

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТАДЖИКИСТАНА,  
ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ХИМИКО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

*УДК 001.8+581.5+677.027(043)/(575.3)*

*На правах рукописи*

**ЯМИНЗОДА ЗАРРИНА АКРАМ**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ  
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОТДЕЛКИ  
ПРИРОДНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

доктора технических наук по специальности 05.19.02–Технология и  
первичная обработка текстильных материалов и сырья

Научный консультант:

доктор технических наук, профессор

**Одинцова О.И.**

Душанбе – 2023 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.....	7
ГЛАВА I. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ...	16
1.1. Анализ состояния текстильных производств Таджикистана.....	16
1.2. Особенности строения и свойства целлюлозных, шелковых и шерстяных волокон.....	22
1.3. Эффективные способы экологизации подготовки текстильных материалов из натуральных волокон.....	34
1.3.1 Современные шлихтующие составы на основе природных полимеров.....	35
1.3.2 Физико-химические аспекты получения и применения серицина из шелковых отходов для шлихтования хлопчатобумажной пряжи.....	38
1.4. Современные способы крашения текстильных материалов из природных волокон.....	47
1.4.1 Крашение целлюлозных материалов красителями различных классов.....	49
1.4.2 Крашение шелковых и шерстяных материалов красителями различных классов.....	55
1.5. Проблемы и перспективы использования ПАВ для интенсификации процессов крашения и промки текстильных материалов.....	57
1.6. Особенности крашения текстильных материалов природными красителями из растительного сырья.....	66
1.6.1 Красильные растения Таджикистана.....	76
1.7. Инновационные способы отделки текстильных материалов.....	89
1.7.1 Применение серицина в заключительной отделке текстиля.....	90
1.7.2 Микрокапсулирование, как способ создания инновационных текстильных вспомогательных веществ и материалов.....	92
ГЛАВА II. МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	97
2.1. Характеристика объектов исследования. Методики приготовления растворов ТВВ и обработки текстильных материалов.....	97
2.1.1. Характеристика текстильных материалов, вспомогательных веществ и красителей, используемых в исследовании.....	97
2.1.2. Методика крашения активными красителями целлюлозных текстильных материалов.....	101
2.1.3. Методика проведения промывки целлюлозных материалов, колорированных активными красителями.....	102
2.1.4. Методика крашения тканей натуральными красителями.....	102
2.1.5. Методика нанесения микрокапсулированных препаратов на текстильный материал.....	102
2.1.6. Методика синтеза микрокапсул.....	103
2.2. Физико-химические методы анализа.....	103

2.2.1.	Определение концентрации шлихты.....	103
2.2.2.	Определение вязкости шлихтующего компонента.....	103
2.2.3.	Методика определения поверхностного натяжения растворов ПАВ.....	104
2.2.4.	Методики определения содержания красителей на тканях...	105
2.2.5.	Методика определения количества красителя, перешедшего в раствор моющего средства.....	105
2.2.6.	Спектрофотометрический метод исследования влияния ПАВ на состояние активных красителей в растворе.....	106
2.2.7.	Спектрофотометрическое исследование растворов серицина.....	106
2.2.8.	Исследования взаимодействия красителей с серицином методом ИК- спектроскопии.....	106
2.2.9.	Методика определения размеров микрокапсул на приборе Photocor Compact – Z.....	107
2.2.10.	Методы выделения фенольных веществ из растений.....	108
2.3.	Методы определения качественных характеристик ТВВ и обработанных текстильных материалов.....	108
2.3.1.	Методика оценки моющей способности растворов ПАВ.....	108
2.3.2.	Методика определения пенообразующей способности растворов ПАВ.....	109
2.3.3.	Определение смачивающей способности поверхностно-активных веществ.....	110
2.3.4.	Методика определения адсорбционной способности ПАВ	110
2.3.5.	Методика определения степени загрязнения белого фона напечатанного текстильного материала.....	110
2.3.6.	Технология определения разрывной нагрузки и удлинения текстильных материалов.....	111
2.3.7.	Отбор и подготовка элементарных проб при определении разрывных характеристик текстильных материалов.....	111
2.3.8.	Определение устойчивости окрасок текстильных материалов к мокрым обработкам и сухому трению.....	112
2.3.9.	Определение устойчивости окрасок к действию света.....	113
2.3.10.	Методика определения интенсивности колорированных текстильных материалов.....	114
2.3.11.	Расчет основных колористических характеристик окраски тканей.....	115
2.3.12.	Методика определения устойчивости текстильных материалов, окрашенных экстрактами зверобоя и гармалы к микробиологической порче.....	116
2.4.	Методы математической обработки данных.....	117
2.4.1.	Метод парной регрессии и корреляции.....	117
2.4.2.	Классическая парная линейная регрессия. Метод наименьших квадратов.....	119

2.4.3. Оценка точности проводимых измерений.....	121
ГЛАВА III. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ МАЛООТХОДНОЙ ЭКОЛОГИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ШЛИХТОВАНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРИЦИНА.....	123
3.1 Особенности выделения серицина и характеристика его свойств.....	123
3.2 Теоретическое обоснование возможности применения серицина в составе шлихтующей композиции.....	139
3.3 Разработка технологии применения серицина в шлихтующих композициях и в процессах создания бикомпонентной составной пряжи.....	144
3.3.1. Обоснование выбор ассортимента бикомпонентной пряжи...	153
ГЛАВА IV. ПРИНЦИПЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ КОЛОРИРОВАНИЯ И ПРОМЫВКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ И ШЕЛКОВЫХ ТКАНЕЙ АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ.....	160
4.1. Научное обоснование выбора поверхностно-активных веществ для интенсификации процесса крашения и промывки тканей из натуральных волокон.....	160
4.1.1 Спектрофотометрические исследования состояния активных красителей в растворе в присутствии ПАВ.....	166
4.2. Обоснование и разработка составов ТВВ и технологии их применения.....	175
ГЛАВА V. СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ КОЛОРИРОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОЛОКОН.....	196
5.1. Обоснования выбранных красильных растений Таджикистана..	196
5.2. Способы выделения красящих веществ из растительного сырья.....	204
5.3. Состав и свойства красящих веществ в растительных экстрактах.....	211
5.4. Исследование химической природы красящих веществ в составе растительных экстрактов физико-химическими методами.....	217
5.5. Физико-химическое обоснование крашения текстильных материалов природными растительными красителями.....	233
ГЛАВА VI. КРАШЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ И БЕЛКОВЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИРОДНЫМИ РАСТИТЕЛЬНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ.....	240
6.1. Крашение целлюлозных материалов природными красителями без протрав.....	243
6.2. Крашение целлюлозных материалов природными красителями с применением протрав.....	258
6.3. Крашение белковых текстильных материалов природными	

растительными красителями.....	268
6.3.1. Крашение шёлка.....	268
6.3.2. Крашение шерстяных текстильных материалов природными красителями.....	275
6.4. Исследование физико-химических показателей качества крашения целлюлозных и белков текстильных материалов природными красителями.....	281
6.4.1. Цветовые характеристики окрасок текстильных материалов природными красителями.....	281
6.4.2. Оценка колористических возможностей использования красящих растительных экстрактов при крашении хлопчатобумажных и хлопкошелковых тканей.....	285
6.5. Устойчивость окрасок целлюлозных текстильных материалов к физико-химическим воздействиям.....	291
6.5.1. Устойчивость окрасок целлюлозных текстильных материалов, окрашенных природными красителями, к стирке.....	291
6.5.2. Устойчивость окрасок целлюлозных и белковых текстильных материалов, окрашенных природными растительными красителями к сухому и мокрому трению.....	303
6.5.3. Устойчивость окрасок целлюлозных и белковых текстильных материалов к воздействию света.....	305
6.6. Устойчивость окрасок целлюлозных текстильных материалов, окрашенных природными растительными красителями к микробиологическому воздействию.....	307
6.7. Разработка технологии крашения целлюлозных и белковых текстильных материалов природными растительными красителями протравным методом.....	313
<b>ГЛАВА VII. ПРИДАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАПСУЛИРОВАННЫХ ТВВ.....</b>	<b>317</b>
7.1. Научные принципы создания капсулированных препаратов с использованием серицина.....	317
7.1.1. Обоснование выбора текстильного материала для придания антибактериальной отделки.....	317
7.1.2. Исследование влияния состава полиэлектролитной оболочки на размер синтезированных капсул.....	319
7.2. Обоснование выбора оптимальной пары полиэлектролитов для формирования оболочки капсулы.....	325
7.3. Разработка технологии иммобилизации капсул на текстильном материале.....	328
7.4. Исследование скорости выделения функционального БАВ из капсул.....	335
<b>ГЛАВА VIII. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ПРЕДЛОЖЕННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ</b>	

ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....	344
8.1. Расчет экономической эффективности от разработки шлихтующей композиции.....	344
8.2. Экономический эффект от использования разработанного препарата для промывки текстильных материалов и изделий из них.....	348
8.3. Экологические аспекты применения разработанных технологий получения натуральных красителей.....	351
8.4. Социальный эффект от создания капсулированных препаратов с использованием серицина.....	355
ВЫВОДЫ.....	358
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	361
Приложения.....	413

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Развитие текстильной промышленности подразумевает постоянное увеличение спектра выпускаемых товаров с функциональными свойствами, которое возможно за счет создания и внедрения инновационных технологических решений, основанных на сочетании экологических и экономических принципов.

В отделочном производстве до настоящего времени применяют широкий ассортимент химических веществ, включающих окислители, восстановители, формальдегид содержащие отделочные препараты, синтетические красители, которые попадая в сточные воды, наносят значительный вред окружающей гидро- и биосфере. В тоже время эти препараты, частично оставаясь на тканях, способны оказывать неблагоприятное воздействие на человеческий организм и вызывать ряд кожных аллергических заболеваний.

Выпуск экологически чистых и безопасных текстильных материалов, которые исключают возможные негативные влияния на организм, особенно актуален для изделий, предназначенных для детской одежды, тканей бельевого ассортимента и эксклюзивных элитных изделий. Не менее важной является возможность экологизации производства и минимизирования того ущерба, который наносит окружающей среде отделочное производство. Решение этой проблемы – разработка инновационных технологий подготовки, крашения и заключительной отделки на основе использования «зеленых» поверхностно-активных веществ, природных полимеров (серицина) и красителей. Новые экологически безопасные ПАВ позволят заменить широко применяемые оксиэтилированные алкилфенолы, вызывающие бурный рост водорослей в водоемах. Природный полимер серицин, являющийся отходом кокономотального производства, помимо замены крахмала, как шлихтующего агента, имеет значение при создании инновационных технологий отделки биологически активными веществами. Разработка теоретических и технологических основ применения природных красителей особенно актуальна

для Республики Таджикистан, обладающей богатой и уникальной растительностью, включающей более 100 красильных растений. Их значение возрастает с возрождением производства национальных видов хлопковых и шелковых тканей – адраса и атласа, для отделки которых издревле использовались природные растительные красители.

В связи с этим, не вызывает сомнения актуальность исследований в области создания экологически ориентированных технологий подготовки, колорирования и заключительной отделки натуральных текстильных материалов. Разработка данного направления реализует планы Правительства республики Таджикистан по развитию текстильной промышленности.

**Объектом исследования** диссертационной работы является экологически направленные технологии отделки натуральных тканей: не утилизируемые отходы шелка, хлопчатобумажные, шерстяные, льняные и полушелковые ткани, растения флоры Таджикистана – зверобой, гармала, вайда, кора чинара, марена, ревень, роза, сафлора, корень барбариса, «зеленые» ПАВ, активные красящие вещества и природные полимеры.

**Предметами исследования** диссертационной работы являются свойства и структура натуральных волокон и тканей, природные красители, извлеченные из местных растений, биоразлагаемые ПАВ, изучение свойства серицина.

**Цель диссертационной работы** состоит в теоретическом обосновании и практической реализации экологически ориентированных технологий подготовки, колорирования активными и природными красителями, а также БАВ-отделки тканей из натуральных волокон.

Внедрение полученных результатов обеспечит повышение качества и расширение ассортимента выпускаемой в Республике Таджикистан продукции и усилит экологические характеристики выпускаемой продукции.

Реализовать поставленные цели можно посредством решения нижеприведенных исследовательских и практических задач, а именно:

- экспериментально и теоретически обосновать целесообразность получения и применения серицина в процессах производства комбинированной пряжи и при шлихтовании хлопчатобумажной пряжи;
- исследовать и проанализировать комплекс коллоидных и технологических свойств поверхностно-активных веществ, определяющих эффективность их применения для интенсификации процесса колорирования целлюлозных тканей активными красителями;
- выявить закономерности влияния природы поверхностно-активных веществ на растворимость активных красителей с различными реакционными группами в красильной ванне;
- разработать составы интенсифицирующего агента и нового технического моющего средства на основе выявленных тенденций из числа экологически безопасных «зеленых» ПАВ;
- обосновать и оптимизировать условия выделения натуральных красящих веществ из растений (вайда, кора чинара, корень барбариса, марена, роза, ревень, гармала, зверобой, сафлор);
- изучить состав экстрактов растений республики Таджикистан, определить области их применения;
- определить тенденции влияния протрав, температурно- временных факторов и рН красильной ванны на цветовые характеристики и устойчивость к физико-химическим обработкам окрасок тканей из природных волокон;
- разработать технологические схемы выделения природных красителей и их применения для крашения шерстяных, целлюлозных и хлопкошелковых тканей;
- разработать протокол капсулирования биологически активных веществ с использованием для построения архитектуры капсулы серицина;
- обосновать выбор пары полиэлектролитов для синтеза оболочки капсулы и получения агрегативно устойчивой дисперсии наночастиц;

- выявить влияние состава и строения оболочки капсулы на скорость выделения БАВ из ядра капсул;
- разработать технологию иммобилизации капсулированного БАВ на текстильном материале;
- провести лабораторную и промышленную апробацию разработанных технологий и препаратов, оценить экономическую эффективность их применения.

**Методы исследований.** В работе использовались следующие теоретические и экспериментальные методы. Теоретической базой послужили труды российских и зарубежных ученых, направленные на изучение технологии получения растительных красителей и экологически ориентированных технологий отделки тканей, вместе с тем использовали положения теоретической текстильной химии и технологии, а также статистические методы обработки экспериментальных данных.

Экспериментальные исследования выполнены с применением следующих методов анализа: газовой хроматографии, динамического рассеяния света, Уф-, ИК-спектроскопии, спектрофотометрии, сканирующей микроскопии, рН-метрического метода, гигрометрического, тензометрического, вискозиметрического и др.

Колористические, антибактериальные и другие потребительские свойства объектов исследования проведены общепринятыми и оригинальными методами в соответствии с нормативно-технической документацией.

**Положения выносимые на защиту:**

- обоснование эффективности применения серицина в процессах производства комбинированной пряжи и при шлихтовании хлопчатобумажной пряжи;
- выявленные закономерности воздействия ПАВ на состояние активных красящих веществ в водной среде и разработанный на этой основе состав интенсификатора крашения целлюлозных тканей активными красителями;

- научные принципы создания моющего препарата на основе «зеленых» поверхностно-активных веществ (ПАВ);

- оптимизированные методы выделения красящих веществ из растительного сырья и составы полученных экстрактов, закономерности влияния протрав и температурно-временных факторов на колористические и технические показатели окрасок натуральных текстильных материалов, разработанные технологические схемы выделения и применения природных красителей;

- обоснование и принципы использования серицина для капсулирования природных биологически активных веществ, технологические особенности иммобилизации капсулированных препаратов на целлюлозных текстильных материалах;

- разработанные технологии и препараты с оценкой их экономической эффективности применения.

**Вид научного исследования.** Диссертационная работа охватывает цикл поисковых исследований, обеспечивающих создание научных и практических основ экологически ориентированных технологий отделочного производства. В результате планируется выпуск экологически безопасной инновационной продукции в условиях опытных участков и промышленного производства. Совокупность выполненных теоретических и экспериментальных исследований по использованию природных веществ, а также идентичных природным, в текстильной химии можно рассматривать в качестве нового научного направления в Республике Таджикистан.

**Научная новизна** исследовательской работы состоит в обосновании научных принципов создания экологически ориентированных, принципиально новых технологий подготовки и отделки на основе шелковых отходов, «зеленых» поверхностно-активных веществ, природных: красителей, биологически активных веществ и полимеров.

Проведены исследования:

- механических и физико-химических свойств комбинированной пряжи, полученной из отходов шёлка и хлопка;
- количественных характеристик изменения в спектрах активных красителей при введении ПАВ различной природы;
- скорости десорбции активных красителей в раствор под действием моющих ПАВ;
- процесса получения натуральных красителей из растений Таджикистана;
- антибактериальных и потребительских свойства тканей, окрашенных натуральными красителями;
- агрегативного состояния дисперсий капсулированных БАВ;
- размеров капсул, оболочки которых синтезированы с использованием природного белка-серицина;
- скорости выделения биологически активного вещества из капсул, архитектура оболочки которых включает серицин.
- антибактериальной устойчивости тканей с иммобилизованными капсулированными БАВ.

**В соответствии с целями диссертационной работе:**

- обоснована и экспериментально подтверждена эффективность применения экстракта серицина в процессах шлихтования пряжи;
- на базе исследований свойств широкого спектра ПАВ, определения спектральных характеристик активных красителей в их присутствии в водной среде выявлены закономерности влияния поверхностно-активных веществ различного типа на состояние красящих веществ в ванне;
- на основании результатов расчета адсорбционных характеристик поверхностно-активных веществ выявлены «зеленые» поверхностно-активные вещества, обладающие высокими поверхностной активностью и константой адсорбционного равновесия, составлены смеси ПАВ, обладающие синергическим моющим действием;

- установлены факторы, влияющие на эффективность экстракции природных красителей, разработаны методы выделения красящих веществ из растений, выявлены закономерности воздействия протрав на колористические показатели окрасок натуральных волокнистых материалов;

- экспериментально доказана и обоснована эффективность применения серицина в процессах шлихтования хлопчатобумажных тканей, а также капсулирования биологически активных веществ природного происхождения, сформулированы принципы выбора полиэлектролитов для формирования архитектуры оболочки капсулы;

- предложен способ иммобилизации капсул, содержащих БАВ с использованием природных полимеров.

