещества	100	34,8

Из данных табл. 5 видно, что в сточных водах этой категории предприятий содержится значительное количество взвешенных веществ. Как показывают опыты, за 2 ч отстаивания объем осадка составляет 1,3 % от количества сточных вод. Поэтому необходимы мероприятия, обеспечивающие максимальное уплотнение и обезвоживание

осадка. Учитывая наличие примесей, стабилизирующие осадок, эта задача должна быть решена с использованием коллоидно-химических принципов дестабилизации устойчивых гидратированных взвесей.

Таким образом, сточные воды, образующиеся при отделке синтетических тканей и волокон, также представляют собой устойчивые коллоидные системы, где отмытые с волокон или ткани замасливающие вещества стабилизированы и частично солюбилизированы поверхностно-активными веществами. Кроме того, в сточных водах содержатся уксусно- кислый натрий, гексаметафосфат натрия, тринатрийфосфат натрия, комплексообразователи и другие химические соединения.

Основной вклад в массу загрязняющих веществ, переходящих в сточные воды при крашении, вносят красители различного химического строения.

В настоящее время известны несколько десятков классов, несколько сотен типов и десятки тысяч фирменных наименований красителей, крашивающих текстильные волокна. В табл. 6 [31-34] представлена техническая классификация красителей и их растворимости в воде. В состав различных классов могут входить активные красители и оптические отбеливающие препараты.

Мировая тенденция преимущественного развития и потребления синтетических волокон по сравнению с природными и химическими обусловливает развитие производств, предназначенных в первую очередь для колорирования изделий из синтетических волокон (дисперсных, кат-ионных, пигментных красителей). Однако красители, используемые для целлюлозных и белковых волокон (кубовые, активные, кислотные) будут занимать по-прежнему важную роль в

Таблица 6.

Классификация красителей по признаку растворимости

Красители		
Растворимые в воде	Не растворимые в воде	Образующиеся на волокне
Прямые	Кубовые	Азоидные
Кислотные	Сернистые	Черный анилин
Протравные для хлопка	Дисперсные	
Кислотно-протравные	Пигменты	
Катионные	Активные	
Активные	Оптические отбеливающие препараты	
Кубозолевые	Оптические отбеливающие препараты	

общем балансе производства и потребления в текстильной промышленности. Благодаря простоте и экономичности технологического и аппаратурного оформления крашения и печатания активными красителями в настоящее время в передовых капиталистических странах с развитой текстильной промышленностью (США, ФРГ, Япония, Великобритания) активные красители используются очень широко - в среднем до 20 % общего потребления. В ассортименте красителей отечественного производства используется > 50 марок активных красителей для крашения и печатания тканей из целлюлозных и белковых волокон [35, 36].

Применение различных типов красителей сочетается с использованием других химических реагентов, также переходящих в сточную воду. Так, при периодическом крашении активными красителями в рас-

твор вводят в значительных количествах хлорид и карбонат натрия, промывку осуществляют раствором ПАВ.

Прямые красители чаще всего используются в щелочной среде. Щелочная среда создается гидроксидом натрия, а в качестве электролита используют хлорид натрия или сульфит натрия, которые в периодических способах крашения вводят до 40 % от массы волокна.

Крашение и печатание кислотными красителями проводится в присутствии кислоты и чаще всего периодическим способом. Кислотные красители хорошо растворимы в воде. Красильная ванна при использовании кислотных красителей содержит серную кислоту, сульфит натрия. В некоторых рецептурах для выравнивания окраски вводят уксусную кислоту, сульфат или ацетат аммония. При окрашивании полиамидных волокон кислотными красителями выравнивание достигается специальными ПАВ (ионогенными и неионными). В некоторых случаях выравнивание достигается введением муравьиной кислоты [37-39].

При печатании кислотными красителями в краску кроме красителей вводят глицерин,мочевину, уксусную кислоту и вещества пластифицирующего действия: резорцин, фенол, тиодигликоль [38].

При крашении шерсти и полиамидных волокон широкое применение имеют металлокомплексные красители, образуемые на ткани с помощью хромирования специальных кислотных (хромовых) красителей, или уже готовые металлокомплексные красители различного состава (1 :1 и 1:2).

При хромовом крашении часть солей шестивалентного хрома попадает в сточную воду в количествах, намного превышающих допустимые концентрации. В этом отношении более приемлемыми являются

металлокомплексные красители, в молекулы которых атомы металла введены еще на стадии их синтеза. Крашение этими красителями осуществляют из сильнокислых растворов (при комплексе 1 : 1) или слабокислых (при комплексе 1 : 2) [15, 30].

Дисперсные красители представляют собой нерастворимые или слаборастворимые в воде красители, окрашивающие гидрофобные волокна (ацетатные, синтетические) из водных дисперсий. Процесс крашения заключается в растворении красителя в волокне с образованием твердого раствора. Поэтому существенно важно, чтобы краситель находился в высокодисперсном состоянии, что достигается введением в ванну поверхностно-активных веществ.

Кубовые красители в настоящее время занимают одно из ведущих мест среди текстильных красителей всех классов. Кубовые красители применяются в щелочной среде, где они под действием восстановителей переходят в растворимую форму - лейкосоединения, затем окисляются под действием кислорода воздуха, а иногда - в присутствии пероксида водорода или дихромата калия.

По технологии применения к кубовым красителям близки сернистые, которые переводят в растворимую лейкоформу восстановлением в щелочной среде. Для восстановления чаще всего применяют сульфид натрия [40,41].

В среднем в сточные воды текстильных производств после процессов крашения красители поступают в следующих количествах (массовые проценты от введенных красильную ванну количеств, %: дисперсные и катионные - 40, сернистые - 30, прямые активные - 25, кубовые и кубозоли - 10) [42].

Как видно из вышеприведенного материала, количество органических и неорганических загрязнении, попадающих в сточные воды отделочных и красильных производств, чрезвычайно велико, содержание их также колеблется в широких пределах.

При создании методов очистки сточных вод, несмотря на принципиальную их общность, для каждого конкретного предприятия необходимо детальное обследование всех потоков сточных вод с учетом изменяющейся номенклатуры используемых реагентов и материалов, неравномерности отвода сточных вод и типа используемого оборудования [43]. В табл. 7 представлены данные о количестве сточных вод предприятий текстильной промышленности по отдельным видам производства.

Таблица 7.

Количество сточных вод предприятий текстильной промышленности по отдельным видам производства

Вид производства	Объем сточных вод $м^3$ на 1 т продукции	Коэффициент часовой неравномерности
опчатобумажные предприятие	200-210	1,4
ситцепечатное производство	350	1,5
отделочные производство тканей		
еланжевое отделочное производство	150 70	1,8
цехи крашения волокна цехи отделки	130-200	1,2
ткани цехи крашения пряжи и ниток		1,8

Предприятия по изготовлению льняных тканей прядильное производство цех крашения пряжи отбельно-отделочные произ-во красильно-пропыточные произ-во	4 ,125 190 30	1,2 2,0 1,4 1,2
Камвольно-суконные (шерстяные) предприятия цехи крашения волокна и пряжи	150	3
Красильно-отделочные производство камвольное тонкосуконное	200-320 250-350	2 2
Предприятия по изготовлению шелковой ткани цех крашения волокна и пряжи красильно-отделочные произ-во	130-140 200-220 *	2,5 2

Количество загрязнений, которые переходят в сточную воду в результате процессов отделки, крашения и окончательной отделки на предприятиях различного типа представлены в табл. 8.

Таблица 8.