**Теоретическая значимость** проведенных исследований состоит в разработке научных принципов получения и применения комбинированной пряжи, шлихтующих, моющих препаратов и интенсификаторов на основе «зеленых» ПАВ, красящих веществ экстрагированных из растений местного происхождения, капсулированных БАВ.

Автором получено 9 патентов Республики Таджикистан и 2 Евразийских патента, что подтверждает новизну и оригинальность разработанных технологий и эффективность предложенных теоретических принципов.

На основе полученных данных разработаны курсы лекций, учебные пособия по дисциплинам «Химическая технология текстильных волокон и красителей», «Технология отрасли», «Художественное оформление текстильных материалов» «Отделка ткани» используемые при обучении бакалавров по направлению Технология текстильных изделий. Также автор является руководителем государственного проекта по направлению темы диссертации.

**Практическая значимость** выполненных в диссертационной работе исследований заключается в создании экологически ориентированных технологий и препаратов, таких как:

- технология создания комбинированной пряжи из отходов шёлка и хлопка;
- технология получения шлихтующего материала с использованием природного полимера серицина с целью исключения химических препаратов при шлихтовании основных нитей;
- с учетом антибактериальных свойств серицина, получены капсулированные БАВ и разработана технология их иммобилизации на природных текстильных материалах;
- технологии получения натуральных красителей на основе растений произрастающие на территории Таджикистана и их применения;
- технология интенсификации процесса крашения активными красителями на основе «зеленых» ПАВ, позволяющая увеличить степень фиксации красителя на текстильном материале и снизить сбросы в сточные воды;
- новое моющее ТМС.

Производственные испытания разработанных технологий и препаратов проведены и внедрены в условиях предприятия ООО «Нассочиточик» г. Душанбе, ООО «Вахдаттекстайл» Яванский р-н и ООО «Нохид» г. Истаравшан.

**Апробация результатов работы.** Основные результаты работы докладывались и получили положительную оценку на научно-технических международных и отечественных конференциях: «Наука и инновационная среда». – Душанбе (2014); «Инновационное развитие РТ: проблемы науки и образования» Душанбе (2015); «Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы» (SMARTEX).-(2015); «Роль молодёжи в развитии отечественной науки» НАН РТ (2015); «Инновации в науке, образовании и производстве Казахстана» Астана (2016); «Наука, образование, инновации: апробация результатов исследований». - г. Прага, Чехия. (2017); «Текстильная химия: традиции и новации» Иваново. РФ (2017); «Новые вопросы в современной науке» г. София, Болгария.-(2017); «Молодой ученый-вызовы и перспективы», г. Бишкек, Кыргызская Республика (2017);

«Наука и техника для устойчивого развития» Душанбе (2018); «Текстильная химия: традиции и новации-2019» г.Иваново, РФ (2019); «Актуальные проблемы индустриализации Республики Таджикистан: проблемы и стратегии» Душанбе (2019); «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности» Москва РФ (2019); НТК г. Душанбе (2019); «Дизайн и искусство-стратегия проектной культуры XXI века» Москва, РФ, (2019); «Инновации и новые технологии в индустрии моды» Ташкент Узбекистан (2019); «Конкурентные преимущества национальной экономики на пути к новой модели экономического роста» Душанбе (2020); «European scientific discussions» Рим, Италия (2021); «Перспективы развития и применения современных технологий» г. Петрозаводске. РФ (2021); «Theworldofscienceandinnovation», г. Лондон, Великобритания (2021); «Modern directions of scientific research development» Чикаго (2021); «Взаимосвязь науки с производством в процессе ускоренной индустриализации Республики Таджикистан» Душанбе (2022); «Отечественный и зарубежный опыт при подготовке высококвалифицированных кадров для промышленных предприятий». Ташкент, Узбекистан (2022).

**Публикации,** основанные на полученных данных диссертационного исследования включают: три монографии, 27 статей в журналах, рекомендованных ВАК при Президенте РТ и Российской Федерации, 4 статьи в журналах, индексируемых в международных базах научного цитирования, 6 статей в других научных журналах, 2 Евразийских патента, 9 малых патентов республики Таджикистан, 3 монографии. Автором доложено 30 докладов на конференциях различного уровня.

**Объём и структура диссертации.** Диссертация написана в традиционной форме: введение, общая характеристика работы, литературный обзор, описание объектов и методов исследования, 6 глав обсуждения экспериментальных данных, заключение и список использованных литературных источников. В работе приведено 77 таблиц, 99 рисунков, 375 литературных источников, общее число которых, составляет 412 страниц, также 18 приложений.

## **ГЛАВА I. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **1.1. Анализ состояния текстильных производств Таджикистана**

Лёгкая промышленность Республики Таджикистан включает такие отрасли как шелковая, шерстяная, ковровая, шлейная, трикотажная, мебельная, обувная и текстильная. Она осуществляет выпуск важной продукции различного назначения и представляет собой значимый народно-хозяйственный сектор экономики.

Таджикистан богат сырьём для получения текстильных натуральных материалов как хлопок, шёлк, шерсть и лён. Но, к сожалению, производство шерстяной пряжки в Республики Таджикистан после 2010 года не было произведено, а производства льна в производственных масштабах практически отсутствует. Шёлк тоже частично производится. Только производство хлопка в республике хорошо развита, но не до готовой продукции, частично, большинство экспортируется.

В связи с этим Эмомали Рахмон - Президент Республики Таджикистан, Лидер нации в своем Послании от 21.12.2021 года отметил, что для решения социально-экономических вопросов и ускорения индустриализации республики Таджикистан необходимо обеспечить развитие легкой промышленности и создания промышленных производств с цепочкой переработки хлопкового волокна до конечного продукта – текстильного материала. Особенно важно развитие коконоводства и переработки коконов с целью выпуска шелковых тканей различного назначения. Для этого в течение следующих 10 лет предполагается освободить предприятия шелковой отрасли легкой промышленности от выплаты единого налога на землю и других [1-2].

В принятом Правительством Республики Таджикистан стратегии развития промышленности в стране на период до 2030 года, в республике к 2025 году, запланировано осуществить организацию полного цикла

обработки хлопка-от волокна до готовой продукции, ставятся задачи по развитию легкой промышленности сроком до 2030 года. Для обеспечения реализуемости программ предпринимаются меры по улучшению инвестиционного климата в частности для привлечения капиталовложений в строительство новых предприятий, в том числе налоговых и таможенных преференций для предприятий сектора.

Число промышленных предприятий, за последние 10 лет в Таджикистане увеличивается (см. таблицу 1). По данным статистического Агентство при Президенте республики Таджикистан [3] приведены изменения в количестве общих текстильных и швейных производств (табл.1-3).

**Таблица 1.1.- Статистика промышленных предприятий в Таджикистане за 10 лет.**

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
179	196	238	304	352	352	361	390	368	397

**Таблица 1.2.- Среднегодовая численность промышленно-производственного персонала по легкой промышленности тыс. чел.:**

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
15,5	16,6	15,2	15,3	15,6	15,1	13,4	16,3	15,6	16,7

**Таблица 1.3.- Основные показатели легкой промышленности по областям республики:**

Область	Число предприятий	Численность промышленно-производственного персонала, чел.		Объем производства продукции, тыс. сом	
		2019	2020	2019	2020
Согдийская область	113	7234	7668	929289,9	996727,1
Хатлонской области	219	4606	5179	1483681,1	1648471,2
ГБАО	10	139	220	7332,7	5305,5
Душанбе	27	3029	3160	95575,2	128608,6

**Таблица 1.4.-** Импорт текстиля и текстильных изделий в РТ за время Независимости (млн. долларов)

1991	1995	2000	2005	2010	2015	2020
12,6	5,6	6,9	14,2	32,1	57,0	82,7

**Таблица 1.5.-** Экспорт текстиля и текстильных изделий Республики Таджикистан за время Независимости (млн. долларов)

1991	1995	2000	2005	2010	2015	2020
35,6	218,5	130,2	187,9	233,2	171,0	196,3

**Таблица 1.6. -** Динамика хлопковой продукции за 20 лет

Наименование выпускаемой продукции в тоннах	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Хлопок, тыс. тонн	106,8	153,3	95,2	98,4	85,0	112,3	98,2	102,7	101,6
Хлопковая пряжа, тонн	15005	15025	6149	4943	8944	17211	20740	20912	17866
Хлопковые ткани (суровая), тыс. кв. м	11485	24156	25552	8353	2536	3358	7512	6998	7378
Хлопковые ткани (окрашенная)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Таблица 1.7.-** Динамика шёлковой продукции за 20 лет

Наименование выпускаемой продукции в тоннах	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Шелк-сырец, коконы			1077,9	897,3	931,3	928	784,9	895,0	897,2
Шелковая нить, тонн	87,5	158,1	19,0	23,7	8,1	6,8	3,8	8,9	-
Шёлковые ткани (суровая), тыс. кв. м	253	3,8	66,0	2,4	-	-	19,4	21,4	21,9

**Таблица 1.8.- Динамика шерстяной продукции за 20 лет**

Наименование выпускаемой продукции в тоннах	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Шерстяное волокно	Производство шерстяной пряжи в Республики Таджикистан в промышленных масштабах не было произведено								
Шерстяная пряжа									
Шерстяные ткани, тонн (трикотажное полотно)	-	-	87,2	18,1	13,5	9,0	10,5	8,5	44,5

Согласно статистическим данным [3] установлено, что наибольшую часть продукции и текстильной промышленности занимают хлопчатобумажные и шелковые текстильные материалы, шерсть перерабатывается в небольших количествах, но намечена тенденция увеличения доли шерстяных волокон в общем производстве, лен в стране не выращивается. Однако шёлк не перерабатывается до готовой продукции и в нужном объёме. В соответствии с этим наиболее актуально разрабатывать технологии отделки для хлопчатобумажных, шелковых и шерстяных тканей, а на перспективу- тканей из льна и смеси этих волокон.

Для текстильной промышленности Республики Таджикистан можно выделить нижеследующие основные сдерживающие факторы/технические барьеры:

- несоответствующая конкурентоспособность национальной экономики;

- устаревшая технико-технологическая база и низкий уровень инновационной активности, существующие энергозатратные и загрязняющие технологии;

- фактическое отсутствие склонности некоторых руководителей предприятий отрасли к внедрению инновационных технологий;

- низкая доля внутренних накоплений и инвестиций, которые препятствуют модернизации предприятия, диверсификации и развитию их инфраструктуры;

- фактическое отсутствие взаимосвязи и координации производства с наукой, процесс коммерциализации результатов научных исследований и опытно-конструкторской деятельности;

- недостаточно благоприятный бизнес-климат, выражающийся в неэффективном регулировании, присутствии коррупции и чрезмерной налоговой нагрузки.

- недостаточная связь рынка труда с системой образования, слабая мотивация молодежи к профессиональной деятельности.

В связи с вышесказанным следует отметить, что на наш взгляд, среди важных задач, направленных на преодоление указанных вызовов (сдерживающих факторов) и эффективное развитие легкой промышленности, будут нижеуказанные аспекты.

Среди этих задач в первую очередь следует отметить развитие и укрепление взаимосвязи и координации производства с наукой. В республике есть научные коллективы, которые разрабатывают инновационные, ресурсосберегающие, экологически безопасные технологии различных областей производства, в том числе отраслей легкой промышленности. Внедрение результатов научных исследований, конструкторских разработок, изобретений, усовершенствований существующих технологий и техники должно быть неотъемлемой частью программ развития промышленности и несомненно будет способствовать эффективному развитию производства.

Для легкой промышленности, в том числе производства текстильных материалов не менее важным является развитие не только отраслей, направленных на первичную обработку сырья, но также отраслей, касающихся окончательной обработки сырья и производства готовой продукции. Для текстильной промышленности этот цикл включает первичную обработку текстильного сырья, отделочное и швейное производство. В республике Таджикистан отделочное производство текстильных материалов в отличие от первичной обработки сырья и

швейного производства не развито, в то время как именно отделка текстильных материалов обеспечивает высокое потребительское качество продукции и его конкурентоспособность. В связи с этим, создание и развитие предприятий отделочного производства для всех видов текстильных материалов является важным шагом в повышении эффективности и конкурентоспособности продукции легкой промышленности нашей страны.

Одним из основных и ключевых задач отрасли является проведение реформы в системе образования, при этом надо особое внимание уделить на подготовку современных кадров для отраслей текстильной промышленности. Этот процесс возможен при формировании инновационных подходов и усилении институциональной базы развития посредством интеграции в мировое образовательное пространство.

Однако, в стране имеются проблемы с обеспечением занятости выпускников ВУЗов по выбранной специальности. Относительно низкий процент выпускников трудоустраиваются в соответствии с полученной специальностью.

По опросам, проведенным среды работодателей, выявилось, что выпускники ВУЗов не имеют квалификационных навыков, соответствующих требованиям, у претендентов на рабочие места низкое качество образования.

Наиболее слабым звеном в представленной цепочке выступает текстильный сектор, который в настоящее время проходит этап восстановления, и это потребует значительных усилий и времени. Вместе с тем наблюдается несоответствующая взаимосвязь текстильных и швейных производств, и они функционируют автономно друг от друга. Слабая связь между этими подотраслями обусловлена тем, что они находятся на разных уровнях развития.

Подводя итоги с учетом вышеуказанных проблем и исследования современного состояния отрасли, следует отметить, что в перспективе

совершенствование экономической политики в области текстильной промышленности РФ должно быть направлено на:

- восстановление и строительство новых современных производственных мощностей;
- поддержку производства продуктов со сравнительными преимуществами;
- увеличение финансирования за счет внутренних и внешних грантовых средств, отвечающего духу новых целей устойчивого развития страны, в технологической цепочке: сырьё – переработка – готовый продукт (безотходное производство);
- переориентации внутреннего спроса на продукцию отечественного производства, имеющего экспорто-ориентированную и импортозамещающую направленность, а это в первую очередь готовые экологичные текстильные материалы и изделия из них;
- диверсификации производства;
- подготовку конкурентоспособных кадров, отвечающих требованиям современного рынка труда.

## **1.2. Особенности строения и свойства целлюлозных, шёлковых и шерстяных волокон**

Текстильная мода - это способ, отражения нашей индивидуальности одежда дает моде способ передать наше видение, связывая нас со временем и пространством. Спрос на текстиль меняется в зависимости от меняющейся моды; предпочтения потребителей, которые прямо или косвенно влияют на поиск новых разновидностей волокна. Ожидается, что рост мирового спроса на текстильные ткани продолжится не только из-за увеличения мирового населения, но и из-за уровня жизни. Поэтому акцент был поставлен на исследование ресурсов натурального волокна для производства различных текстильных материалов для более безопасного использования. Натуральные

волокна обладают уникальными свойствами по сравнению с синтетическими волокнами. Для различных видов одежды, таких как спортивная одежда, чулочно-носочные изделия, учитываются производственные процессы, свойства и соотношение смешивания. В таких особых свойствах комфорта при носке важны такие свойства, как воздухопроницаемость, влагообмен и гигроскопичность. Природа предоставила богатый источник волокон - растительных, животных и минералов различных размеров и свойств.

Исторически натуральные волокна служили потребностям человечества в одежде на протяжении тысячелетий. Натуральные волокна являются возобновляемым ресурсом, что обеспечивает лучшее решение для устойчивого снабжения, так как оно имеет низкую стоимость, низкую плотность, наименьшие затраты на обработку, отсутствие опасности для здоровья и механические и физические свойства. Наиболее важным свойством натуральных волокон является способность к биологическому разложению и отсутствие канцерогенности, что возвращает их в моду с тем преимуществом, что они рентабельны[4].

Примерно столетие назад все волокна, используемые для изготовления тканей, были получены из натуральных источников, но растущий спрос привел к появлению различных искусственных волокон, которые сделали доступными на рынке различные виды текстиля. В 20-м веке внезапно произошли изменения, и в области синтетических волокон были сделаны новые разработки. Но преимущество использования натурального волокна снова возрождается, и спрос на него постоянно растет.

**Хлопковые волокна.** Наиболее значимым растительным волокном является хлопок, основное вещество, определяющее его практическую ценность составляет - целлюлоза (95%)[6]. Хлопок - это натуральное растительное волокно текстильное волокно, наиболее широко используемое в мире, и, безусловно, главный герой мировой текстильной промышленности. В процессах подготовки, колорирования и заключительной отделки хлопка

большую роль, помимо целлюлозы, играют примеси, к ним относятся воскообразные и пектиновые вещества, лигнин, азотсодержащие вещества, минеральные соли и естественные красители. Хлопковое волокно гигроскопично, экологично, особенно ценится эко-хлопок, выращиваемый в специальных условиях.

Хлопковое волокно имеет форму плоской ленточки, закрученной штопорообразно. По структуре оно неоднородно и состоит из очень тонкой первичной стенки, которая образует внешнюю защитную оболочку волокна, и вторичной стенки, являющейся его целлюлозной основой. Первичная и вторичная стенки расположены концентрически по отношению к оси волокна. Внутри волокна имеется канал [7].

**Физические и химические свойства.** Хлопковое волокно устойчиво к действию щелочей, фенола и ацетона. Некоторые кислоты, например, соляная и серная легко способны разрушить хлопчатобумажную ткань. Материал не боится высоких температур, достаточно трудно рвётся, износостоек. Физико-химические свойства хлопка, позволяют многократно стирать ткани, используя широкий диапазон различных стиральных средств. Одежда из хлопка долго носится, не теряя при этом внешнего вида. Материал легко впитывает воду и пот, позволяя коже дышать, не вызывает аллергических реакций. За ним легко ухаживать: стирать, отбеливать, сушить, окрашивать [8].