Количество загрязнений, переходящих в сточные воды предприятий различного профиля

Предприятие	Количество загрязнений, переходящих в сточную воду кг на 1 т продукцию						
	Примеси, переходя-щие из волокна и др.	реагенты		Отделочные препара-ты	ПАВ	Красители	Прочие нераствори-мые вещества и волокна
		Неорганические	Органические				
Хлопчатобумажное	80	90	20	7	10	6	100
Льняных тканей	100	95	25	10	15	5	120
Шерстяные	90	100	30	15	35	8	100
Шелковых тканей	50	65	35	14	16	7	85

Из приведенного перечня часть загрязнений органического характера является устойчивой к биологическому окислению и необходимо предварительное удаление их из сточных вод перед сбросом на биологические очистные сооружения. Это прежде всего относится к поверхностно-активным веществам и красителям. Концентрация ПАВ в общем потоке сточных вод достигает в некоторых случаях 120-140 мг/дм^3, а концентрация красителей - 50-80 мг/дм^3. В соответствии с действующими «Правилами приема производственных сточных вод в системы канализации населенных пунктов» предельно-допустимые концентрации ПАВ в водоемах хозяйственно-питьевого пользования - 0,5 мг/дм^3 для анионактивных и 0,1 мг/дм^3 для неионогенных; допустимые концентрации ПАВ в сточных водах предприятий при их отведе-

нии в городскую канализационную сеть при наличии в городских водах 45 % производственных вод - 5,6 для анионактивных и 1,1мг/дм^3 для неионогенных [44].

В настоящее время в больших городах местными органами санитарного надзора разработаны автономные правила приема сточных вод в системы городских канализаций, в которых ПДК загрязнений в производственных сточных водах ниже, чем приведено в правилах приема [44-45].

Величины ПДК должны уточняться в каждом конкретном случае в зависимости от мощности сооружений биологической очистки, состава сточных вод, режимов очистки. При этом следует иметь в виду, что сточные воды поддаются биохимическому окислению, если

$$ХПК : БПК_{полн} < 1,5$$

Анализ данных по ПДК для сброса в городскую канализацию показывает, что достижение такой высокой степени очистки воды для её сброса нецелесообразно. Более эффективно рассмотреть вопрос о повторном использовании очищенных сточных вод в технологических процессах.

Требования к качеству воды, повторно используемой для технологических целей (в пределах крашения, промывки, отделки) нормативными документами не определены в отличие от требовании к качеству свежей воды (табл. 9) [46].

Таблица 9.

Требования к качеству воды, подаваемой на технологические нужды отделочного производства и цеха крашения

Показатели качества воды	Нормативы для воды	
	осветленной	*умягченной*
Прозрачность по шрифту, см	не менее 25	не менее 25
Массовая доля взвешенных веществ, мг/л	не более 8	не более 8
Жесткость общая, мг-экв/л	не более 5	не более 1
$_{P}H$	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
Массовая доля солей алюминия, мг/л	не более 0,5	не более 0,5
Массовая доля оксидов железа, мг/л	не более 0,1	не более 0,1

При исследовании возможности повторного использования воды для окрашивания чистошерстяной гребенной ленты, показано, что основное влияние на величину разнооттеночности оказывает наличие красителей в оборотной воде; присутствие ПАВ практически не влияет на качество окрашиваемых материалов [46].

В табл. 10 приведены максимально допустимые концентрации различных видов загрязнений в оборотной воде при крашении в разные цвета. Недостатком данных максимально допустимых концентраций красителей и ПАВ в воде является то, что их влияние на качество текстильного материала установлено при окрашивании его теми же самыми составными рецептурами, что находятся в оборотной воде. При использовании очищенной воды, которая содержала смесь различных красителей и ТВВ, необходима разработка более универсальных требований. Ясно, что вода должна быть практически бесцветной, однако некоторое количество ПАВ в ней, вероятно, допустимо.

Таблица 10.

Максимально допустимые концентрации различных видов загрязнении в оборотной воде при крашении в различные цвета шерстяной ленты

Загрязнения	Значение допустимых массовых концентраций загрязнений (мг/л) при крашении в цвета			
	красный	зеленый	синий	черный
Красители				
Триада кислотных красителей	4,00	5,0	2,0	70,0
Триада катионных красителей	4,00	10,5	15,0	210,0
Триада активных красителей	8,00	2,5	10,0	130,0
Триада прямых красителей	1,50	1.4	1,0	2,5
Прямой черный 3	0,85	0,2	2,0	8,0
Вофалан черный В	0,43	1,0	4,5	14,0
ПАВ				
диспергатор НФ	180	2500	280	280
меганзон	280	1000	1000	не влияет
препарат ОС-20	140	280	280	700
превоцелл	280	1000	800	300
выравниватель А	280	280	280	1700

В результате многократного использования очищенной воды в ней должно наблюдаться возрастание солесодержания. Поэтому необходимо предусмотреть определенный процент продувки оборотной системы. Для определения минимального объема продувки необходимо накопить статистические данные по повторному использованию воды в оборотных циклах, которые в настоящее время отсутствуют.

Накопление солей можно устранить применением для технического водоснабжения текстильных предприятий очищенных городских сточных вод, в которых, как правило, концентрация загрязнений меньше, чем в производственных сточных водах.

Физико-химические показатели качества полученной воды позволили использовать ее во всех технологических операциях красильно-гладильного цеха, не вызывая никаких технологических осложнений [47].

Несмотря на большое разнообразие технологических процессов на текстильных предприятиях и многообразие применяемых химических реагентов и материалов, при анализе качественного и количественного состава загрязнении можно выделить несколько категорий сточных вод. сходных по своему химическому составу и физико-химическим характеристикам. Такого рода классификация может объединить по одному признаку сточные воды предприятий различного профиля и позволит подойти к созданию локальных очистных сооружений, основанных на однотипных физико-химических процессах.

При проведении такого рода классификации необходимо, прежде всего, принимать во внимание два фактора: максимальная локализация токсичной или строго лимитируемой примеси сточных вод и удаление ее на локальных очистных сооружениях до ее отведения; учет взаимодействия загрязняющих воду компонентов между собой с целью выяснения возможности рационального объединения потоков сточных вод и создание на этой основе методов очистки.

Наиболее лимитируемыми показателями загрязнений сточных вод текстильных предприятий являются содержание поверхностно-активных веществ (более строго лимитируются неионогенные ПАВ), красителей, ионов цветных металлов, нефтепродуктов и замасливающих веществ, анионного азота, сероводорода, сульфатов, хлоридов. При повторном использовании воды существенным моментом яв-

ляется отсутствие мутности, ионов алюминия, марганца, железа, взвешенных веществ, пониженная жесткость (0,4-1,0 мг-экв/л).

Проведенный анализ формирования сточных вод текстильных предприятий и рекомендации по использованию различных методов очистки могут быть использованы на первом этапе создания схемы очистки сточных вод этих предприятии.

Таким образом, из общего рассмотренного литературного обзора вытекает, что на примере трех типов производств (хлопчатобумажной, шерстяной и шелковой) рассмотрены основные процессы подготовки, крашения и заключительной отделки текстильных материалов, проанализированы некоторые превращения текстильных вспомогательных веществ в сточных водах. Проанализированы основные аспекты формирования качественного состава сточных вод и возможные технологические приемы их очистки.

ГЛАВА II ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были сточные воды Ферганского хлопчатобумажного комбината, различающиеся практически по всем показателям: pH, цветности, по солевому составу (взвешенные вещества - 150-250 мг/л; плотный остаток - 900-1200 мг/л), прозрачности ~0,1 см, с затхлым запахом.

Наряду с производственными сточными водами опыты проводили на модельных прямых красителях - оранжевом, красном, голубом и черном.

В качестве адсорбентов были использованы:

Бентонитовая глина месторождения Навбахор Навоийской области характеризуется следующим средним химическим составом (%):

П.п.п	SiO_2	AL_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O 11,72
54,06	11,78	9,29	8,04	2,83	0,41	0,81	1,06	

Это месторождение открыто в 1998 году, запасы его велики и оно подготовлено к промышленному освоению. Объектом исследования были щелочные бентониты. Из определения химического состава следует, что основным оксидом является SiO_2 - 54%, $A1_2O_3$ - 11,78%, содержание красящих оксидов, например Fe_2O3 - 9,29%, а остальные оксиды содержатся в незначительном количестве. На основании проведенных исследований можно сказать, что исследуемый образей сложен монтмориллонитом.

Термостойкость бентонита определяли термическим анализом на дериватографе системы. Паулик-Паулик-Эрдей. На рис. 1 приведены кривая нагревания исходного бентонита.

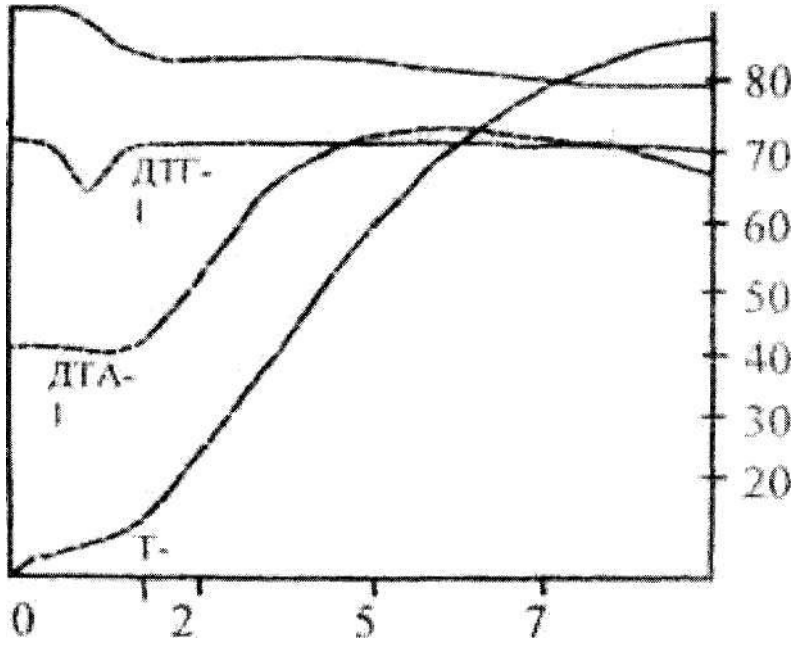


Рис. 1. Кривая нагревания исходного бентонита.

Как видно из рисунка, на кривой нагревания бентонита обнаружены один эндотермический эффект при 133°С и два экзотермических эффекта при 568 и 713 С. Первый эндоэффект сопровождается убылью массы на 8,0 % в интервале температур 90-155°С. Характер экзотермического эффекта при 568°С связан с медленным уменьшением массы в интервале температур 330-640°С. Потеря массы при этом составляет 2,30%. Природа экзоэффекта при 713°С обусловлена незначительным уменьшением массы. Уменьшение массы в диапазоне температур 640-800 С по кривой ТГ составляет около одного процента.

Проведены рентгенографические и электронно-микроскопические исследования (РЭМ) образцов Навбахарского бентонита. В исследованном образце бентонита, как показывают рентгенографические данные, наблюдается

большое количество максимумов, что отражает сложную кристаллическую слоистую структуру глины. Преобладает SiO_2 с характерными рефлексами 26 = 21°, 27°, 36,6° и 39,5° (наиболее интенсивные рефлексы). Для $A1_2Oз$ наиболее характерные рефлексы при 29,0 - 29,6 ° в интервале 42-44° и 47-50°.

РЭМ - исследования показали, что сами частицы исходного бентонита имеют зернистую структуру и при больших увеличениях имеют геометрическую форму, что соответствует кристаллической природе бентонита.

Определены кислотно-основные центры Навбахорского бентонита и дано его сравнение с Азкамарским бентонитом. На поверхности естественного Навбахорского бентонита (рис 3.) обнаружены слабо-основные центры с pK_a>+7,2 и слабо-кислотные центры с pK_a< + 3,8. При сушке 150-200°С наблюдается увеличение силы (и концентрации) основных центров с pK_a >+ 9.3. Сила кислотных центров воз-растает незначительно.

Индикаторы на более сильные кислотные центры при адсорбции на данной поверхности не ионизируются, что свидетельствует об их отсутствии.

При очистке окрашенных сточных вод Навбахорскую бентонитовую глину вводили в концентрациях 1000-15000 мг/л.

Высокодисперсная зола-унос Ангренской ТЭС из циклонов, характеризующуюся следующим химическим составом (%):

П.п.п	SiO_2	AL_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Na_2O	K_2O
1,50	45,66	13,00	8,88	21,46	4,24	1,30	1,69	1,13

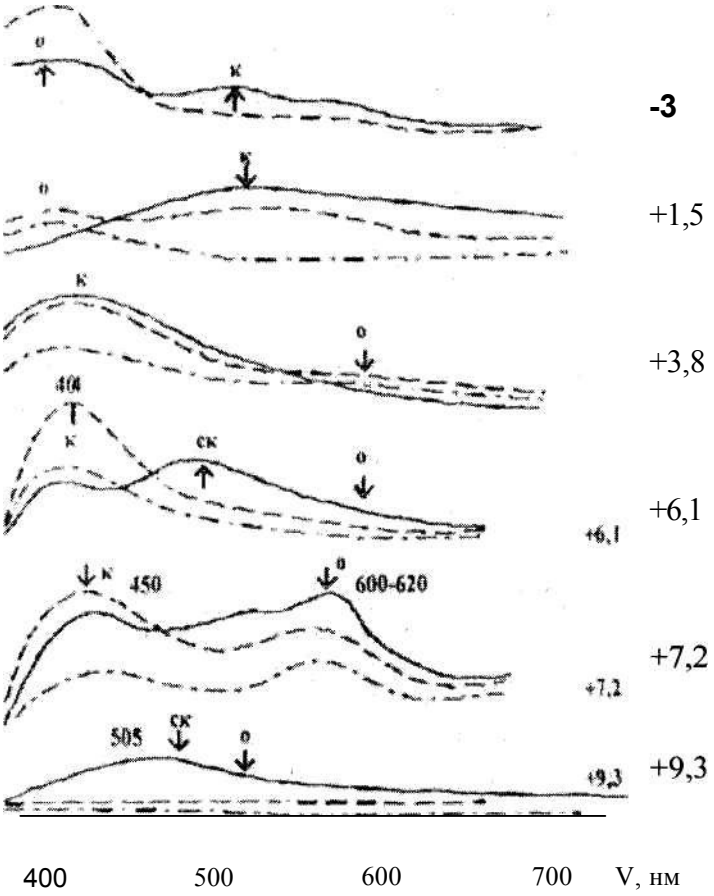


Рис. 2. Электронные спектры адсорбированных индикаторов на Навбахорском бентоните:

( )-$t_{прок}$.500°С;

(------) - W 50-200°С;

(—■ — • —)- без всякой подготовки;

ск - сильнокислоные; к - кислотные; о - основные.

Удельная поверхность порошка (по товару) - см /г ~ 1000.

Зола является многотоннажным, дешевым, легкодоступным отходом. При очистке окрашенных сточных вод композиции золы с Навбахорским бентонитом (при их соотношении 1:1) вводили в концентрациях 1000-15000 мг/л. Вторичный отход после адсорбционной очистки воды от красителей может найти применение в промышленности строительных материалов.

Гидросиликат кальция - CaSiCb . Отличительной особенностью предлагаемого реагента-адсорбента является его высокая дисперсность, которую обеспечивает способ его получения в момент сливания двух растворов - хлорида кальция и силиката натрия в концентрациях соответствующих получению золя гидросиликата кальция и его переходу в гель.

Суть метода очистки вод заключается в образовании сорбционной системы силиката кальция на стадий перехода '«золь-гель» с дальнейшей коагуляцией сульфатом алюминия. Гидросиликат кальция готовили сливанием 0,2 % растворов силиката кальция и хлорида кальция из расчёта получения заданных количеств действующего продукта - гидросиликата кальция. В момент сливания этих растворов сразу же выделяется белый высокодисперсный осадок и вся суспензия приливается к окрашенной воде, перемешивается. Следует отметить, что один из компонентов приготовления гидросиликата кальция - хлорид кальция получен с Кунградского содового завода, где 15%-ный раствор этого соединения является многотоннажным отходом производства. Стоимость его составляет 5-6 тыс. сум за тонну.