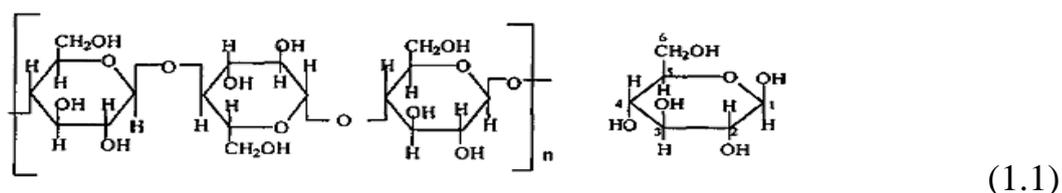
**Льняные волокна.** К значимым целлюлозным волокнам растительного происхождения относятся также льняные. В отличие от хлопковых, льняные в своем составе содержат большее количество примесей, таких как, лигнин, пектин, азотсодержащие минеральные воскообразные вещества. Это затрудняет переработку льняных волокон в отделочном производстве [9]. В отличие от хлопка, льняное волокно представляет собой веретенообразные элементарные волокна, соединенные в лубяные пучки срединными пластинками.

Основным компонентом элементарного волокна льна является целлюлоза, срединных пластинок – пектиновые вещества и лигнин. Трудность обработки льняных текстильных материалов заключается в том, что для удаления примесей нельзя применять жесткие условия обработки, так как в этом случае разрушаются срединные пластинки. Льняные волокна малоэластичны, что определяет их высокую сминаемость, но в то же время они являются самыми прочными из всех натуральных волокон [10].

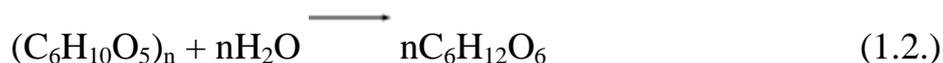
Лен, в отличие от других волокон, обладает таким уникальным свойством как антимикробное действие. Льняной текстильный материал снижает рост и размножение бактериальных и грибковых инфекций.

Показано, что высокое содержание лигнина в волокнах льна способствует поглощению свободных радикалов, в то же время, льняные текстильные материалы практически не вызывают аллергических реакций у человека [11].

Хлопковые и льняные волокна состоят из целлюлозы следующего строения:

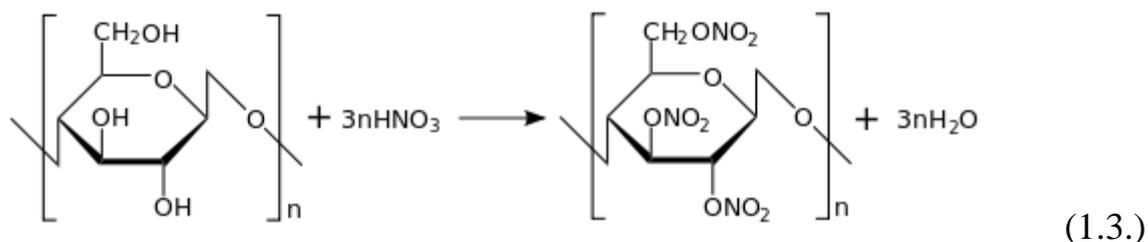


Целлюлоза состоит из остатков молекул глюкозы, которая и образуется при гидролизе целлюлозы:

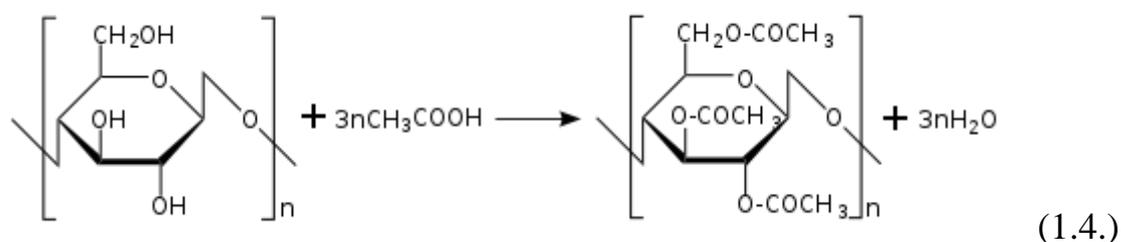


Серная кислота с йодом, благодаря гидролизу, окрашивают целлюлозу в синий цвет.

При реакции с азотной кислотой образуется нитроцеллюлоза (тринитрат целлюлозы):



В процессе этерификации целлюлозы уксусной кислотой получается триацетат целлюлозы:



Целлюлоза сложно растворимая и подвергается дальнейшим химическим превращениям, однако в среде подходящего растворителя, например, в ионной жидкости, такой процесс можно осуществить эффективно [5].

Целлюлоза обладает средством к воде, что обусловлено наличием гидроксильных групп в составе молекулы, которые взаимодействуют с молекулами воды с образованием водородных связей. Целлюлоза характеризуется сравнительно низкой устойчивостью к действию гидролизующих агентов – водных растворов кислот и сильных солей. Такое свойство обусловлено наличием в макромолекуле целлюлозы глюкозидных связей между элементарными её звеньями [12].

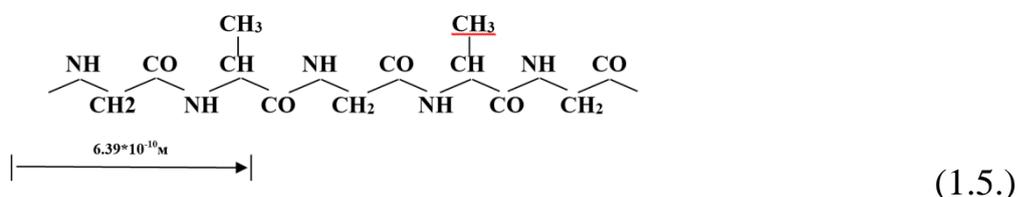
В процессе эксплуатации целлюлозных текстильных материалов в условиях повышенной влажности возможно развитие микроорганизмов, таких как плесневые грибки и бактерии, способных разрушить целлюлозу. Ткани под действием микроорганизмов способны терять механическую прочность и покрываться пятнами различной окраски [14].

Физические свойства. Целлюлоза устойчива к действию температур до 140-150°C. При повышении до 180°C возможна только кратковременная обработка волокон в течении 1-5 минут. При увеличении времени обработки

происходит термическая деструкция целлюлозы. Целлюлоза хорошо растворяется только в аммиачном растворе гидроксида меди (II).

**Шёлковые волокна.** Традиционно производителем шелковых текстильных материалов является Республика Таджикистан [30-33]. Это обусловлено климатическими, экономическими и историческими условиями. Шёлк относится к натуральным композитным волокнам, состоящий из гидрофобного фиброина и гидрофильного серицина, вырабатываемого шелкопрядом *Bombyx mori*.

Фиброин состоит из углерода, водорода, кислорода и азота, содержание которых в его составе изменяется в зависимости от сорта шелка и составляет в среднем: углерода 47%, водорода 6,8%, кислорода 26,7%, азота 17,8%. Основой фиброина служат четыре аминокислоты – глицин, аланин, сирин и тирозин. Полипептидная цепь натурального шелка представляет собой цепь [10] (Формула 1.4):



Фиброин шелка имеет ориентированную кристаллическую структуру, полипептидные цепи сгруппированы таким образом, что образуют плоскости, причем конфигурация каждой цепи такова, что повторяющиеся фрагменты параллельны оси волокна; каждая цепь связана водородными связями с двумя соседними цепями [35-36].

Фиброин относится к полиэлектролитам, причем в зависимости от кислотности среды, может проявлять как катионные, так и анионные свойства в растворах. В ионизированной форме он имеет строение  $\text{OOC}^-$ —Фиб.— $\text{NH}_3^+$ . Изоэлектрическая точка фиброина лежит в области значений  $\text{pH}=3,5 \dots 4$ . Максимальная кислотная емкость фиброина ниже, чем у кератина шерсти, и составляет  $0,2\text{—}0,3 \text{ г}^*\text{экв./кг}$ . Фиброин устойчив к нагреванию до температуры  $180^\circ\text{C}$ , при которой начинает разрушаться. Он

гидрофильный, устойчив к слабым растворам органических кислот, но чувствителен к действию щелочей. Растворяется при кипячении в 5% растворе NaOH. Фиброин не устойчив к фотохимической деструкции, однако плесневые грибки и бактерии интенсивно разрушающие целлюлозные волокна практически не действуют на фиброин [15].

Серицин (шелковый клей) принадлежит к классу альбуминоидных протеиновых тел и находится совместно с фиброином в сыром шелке, но отличается по своему составу. Серицин — это частично растворимый в горячей воде белок. Его можно классифицировать по его относительной растворимости, используя различные обозначения, такие как: А и В или серицин I, II, III и IV; также S1, S2, S3, S4 и S5; и  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  модификация. В зависимости от положения серицина в слое кокона определяются две субъединицы:  $\alpha$ -серицин и  $\beta$ -серицин. Первый находится во внешнем слое и хорошо растворяется в горячей воде. Второй находится во внутреннем слое и сохраняет низкую растворимость по сравнению с  $\alpha$ -серицином. Это различие между этими двумя субъединицами можно объяснить наличием меньшего количества атомов углерода и водорода, а также большим присутствием азота и кислорода в  $\beta$ -серицине.

Растворимость также связана с аморфной и кристаллической структурой серицина. Аморфная область образована структурой случайного клубка, которая является основной молекулярной конформацией легкорастворимого серицина. Кристаллическая область, называемая  $\beta$ -листом, растворяется труднее [16].

Цепи макромолекул серицина не упорядочены и не имеют волокнистого строения. Для извлечения серицина из шелка, ведут обработку шема при высокой температуре в водной среде. При охлаждении раствор серицина загустевает. Извлеченный из коконов серицин в чистом виде представляет собой порошок белого цвета. Он хорошо набухает и может растворяться в горячей воде [37].

При гидратации путем кипячения с разведенной серной кислотой в числе многих других продуктов образуются лейцин, тирозин и серин; гликоколя не образуется, чем серицин резко отличается от серикоина, представляющего альбуминоид, образующийся из фиброина под влиянием крепкой соляной кислоты на холоду; при этом процессе от фиброина отщепляется 1% азота (в виде аммиака) и получается раствор, из которого при выливании его в большое количество спирта выпадает серикоин в виде белого порошка. При кипячении с разведенной серной кислотой в числе продуктов распада серикоина найдены гликоколь, тирозин и аланин (лейцин не образуется) [37]. Молекулярный вес серицина и его свойства во многом зависят от способа получения, что наглядно демонстрируют данные таблицы 1.9.

**Таблица 1.9.** - Разнообразные методы экстракции серицина *B. mori*, молекулярный вес и его происхождение [17].

Методы	Молекулярный вес	Источник	Авторы
Горячая вода при 80 ° С и 120 ° С 0,5% водный раствор Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> при 80 ° С и 120 ° С	20–400 кДа <100 кДа	Кокон	Gimenesetal. [ 30 ]
Насыщенный раствор LiSCN Жидкость шелковых желез, осторожно встряхивая в течение 30 мин.	20–400 кДа	Кокон Шелковая железа	Takasueta. [19 ]
Автоклав при 120 ° С в течение 30 мин. Нагрев при 100 ° С в течение 10 мин.	12–66 кДа	Кокон	Ян и др. [ 18 ]
0,2% раствор Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , нагретый до 95 ° С в течение 120 мин.	6 и 67 кДа	Кокон	Teradaetal. [ 27 ]
Автоклав при 120 ° С в течение 30 мин. Нагрев при 95 ° С в течение 120 мин.	10–70 кДа	Кокон	Teradaetal. [ 31 ]
Дистиллированная вода и раствор бромелаина нагревают при 55 ° С в течение 60 мин.	10–250 кДа	Кокон	Sonjuietal. [ 32 ]
Автоклав при 120 ° С в течение 60 мин. 1,25% -ный раствор лимонной кислоты, нагретый в течение 30 мин. 0,2% -ный раствор Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , 8 М раствор мочевины.	20–220 кДа	Кокон	Aramwitetal. [ 20 ]

## Продолжение таблицы 1.9.

Автоклав при 100 ° С и 105 ° С в течение 60 мин.	-	Кокон	Кодама[17]
Автоклав	-	Кокон	Ли и др. [ 28 ]; Keawkornetal. [19 ]; Лиидр. [ 21 ]; Kaew korn et al. [ 34 ]; Aramwit et al. [ 35 ]; Kitisin et al. [ 36 ]
Замачивание, водный отвар, фильтрация и конденсация.	-	Кокон	Songetal. [ 37 ]
Нагрев в деионизированной воде при 95 ° С в течение 120 мин.	-	Кокон	Като и др. [15 ]; Сасаки и др. [23 ]; Сасаки и др. [ 38 ]; Zhaoriget uetal. [ 39 ]; Окадза ки и др. [ 40 ]
Автоклавирование в течение 30 мин с последующим ферментативным гидролизом протеазой.	—	Кокон	Onsa-ardetal. [21]
110°С в течение 300 мин	65 кДа	Кокон	Kimetal. [26]
1% раствор NaCl	—	Кокон	AliandArumugamSa rasa [41]
0,2% раствор Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> прогревается при 95°С в течение 120 мин.	—	Кокон	Zhaorigetu et al. [24]; Okazaki et al. [25]; Sasaki et al. [42]; Ogawa et al. [44]
Автоклавирование при 121°С в течение 60 мин.	50–150 кДа	Кокон	Aramwitetal. [20]
Автоклавирование при 120°С в течение 60 мин.	—	Кокон	Aramwit et al. [14]; Chlapanidas et al. [45]; Saetae and Magaraphan [46]; Khampieng et al. [47]; Aramwit et al. [48]; Purwar et al. [49]; Siritientong and Aramwit [50]
Жидкость в передней и средней шелковой железе	20–400 кДа	Silkgland	Sprague [51]

Автоклавирование при 120°C в течение 40 мин.	20–400 кДа	Сосоон	DaSilvaetal. [22]
Автоклавирование при 110°C в течение 480 мин.	—	Сосоон	Leeetal. [52]
0,02 М Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> solution heated for 45 or 60 min	—	Сосоон	Martínez-Mora et al. [53]; Panilaitis et al. [54]
Электролитическая щелочная вода при 95 ° С в течение 7 или 13 часов	5–18 кДа	Кокон	Огино и др. [ 55 ]
Автоклав при 120 ° С в течение 60 мин.	200 кДа	Кокон	Turbianietal. [ 56 ]
Автоклав	14 и 97 кДа	Кокон	Kato. [ 14 ]
Автоклав при 120 ° С в течение 60 мин.	10–200 кДа	Кокон	Zhangetal. [ 57 ]
Автоклав при 120 ° С в течение 40 мин.	-	Кокон	DaSilvaetal. [ 58 ]

Серицин хорошо расстроим в воде при длительном кипячении. В кислой среде растворы серицина могут образовывать гели.

Серицин представляет собой высокогидрофильную молекулу, состоящую из полярных гидроксильных, карбоксильных и нескольких аминогрупп [18]. Органический состав, растворимость и структурная организация этих полярных химических групп отвечают за биологические свойства, а также позволяют создавать смеси с другими полимерами путем сшивания, сополимеризации, улучшая механическую стойкость биоматериалов на основе серицина [19].

Когда серицин сшивается или комбинируется с другими полимерами, он может быть включен в гидрогели, пленки, губки, частицы и волокна с особыми свойствами, имеющими отношение к биомедицинским применениям [20, 21, 22], таким как тканевая инженерия [23], повязки для ран [24] и системы доставки лекарств [25], а также к фармацевтическим применениям [26].

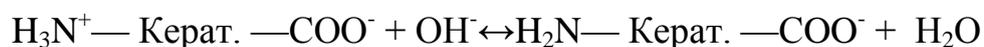
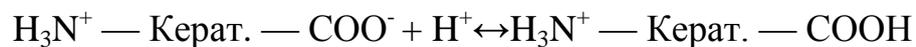
**Шерстяные волокна.** Шерстяное волокно имеет многоклеточное строение. В связи с характером клеток в шерстяном волокне различают два слоя — чешуйчатый и корковый. Чешуйки наружного слоя представляют собой ороговевшие клетки, веретенообразные клетки внутреннего коркового

слоя связаны между собой межклеточным веществом. В корковом слое содержатся жировые и красящие вещества. В волокнах грубой шерсти имеется также третий, сердцевинный, слой, представляющий собой внутренний канал, заполненный высохшими клетками и воздухом. Корковый слой волокон шерсти неоднороден. Он характеризуется двудольным строением. Доли представляют собой два примерно равных соприкасающихся полуцилиндра, различающихся по химической стойкости и ряду других свойств. Менее стойкая к химическим и ферментативным воздействиям часть коркового слоя называется ортокортесом, более стойкая — паракортесом [27].

В состав шерстяных волокон, в основном, входит белок – кератин, молекулы которого имеют полипептидную природу и состоят из различных аминокислотных остатков, таких как глицин, аланин, валин, лейцин, изолейцин, силин, трионин, фенилаланин, тирозин, триптофан, пролин, лизин, аргенин, глутамин, цистин, цистеин, метионин. Молекулярная масса кератина варьируется от 60000 до 1000000. Все аминокислоты, входящие в состав кератина, исключая пролин, имеют амино- и карбоксильные группы, которые присоединены к одному и тому же атому углерода  $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}(\text{R})-\text{COOH}$ . Отличительной частью структуры различных аминокислот в составе кератина является природа радикала R, который может иметь как не полярную природу, например,  $-\text{CH}_3$ ;  $-\text{HC}-(\text{CH}_3)_2$  так и полярными группами  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{COOH}$ ,  $-\text{OH}$ ,  $-\text{SH}$  и т. д.

Активные функциональные группы боковых цепей ( $-\text{OH}$ ,  $-\text{NH}_2$ ,  $-\text{SH}$ ,  $-\text{COOH}$ ) вступают в реакцию между собой в полипептидной цепи, а также с группами соседней макромолекулы. Взаимодействия первого типа обуславливают характерную  $\alpha$ -спиральную структуру полипептидной макромолекулы кератина, а взаимодействия второго типа приводят к образованию между смежными макромолекулами разного рода поперечных связей.