В качестве **коагулянта** использовали сульфат алюминия -3 ' 18 H2O, который добавляли как самостоятельно, так и в сочетании с адсорбентами.

Степень обесцвечивания определяли с помощью оптического метода, основанного на измерения количества поглощенного и рассеянного света исследуемой средой, на фотометрическом калориметре (ФЭК) - ЛФ-72 М. Для каждой воды был подобран нужный светофильтр и кювета толщиной 10 мм. В качестве сравнительного раствора использовали дистиллированную воду.

При измерении адсорбции чистых красителей из водных и водно-солевых (в NaCl) растворов навески адсорбента встряхивали с раствором 1 час, затем центрифугировали и измеряли оптическую плотность на ФЭКе. По калибровочным кривым, построенным на основании измерении оптической плотности исходных растворов, определяли количество поглощенного красителя и соответственно степень очистки.

ГЛАВА III РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Испытания золы Ангренской ГРЭС в качестве адсорбента.

В таблице 11 приведены данные по очистке окрашенных сточных вод с использованием в качестве адсорбента Ангренской золы и в качестве коагулянта сульфата алюминия.

Предварительно был отработан порядок введения реагентов, наиболее эффективным оказался следующий: в отмеренный объем сточной воды вводится зола и перемешивается 3-5 минут, а затем сульфат алюминия и вновь перемешивается 10-20 минут и отстаивается. Осветление заканчивается в течение 30-60 минут. Для каждой воды в начале проверяли эффективность самого коагулянта - сульфата алюминия и старались добиться наибольшей степени очистки при меньшем расходе AI^SO^-

Как видно из полученных результатов, использование золы в дозах 5000-15000 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия в количествах 300-500 мг/л дает высокую степень очистки до 93-97 %. Эти результаты характерны для всех сточных вод независимо от величин их pH и цветности. Это обусловлено наличием в составе золы свободного оксида кальция (~6 %), который в момент перемешивания золы с водой насыщает её с гидроксидом кальция - $Ca(OH)_2$, что приводит к повышению pH до 11 и увеличению эффективности коагулирующего действия сульфата алюминия.

Таблица 11

Очистка окрашенных сточных вод Ферганского хлопчатобумажного комбината с использованием Ангренской золы и сульфата алюминия

№	Доза золы, мг/л	Доза сульфата алюминия, мг/л			Эффективность снижения интенсивности окрашивания,		
Вода желтая, мутная, слабо окрашенная, pH = 7,0							
1.	1000	300	400	500	42	48	50
2.	2000	300	400	500	53	56	62
3.	3000	300	400	500	60	65	70 '
4.	5000	300	400	500	65	70	73
5.	10000	300	400	500	70	73	78
6.	10000	-	-	-	40	-	-
7.	15000	300	400	500	76	78	78*'
Вода темно-зеленая, pH = 10,0							
1.	1000	300	400	500	70	74	76
2.	2000	300	400	500	74	76	80
3.	3000	300	400	500	80	82	85
4.	5000	300	400	500	86	88	91
5.	10000	300	400	500	88	90	93
6.	15000	300	400	500	91	91	93
Вода черная , pH = 8,0							
1.	1000	300	400	500	65	68	72
2.	2000	300	400	500	68	70	74
3,	3000	300	400	500	72	76	78
4.	5000	300	400	500	80	84	88
5.	10000	300	400	500	90	92	94
6.	15000	300	400	500	92	94	98

*) При повышенных дозах сульфата алюминия при высокой степени обесцвечивания воды в ней появляется мутность.

Как видно из данных табл. 11, при очистке окрашенных сточных вод, зола сама по себе не эффективна, а хороший эффект очистки дает сочетание золы с сульфатом алюминия. Надо отметить, что зола в сочетании с сульфатом алюминия обеспечивает не только высокую степень обесцвечивания, но и хорошо очищает воду от высокодисперсной мути и присутствующих в ней ПАВ.

Таким образом, можно заключить, что высокодисперсная зола - унос Ангренской ГРЭС, полученная при сжигании карбонатсодержащих углей и содержащая свободный оксид кальция, не пригодна для использования в производстве строительных материалов, в тоже время она может служить эффективным адсорбентом в процессах очистки окрашенных сточных вод текстильных производств.

*

3.2. Испытание Навбахорской бентонитовой глины в качестве адсорбента

В таблице 12 приведены данные по очистке окрашенных сточных вод с использованием в качестве адсорбента Навбахорской бентонитовой глины и в качестве коагулянта сульфата алюминия.

Предварительно был отработан порядок введения реагентов, наиболее эффективным оказался следующий: в отмеренный объем сточной воды вводится глина и перемешивается 3-5 минут, а затем сульфат алюминия и вновь перемешивается 10-20 минут и отстаивается. Осветление заканчивается в течение 30-60 минут. Для каждой воды в начале проверяли эффективность самого коагулянта - сульфата алюми-

ния и старались добиться наибольшей степени очистки при меньшем расходе $A1_2(SO_4)3$.

Как видно из полученных результатов, использование Навбахорской бентонита в дозах 5000-15000 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия в количествах 300-500 мг/л дает высокую степень очистки до 77-95 %. Эти результаты характерны для всех сточных вод независимо от величин их pH и цветности.

Как видно из данных табл. 12, при очистке окрашенных сточных вод, бентонитовая глина сама по себе не эффективна, а хороший эффект очистки дает сочетание бентонитовой глины с сульфатом алюминия. Надо отметить, что бентонитовая глина в сочетании с сульфатом алюминия обеспечивает не только высокую степень обесцвечивания, но и хорошо очищает воду от высокодисперсной мути и присутствующих в ней ПАВ.

Таким образом, можно заключить, что Навбахорская бентонитовая глина также может служить эффективным адсорбентом в процессах очистки окрашенных сточных вод текстильных производств.

3.3. Испытание композиции Навбахорской бентонитовой глины с золой в качестве адсорбента

По аналогии с Навбахорской бентонитовой глиной порядок добавления композиций адсорбентов состоящей из смеси бентонитовой глины с Ангренской золой при их соотношений 1:1 и коагулянта дающий наибольшую степень очистки оказался такой же.

Таблица 12.

Очистка окрашенных сточных вод Ферганского хлопчатобумажного комбината с использованием Навбахорской бентонитовой глины и сульфата алюминия

№	Доза глины, мг/л	Доза сульфата алюминия, мг/л			Эффективность снижения интенсивности окрашивания,		
Вода желтая, мутная, слабо окрашенная, pH = 7,0							
1.	1000	300	400	500	41	46	48
2.	2000	300	400	500	52	53	60 ;
3.	3000	300	400	500	58	63	59
4.	5000	300	400	500	62	67	64
5.	10000	300	400	500	66	70	70
6.	10000	-	-	-	46	-	-
7.	15000	300	400	500	73	75	77
Вода темно-зеленая, pH = 10,0							
1.	1000	300	400	500	•71	74	75
2.	2000	300	400	500	74	76	80
3.	3000	300	400	500	80	82	85
4.	5000	300	400	500	86	88	91
5.	10000	300	400	500	88	90	92
6.	15000	300	400	500	90	90	93
Вода черная , pH = 8,0							
1.	1000	300	400	500	66	67	70
2,	2000	300	400	500	68	70	74
3.	3000	300	400	500	72	76	78
4.	5000	300	400	500	80	84	88
5.	10000	300	400	500	90	92	94
6.	15000	300	400	500	90	93	95

В таблице 13 приведены данные по очистке окрашенных сточных вод с использованием композиций с золой в качестве адсорбента и в качестве коагулянта сульфата алюминия.

Также, как и в случаях адсорбента Навбахорской бентонитовой глины, предварительно был отработан порядок введения реагентов, наиболее эффективным оказался следующий: в отмеренный объем сточной воды вводится композиция бентонитовой глины с золой и перемешивается 3-5 минут, а затем добавляется сульфат алюминия и вновь перемешивается 10-20 минут и отстаивается. Осветление заканчивается в течение 30-60 минут. Для каждой воды в начале проверяли эффективность самого коагулянта - сульфата алюминия и старались добиться наибольшей степени очистки при меньшем расходе $A1_2(SO_4)3$-

Как видно из полученных результатов, использование композиций бентонита с золой в дозах 5000-10000 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия в количествах 300-500 мг/л дает высокую степень очистки до 93-98 %. Эти результаты характерны для всех сточных вод независимо от величин их pH и цветности.

Как видно из данных табл. 13, при очистке окрашенных сточных вод, композиция бентонита с золой сама по себе не эффективна, а хороший эффект очистки дает его сочетание с сульфатом алюминия. Надо отметить, что композиция бентонита с золой в сочетании с сульфатом алюминия обеспечивает не только высокую степень обесцвечивания, но и хорошо очищает воду от высокодисперсной мути и присутствующих в ней ПАВ.

Таблица 13.

Очистка окрашенных сточных вод Ферганского хлопчатобумажного комбината с использованием композиций бентонита с золой и сульфата алюминия

№	Доза композиции адсорбента, мг/л	Доза сульфата алюминия, мг/л			Эффективность снижения интенсивности окрашивания, %		
Вода желтая, мутная, слабо окрашенная, pH = 7,0							
1.	1000	200	400	500	45	48	50,
2.	2000	200	400	500	55	57	60
3.	2500	200	400	500	59	64	72
4.	5000	200	400	500	63	71	74
5.	7500	200	400	500	69	75	78
6.	10000	200	400	500	80	82	88
Вода темно-зеленая, pH=10,0							
1.	1000	200	400	500	' 69	72	75
2.	2000	200	400	500	75	77	78
3.	2500	200	400	500	79	83	84
4.	5000	200	400	500	83	88	87
5.	7500	200	400	500	86	90	90
6.	10000	200	400	500	91	93	94
Вода черная, pt [= 8,0							
1.	1000	200	400	500	63	67	75
2.	2000	200	400	500	65	70	78
3.	2500	200	400	500	68	75	83
4.	5000	200	400	500	73	80	86
5.	7500	200	400	500	78	86	90
6.	10000	200	400	500	85	92	95

3.4. Реагентный способ очистки окрашенных сточных вод

Несмотря на то, что предложенные нами минеральные адсорбенты, являющиеся дешевыми адсорбентами и отходами промышленности, оказались достаточно эффективными в сочетании их с коагулянтом и без него при очистке окрашенных сточных вод. Тем не менее, дозировки этих адсорбентов очень высоки и при огромных объемах сточных вод в частности для Ферганского ХБК - 15 тыс. $м^3$/сутки, потребность в этих адсорбентах составить многие тысячи тонн и соответственно будут накапливаться большие количества вторичных отходов — осадков.

В связи с этим представляло интерес подобрать адсорбент подобного типа (силикат, алюмосиликат), но со значительно более высокой удельной поверхностью и соответственно адсорбционной емкостью.

Нами в качестве такого адсорбента предложен гидросиликат кальция, но не в готовом виде, а в момент его образования из разбавленных растворов силиката натрия и хлорида кальция, когда выделяющийся продукт имеет коллоидальную степень дисперсности на стадий перехода золь —> гель.

Способ очистки окрашенных сточных вод осуществляют следующим образом: окрашенную сточную воду, содержащую красители, вводят водную суспензию из хлорида кальция, силиката натрия и сульфата алюминия и перемешивают. Происходит хлопьеобразование и коагулирование взвеси. Максимальное осветление раствора наступает практически мгновенно, так что уже через 2 - 5 минут взвесь можно отделять. Преимуществом этого способа перед другими твер-

дыми адсорбентами является возможность отделения взвеси сепаратным методом, так как гель обладает специ в обычном сепараторе. Полученный осадок добавляется в новую порцию окрашенной сточной води и с небольшой добавкой сульфата алюминия работают повторно. Процесс повторного использования осадка повторяет 8-10 раз, и тем самым снижается стоимость соответствующего метода.

Сравнительные данные по очистке от красителей реальных сточных текстильных производств - Ферганского хлопчатобумажного комбината с использованием реагента - гидросиликата кальция и сульфата алюминия приведены в табл. 14.

Из данных табл. 14 видно, что эффективность снижения цветности окрашенных сточных вод изученных текстильных предприятий гораздо выше чем предыдущие исследованные нами твердые адсорбенты. Так, при обработке окрашенных сточных вод изученных предприятий гидросиликатом кальция в количестве 200-600 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия (200-400 мг/л) степень очистки сточных вод достигает 94-98%.

Предлагаемый реагентный способ по эффективности снижения цветности воды превосходит действие сернокислого алюминия. Использование предлагаемого способа обеспечивания окрашенных сточных вод имеет и ряд преимуществ по сравнению с известными. Шлам после очистки представляет собой гелеобразный осадок в котором предлагаемая сорбционная система составляет ~ 30% по весу от веса очищаемых продуктов сточной воды, компактный после высыхания.

Таблица 14.

Очистка окрашенных сточных вод Ферганского хлопчатобумажного комбината с использованием реагента - гидросиликата кальция и сульфата алюминия

№	Доза гидросиликата кальция, мг/л	Доза сульфата алюминия, мг/л			Эффективность снижения интенсивности окрашивания,		
Вода желтая, мутная, слабо окрашенная, pH = 7 0							
1.	20	300	400	500	65	68	70 ■>
2.	100	300	400	500	70	73	75 *1*
3.	150	300	400	500	73	75	78
4.	200	300	400	500	80	85	87
5.	250	300	400	500	87	90	94
6.	300	300	400	500	92	94	96
Вода темно-зеленая, pH = 10,C)							
1.	20	300	400	500	70	73	75
2.	100	300	400	500	* 74	78	80
3.	150	300	400	500	80	84	88
4.	200	300	400	500	88	92	94
5.	250	300	400	500	92	93	95
6.	300	300	400	500	94	96	97
Вода черная, pH = 8,0							
1.	20	300	400	500	76	78	80
2.	100	300	400	500	82	84	88
3.	150	300	400	500	86	88	92
4..	200	300	400	500	90	94	95
5.	250	300	400	500	95	97	97
6.	300	300	400	500	96	97	98

Следует отметить, что в технологическом процессе на отбеливающем и красящем пределах фабрик Ферганского хлопчатобумажного комбината используется силикат или метасиликат натрия, в связи с чем сточные воды в ряде случаев имеет pH 9-10 и в этом случае достаточно добавлять в них только хлорид кальция, после чего начинается образования гидросиликата кальция и вода обесцвечивается.

С другой стороны, если сточная вода имеет высокую жесткость, большое содержание Ca^{2+}, то следует добавлять только Na_2SiO_3 и сульфат алюминия.

Хлорид кальция получен с Кунградского содового завода, где 15%-ный раствор этого соединения является отходом, и стоимость его составляет 5-6 тыс. сум за тонну.

Возможность использования отхода гидросиликата кальция с адсорбированными красителями, ПАВ может рассматриваться и в плане его добавки в бетонные смеси в производстве строительных материалов, и в плане регенерации (обжига при 400-500°С) и повторного использования для очистки сточных вод.

И так, следует отметить, что Навбахорская бентонитовая глина или его композиция с Ангренской золой при их соотношении 1:1, а также реагент - гидросиликат кальция могут служить эффективными адсорбентами в процессах очистки окрашенных сточных вод текстильных производств.

Таким образом, можно заключить, что адсорбенты - Навбахорская бентонитовая глина, высодисперсная зола Ангренской ГРЭС могут быть использованы в качестве эффективных адсорбентов в процессах адсорбционной очистки окрашенных сточных вод текстильных производств, однако, следует отметить громоздкий цикл данного метода очистки, обусловленный сборкой дополнительных ёмкостей (для

загрузки адсорбентов), потребностью в больших количествах адсорбентов, а также скоплением значительного количества отходов.