Кератин шерсти представляет собой биполярный ион  $\text{H}_3\text{N}^+ \text{— Керат. — COO}^-$ , т.е. является амфотерным полиэлектролитом, взаимодействует с кислотами и основаниями по следующим реакциям:



Эти реакции определяют его поведение в кислой и щелочной среде и возможные взаимодействия с красящими веществами. На прочность шерстяного волокна практически не оказывают влияние разбавленных раствором минеральных кислот при невысокой температуре. Возрастание температуры или концентрации кислоты приводит к деструкции пептидных и солевых связей в макромолекулах кератина [28].

К действию щелочей шерстяные волокна достаточно чувствительны. В 3% горячем растворе NaOH шерсть практически растворяется полностью. В этом случае кератин шерсти подвергается гидролизу главных цепей по пептидным группам, при этом происходит разрушение поперечных солевых связей, разрыв дисульфидных связей, между соседними макромолекулами в главной цепи. Для беления шерстяных волокон используют в большей степени пероксид водорода, а иногда гипохлорит и хлорит натрия. При концентрации пероксида водорода до 5 г/л и температуре не выше 60<sup>0</sup>С происходит разрушение окрашенных примесей волокна, но кератин шерсти практически не повреждается.

Качество шерстяных волокон определяется высокой эластичностью, извитостью, а так же гигиеническими свойствами. Шерстяное волокно может впитывать более 40% влаги и при этом оставаться сухим. Для него характерна низкая теплопроводность и удельный вес. К недостаткам относят низкую прочность и устойчивость к истиранию волокон, а так же свойство к впитыванию и сохранению неприятных запахов [29].

### **1.3. Эффективные способы экологизации подготовки текстильных материалов из натуральных волокон**

Одним из способов экологизации текстильного производства является использование вторичных материальных ресурсов и соответственно разработка экономичных безотходных технологий.

Особенно ценно с точки зрения экологизации производства и продукции, а также ресурсоэкономии в текстильных процессах, является использование не утилизируемых отходов. Для производств, специализирующихся на создании материалоемких тканей из натурального шелка, совершенствование процессов в направлении возврата отходов производства в технологический цикл, является актуальным и значимым как для удешевления продукции, повышения ее конкурентоспособности, расширения ассортиментного ряда, так и экологизации производства за счет минимизации отходов.

В связи с этим создание безотходных технологий переработки натурального шелка, получение из не утилизированных отходов шелкового производства новых штапелированных шелковых волокон и клеящих веществ для шлихтования нитей основы является весьма актуальным и востребованным направлением. Разработка научных принципов извлечения и применения серицина на различных стадиях текстильного производства послужит основой для создания малооперационных безотходных технологий, одной из которых является применение серицина в качестве шлихтующего агента для хлопчатобумажной пряжи. Переработка отходов коконо-мотального производства по предлагаемым инновационным технологиям позволит извлекаемый серицин применять для создания шлихтующих агентов, а фиброин для получения бикомпонентных хлопко-шелковых пряд, что обеспечит экономию энергетических, материальных ресурсов, снизить трудоемкость процессов, а также расширить спектр выпускаемой текстильной продукции.

### **1.3.1. Современные шлихтующие составы на основе природных полимеров**

Над созданием современных составов и способов шлихтования работали Киселев А.М., Калинин Ю.А., Липатова И.М., Вашурина И.Ю., Леднева И.А., Смирнова С.В., Рябинина И.В., Бастьен Кристоф, Буксен Кристиан, Патрик Доши., и др. [83-114].

Наиболее часто на современных текстильных производствах для шлихтования тканей из натуральных волокон в качестве основного компонента шлихты применяют крахмал [83-114]. В этом случае необходима модификация крахмала химическим, физико-химическим или физическим способом. В процессе расщепления крахмального компонента используют такие химические вещества, как борсодержащие препараты [88], хлорпроизводные [88], мочевины [88], иногда кислоты или щелочи. К недостаткам крахмальной шлихты относят в первую очередь многокомпонентность состава, а также при недостаточном соблюдении технологического режима приготовления шлихтующей композиции возможны различные браки, например такие, как осыпаемость. К достоинствам крахмальной шлихты следует отнести возобновляемость сырья, полное быстрое биологическое расщепление и низкая стоимость сырья.

В качестве физико-химических методов активации крахмала предложено [93-95] оптимизировать процесс приготовления крахмальной шлихты посредством гидроакустического воздействия на растворы и гели крахмала, осуществляемого в специальной роторной установке. К достоинствам этого метода следует отнести снижение энергозатрат и отсутствие дополнительных химических реагентов. Недостатком является необходимость использования специального оборудования, которое на данный момент еще не выпускается в промышленном масштабе.

Одним из физических методов расщепления крахмала является обработка раствора крахмала в ультразвуковой установке, в результате чего происходит гомогенизация получаемого клейстера. Показано, что скорость

деструкции крахмала под действием ультразвуковых колебаний резко возрастает [96].

К современным химическим методам модификации крахмала можно отнести введение в шлихтовую композицию гуминовых кислот. Показана возможность интенсификации гидролитического расщепления и окисления крахмала гуминовыми кислотами. При этом возрастает адгезия шлихты к текстильному материалу, устойчивость крахмальной композиции к расслоению, повышается срок технологической пригодности [97-98].

В промышленном масштабе выпускают производные крахмала, которые также можно использовать в процессах шлихтования. В этом случае в элементарное звено крахмала вводят новые заместители. К таким продуктам, выпускаемых химической промышленностью, относятся карбоксиметилкрахмал [99]. В работе [113] изучена эффективность применения шлихты на основе производных крахмала для хлопчатобумажных и полиэфирных нитей. Установлено, что такая шлихта позволяет достигать высокие фрикционные и деформационные свойства. Прочность нитей повышается в среднем на 15%, также возрастает их эластичность. Известна возможность направленного синтеза производных крахмала методами привитой и радикальной полимеризации [100-101].

Такими способами получают полимеры на основе крахмала и производных акриловых кислот.

Показана эффективность применения ферментов таких, как гликозидаз эндо-1,4- $\alpha$ -D-глюкан-глюканогидролазу и эндо-1,4- $\beta$ -глюканазу, а в качестве пептид-гидролаз – сериновые протеиназы и/или металлопротеиназы [112]. Такая технология позволяет исключить различные химические препараты, сократить многокомпонентность шлихты, снизить температуру обработки.

Целый спектр работ в области шлихтования направлен на создание композиций на основе крахмала и полимеров другой природы. Показана возможность создания композиционных шлихт на основе крахмала и таких

веществ, как полиакрилоадмид, поливинилацетат, гидролизованная акриловая эмульсия, которые оказывают положительное влияние на процесс клейстеризации и набухания крахмала. Оценено влияние синтетических полимеров на вязкость крахмального клейстера. Установлены оптимальные концентрации электролитов, в качестве которых применяли карбонат натрия, гидроксид натрия, силикат натрия, фосфорную кислоту и гидрофосфат калия. Разработанный состав шлихты позволяет обеспечивать высокие физико-механические свойства хлопчатобумажных основ. В качестве второго основного компонента крахмальной шлихты также рекомендуют использовать ПВС [102]. Такие шлихты чаще всего применяют для смешанных текстильных материалов, например, хлопко-полиэфирных. Хорошо зарекомендовали себя как шлихтующие агенты в составе композиций лигносульфонаты [103]. Считается универсальным применение акриловых связующих совместно с ПВС, КМЦ, крахмалами, полиэфирами и другими веществами [89-92, 104-105].

Новым экологически ориентированным направлением в развитии шлихтующих композиций является использование газо-жидкостных (пенных) композиций для шлихтования основ. Сравнение степени вспенивания шлихты для основных компонентов ее состава - поливинолового спирта, эфира крахмала, КМЦ, акрилового препарата, производного полиэфира показало преимущества применения акрилового и полиэфирного производного, а также КМЦ. Осуществлен выбор пенообразователей, разработаны технологические процессы пенного шлихтования, получен положительный эффект в производстве гребенной шерстяной ленты. Разработанная технология обеспечивает повышение качественных показателей ошлихтованной ленты, облегчается процесс расшлихтовки, так как нанесенная пленка быстрее растворяется в растворах моющего компонента. Ограничением распространения пенной технологии служит необходимость наличия пеногенерирующего и пеноносящего оборудования [106].

Современные шлихтующие композиции, как показывает анализ литературных данных, в той или иной форме в своем большинстве содержат крахмал. Начаты работы по использованию серицина, полученного из отходов коконо-мотального производства в качестве клеящего компонента шлихт [107-108].

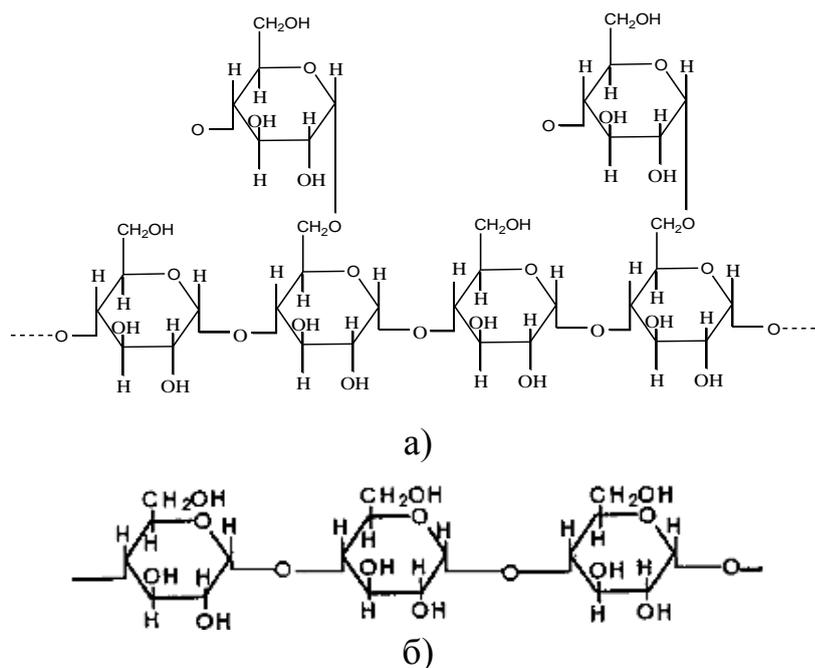
Показана возможность введения серицина в крахмальную и композиционную крахмально-полиамидную шлихту [83-115].

Анализ литературных данных выявил отсутствие исследований направленных на применение отходов шелкового производства для разработки состава шлихты хлопчатобумажных основ, которая позволит не проводить стадии расшлихтовки.

### **1.3.2. Физико-химические аспекты получения и применения серицина из шелковых отходов для шлихтования хлопчатобумажной пряжи**

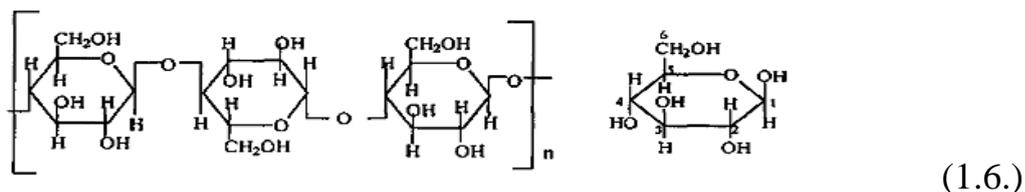
Шлихтование предполагает обработку волокнистого материала в процессе ткачества шлихтой, основой которой, как показано в предыдущем разделе, могут быть различные клеящие вещества - водорастворимые полимеры. Необходимость процесса шлихтования обусловлена повышением прочности основных нитей, уменьшением их обрывности, снижением коэффициента трения и скольжения нитей о металл посредством образования на поверхности волокон эластичной пленки. Компоненты шлихты должны быть биоразлагаемыми, так как после шлихтования в процессе расшлихтовки они поступают в сточные воды. В республике Таджикистан на ткацких фабриках в основном применяют шлихту на основе крахмала в связи с ее дешевизной, экологичностью, эффективностью.

По химическому строению крахмал включает две составляющие – амилозу линейного строения и амилопектин с разветвленными цепями макромолекул. Строение молекулы модификаций крахмала показано на рис.5, где ( а )– амилопектин; ( б ) - амилоза.



Амилоза имеет степень полимеризации до 1000. Степень полимеризации амилопектина составляет 600 – 5000. Глюкозные остатки амилозы и амилопектина связаны  $\alpha$ -гликозидными связями по месту 1,4. Для амилопектина характерно набухание в горячей воде и дальнейшая клейстеризация, а амилоза в этом случае формирует коллоидные дисперсии.

Отличие между амилопектином и целлюлозой состоит в том, что целлюлоза образует между соседними макромолекулами  $\beta$ -гликозидную связь (формула 1.6.):

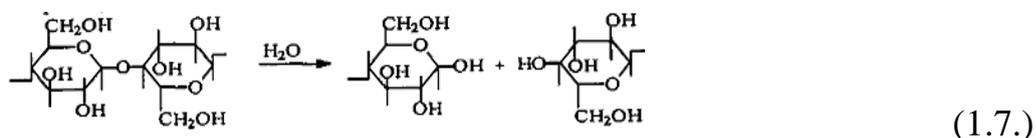


$\alpha$ -гликозидная связь амилопектина и амилозы крахмала гидролизруется значительно быстрее, чем  $\beta$ -гликозидные связи целлюлозы. На этом основана стадия расшлихтовки текстильного материала, которая в современных условиях чаще всего проходит под действием окислителей или ферментов.

В процессе расшлихтовки необходимо из текстильного материала удалить крахмал, а также дополнительные вещества, такие как

пластификаторы шлихты, гигроскопические вещества, мягчители, противогнилостные соединения, антистатика.

Если шлихта с текстильного материала удалена не полностью, на стадии колорирования затрудняется диффузия красящего вещества в волокнистый состав, что снижает качественные показатели окраски текстильного материала. В процессе расшлихтовки амилоза растворяется в воде и достаточно легко удаляется. Нерастворимый амилопектин переводят в моносахариды посредством гликолиза гликозидных связей между соседними звеньями в макромолекуле, в результате чего в начале образуются целодекстрины, далее олигосахариды и глюкоза (формула 1.7.):



Для увеличения скорости представленной реакции в качестве катализаторов гидролиза крахмала чаще всего используют кислоты или окислители. Наиболее эффективно применение окислителей, так как в этом случае текстильный материал в процессе расшлихтовки не только освобождается от крахмала, но и одновременно подготавливается к извлечению естественных спутников целлюлозы. В процессе биохимического расщепления шлихты используют различные виды ферментов. Ферменты селективно способствуют гидролизу крахмала, не вызывая повреждения целлюлозы. Например, применяют амилазы. В этом случае в качестве ферментов можно текстильный материал обрабатывают раствором амилазы при температуре около 90<sup>0</sup>С (85-120<sup>0</sup>С) в нейтральной среде, затем запаривают и промывают [121]. Рекомендуют использовать смешанные амилазы, проявляющие высокую эффективность расшлихтовки состава: *A. niger*– 96 %, *A. flavus*– 90 %. Это способствует понижению температуры пропитки до 40<sup>0</sup>С [123].

Для повышения степени удаления крахмальной шлихты в растворы необходимо введение ПАВ, а также гидротропных препаратов (мочевина,

тиомочевина и др.) [124]. Поверхностно-активные вещества способствуют быстрому проникновению фермента в толщу текстильного материала и повышают моющую способность растворов.

Более жестким является процесс расшлихтовки текстильного материала при использовании окислителей [125]. Окислители способны удалить шлихту любой природы с текстильного материала. Чаще всего применяют пероксид водорода, гипохлорит натрия, гипобромиты и персоли, персульфаты калия и натрия. Наиболее экологически безопасным является применение пероксида водорода, что одновременно дает возможность совместить расшлихтовку с белением. На современных отделочных предприятиях расшлихтовку совмещают с отваркой, так как щелочной агент в небольших концентрациях практически отрицательно не влияет на целлюлозу волокна.

Анализ литературных данных показывает, что стадия расшлихтовки текстильного материала является энерго- и трудоемкой, а также экологически небезопасной. Сточные воды после промывки расшлихтованных текстильных материалов содержат большое количество не биоразлагаемых вспомогательных веществ, поэтому создание экологичных технологий шлихтования и удаления стадии расшлихтовки из технологического процесса полностью является актуальным. Решение этой проблемы в разработке новых шлихтующих композиций на основе биodeградируемых полимеров. К таким полимерам в первую очередь можно отнести серицин, который выполняет функцию клеящего компонента между нитями фиброина коконной оболочки тутового шелкопряда.

Серицин представляет собой глобулярный белок, состоящий из случайных спиралей и  $\beta$ -листов с молекулярной массой от 20 до 400 кДа, на которую в основном влияет метод экстракции (подробно описанный в следующем разделе). Серицин содержит 18 аминокислот с 45,8% гидроксикаминокислот(серин и треонин), 42,3% полярных аминокислот и 12,2% неполярных аминокислот [126-127].

Процесс гелеобразования серицина возможен благодаря превращению случайной спирали в  $\beta$ -структуру, т.е. случайная спираль серицина растворима в горячей воде. Однако при низкой температуре ( $10^{\circ}\text{C}$ , pH около 6-7) эта структура превращается в структуру  $\beta$ -листа, которая облегчает формирование трехмерной сетки и способствует образованию геля серицина [128-129].

С другой стороны, гелеобразование серицина также может быть достигнуто путем химического сшивания (например, глутаровым альдегидом), что приводит к образованию стабильной  $\beta$ -листовой структуры.

Способность серицина к гелеобразованию, высокая растворимость в воде, биodeградируемость позволяют рекомендовать его в качестве основного шлихтующего агента. В состав серицина входят такие аминокислоты, как глицин, аланин, валин и другие приведенные в таблице 10. Входящие в состав полипептидной цепи аминокислоты характеризуются наличием полярных боковых заместителей, определяющих его химическую активность и относительно высокую растворимость в воде.

Процентное содержание аминокислот в макромолекуле серицина, рассчитанное учеными разных стран, несколько отличается, как показано в таблице 1.10.