В целом, можно заключить, что в результате проведенных испытаний установлено, что реагентный способ очистки окрашенных сточных вод текстильных производств являются более эффективными, чем адсорбционные методы, отличающиеся значительной громоздкостью и затратами. Реагентный способ очистки основывается в основном на отходах промышленного производства, чем обуславливается его сравнительная дешевизна, преимуществом данного метода является также достижение значительной степени очистки окрашенных вод от 95 до 98%, тогда как при использовании адсорбционного способа это показатель не привышает 87-95%. Реагентный способ очистки воды осуществляется с использованием гидросиликата кальция (200-600 мг/л) в сочетании с сернокислым алюминием (200-400 мг/л).

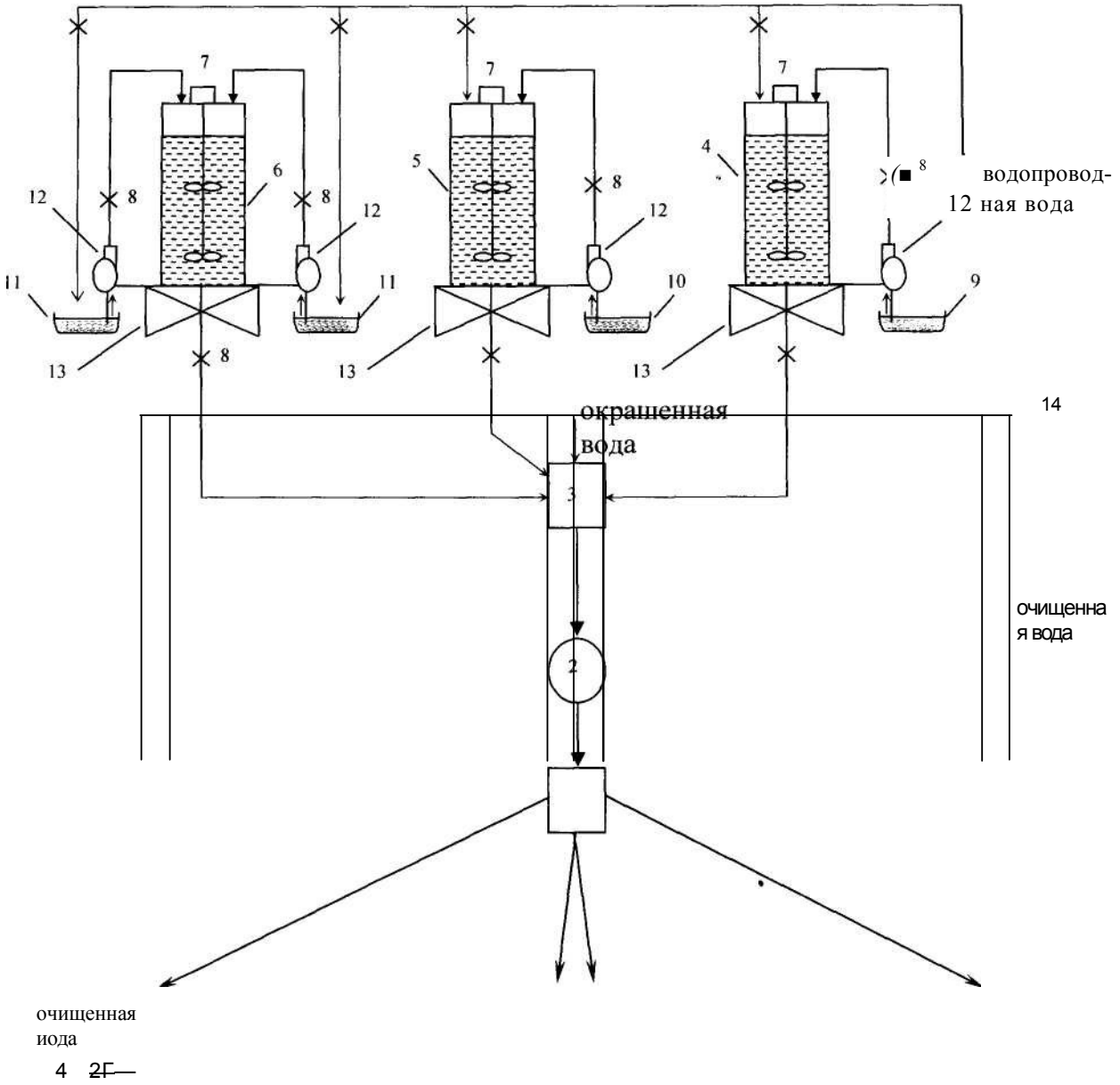
Следует особо отметить, что на основе проведенных укрупненных лабораторных исследований разработаны рекомендации по принципиальным основам выбора дозировок исходных реагентов в зависимости от состава очищаемых окрашенных сточных вод текстильных производств. Для достоверности полученных данных нами проведены укрупненные лабораторные испытания на созданной опытной установке по очистке окрашенных сточных вод Ферганского хлоачатобумажного комбината с использованием реагентов и адсорбентов:

1. Реагентный метод - $CaC1_2 + Na_2SiO3 + A1_2(SO_4)3$
2. Адсорбционный метод - зола + $A1_2(SO4)3$

Установлено, что в случае применения реагентного метода очистки ($CaC1_2 + Na_2Si0_3 + A1_2(SO_4)3$) степень обесцвечивания окрашенных сточных вод достигает - 95-98%, а в случае адсорбционного мето-

да очистки (зола + $A1_2O_3$) - 87-95%. Из анализа полученных результатов испытания процесса очистки окрашенных сточных вод к дальнейшему применению по сравнению с громоздким адсорбционным методом рекомендован более компактный и эффективный способ - реа-гентный, который основывается на применении комплексного раствора, состоящего из хлористого кальция, силиката натрия и сульфата алюминия ($CaC1_2$ + Na_2Si03 + AbCSO^). На основе полученных результатов нами предложена принципиальная технологическая схема очистки окрашенных сточных вод реагентным способом с использованием гидросиликата кальция (рис.3).

Предложенная принципиальная технологическая схема работает следующим образом: в емкости 4 готовится 0,05%-ный водный раствор Na_2Si0_3 из 17%-ного силиката натрия подаваемого из емкости 9 через насос 12. В емкосте 5 готовится 0,05%-ный водный раствор $CaC1_2$ из15%-ного раствора хлористого кальция подаваемого из емкости 10 через насос 12. В емкосте 6 готовится 0,05%-ный водный раствор $A1_2$(SC>4)3 из 5%-ного раствора сульфата алюминия подаваемого из емкости 11 через насос 12. Производственная окрашенная сточная вода, содержащая различные красители, поступает в головную емкость 3, куда одновременно поступают и 0,05%-ные водные растворы хлорида из емкости 5, силиката натрия из емкости 4 и сульфата алюминия из емкости 6. Они тщательно перемешиваясь сразу поступают в один из общих бассейнов 1. В бассейне происходит хлопьеобразование и коагулирование взвеси, с одновременным осветлением воды и осаждением взвеси. Максимальное осветление воды наступает практически мгновенно, так что, через 5-10 минут взвесь полностью оседает, а очищенная чистая вода из общего бассейна 1 вытекает в водоемы.



. Рис. 3. Технологическая схема очистки окрашенных сточных вод: 1- Общие бассейны для слива воды,2- Песокоулавители, 3- Головная емкость сточной воды, 4- Емкость для Na2SiO3, 5- Емкость для CaCЬ, 6- Емкость для AbCSO^, 7- Смеситель-мешалка с электроприво-дом, 8- Краны дозаторы, 9- Емкость для подачи Na2SiO3, 10- Емкость для подачи CaCЬ, 11- Емкость для подачи Ab(SO4)3, 12- Насосы, 13- Стояки емкостей, 14- Подача водопроводной воды для емкостей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные комплексные теоретические и экспериментальные исследования по разработке получения новых высокоэффективных реагентов на основе местных отходов производства, применяемых для интенсификации процессов технологии очистки производственных окрашенных сточных вод текстильных производств, позволили сформулировать следующие выводы:

1. Составлен краткий литературный обзор известных современных достижений по вопросам состояния физико-химических методов очи стки сточных вод предприятий текстильной промышленности. Рас смотрены основные процессы подготовки, крашения и отделки тек стильных материалов, проанализированы некоторые превращения тек стильных вспомогательных веществ в сточных водах. Установлены основные аспекты формирования качественного состава сточных вод и возможные технологические приемы их очистки.