**Таблица 1.10.** Состав аминокислот серицина, определенный исследователями разных стран [130]:

Название	Ямада [25]	Като и др. [6]	Сасаки и др.[26]; Zhaorigetue tal.[27]; Окадзаки и др.[28]; Kimetal. [29]	Aramw [15,33];	Keaworn[34]	Химическая формула аминокислоты
Аспарагин овая кислота	18,46	17,8	19,1	15,64	16,7	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
Серин	28,58	31,0	30,4	33,63	33,4	$\text{HO}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$

## Окончание таблицы 1.10.

Глутамино вая кислота	4,84	4,4	4,1	4,61	4,4	
Глицин	16,80	19,1	12,2	15,03	13,5	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
Гистидин	0,94	1,0	0,9	1,06	1,3	
Аргинин	3,22	3,9	2,8	2,87	3,1	
Треонин	9,92	8,0	6,0	8,16	9,7	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
Аланин	5,00	3,8	4,6	4,10	6,0	$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
Пролин	0,53	0,4	0,8	0,54	0,7	
Цистеин	0,53	<0,05	<0,05	0,44	0,2	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
Тирозин	3,33	3,3	3,8	3,45	2,6	
Валин	2,79	3,1	2,6	2,88	2,8	
Метионин	0,10	<0,05	<0,05	3,39	0,04	$\text{CH}_3-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
Лизин	2,58	2,7	10,2	2,35	3,3	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
Изолейцин	0,63	0,4	1,4	0,56	0,7	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$
Лейцин	1,03	0,8	0,6	1,00	1,1	
Фенилала- нин	0,44	0,2	0,4	0,28	0,5	
Триптофан	-	-	-	-	0,2	

Наличие в макромолекуле серицина карбоксильных (боковых) групп и аминогрупп позволяет образовывать с целлюлозой волокна водородные связи, а также в ионизированной форме возможно образование ионных связей между макромолекулами. Карбоксильные группы молекулы серицина

способны вступать в сложноэфирные связи с спиртовыми группами целлюлозного волокна.

Вторичная структура серицина имеет складчатую  $\beta$ - форму и, в силу своего химического состава, объемные боковые цепи. Это обуславливает его аморфную и рыхлую надмолекулярную структуру. Прочная химическая связь, образуемая между целлюлозным волокном и серицином в сочетании с рыхлостью его структуры, позволяют предположить, что при использовании серицина в качестве шлихты необходимость последующей расшлихтовки отпадает. При крашении рыхлая структура пленки серицина на волокне не препятствует диффузии и адсорбции красителя к волокну, а имеющиеся в серицине свободные функциональные группы боковых цепей могут образовывать химические связи не только с волокном, но и с молекулой красителя, обеспечивая тем самым прочность окраски. На прочность и устойчивость окраски будет влиять также то, что в силу большой полярности молекулы серицина усиливаются силы межмолекулярного взаимодействия между волокном и красителем.

Если рассмотреть требования к основному шлихтующему агенту, то необходимо отметить, что серицин обладает практически всеми необходимыми свойствами: достаточной клеящей способностью, может образовывать пленки; при варьировании концентрации серицина в растворе можно легко изменять его вязкость до необходимого технологического значения, обладает высокими адгезионными свойствами по отношению к целлюлозе волокна. В то же время представляет собой биodeградебельный полимер токсикологически не опасный.

### **Способы выделения серицина из шелковых отходов**

Широкий спектр работ посвящен дегуммированию шелка. Традиционно для извлечения серицина применяют моющие ТВВ, мыла или растворы потенциально щелочных реагентов, например, бикарбоната натрия. По такой

технологии полученный серицин имеет низкую молекулярную массу, быстро разлагается и теряет некоторые свои свойства [70]. Вместе с тем, выделить чистый серицин из мыльного раствора достаточно сложно [71]. Это обусловило разработку новых способов выделения серицина из шелковых отходов. Все методы дегуммирования шелка можно разделить на термические, химические и ферментативные.

Предложено несколько новых способов [120-123] извлечения серицина при использовании щелочных растворов при высокой температуре, например, гидроксида калия в соотношении с шелковыми отходами по массе 6:1. В этом случае получен серицин с молекулярной массой от 5-6 тысяч единиц. При обработке шелка-сырца в виде мотков с введением в раствор поверхностно-активного алкилолполиоксиэтильного вещества состава  $C_8-C_{16}$  со степенью оксиэтилирования 10-15 и карбоната натрия извлекается до 28% серицина, содержащихся в шелке-сырце. Температура обработки близка к кипению, при этом происходит активная циркуляция жидкости в аппарате [123]. В качестве текстильных вспомогательных веществ для дегуммирования шелка помимо оснований можно использовать кислоты, так как они гидролизуют серицин, разрушая пептидные связи. В некоторых случаях с этой целью используют мочевины. Недостатком указанных способов является необходимость дополнительного этапа очищения серицина от кислот и щелочей [76].

Экстракция с использованием мочевины обеспечивает получение серицина практически без изменения первичного молекулярного веса, но метод является дорогостоящим, а полученный серицин нельзя использовать в медицинских целях [79-80]. К химическим методам относится использование различных растворителей для извлечения серицина из шелковых отходов [138]. С этой целью используют диметилсульфоксид N-метилморфолин-N-оксид [138], или моногидрата N-метилморфолин-N-оксид (NMMO) в сочетании с диметилсульфоксидом [137].

Каждый из этих способов направлен на получение серицина с требуемыми в зависимости от его дальнейшего использования свойствами [36,71-74]. В процессе термических способов обычно нагревают или кипятят коконы, в результате чего происходит разрыв водородных связей между гидроксильными группами фиброина и серицина, что приводит к выделению серицина из шелка [75].

В некоторых случаях отходы шелка на первой стадии выдерживают в воде при комнатной температуре в результате чего десорбируются вещества, которые в дальнейшем выполняют функцию стабилизаторов раствора серицина. На второй стадии проводят термическую обработку ( $100^{\circ}\text{C}$ ) шелковых отходов в растворе [121].

Известен способ получения, при котором после удаления личинок из коконов тутового шелкопряда, коконы измельчают, выдерживают в воде, после чего нагревают в закрытой емкости при температурах до  $300^{\circ}\text{C}$  в течение полутора часов [134], охлаждают и, таким образом, после сушки получают достаточно чистый серицин, который можно использовать в качестве биологически-активного продукта в медицине и текстильной промышленности [131].

С учетом недостатков всех перечисленных способов необходимо отметить, что серицин в большей степени сохраняет свои свойства и получается практически без примесей при использовании термических способов извлечения. В последнее время предложены современные способы получения серицина из шелка на основе применения ИК-излучения, ультразвука и сверхкритического диоксида углерода [52,73]. К недостаткам таких методов стоит отнести сложность аппаратного оформления. Вопросами извлечения серицина из коконных нитей и снижения нагрузки на окружающую среду занимались таджикские ученые Ишматов А.Б. [138] и Набиев И.А. [139]. Была разработана методика получения модификатора полиакрилонитрильных волокон на основе шелковых отходов.

Как видно из приведенного анализа литературы, к вопросу использования серицина, полученного из шелковых отходов, проявлен большой интерес исследователей. Вместе с тем ни в одной работе не ставилось задача извлечения (экстракция) серицина с целью дальнейшего использования в качестве клеящего материала для шлихтования основ или для создания рецепта шлихтующего состава, не требующего расшлихтовки суровых тканей перед крашением. Поэтому одной из задач для решения проблемы экологизации текстильного производства является использование экстрагированного серицина из шелковых отходов для получения экологически безопасной шликты, не требующей расшлихтовки ткани перед крашением.

#### **1.4. Современные способы крашения текстильных материалов из природных волокон**

Процесс крашения текстильных материалов представляет собой самопроизвольный переход молекул или ионов красящего вещества из раствора в волокно. Поскольку процесс этот осуществляется в гетерогенной среде, его можно условно подразделить на несколько физико-химических стадий: диффузия красителя в растворе к поверхности волокна, адсорбция молекул красителя этой поверхностью и диффузия их внутрь волокнистого материала. Природные волокна окрашиваются различными классами красителей в зависимости от своего класса происхождения. Для целлюлозных волокон чаще всего используют активные, прямые и кубовые красители. Для белковых волокон – активные, кислотные, кислотно-протравные красители, иногда и прямые.

Кислотные красители применяются в виде слабой кислотной ванны для крашения шерсти, шелка или хлопка. Некоторые кислотные красители используются после протравливания волокон окислами металлов, дубильной кислотой или дихроматами. Субстантивные красители (Directdyes),

действующие не очень быстро, используются для окраски шерсти, искусственного шелка и хлопка; они окрашивают в процессе кипячения. Для окраски хлопковых тканей сернистыми красителями красильная ванна готовится путем смешивания красителя с кальцинированной содой, сернистым натрием и горячей водой. Окраска также происходит при кипячении. Для окраски хлопка азокрасителями нафтол распускают в водном растворе едкого натра. Хлопок пропитывается образующимся раствором нафтоксида натрия и затем обрабатывается раствором диазосоединения, окрашивающим ткань. Кубовые красители используются в форме лейкосоединений с гидроксидом натрия и гидросульфитом натрия; крашение выполняется при температуре от 30 до 60°C.

Минеральные красители - неорганические пигменты, представляющие собой соли железа и хрома. После пропитки они осаждаются добавлением горячего щелочного раствора. Реактивные красители для хлопка используются в виде горячей или холодной ванны из кальцинированной соды и поваренной соли [140].

Для колорирования текстильных материалов из смесей волокон применяют смеси красителей, каждый из компонентов которых, соответствует виду окрашиваемого волокна. Некоторые фирмы выпускают уже готовые композиции красителей, которые можно использовать в производстве по специальным технологиям. Такие красители позволяют получить яркие насыщенные окраски, устойчивые к мокрым обработкам на тканях различного волокнистого состава. Примером таких композиционных красителей могут служить терсетилы и каттострены (фирма «БАСФ» Германия), теракотоны (фирма «СИБА» Швейцария). Большое внимание в настоящее время уделяется развитию класса активных красителей. На рынке появляется все большее количество би- и гетерофункциональных универсальных активных красителей, которые можно применять для всех перечисленных выше текстильных материалов. Создание

конкурентоспособной и высокоэкологичной текстильной продукции вызывает необходимость формирования новых текстильных производств и модернизирования действующих как быстро реагирующих на сырьевые изменения, в том числе цены на сырье, тенденции потребительского спроса и что самое главное самим формировать моду на экотекстиль. Это должны быть производства, оснащенные унифицированным оборудованием, позволяющим гибко и в кратчайшие сроки переходить на новый ассортимент, выпускать ткани не только масштабных заказов, но и малыми партиями с учетом сезонных потребностей населения, потребностей в текстиле государственных служб и специализированных производств.

#### **1.4.1. Крашение целлюлозных материалов красителями различных классов**

Ассортимент красителей для колорирования целлюлозных волокон можно разделить на группы. К первой группе относятся водорастворимые прямые и активные красители. Ко второй группе: кубовые и сернистые красители, которые на первой стадии колорирования необходимо перевести в растворимую форму. Третья группа красителей – азокрасители, получаемые по реакции азосочетания на волокне в виде нерастворимого пигмента.

##### *Активные красители*

Красители, реагирующие с волокном, наиболее часто используются для окрашивания целлюлозных волокон. Поскольку необходимость в высококачественной модной одежде возросла, этот класс красителей за последние 25 лет стал популярным.

Ниже приведены некоторые преимущества и недостатки использования красителей, реагирующих с волокнами целлюлозы.

Преимущества:

Более 90% красителей вступают в реакцию с целлюлозными волокнами, а это означает, что меньше красителей вымывается в канализацию в виде отходов.

- Связываются с волокном, создавая, таким образом, более стойкий цвет.
- Хорошая влагостойкость с минимальной растекаемостью по сравнению с другими нецеллюлозными волокнами.
- Хорошо подходят для создания более глубоких оттенков.
- Более яркие оттенки.
- Возможность окрашивания при более низких температурах для экономии затрат на электроэнергию.
- Возможно крашение при низком модуле ванны.

#### Недостатки:

- Стоимость красителей;
- Увеличенный цикл или время обработки.

#### Типы активных красителей:

- Винилсульфоновые красители умеренно реакционноспособны, с температурой окрашивания до 60°C и pH 11,5. Эти красители создают прочную ковалентную связь с целлюлозой волокна при правильном применении.
- Монохлортриазиновые красители обычно менее реакционноспособны, чем ранее упомянутые винилсульфоновые красители. Крашение монохлортриазиновых красителей обрабатывается при температуре 80°C и pH 10,5, и, как и винилсульфоновые красители, при правильном применении они обладают отличной связью/фиксацией.
- Бифункциональные красители имеют более одного типа реакционноспособных групп в молекуле красителя. Эти красители могут реагировать и создавать связь с волокном более чем одним способом.

### ***Прямые красители***

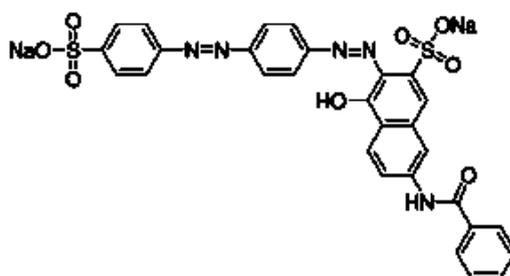
Этот класс красителей существует уже много лет и очень популярен, так как способ крашения ими является малозатратным.

Преимущества:

- Время цикла или процесса значительно короче, чем у любого другого класса красителей для целлюлозных волокон.
- Лучше для бледных или более светлых цветов.
- Может использоваться в одной красильной ванне с кислотными красителями.
- Некоторые прямые красители обладают очень хорошей светостойкостью и могут использоваться для отделки тканей.
- Стоимость красителей.

Недостатки:

- Более низкая устойчивость окрасок тканей к мокрым обработкам, чем при использовании активных красителей. Требуется закрепление окрасок специальными препаратами.
- Более тусклые цвета.
- Низкая светостойкость.



(1.8)

Структурная формула красителя прямого красного 81

***Кубовые красители***

Среди большинства классов красителей кубовые красители обладают наилучшей стойкостью цвета при окрашивании целлюлозных волокон. Кубовые красители нерастворимы в воде, поэтому перед применением их в процессах колорирования необходимо перевести в растворимую форму - натриевую соль лейкосоединения кубового красителя. Традиционно используют щелочно-восстановительный, суспензионный или

лейкокислотный способы для крашения целлюлозных материалов. Кубовые красители широко используются для окрашивания таких изделий, как купальные костюмы, одежда для активного отдыха, полотенца и ткани медицинского и военного назначения.

Преимущества:

- Отличная стойкость цвета.
- Широкий спектр цветовой палитры.

Недостатки:

- Стоимость красителей.
- Нерастворим в воде, поэтому необходим специальный процесс - восстановление красителя или перевод его в растворимое состояние.

Несмотря на то, что в производстве используются для колорирования целлюлозных материалов различные классы красителей и технологии колорирования тканей. Работы по совершенствованию технологических режимов, а именно интенсификации процесса крашения тканей, проводятся в настоящее время.

В работе Логинова С.В. рассмотрены способ повышения эффективности процесса крашения целлюлозных волокон сернистыми красителями за счет оптимизации технологического режима. Авторы предлагают после процесса запаривания текстильного материала проводить окисление в специальной камере озono-воздушной смесью, и только после этого осуществлять промывку. Излишки озono-воздушной смеси предполагается подавать в промывные ванны, что способствует для очистки сточных вод от красящих веществ. Способ достаточно интересен, но требует дополнительного оборудования. Технология состоит из пропитки текстильного материала красильным раствором при 90-95<sup>0</sup>С, запаривании в течение 50-60 сек в запарнике, обработки в окислительной камере, промывке по традиционной схеме с использованием ПАВ [141-142].

В работе [143] исследовано влияние амилолитических ферментов на процесс сорбции целлюлозными волокнистыми материалами активных и прямых красителей. Разработана технология применения  $\alpha$ -амилаз и целлюлаз, способствующая повышению крашиваемости льняных и хлопчатобумажных тканей, экологизации отделочного производства.

Кокорина Л.Ю. разработала новую рациональную совмещенную технологию химической котонизации и крашения кубовыми красителями короткого льноволокна (было выработано более 500 кг котонина 3-х цветов). Высокие показатели гидрофильных свойств цветного котонина позволили разработать однофазную щелочно-перекисную технологию беления пестротканей, предусматривающую замену двухстадийной технологии, традиционно применяющейся как для пестротканей, колорированных с применением кубовых красителей, так и для хлопчатобумажных тканей со средней и высокой поверхностной плотностью [144].

Исследованы свойства бифункциональных красителей, влияние их структуры на диффузионную и сорбционную активность по отношению к целлюлозным волокнам. Определены оптимальные температурно-временные параметры при крашении по периодической и непрерывной схеме, что позволило разработать эффективные технологии крашения и печати целлюлозных тканей бифункциональными красителями. Однако спектр рассмотренных бифункциональных красителей в данной работе достаточно ограничен [145].

В работе [146] исследован механизм взаимодействия циклодекстринов двух типов с водорастворимыми и дисперсными красителями, а также с целлюлозными, шерстяными, полиамидными и полиэфирными волокнами. Это позволило разработать новые экономичные и экологичные технологии крашения тканей. Недостаток данного технологического решения – высокая стоимость циклодекстринов.

Показано каталитическое действие гуминовых кислот в процессе восстановления кубовых красителей при печатании хлопчатобумажных тканей по ронгалитно-поташному способу, обеспечивающее одновременную интенсификацию диффузии и фиксации красителя в целлюлозном волокне. На основе исследования состояния кубовых красителей в растворах в присутствии гуминовых кислот разработан способ интенсификации колорирования текстильных материалов кубовыми красителями, выявлена роль кислот, как катализатора в процессе восстановления кубового красителя, что позволило вывести из технологического процесса синтетические ТВВ, и повысить экологичность процесса [147]. Недостатком разработанной технологии является отсутствие промышленного производства гуматов (гуминовых кислот).

Разработана технология крашения целлюлозных тканей прямыми азокрасителями. Установлена возможность контроля заряда целлюлозного волокна посредством введения в ванну с прямыми красителями сульфата аммония и уксусной кислоты. Разработана технологический регламент, включающий стадию колорирования и фиксацию окраски на текстильном материале посредством обработки препаратом У-2, в результате чего увеличивается степень фиксации красителя на 45%, устойчивость окраски тканей на одну единицу, исключается промывка тканей перед обработкой закрепителем [148]. В результате количество красящего вещества, попадающего в сточные воды резко снижается. Недостатком технологии является применение препарата У-2, содержащего формальдегид.

Для повышения качественных показателей колорирования хлопкополиэфирных тканей дисперсными красителями [149] исследовано влияние анионноактивных полиэлектролитов и неионогенных биоразлагаемых ПАВ на состояние дисперсных красителей в красильной ванне и на волокне. Разработан препарат, позволяющий регулировать миграцию красящих веществ на хлопкополиэфирной ткани в процессе

сушки. При использовании антимигранта повышается ровнота окраски текстильного материала, а также ее чистота и интенсивность.

#### **1.4.2.Крашение шёлковых и шерстяных материалов красителями различных классов**

Кислотные красители обычно используются для окрашивания натурального белка (шерсть и шелк), синтетического полиамида (нейлона) и в небольшой степени акрила и смесей этих волокон. Они так называются потому, что на эти волокна наносят из красильных ванн в кислых или нейтральных условиях. Общий термин «кислотные красители» включает несколько отдельных классов красителей. Согласно определению цветового индекса, красители на основе комплексов металлов также входят в категорию кислотных красителей. Хромовые красители также считаются кислотными красителями. Здесь мы ограничим наше обсуждение только настоящими кислотными красителями.

Большинство коммерчески доступных кислотных красителей основаны на азо-, антрахиноновых или трифенилметановых красителях. Хотя существуют и другие кислотные красители, такие как азиновые, ксантановые, нитро-, индигоидные, хинолиновые и карболановые красители, эти красители имеют ограниченную коммерческую ценность. Наиболее популярным хромофором в кислых красителях является азогруппа. Молекулярный вес кислотных красителей колеблется от 200 до 900. Большинство из них имеют одну или две группы  $-\text{SO}_3\text{Na}$ , растворимые в воде и способные связываться с волокнами, имеющими катионные центры. Они дают широкий спектр ярких цветов на текстиле, особенно при использовании моноазо- и антрахиноновых структур. Некоторые из антрахиноновых зеленых и фиалковых цветов более яркие, чем азокрасители.

Исследованием крашения белковых текстильных материалов посвящены работы Киселева А.М., Кононова И.А., Никифорова А.Л.,

Буринской А.А., Циркиной О.Г., Поляковой Н.В., Хассана С. А., Ледневой И.А., Смирновой С.В.

Изучен процесс колорирования шерстяного волокна активными и кислотными красителями в присутствии аминокислот и ферментов [150]. Установлено влияние интенсификаторов на скорость диффузии красителей при пониженных температурах красильной ванны. Разработанная технология колорирования шерстяных материалов кислотными и активными красителями характеризуется низким расходом красителей, ТВВ и электроэнергии.

В работе [151] подобран ряд окислительно-восстановительных систем, позволяющих посредством воздействия на чешуйчатый слой шерстяного волокна, способствовать его частичному разрушению, что способствует увеличению числа свободных амино- и карбоксильных групп на поверхности волокон и, соответственно, росту сорбции кислотных и активных красителей шерстью.

Одним из предложенных способов интенсификации процессов колорирования целлюлозных тканей является использование ВЧ-поля. При использовании ВЧ-технологии повышается степень фиксации активных красителей на целлюлозных текстильных материалах. Недостаток способа состоит в необходимости создания и использования высокотехнологичного оборудования [152-153].

Автором работы [174] изучен процесс диффузии активных красителей в целлофановую плёнку под действием поля ТВЧ. При ВЧ-обработке коэффициент диффузии красителя ( $D$ ) в полимерном материале на два порядка выше, нежели при традиционных способах фиксации.

Санкт-Петербургской школой ученых текстильщиков разработаны оптимальные технологические режимы применения некоторых бифункциональных красителей [173]. Определены коэффициенты диффузии дихлортриазиновых, моноклортриазиновых, винилсульфоновых и гетеробифункциональных (ГБФК) красителей, причем ГБФК занимают

второе место по скорости диффузии красящего вещества в целлюлозную ткань, уступая монохлортриазиновым. Рассчитаны константы скорости реакции ковалентного связывания красителей, представленных групп, с целлюлозой. Реакционная способность красителей, обладающих одновременно монохлортриазиноновой и винилсульфоновой группами, значительно превышает реакционную способность монофункциональных красителей, что способствует повышению степени фиксации гетеробифункциональных красителей до 90-92%. Рекомендованы технологии применения ГБФК для колорирования текстильных материалов по непрерывной запарной и периодической схеме.

### **1.5. Проблемы и перспективы использования ПАВ для интенсификации процессов крашения и промывки текстильных материалов**

Химические и технологические процессы производства текстиля, отличаются высокой длительностью и высокой трудоемкостью. Важной задачей является построение технологических процессов с низкими затратами на производство материалов, и при этом не снижая качества продукции. Важным фактором в этом аспекте являются потери красителя, обусловленные недостаточно высокой степенью фиксации его на волокне, что снижает качество окраски, увеличивает затраты на крашение, усложняет экологическую ситуацию и нуждается в значительных затратах на очищение сточных вод. Вследствие отмеченного, практически все процессы крашения и печатания осуществляются с применением разных способов интенсификации, которая позволяет повысить степень фиксации красителя и качество окрашенных тканей.

Но проблема потери красителя в полной мере не решена и остается актуальной и на сегодняшний день. Достаточно отметить, что степень непроизводительных затрат красителей для большинства марок составляет 20%, а для отдельных красителей достигает 40%, что значительно

усложняет экологическую ситуацию в отделочном производстве и увеличивает себестоимость изделий.

В химико-текстильном производстве широко используют для интенсификации процессов обработки текстильных материалов поверхностно-активные вещества. Стадия использования ПАВ зависит в первую очередь от их коллоидно-химических свойств. Важной характеристикой ПАВ является способность адсорбироваться на границе раздела фаз и снижать поверхностное натяжение, что определяет их применение в технологиях промывки, крашения и эмульгирования [158-159].

В настоящее время для того, чтобы установить поверхностное натяжение на границе жидкость - твердое тело, не существует прямых способов, определение ведут по краевому углу смачивания жидкости, определяемому различными способами [176].

Выбор ПАВ для использования в химико-текстильных процессах обусловлен следующими их свойствами: низкой токсичностью, то есть высокой степенью биоразлагаемости, смачивающей способностью, гидрофильностью, низким пенообразованием, высокой степенью солубилизации красящих веществ, способностью диспергировать загрязнения, моющей способностью, детергентностью, антиресорбционной способностью (грязеудерживающей) и устойчивостью в щелочных и кислых средах.

Перечисленные свойства ПАВ, прежде всего, определяются химическим строением молекулы, а именно соотношением размеров и составом гидрофильной и липофильной части (ГЛБ). Расчет гидрофильно-липофильного баланса позволяет прогнозировать эмульгирующие свойства ПАВ, моющее действие, диспергирование и др [177].

Для оценки эффективности поверхностно-активных веществ очень важны показатели адсорбции на межфазных границах и агрегации в объеме раствора, критическая концентрация мицеллообразования. Применение поверхностно-активных веществ для интенсификации

процессов колорирования текстильных материалов обусловлено их значимой ролью в процессах смачивания тканей, солубилизации красящих веществ, их диспергировании и увеличении растворимости, пенообразовании моющих растворов [178].

Существуют различные классификации поверхностно-активных веществ, наиболее важной из которых является классификация по биоразлагаемости. Известно, что, чем лучше растворим ПАВ в воде, тем выше скорость его биоразложения. Однако некоторые поверхностно-активные вещества, несмотря на то, что хорошо растворимы в воде, обладают низкой скоростью биоразложения. Примером этого могут служить оксиэтилированные алкилфенолы (ОАФ), образующиеся в процессе окисления этоксилированных алкилфенолов с полярными группами, которые очень медленно разлагаются. На сегодняшний день рекомендуют отказаться в работе от этоксилированных фенолов [157-160].

С экологической точки зрения вторым свойством, обуславливающим возможность быстрого ферментативного разложения поверхностно-активных веществ, является введение в структуру молекулы сложноэфирных и амидных связей. Проведён синтез сложных эфиров жирных кислот (ЖК) при взаимодействии сахарозы с пищевыми ЖК. В результате были получены ПАВ ГЛБ от 1 – 15 [161]. Наиболее интересными для использования в текстильной промышленности являются алкилполигликозиды (АПГ), которые синтезируют посредством ацетилирования глюкозы, выделенной из растений [163-164]. АПГ хорошо растворимы в воде, синтезированы АПГ с ГЛБ от 11-15. К достаточно биологически мягким ПАВ относятся также алкилглюкоамиды, которые получают посредством взаимодействия кукурузного сиропа глюкозы с метиламином, с последующим гидролизом N-метилглюкозоамина [165]. Они применяются в основном в качестве соПАВ для увеличения моющей

способности стиральных моющих средств (СМС). Как индивидуальные ПАВ в практике они не используются [138].

Другой альтернативой оксиэтилированным алкилфенолам является использование оксиэтилированных жирных спиртов. Необходимо отметить, что скорость разложения оксиэтилированных жирных спиртов достаточно высока, что показывает перспективность их применения вместо ОАФ. К таким продуктам относятся синтанолы различных марок, выпускаемые компанией «Норкем» [179].

### **Использование ПАВ в процессах промывки натуральных тканей колорированных активными красителями**

Основной особенностью активных красителей, как было показано выше, является образование ковалентной связи с целлюлозой волокна. Однако помимо этой реакции в процессе колорирования происходит частичный гидролиз активного красителя, что снижает устойчивость получаемых окрасок к физико-химическим воздействиям. Поэтому необходим строгий выбор ПАВ и композиций на их основе для используемых в процессах мыловки текстильных материалов, окрашенных активными красителями. Промывка - это очень энергоемкий процесс [181].

Применяемые в настоящее время синтетические моющие средства в основе своей содержат анионоактивные ПАВ. Наиболее часто используют алкилсульфаты (препарат «Прогресс»), алкилсульфонаты (Волгонат) или алкилбензосульффонаты, алкилфосфаты ( оксифос МЭА, оксифоз Б, оксифос КД-6) [188-193].

При всех положительных качествах вышеперечисленных анионоактивных ПАВ, они в большей степени, с нашей точки зрения, могут рекомендоваться для использования в процессах подготовки текстильных материалов, так как обладают высокими эмульгирующими свойствами,

хорошей грязеудерживающей способностью, и моющей способностью, которая колеблется от 30-90 % в зависимости от используемого ПАВ [167].

Большой группой ПАВ, применяемых в составе СМС являются неионогенные ПАВ. До недавнего времени наибольшее значение при создании моющих ТМС (текстильных моющих средств) имели оксиэтилированные алкилфенолы [168], так как они характеризуются высокой моющей способностью. Вместе с тем, как было указано ранее, эти химические соединения являются низкобиоразлагаемыми, оказывают негативное воздействие на биосферу [170]. Это способствует разработке новых систем поверхностно-активных веществ, сравнимых по эффективности с оксиэтилированными алкилфенолами. Высокое моющее действие можно достичь посредством создания композиций ПАВ различного химического строения, что может обеспечить синергический эффект [172].

Синергический эффект смесей поверхностно-активных веществ характеризуется повышением функционального свойства смеси по сравнению с каждым из ПАВ в отдельности. Известно, что применение смесей неионогенного и анионного ПАВ позволяет получать высококачественные моющие средства с высоким синергическим эффектом моющего действия [193].

Установлено, что анионное ПАВ в присутствии неионогенного не осаждается под действием солей кальция, находящихся в воде. Синергический эффект может проявляться также при адсорбции поверхностно-активных веществ [194].

Процесс удаления гидролизованного красителя с текстильного материала достаточно сложный и определяется как моющей способностью ПАВ, так и состоянием красящего вещества в волокне, степенью его дисперсности, природой связи между волокнистым субстратом и красителем, а также расположением красителя относительно макромолекул волокнистого материала.

Наиболее трудно удаляется краситель при промывке напечатанных текстильных материалов [188]. В этом случае на ткани присутствуют вещества, входящие в состав печатной краски, а именно: загустители, регуляторы среды, гидротропные вещества. В процессе фиксации, особенно в паровой среде, происходит гидролиз красителя, в результате чего с целлюлозой волокна взаимодействует только 68-85% активного красящего вещества. Активный краситель в гидролизованной форме в волокнистом субстрате фиксируется за счет водородных связей и сил Ван-дер-Ваальса, поэтому устойчивость окрасок таких текстильных материалов резко снижается к физико-химическим воздействиям. В результате требуется эффективная промывка ТМС с высокой моющей способностью.

Достаточно трудно с текстильного материала в процессе промывки удалить загуститель, особенно если он выбран неправильно и может взаимодействовать с волокном или красителем. В этом случае возможно понижение степени полезного использования красителей до 35-40%. Для достижения высокой степени фиксации красителя необходимо, чтобы краситель и загуститель не взаимодействовали друг с другом, или свести это взаимодействие к минимуму. Эффективность промывки определяет также скорость диффузии красителя из волокнистого материала в промывной раствор, что обеспечивается повышением температуры и применением эффективных СМС [189].

### **Принципы создания текстильных моющих средств**

Современные текстильные моющие средства – это сложные физико-химические системы, основным компонентом которых являются поверхностно-активные вещества. В состав ТМС также входят целый спектр добавок, к которым относятся антиресорбенты, регуляторы кислотности среды и пены, а также гидротропные вещества, активаторы.

Наиболее часто используются в составе ТМС такие ПАВ, как мыла, линейные алкилбензосульфونات, алкилсульфаты, соли четвертичных и первичных аминов, нонилфенолы [197]. Однако, как было указано ранее, часть из этих препаратов недостаточно экологична, в связи с чем необходимо при разработке новых ТМС использовать ПАВ последнего поколения, полученных посредством «зелёных» технологий [200]. Такие способы производства ПАВ только недавно были реализованы в условиях химических предприятий [201].

Составление рецептур текстильных моющих средств основано на знаниях о механизме моющего действия моющих средств, выборе вспомогательных активирующих добавок, представлениях об объемных и адсорбционных свойствах используемых поверхностно-активных веществ [206].

В процессе создания новых ТМС учитывают, что в действии моющих поверхностно-активных веществ присутствует синергизм, суть которого состоит в том, что моющее действие отдельных ПАВ значительно усиливается в смеси. На основе изучения этого явления разрабатываются смеси, включающие несколько поверхностно-активных веществ, суммарная концентрация которых в композиции составляет 15-20% [207].

Одним из важных факторов, определяющих моющую способность ТМС, является степень минерализации воды, а именно содержание в ней ионов кальция, железа, магния, которые способны образовывать нерастворимые в воде соли с ПАВ. В результате этого возможно повреждение текстильного материала и отложение осадков на отделочном оборудовании. Для снижения жесткости воды ранее в состав ТМС вводили дифосфат натрия в качестве комплексообразующего агента. Установлено, что при его использовании также возможно образование осадка. Замена дифосфата на трифосфат натрия позволяет решить эту проблему, но резкое увеличение концентрации фосфатов в сточных водах вызывает бурный рост водорослей в водоемах. Установлена возможность применения в

качестве комплексообразователя нитрила уксусной кислоты (НТА), этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА), аминополикарбоновых кислот, а также полиакрилатов и поликарбоновых кислот [225-228]. Предложена комбинация НТА в форме натриевой соли и поликарбоксилата. НТА связывает соли жесткости в растворимые комплексы, а поликарбоксилат препятствует осаждению нерастворимых частиц. При таком сочетании комплексообразователя и диспергатора облегчается промывка текстильного материала [207].

В процессе промывки напечатанных текстильных материалов возникает такое негативное явление, как повторная сорбция красителя из промывной ванны в текстильный материал. В результате этого происходит закрашивание белоземельной части узорчатой расцветки ткани.

Способность удерживать краситель в растворе, тем самым снижая его ресорбцию, повышают посредством введения в состав ТМС антиресорбентов. К таким веществам относятся в первую очередь карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), поликарбоксилаты, производные терифталиевой кислоты. Наиболее широко в качестве ресорбента в ТМС применяется карбоксиметилцеллюлоза, которая по эффективности действия превосходит все известные синтетические полиэлектролиты и другие вещества [190].

В состав ТМС вводят натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы со степенью полимеризации 200-500. Современные моющие композиции содержат в своем составе 0,5-2% КМЦ, которая обеспечивает увеличение степени белизны фона практически в 2 раза посредством сорбции красящих веществ и их частичного осаждения [228]. К антиресорбентам, применяемым для создания текстильных моющих средств, можно также отнести различные эфиры целлюлозы, полиэлектролиты акриловой природы, такие как акремоны – полидон А [191-193].

КМЦ адсорбируется как на целлюлозных волокнах, так и на загрязнениях, и вследствие этого между ними возникают электрические силы отталкивания. Стабилизирующее действие КМЦ следует объяснять следующим образом: эфиры целлюлозы, адсорбируясь преимущественно на целлюлозных волокнах, вытесняют находящиеся там частицы загрязнений. Это приводит к повышению моющей способности растворов ПАВ и предотвращает от посерения обрабатываемые изделия. Установлено, что наибольшим антиресорбционным действием обладает КМЦ со степенью полимеризации 200-500 и степенью субституции 0,5-0,8 [196]. Большая часть годового производства КМЦ расходуется именно на изготовление текстильных моющих средств [228].