2. С целью выявления эффективных средств очистки окрашенных сточных вод, на примере Ферганского хлопчатобумажного комбината, разработаны реагентные и адсорбционные способы очистки воды. В качестве реагента использован гидросиликат кальция, а адсорбентов - Навбахорская бентонитовая глина, золы Ангренской ГРЭС. Реагенты и адсорбенты сочетались с коагулянтом сульфата алюминия. В результа те проведенных реагентных и адсорбционных способов очистки окра шенных сточных вод текстильных производств установлено:

а) при обработке окрашенных сточных вод Навбахорской бентонитовой глиной в количестве 500-15000 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия (300-500 мг/л) степень очистки достигает 87-93 %;

б) при обработке окрашенных сточных вод композицией Навбахорской бентонитовой глины с Ангренской золой (соотношение 1:1) в

количестве 7500-10000 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия (200-500 мг/л) степень очистки сточных воды достигает 87-94 %;

в) при обработке сточной воды высокодисперсной золой Ангренской ГРЭС в количестве 500-15000 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия (300-500 мг/л) степень очистки достигает 88-95 %;

г) при обработке окрашенных сточных вод гидросиликатом кальция в количестве 200-600 мг/л в сочетании с сульфатом алюминия (200-400 мг/л) степень очистки сточных вод достигает 94-98 %.

3. Разработаны принципиальные основы выбора дозировок адсорбентов (Навбахорская бентонитовая глина и её композиция с Ангренской золой, Ангренская зола, а также реагентов - гидросиликат кальция) и коагулянта (сульфат алюминия) в зависимости от состава и степени окрашенности производственных сточных вод.

4. На основе проведенных укрупненных лабораторных испытаний по очистке сточных вод Ферганской хлопчатобумажной фабрики установлено, что по сравнению с громоздким адсорбционным методом рекомендован более компактный и эффективный реагентный способ очистки окрашенных сточных вод текстильных производств, основанный на обработке их высокодисперсным гидросиликатом кальция, получаемым при сливании растворов силикатов натрия и хлорида кальция, в количествах 200-600 мг/л (в пересчете на гидросиликат - ГСК) и последующим добавлением сернокислого алюминия в количестве 200-400 мг/л. На основе полученных результатов предложена принципиальная технологическая схема очистки окрашенных сточных вод реагентным способом на с использованием гидросиликата кальция.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Краснобородько И.Г., Спивакова О.М. Водоснабжение и санитарная техника, 1998, № 3. С. 5-7.

2. Ласков Ю.М., Федровская Т.Г., Жмаков Г.Н. Очистка сточ ный вод предприятии кожевенной и меховой промышленности. М.: Легкая и пишевая промышленность, 1994. 168 с.

3. Лукиных Н.А. Очистка сточных вод, содержащих синтети ческие ПАВ. М: Стройиздат, 1992. 95 с.

4. Методы очистки сточных вод производств органических красителей. Обзорн. инф. серия «Охрана окружающей среды и рацио нальное использование природных ресурсов». М.: НИИТЭхим., 1985. Вып. 2(57). С. 29-41.

5. Пушкарев В.В., Трофимов Д.Н. Физико-химические осо бенности очистки сточных вод от ПАВ. М.: Химия, 1985. 144 с.

6. Яковлев СВ., Краснобородько И.Г. Технология электрохи мической очистки воды. Л.: Стройиздат, 1997. 312 с.

7. Авт. свид-во СССР, № 460247, МКИ СО2 5/12. Способ очи стки сточных вод красильных производств.

8. Авт. свид-во СССР, № 518467, МКИ СО2 С 5/12. Способ очистки сточных вод красильно-отделочных производств.

9. Балашова Т.Д., Булушева Н.Е., Попиков И.В. Отделка шелковых тканей. М.: Легпромбытиздат, 1986. 376 с.

10. Попова В. И., Нефедова Е. Б. Охрана окружающей среды и проблемы токсикологии в химической технологии текстильных материалов // Журн. Всесоюз.хим. о-ба им. Д.И. Менделеева. 1980.

26, № 2. С.448-454.

11. Пугачев Е. А. Методы и средства защиты окружающей при родной среды в легкой промышленности. М.: Легпромбытиздат, 1988.238 с.

12. Васильев Г.В., Ласков Ю.М., Васильева Е.Г. Эксплуатация сооружений предварительной очистки сточных вод // Механика и энергетика. М.: ЦНИИТЭлегпром, 1976. Вып.1. 60 с.

13. Ефимов А.Я., Таварткиладзе И.М., Ткаченко Л.И. Очистка сточных вод предприятий легкой промыпленности. Киев: Технжа, 1985.232 с.

14.Ласков Ю.М., Трунова Н.А. Достижения в области очистки сточных вод красильно-отделочных производств хлопчатобумажных предприятий // Механика и энергетика. М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1988. Вып.2. 50 с.

15.Химическая технология текстильных материалов Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. М.: Легпромбытиздат, 1985. 640 с.

16.Андросов В.Ф. Технология отделки хлопчатобумажных тканей. М.: Легкая и пищевая, пром-сть, 1983. 424с.

П.Сарибеков Г.С., Старикович Е.Е., Осик Ю.И., Молоков В.Л. Справочник по отделке текстильных материалов. Киев: Технжа, 1984. 159 с.

18.Хлопкоткачество. Справочник /Под ред. П.Т.Букеева. М.: Легпромбытиздат, 1987. 575 с.

19.Кричевский Г.Е., Никитков В.А. Теория и практика подготовки текстильных материалов (из целлюлозных волокон). М.: Легпромбытиздат, 1990. 208 с.

20.Роговин З.А. Химия целлюлозы. М.: Химия, 1972. 520с.

21. Васильева Г.В., Ласков Ю.М., Васильева Е. Г. Водное хозяйство и очистка сточных вод предприятий текстильной промышленности. М.: Легкая индустрия, 1976. 233с.

22.Отделка и крашение шерстяных тканей. Справочник / Под.ред. Молокова В.Л. М.: Легпромбытиздат, 1985. 264 с.

23.Новорадская Т.С, Садова С.Ф. Химия и химическая технология шерсти. М.: Легпромбытиздат, 1986. 188 с.

24. Asquith Ed.R.S. Chemistry of natural protein fibers. New York; London: Plenum Press, 1977. 240 p.

25.Lahn H.Oxidative Filzfreidsrustung und oxidative Bleichevon Woole aus der chemischen Sicnt // Textilveredlung. 1982. 17, N10. S. 421-440.

26.During G. Wasser und Abwasserfragen beider Verarbeitung Von Wolle und Mischtmgen von Wolle mit Synthe-sefasern //Textilveredlung. 1976. 11, N 2. S. 62-68.

27.Переработка химических волокон и нитей. Справочник / Под ред. Б.А. Маркова, Н.Ф. Суриной. М.: Легпромбытиздат, 1989. 744 с.

28. Граусман О. М. Химические материалы, красители и моющие средства. М.: Легпромбытиздат, 1985. 208 с.

29.Сенченко Б.Н. Крашение текстильных изделий. М.:Легкая инду стрия, 1967. 148с.

30. Сарибеков Г.С, Осик Ю.И., Андросов В.Ф., Глущенко А.И. Отделка изделий из химических волокон. Киев: Технжа, 1982. 199 с.

31.Петере Р.Х. Текстильная химия (физическая и крашения): Пер.с англ. М.: Легпромбытиздат, 1989. Ч. 2. 368 с.