Для повышения солубилизирующего действия поверхностно-активных веществ в состав ТМС вводят гидротропные вещества [202-203]. В качестве гидротропных веществ предлагают использовать сульфаты гликолевых эфиров или мочевины [202]. В некоторых случаях в состав композиции моющих средств вводят отдушки. Они представляют собой смеси летучих органических соединений, например, эфирные масла и экстракты из растений, альдегиды, спирты, эфиры, такие как, цитранел, Т-пинеол, цитраль, декальдегид, бензилацетат и др. исправить [204,229-230].

Таким образом, для создания эффективного ТМС необходимо разработать оптимальную рецептуру, включающую все вышеперечисленные компоненты. Оптимизация состава текстильного моющего средства направлена в первую очередь на повышение моющей его способности, а также должна гарантировать полную отмывку от гидролизованной части активного красителя при сохранении насыщенности цвета текстильного материала, придания ткани мягкости и приятного запаха.

Текстильная промышленность республики Таджикистан использует в качестве моющих средств в основном импортные препараты. Зачастую состав таких композитов не известен и при всех их положительных

свойствах импортные ТВВ относятся к высокой ценовой категории. Химическая промышленность республики Таджикистан практически не выпускает моющих ТМС, сочетающих в себе высокие технологические и экологические свойства. Так как в отделочном производстве применяют большой спектр активных красителей для колорирования природных текстильных материалов, актуальным технологическим решением станет разработка высокоэффективного композиционного ТМС.

Оптимизация технологической цепочки колорирования и промывки природных текстильных материалов активными красителями возможна при выявлении закономерностей влияния поверхностно-активных веществ на состояния активных красителей в красильной ванне и на волокне, исследовании коллоидно-химических свойств современных биоразлагаемых ПАВ, а также влиянии их и других активных компонентов на десорбцию незафиксированной части красящего вещества в промывной раствор. Такой подход позволит обосновать научные принципы создания эффективных интенсификатора и моющего средства и решить часть задач, поставленных в данной работе.

### **1.6. Особенности крашения текстильных материалов природными красителями из растительного сырья**

Красители, полученные из натуральных материалов, таких как листья растений, корни, кора, выделения насекомых и минералы, были единственными красителями, доступными человечеству для окрашивания текстиля до открытия первого синтетического красителя в 1856 году. Исследования в области синтетической химии, поддерживаемые индустриализацией текстильного производства, привели не только к разработке синтетических альтернатив популярным натуральным красителям, но и к появлению ряда синтетических красителей различных оттенков и цветов, которые постепенно вытеснили натуральные красители.

Однако, экологические проблемы при производстве и применении синтетических красителей вновь возродили интерес потребителей к натуральным красителям в последние десятилетия двадцатого века. Ткани, окрашенные натуральными красителями, предпочитают потребители, заботящиеся об окружающей среде, и сегодня существует нишевый рынок для таких тканей. Но общая доля натуральных красителей в текстильном секторе составляет приблизительно только 1% из-за определенных технических проблем и проблем устойчивости, связанных с производством и применением этих красителей, таких как недоступность в готовой к употреблению стандартной форме, непригодность для машинного использования и ограниченные и невозпроизводимые оттенки. Природные красители сами по себе являются устойчивыми, поскольку они являются возобновляемыми и биоразлагаемыми.

Вопросами разработки технологии крашения природными красителями текстильных материалов занимались: Кричевский Герман Евсеевич, Кобраков Константин Иванович, Сафонов Валентин Владимирович, Неборако Ольга Юрьевна, Шагина Надежда Александровна, Азимова Фаина Шамиловна, Третьякова Анна Евгеньевна и другие.

Промышленное производство развитых стран наносит большой ущерб экологии. В связи с этим возрастают экологические угрозы жизни планеты. Текстильное производство, особенно отделочные фабрики, сбрасывают большое количество сточных вод, содержащих остатки красителей и текстильных вспомогательных веществ. Сегодня актуальным является производство экотекстиля. Подразумевается, что такие текстильные материалы получают на основе природных волокон, полученных из растений, выращенных без применения удобрений [231].

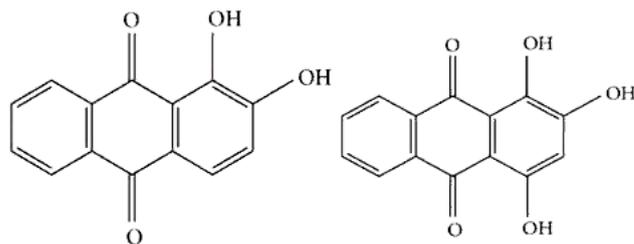
Применение «зеленых» технологий в производстве текстильных материалов и изделий позволит выпускать продукцию соответствующую

сертификационной системе Экотекс, которая принята в странах Европы. В основе такой системы лежит принцип экобезопасности текстиля. В соответствии с этим стандартом осуществляется контроль за содержанием вредных веществ в структуре волокна [232-233]. В республике Таджикистан в последнее время увеличивается число отделочных предприятий, что обуславливает возросший интерес к экологической теме.

При обработке экотекстиля необходимо использовать нетоксичные вспомогательные вещества и красители. Это обуславливает необходимость применения природных красителей в отделочном производстве. Растительные природные красители человек применял в течение многих веков, пока не было начато промышленное производство по выпуску синтетических красящих веществ. Натуральные красители получали, например, из моллюсков или из различного вида растений. В Таджикистане произрастает много видов растений из корней, стеблей, коры, листьев, коры можно получать натуральные красящие вещества.

Наиболее известны натуральные красители, экстрагированные из индигоферы красильной (*Indigofera tinctoria*), рубии (*Rubia tinctorum*), куркумы длинной (*Curcuma longa*), хины (*Lawsonia inermis* L), чая, сафлора (*Carthamus tinctorius*), сапанового дерева (*Caesalpinia sappan*), джек фрутса (*Artocarpus heterophyllus*), лука (*Allium cepa*), и др. [209].

Краситель из марены получают из корня растения методом кипячения подсушенного корня в воде, после чего натуральное волокно подвергают обработке красителем при температуре 100<sup>0</sup>С в течение 60 минут. Окрашенные природные материалы отличаются по цвету. У белковых волокон ярко-красный цвет, у целлюлозных – красно-фиолетовый. Краситель, экстрагируемый из марены, относится к антрахиноновым.

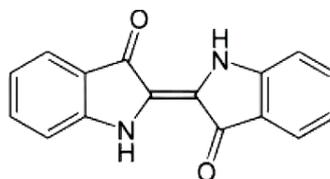


(1.9.)

### Молекулярная структура ализарина и пурпурина

В Индии используют для экстракции красящего вещества остатки чая в сочетании с протравами. Основное вещество – протравной краситель, относится к флавоноидам. Получают на текстильных материалах цвета от желтого до коричневого [210].

Самый известный краситель из природных – индиго, который относится к кубовым красителям. Его добывают из полностью созревшего растения, а также его семян посредством экстракции в воде в процессе брожения. В процессе чего происходит переход бесцветного вещества индикан в цветной индиготин. В экстракт добавляют щелочь, сушат, выпадает осадок, который представляет собой кубовый краситель индиго. Индиго и 6,6-диброминдиго в смеси содержатся в моллюсках. Вместе они позволяют получить такой цвет, как тирский пурпур. В процессе крашения под действием кислорода воздуха 6,6-диброминдиго окисляется до синего индиго [211].

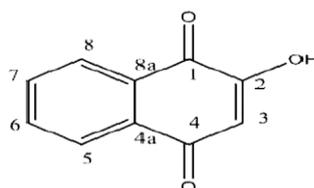


(1.10)

### Молекулярная структура натурального индиго

Лист растения хина (*Lawsonia inermis* L) содержит 2-гидроксил-1,4-нафтохинон, который способен окрашивать белковые волокна, такие как шерсть и шелк, до светло-коричневого цвета. Листья сушат и из них извлекают краситель при кипячении в воде. Краситель относится к

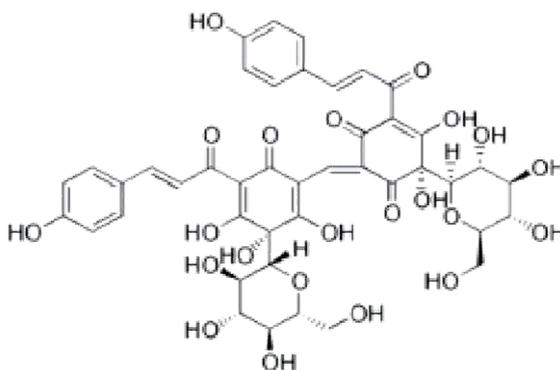
дисперсным, может также окрашивать полиэфир и нейлон в коричневый или горчичный цвет [212].



(1.11)

#### Молекулярная структура 2-гидроксил-1,4-нафтохинона

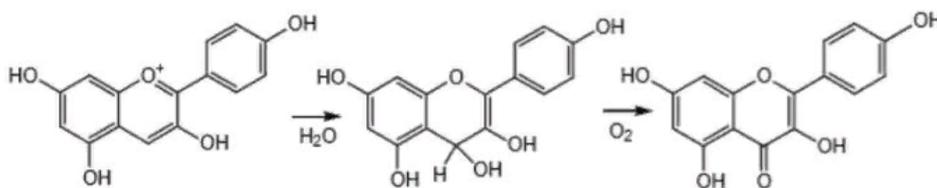
Для получения вишнево-красного цвета используют лепестки сафлора. Их собирают и замачивают в воде, после чего кипятят несколько раз. После фильтрации и сушки отделяют порошок, который представляет собой натуральный пигмент – кармамин [213].



(1.12)

#### Молекулярная структура сафлора

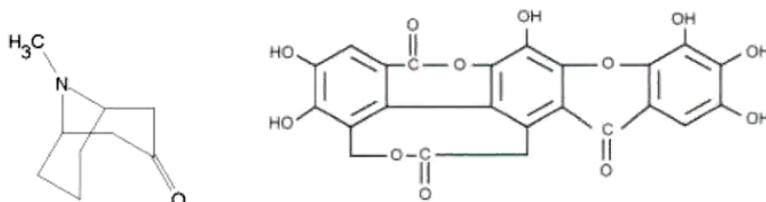
Для извлечения красящего вещества из шафрана его цветы также подвергают кипячению. Извлекаемый краситель содержит фенольные соединения флавоноиды и антоцианы. Краситель относится к протравным, окрашивает шерсть, шелк и хлопок в желтый цвет.



(1.13)

Молекулярная структура пеларгонидина фиолетового цвета и кемфера желтого цвета

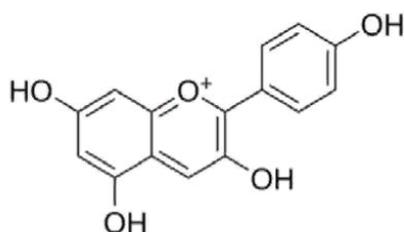
Для крашения шерсти, шелка и хлопкового волокна в желтый цвет также применяют экстракт кожуры граната, в которой содержатся флавогалол, представляющий собой N-метилгранатонин [214].



(1.14)

#### Химическая структура гранатонина

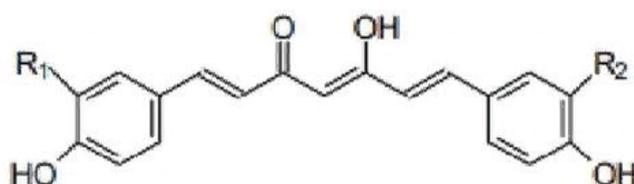
Луковая шелуха (*Allium* сера) содержит краситель 5,5,7,4-тетрагидроксиантоцианидол. Ее кипятят и окрашивают целлюлозные и белковые ткани с использованием протрав в цвета от коричневого до оранжевого.



(1.15)

#### Молекулярная структура пеларгонидина

Из корня растения *Curcuma longa* посредством экстракции при кипячении извлекают куркумин. Он является диарилгептаноидом. Способен окрашивать натуральные ткани при использовании протрав в желтый цвет.

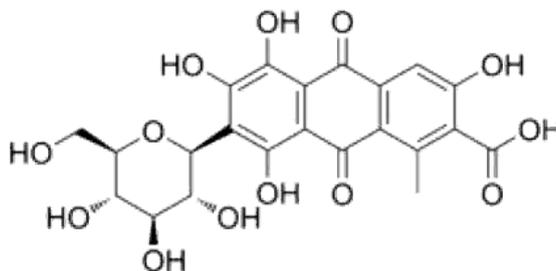


(1.16)

#### Молекулярная структура куркумина

Некоторые натуральные красители получают из насекомых, например, водорастворимый красный краситель из насекомого *Laccifer Lacca* Керр. Кармин (карминовую кислоту) добывают из самок насекомых кошенили. Это

красящее вещество позволяет получать на природных текстильных материалах окраску от розового до малинового цвета. При использовании протрав полученный цвет может меняться от фиолетового до серого [215].



(1.17)

### Химическая структура карминовой кислоты

Уникальная флора Таджикистана включает около 120 таких растений [209-210]. Старейшие технологии получения природных красителей в некоторых случаях были утеряны или являются полностью не технологичными, что обуславливает необходимость научного обоснования и разработку современных технологий выделения и колорирования текстильных материалов природными красителями. Натуральные красители и химическая природа зависят от фазы развития растений, условий их произрастания и видовой принадлежности [211]. Технология крашения природными красителями включает несколько стадий. Первая стадия – экстракция красящего вещества из растения, причем при использовании свежих растений окрашенные ткани имеют более яркий и интенсивный цвет. Технология крашения зависит от природы волокнистого материала, температуры времени и кислотности красильной ванны, а также структуры красящей молекулы. В натуральных красителях практически отсутствуют группы, способные взаимодействовать с текстильными волокнами посредством ковалентной связи. Особенно трудно окрашиваются целлюлозные волокна, так как натуральные красители имеют низкое сродство и субстантивность, поэтому в процессе колорирования для фиксации красителя на волокнистом субстрате используют протравы.

Шерсть и шелк, в зависимости от рН среды, способны взаимодействовать с натуральными красителями посредством образования ионной связи. Их крашение чаще всего проводят периодическим способом при температуре 70-90<sup>0</sup>С в кислой среде( рН 4,5)[215-219].

Вторая стадия – фиксации красителя на волокне и заключительная – промывка. По такой технологии окрашивают, прежде всего, ткани из натуральных волокон – хлопка, льна, шерсти и шелка, для каждого из которых необходимо разработать оптимальные условия окрашивания.

На данный момент значимыми являются исследования, которые включают изучение химического состава, строения и свойств красящих веществ, полученных из растений, произрастающих на территории Таджикистана, способов их извлечения, определение оптимальных условий крашения выделенными красителями целлюлозных и шелковых волокон и тканей, устойчивость окрасок к различным мокрым и сухим обработкам, разработку технологии получения и применения природных растительных красителей для крашения хлопковых и шелковых волокон и тканей и апробацию разработанной технологии в производственных условиях.

На текстильном рынке во всем мире наблюдается быстрый рост развития функционального текстиля и его конечного использования, что создало множество возможностей для применения инновационной отделки. Изучение инновационных методов разработки гигиенических текстильных изделий различного назначения является необходимостью частью наших исследований. Так, одежда и другие текстильные изделия, которые обеспечивают большой комфорт и остаются свежими, гигиеничными и без запаха при использовании пользуются большим спросом потребителей. Эту задачу могут выполнить те биологически активные вещества, сопровождающие в природном сырье красящие вещества и переходящие в состав красильной ванны в процессе экстракции из растений. Например, известно, что фенольные соединения, содержащиеся в растениях и зачастую

являющиеся основным компонентом красящих экстрактов, проявляют антимикробное и антигрибковое свойства. Так, красящее вещество, извлекаемое из листьев хины (*Lawsonia inermis*L) характеризуется противобактериальным действием относительно *Candida albicans*. Текстильный материал после обработки этим красящим веществом также обладает антибактериальными свойствами [220]. Красители, полученные из марены и сафлора, также способны проявлять антибактериальные свойства [221]. Алеппский дуб (*Quercus infectoria*) проявляет антибактериальные свойства по отношению к широкому спектру бактерий *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Hay lignum*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris* [222]. Бельберин, извлекаемый из барбариса, представляет собой четвертичное аммониевое соединение, способен придавать окрашенной шерсти антибактериальные свойства [223]. Красители, извлеченные из граната и пиона, при крашении натуральных тканей показывают высокую зону задержки роста по отношению к золотистому стафилококку (*Staphylococcus aureus*). Это можно объяснить содержанием в экстрактах бельберина и элаговой кислоты [224].

Следовательно, окрашивание текстильных материалов натуральными красителями позволит не только производить экологически чистые текстильные материалы, но также решить задачу выпуска биоцидных тканей.

Открытие Перкиным первого синтетического красителя дало толчок развитию промышленного производства и применения в текстильной отрасли синтетических красителей. Это привело к постепенному отказу от использования природных красителей и утери красильных рецептов на их основе. Однозначно, способы колорирования тканей синтетическими красителями более технологичны, чем природными. Они позволяют получать на тканях окраски ярких насыщенных оттенков, устойчивых к мокрым обработкам, таким как стирка и пот, а так же к сухому трению. Вместе с тем применение синтетических красителей в отделочном производстве создает серьезные угрозы окружающей среде [237-238].

Отделочное производство текстильной промышленности загрязняет окружающую среду, в первую очередь, при сбросе сточных вод, которые в своем составе содержат красители с различным строением хромофора, кислоты, щелочи, смягчители и другие трудно-биоразлагаемые вспомогательные вещества. Часть этих веществ является канцерогенами, способными вызывать различные заболевания у человека. Снижение выброса в атмосферу вредных газообразных веществ и сброса токсичных химических веществ в сточные воды позволит снизить экологическую нагрузку на природные водоемы и атмосферу [241-242]. Решение этой проблемы невозможно без создания малоотходных ресурсосберегающих экологически ориентированных технологий колорирования и заключительной отделки текстильных материалов на основе использования зеленого сырья и природных красителей.