32.Петере Р.Х. Текстильная химия (физическая химия крашения): Пер.с англ. М.: Легпромбытиздат, 1989. Ч. 2. 384 с.

ЗЗ.Викерстафф Т. Физическая химия крашения: Пер.с англ. М.: Гос. НТИ МЛП СССР, 1956. 574с.

34.Красители для текстильной промышленности. Колористический справочник. М.: Химия, 1971. 311с.

35.Кричевский Г.Е. Активные красители, М.: Легкая индустрия, 1968. 340с.

36.Романова М. Г., Гордеева Н. В. Активные красители в текстильной промышленности. М.: Легпромбытиздат, 1986. 143 с.

37.Мельников Б. Н., Виноградова Г. И. Применение красителей. М.: Химия, 1986.240с.

38.Сенахов А.В. Физико-химические основы процесса печатания текстильных материалов. М.: Легкая пром-сть и бытовое обслуживание, 1986.208 с.

39.Степанов Б. И. Введение в химию и технологию органических красителей. М.: Химия. 1977. 488с.

40.Винюкова Г. И. Химия красителей. М.: Химия, 1979. 296 с.

41. Якимчук Р.П., Мищенко А.В., Булушева Н.Е. Применение кубовых красителей (физико-химические основы). М.: Легпромбыт издат, 1985. 192 с.

42. Збигнева Ж.А., Джурунцева Т.А., Крючкова В.К., Мухамедов И.М. Очистка сточных вод предприятий текстильной и хими ческой промышленности от красителей (обзор). Ташкент: УзНИИНТИ, 1987. 46 с.

43.Инструкция для разработки норм и нормативов водопотребления с учетом качества потребляемой и отводимой воды на

предприятиях хлопчатобумажной, шелковой и шерстяной промышленности. М.: ЦНИИТЭИлегпром, 1986. Т. 1-3. 156с.

44. Памфилова К.Д. Правила приема производственных сточных вод в системы населенных пунктов. М.: ОНТИ АКХим. 1985. 104 с.

45.Перечень поверхностно-активных веществ, текстильных вспомогательных веществ и технических моющих средств с данными по их биоразлагаемости и предельно допустимым концентрациям при спуске на биологические очистные сооружения и в водоемы. М.: ЦНИИТЭИлегпром. 1988. 16 с.

46.Перспективы создания систем оборотного водоснабжения в шерстяной промышленности. Назаров Б.Г., Нефедова Е.Б., Сухов А.Ф., Арлашин А.Р // Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий. М.: Знание, 1978. С. 137-142.

47.Синев О.Я., Кравченко В.С. Глубокая доочистка биологически очищенных сточных вод с их использованием в системе технического водоснабжения Черниговского камвольно-суконного комбината. Там же. С.142-148.

48.Аймурзаева Л.Г., Сафаев М.А., Мирзарахимов М.С. Исследование способа очистки сточных вод текстильных производств от красителей // Узб. хим. журн., Ташкент. 2006. № 3. С. 12-15.

49.Аймурзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А., Сафаев М.А., Жумабаев Б.А. Адсорбционный способ очистки окрашенных сточных вод текстильных производств // Журн. Вестник Каракалпакского отделения АН РУз., Нукус. 2006. № 3. С. 18-20.

5О.Аймурзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А., Мирзарахимов М.С, Сафаев М.М. Исследование адсорбционного способа очистки окрашен-

ных сточных вод // Журн. Композиционные материалы. Ташкент. 2007, № 3. С. 75-77.

51. Аймурзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А., Сафаев М.М., Мирзарахимов М.С. Реагентный способ очистки окрашенных сточных текстильных производств//Композиционные материалы. Ташкент. 2008. №2. С. 38-42.

52. Агзамходжаев А.А., Хамраев С.С, Муминов С.З. Исследование в области коллоидной химии и физико-химической механики // Сб.научных статей «Институту общей и неорганической химии 75 лет». Ташкент. 2008, С.58-74.

53. Аймурзаева Л.Г., Сафаев М.А., Агзамходжаев А.А. Способ очистки сточных вод от красителей. Сб. трудов Межд. научно-метод. конф. Казахского университета Дружбы народов «Совершенствования взаимосвязи образования и науки в XXI веке». Шымкент. 2006. С. 42-44.

54.Аймурзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А., Сафаев М.А. Очистка сточных вод от красителей адсорбентом на основе отхода производства. Тезисы докладов XI Межд. научн-техн. конф. «Наукоёмкие химические технологии-2006». Россия, г. Самара. 2006. С. 121.

55.Агзамходжаев А.А., Аймурзаева Л.Г., Сафаев М.А., Сафаев М.М. Исследование композиций адсорбентов для очистки окрашенных сточных вод текстильных предприятий // Материалы Республиканской конференции «Получение нанакомпозитов, их структура и свойства», Ташкент. 2007. С. 99-101.

56.Сафаев М.М., Аймурзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А., Абдурахманова Ф.А. Исследование композиций адсорбентов для очистки окрашенных сточных вод текстильных предприятий // Сб.материалов

Республиканской научно-практической конференции «Химия и экология», г. Фергана, 2007, С. 143-144.

57.Аймурзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А., Туремуратов Ш.Н., Сафаев М.М. Композиции адсорбентов для очистки окрашенных сточных вод // Материалы Респ.научно-техн. конф. «Актуальные проблемы создания и использования высоких технологий переработки минерально-сырьевых ресурсов Узбекистана», Ташкент, 2007. С. 331-335.

58. Муинов Б.Б., Агзамходжаев А.А., Муинов Б.Х. Получение и применение композиции водорастворимых полимеров// Материалы Респ.научно-техн.конф. «Получение нанокомпозитов, их структура и свойства». Ташкент. 2007. С. 190-192.

59. Маликходжаева С.С., Аймурзаева Л.Г., Сафаев У.А., Агзам ходжаев А.А. Исследование флокулянта МФ-1 для очистки окрашен ных сточных вод текстильных предприятий // Материалы научно-техн. конф. «Фан хафталиги - 2008» ТашХТИ. Ташкент. 2008. С.62-63.

60. Аймурзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А., Сафаев М.М., Мирзарахимов М.С. Реагентный способ очистки окрашенных сточных вод текстильных производств//Материалы научно-техн. конф. «Композиционные материалы, структура, свойства и применение» Ташкент. 2008. С. 168-170.

61. Сафаев М.М., Назарбеков У.Н., Сафаев М.А., Абидов Б.А., Аг замходжаев А.А., Хамраев С.С. Получение синтетических композици ей с использованием угля и дриугих веществ органического происхо ждения // Респ. научно-техн. конф. с участием зарубежных учёных «Композиционные материалы, структура, свойства и применение» Ташкент. 2008. С. 288-290.

62. Гулямова Ф.Г., Турсунов Т.Т., Агзамходжаев А.А. Реагентный спо соб очистки окрашенных сточных вод // Труды научно-технической конфе-

ренции молодых ученых: докторантов, аспирантов, научных сотрудников и студентов бакалавриата и магистратуры ТашХТИ «Умидли кимёгарлар - 2009». Ташкент. 2009. С.68-69.

63. Гулямова Ф.Г., Аймурзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А. Очистка сточных вод текстильных производств с использованием реагентов // // Труды республи-канской научно-технической конференции ФерПИ «Перспективы развития химии и химической технологии». Фергана. 2009. С.56-57.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Гулямова Ф.Г., Турсунов Т.Т., Агзамходжаев А.А. Реагентный способ очистки окрашенных сточных вод // Труды научно-технической конференции молодых ученых: докторантов, аспирантов, научных сотрудников и студентов бакалавриата и магистратуры ТашХТИ «Умидли кимёгарлар - 2009». Ташкент. 2009. С.68-69.

2. Гулямова Ф.Г., Аймурзаева Л.Г., Агзамходжаев А.А. Очистка сточных вод текстильных производств с использованием реагентов // // Труды республиканской научно-технической конференции ФерПИ «Перспективы развития химии и химической технологии». Фергана. 2009. С.56-57.