Несмотря на достоинства натуральных красителей, к которым относятся снижение экологической нагрузки на окружающую среду, дружелюбное отношение к человеку, несложные способы экстракции и очистки, возобновляемые источники производства, существует ряд недостатков, несколько ограничивающий их использование. Натуральные красители окрашивают в основном хлопок, лен, шерсть и шелк, лишь в некоторых случаях полиамид. Обладают низкой цветостойкостью, а самое главное, в настоящее время не существует стандартных красильных композиций и технологических режимов крашения. Оптимизировать технологические свойства красителей можно посредством модификации их молекул [243-244], на что направлены современные исследования. Как показано ранее, к достоинствам природных красителей можно также отнести их способность придавать текстильным материалам антимикробные свойства, что особенно важно в период распространения таких сложных заболеваний, как Covid-19.

Описанные преимущества натуральных красителей, обуславливающие решение некоторых экологических проблем, большой ареал распространения дикорастущих растений, необходимых для их получения, способствуют развитию технологий сельскохозяйственной переработки и созданию технологий колорирования текстильных материалов. Эта проблема важна и актуальна и для нашей республики, которая, не имея возможности для развития крупнотоннажного промышленного производства синтетических красителей, которые в настоящее время достаточно дороги, и в том же время обладает значительными ресурсами красильных растений.

Как отмечают специалисты, для производства природных красителей целесообразно и выгодно создавать малые предприятия [242]. Малые производства не требуют значительных затрат для их создания, а также сложного и дорогостоящего оборудования и высококвалифицированных кадров. Создание таких производств особенно важно там, где наиболее развита традиционная национальная культура. Такие производства могли бы производить высокохудожественные изделия, которые, с одной стороны, способствовали бы сохранению традиционной культуры.

Анализ литературных источников и практических приемов народных промыслов Таджикистана дает высокую оценку возможности разработки экотехнологий крашения и отделки природных текстильных материалов натуральными красителями.

### **1.6.1. Красильные растения Таджикистана**

До синтеза и промышленного применения синтетических анилиновых красителей в 19 веке для колорирования текстильных материалов и изделий использовали природные красители растительного и животного происхождения [246].

Таджикистан входит в очаги происхождения культурных растений – Юго-западная Азия и Средняя Азия. В его флоре сейчас насчитывается 5000 видов.

Особенности распространения растительности соответствуют условно выделяемым типам поясности ботанико-географических районов Таджикистана. Для каждого ботанико-географического района характерна специфическая растительность, которая отличается по происхождению, экологическим особенностям и приурочена к высотным поясам.

Горный характер местности и расположение Таджикистана на грани между умеренной и субтропической зонами создает крайнее разнообразие местных климатических условий. От этого разнообразия условий зависит и исключительное богатство растительного мира республики, покрывающее и жаркие низины, и холодные вершины гор. При необычайном богатстве флоры Таджикистана на долю одних цветковых растений приходится около пяти тысяч видов, что обуславливает исключительное разнообразие растительности.

Сточные воды, содержащие краситель, были серьезной экологической проблемой во всем мире. Проблема усугубляется стремительной индустриализацией, ростом населения и неквалифицированным использованием природных водных ресурсов

Как нами отмечены, что в нашей стране очень много растут растений и в том числе красильные растения. В нашей работе рассмотрены несколько растений в качестве красителей, такие как: вайда (усма), ревень (чукри), сафлора, марена, роза, чинар, зверобой (чойкахак), гармала (хазор испанд), барбарис.

### 1. Вайда.



**Рисунок 1.1.** - Внешний вид растения вайда

Вайда - краситель синего и зеленого цветов, употреблялись в Европе до начала ввоза индиго. В диком состоянии растение вайда встречается в центральной Европе, на Кавказе и Центральной Азии. В древности этот краситель имел большое значение и широко использовался в иконописи, для стенной живописи, миниатюрной книжной живописи, окрашивания тканей и пряжи.

Из вайды не извлекали красители для текстиля, а использовали для крашения непосредственно листья и другие части растения.

Вайда культивировалась во многих странах, сбор листьев производили 2 раза в год: весной и осенью.

Это растение имеет множество других названий: Индиго красильное, Красильная трава, Крутик, Немецкое индиго, Синиль, Синильник, Фарбовник. В Азии, где находится естественный ареал этого растения – Васмай, Усьма, Хурт, Шарник. Сейчас его ареал охватывает Европу: Центральную, Восточную и Атлантическую. У нас в Таджикистане узнают вайду как усма.

Одним из важных свойств растения вайды является её противораковое действие. Заготавливают части растения в различные сроки. С мая по сентябрь срезают листья и сушат. В октябре заготавливают корни, их промывают, сушат и перемалывают. В стеблях вальды красильной содержится различные витамины: А, В1, В2, В6, Р. В листьях и цветках обнаружены азотистые вещества, флаваноиды и красящее вещество – индиготин. Семена содержат линолеовой, олеиновой, пальмитиновой, арахидоновой, лигноцереновой и эруктовую кислоты, а так же жирное масло, углеводы и алкалоиды. Экстракты из красильной вальды используют для окрашивания ресниц и бровей в косметологии, а так же для стимулирования роста волос.

**Таблица 1.11.** - Химический состав вайды

Вайда	Фаза	Воды (в %)	От абсолютного сухого вещества в %				
			зола	протеина	жира	клетчатки	БЭВ
Листья	1-го года жизни	86,6	15,4	22,3	3,0	10,8	48,5
Листья	2-го года жизни	88,2	12,5	27,5	5,8	18,2	36,0
Всё растение	—	—	17,3	23,2	4,0	17,1	38,4

(БЭВ) - безазотистые экстрактивные вещества.

## 2.Ревень



**Рисунок 1.2.** - Внешний вид растения ревень

Ревень — род растений семейства Гречишные. Он широко распространён в Азии от Сибири до Гималайских гор и Палестины, а также выращивается в Европе.

Ревень — многолетнее растение. На одном месте может расти много лет, разрастаясь и давая новые побеги из корневых почек.

Благодаря незначительной сахаристости и высокому содержанию кислот (в основном яблочной) черешки ревеня имеют резко выраженный кислый вкус с характерным привкусом и ароматом, напоминающим яблоки.

### Состав ревеня

Ревень на 90% состоит из чистой воды. Остальные 10% растения состоят из углеводов, жиров, белков, золы и пищевых волокон.

В ревене находится аскорбиновая кислота, рутин, сахара, пектиновые вещества, яблочная и другие кислоты (калоризатор). Черешки ревеня

содержат до 2% сахара, до 2,3% органических кислот, минеральные соли кальция, фосфора, магния, много витамина С.

Многолетнее травянистое растение. Прикорневые листья крупные, длинночерешковые, до 1 м длины. Цветки мелкие, розовато-белые или красные, собраны в большие метельчатые соцветия. Плод - трехгранный ширококрылатый орешек 7-10 мм длины. Цветет в июне, плоды созревают в июле-августе. Массовое цветение наблюдается на третий год.

### **Химический состав**

В составе корней и листьев растения выделяют следующие группы веществ:

- антраценпроизводные (могут использоваться как слабительные средства);
- дубильные, до 12% (могут применяться как противовоспалительные и кровоостанавливающие средства, однако в некоторых случаях возможно отравление);
- пектин, смолы, пигменты;
- горькие гликозиды, до 5% (являются биологически активными веществами);
- флавоноиды, витамины В, Р, РР, С и каротиноиды.

### **3.Звербой**



**Рисунок 1.3.** - Внешний вид растения звербой

Многолетнее травянистоерастение, достигающее 100 см высоты, с сильноветвистым стержневым корнем. Стебель прямостоячий, голый и гладкий (безбородавочек), двугранный; зеленый или красновато-бурый, наверху ветвистый. Листья супротивные, сидячие эллиптические, овальные, продолговато-овальные или продолговато-яйцевидные (0,7—3,5 см дл., 0,2—1,5

см шир.), с просвечивающими точечными эфирно-масляными вместилищами (железками), голые, цельнокрайные. Соцветие — щетковидная метелка, многоцветковые. Цветки золотисто-желтые; лепестки в количестве 5, продолговатые или продолговато-эллиптические (1—2 см дл., 0,4—0,5 см шир.), с черными точечными железками. Плоды зверобоя представляют собой продолговатую трехгнездную многосемянную коробочку, в которой находятся продолговатые или цилиндрические семена темно-коричневого цвета.

**Химический состав.** В подземных частях зверобоя продырявленного найдены 3,8—12% дубильных веществ прокатехиновой группы, 2% флавоноидов (рутин, гиперозид, кверцетин, кверцитрин, изокверцитрин), 0,05—0,3% эфирного масла ( $\alpha$ -пинен, сесквитерпены), до 10—15% смол, 10—17 мг% каротина, 0,15—0,25% витамина С, 3—6% антоцианов, 4—6,5% слизи, 5—8% Сахаров и другие вещества. Из суммы красящих веществ выделены гиперин, псевдогиперицин, франгулаэмодинантранол, гиперин (0,1—0,4%) и др.

#### 4. Марена



**Рисунок 1.4.** - Растение марена

Марена красильная (лат. *Rubia tinctorum*) — многолетнее травянистое растение с деревянистым горизонтальным корневищем и разветвлёнными лазающими побегами высотой до 1,5—2 метров; вид рода Марена семейства Мареновые (*Rubiaceae*)

Марена произрастает в республиках Таджикистан, Узбекистан, на Северном Кавказе. Экстракцию красителя осуществляют из корней марены,

которые используют в виде порошка. Основными красящим веществами являются ализарин  $C_{14}H_8O_4$  и пурпурин  $C_{14}H_8O_5$ , которые можно использовать для крашения натуральных текстильных материалов с различными протравами (железными, хромовыми, глиноземными). В результате на ткани получаются оттенки красного цвета.

Марена красильная — теплолюбивое и влаголюбивое растение с длинным вегетационным периодом. В засушливые годы развивается слабо, семенная продуктивность значительно снижена.

Химический состав. В корневищах марены красильной содержатся органические кислоты (яблочная, винная, лимонная), тритерпеноиды, антрахиноны, иридоиды, сахара, белки, аскорбиновая кислота и пектиновые вещества. В надземной части обнаружены углеводы, иридоиды, фенолкарбоновые кислоты и их производные, кумарины, флавоноиды (кверцетин, кемпферол, апигенин, лютеолин и др.). В листьях — флавоноиды и иридоиды. В цветках — флавоноиды гиперозид и рутин.

## 5. Чинар



**Рисунок 1.5.** - Дерево чинар

Дерево Чинар относится к семейству платановых, вырастает высотой до 50 метров, со светло-серой или зеленовато-серой корой. Он характеризуется мощным стволом, диаметр которого может достигать 12 метров и широкой раскидистой кроной. На дереве растут пяти- и семилопастные листья, кленовидной формы. Плоды представляют собой

шарообразные головки 2-3 см в диаметре, опушенные жесткими волосками. Ареал произрастания чинара достаточно широкий, он не растет лишь в Африке и Австралии, в Республике Таджикистан распространен платан восточный (Чинар).

Чинар - *Platanus orientalis* L. С лечебной целью используются корни, кора стволов, листья.

Плоды Чинары несъедобны, но используются для изготовления сока, который ранее применяли как противоядие.

Кора молодых стволов в гомеопатии используется как противораковое. Прокипяченная кора молодых стволов с уксусом употребляется при диарее, дизентерии, гриппе, зубной боли. Настой листьев используется при конъюнктивитах, блефаритах, как противораковое средство и для лечения кожных заболеваний.

В лекарственных целях заготавливают листья платана, его корни и кору. Листья срывают в весенний период, затем сушат их в тени, измельчают и упаковывают в бумажные упаковки. Хранят не более 2-х лет.

### **Химический состав**

Кора содержит следующие химические вещества: тритерпеноиды (бетулиновая кислота 0,7-1,5%, бетулин, бетулиновый альдегид, ацетат бетулинового альдегида, бетулоновая кислота), ситостерин. В листьях обнаружены фенолкарбоновые кислоты, в гидролизате: п-кумаровая, кофейная; флавоноиды (гиперин 0,54, тилирозид, в гидролизате кемпферол, кверцетин, мирицетин; антоцианы в гидролизате: цианидин, дельфинидин. Плоды содержат 16-гидроксигентриаконтан, н-гентриаконтанол, 16-гидрокситрикозан, церилстеарат, ситостерин и н-гептриаконтан. Такой химический состав подразумевает возможность использования составных частей дерева Чинар для одновременного окрашивания текстильных материалов и придания им антисептических свойств.

## 6.Сафлор



**Рисунок 1.6.** - Растение сафлор

Цветки сафлора содержат витамины А, С и D. Кроме этого, в цветках присутствуют гликозиды, магний, железо и другие минеральные вещества. Масло, содержащееся в семенах, состоит из множества ненасыщенных жирных кислот. Семена содержат также лигннановые спирты.

Большинства сафлор известен как растение, применение которого в виде биологической добавки полезно для похудения.

Сафлор красильный (*Carthamus tinctorius* L.) -относится к масленичным культурам. Масло, получаемое из семян сафлора, применяют как основу для некоторых лечебных и косметических кремов, а также при антихолестеринной диете. Вытяжку из цветов сафлора можно использовать в качестве красящих веществ при колорировании шелка, шерсти и хлопка. Это обусловлено тем, что в состав его лепестков входят водорастворимые натуральные красители – кармамин и кармаминдин. Однако, несмотря на то, что красящие свойства вытяжки из цветков сафлора известны со времен Древнего Египта, технологии обеспечивающей высокую светостойкость и устойчивость окрасок тканей к мокрым обработкам разработано не было. Кармамин и кармаминдин используются для окраски пищевых продуктов, так как они абсолютно безвредны для человека. Такие свойства этих красящих веществ делают

актуальным разработку технологии их использования при создании натуральных экотканей.

В настоящее время сафлоровые краски применяются в живописи, в кустарном ковровом производстве, для окраски мыла и пищевых продуктов. В фармацевтической промышленности цветки используют как источники витамина Е и А. Красящие свойства сафлора использовали еще древние египтяне при окраске повязок для изготовления мумий. В древней Индии очень ценилось масло сафлора. В Китае использовали целебные свойства этого растения при сердечных недомоганиях.

Сафлор – не новая культура для Таджикистана, однако в стране его сеяли на небольших площадях и использовали колючие сорта, создававшие трудности во время уборки урожая и необходимости дополнительной переработки стеблей для подготовки корма для скота.

В настоящее время сафлор красильный тоже весьма востребован - растение широко культивируется в Испании, Индии, США, Китае, Узбекистане и Египте. Из семян этого растения получают масло, которое обладает рядом ценных свойств. Его можно употреблять в пищу, оно не уступает по своему качеству подсолнечному маслу, а в чем то и превосходит его. Доказано, оно способно снижать уровень свободного холестерина крови. Используют его и при производстве маргарина. Косметологи знают, что это масло может регулировать уровень влаги в кожи и широко используют продукцию на основе сафлорового масла для увлажнения и смягчения кожи и волос.

Цветки сафлора используют для получения красителей всех оттенков желтого и оранжевого цветов, в том числе и пищевых.

### **Химический состав**

В цветках сафлора обнаружены пигменты: кармамон (красный), картамин (желтый). Помимо них, есть в цветках гликозиды, полиацетиленовые углеводороды. Масло из семян состоит из олеиновой,

пальмитиновой, миристининовой и других ненасыщенных жирных кислот. В семенах также содержатся лигнаны спирты.

## 7. Гармала



**Рисунок 1.7.** - Внешний вид растения гармалы

Гармала обыкновенная, или могильник обыкновенный (иногда в литературе просто могильник) (лат. *Péganum harmala*) — многолетнее травянистое растение; вид рода Гармала (*Peganum*) семейства Парнолистниковые (*Zygophyllaceae*) [51]. Гармала обыкновенная произрастает на Кавказе, в Средней и Западной Азии, Западном Китае и других южных степях, полупустынях и пустынях. Гармала используется в нетрадиционной медицине как наркотическое средство, а также получило распространение в Турции как красный краситель. Вытяжка из неё использовалась в крашении тюбетеек Средней Азии, а также в Турции для колорирования фесок [56]. Еще в 19 веке были сделаны попытки в России использовать гармалу в качестве красителей [150-151], однако были получены отрицательные результаты [42]. Основным красящим веществом, входящим в состав гармалы является гармалин, сложного красного цвета, который при разработке соответствующей технологии использования может расширить цветовую гамму натуральных экотканей.

## 8. Барбарис



**Рисунок 1.8.** -Растение барбарис

Корень барбариса получают от растения Барбарис обыкновенный. Он представляет из себя кустарник до 3 м в высоту. Побеги имеют желтоватый оттенок, но со временем они меняют цвет на серый или белый. На некоторых ветках растут колючки, которые заменяют растению листья. Обычно колючки развиваются на укороченных побегах. При цветении можно наблюдать небольшие желтые цветки диаметром меньше 1 см. Обычно они расположены группами по 20-25 штук. Плод барбариса представляет из себя ягоду красного (иногда пурпурного) оттенка эллиптической формы, внутри которой содержатся семена. Вкус у ягоды пикантный, с кислинкой. Кустарник цветет во второй половине весны, а плоды созревают лишь к началу осени.

Барбарис можно встретить в некоторых частях Европы, а также в странах Закавказья и Аравийского полуострова. Что касается Таджикистана, то в стране произрастает в горных районах республиканского подчинения, районах Кулябской зоны Хатлонской области (Ховалингском и Муминобадском), Ванджском, Калайхунском районах ГБАО и в Зеравшанской долине.

Химические и фармакологические исследования барбариса были проведены в Институте химии им. В.И.Никитина АН РТ и ВИЛАР (Москва) и на кафедре фармакологии Таджикского государственного медицинского университета (К.Х.Хайдаров, Ю.Н.Нуралиев, А.В.Бережинская, Ю.Д.Садыков, М.К.Курбанов). Разработана технология использования вытяжки из корня и древесины для крашения ковров [40]. Но как краситель в Таджикистане экстракт из корня барбариса для текстильных материалов не рассматривался.

### **Химический состав**

Плоды, листья, кора и корень барбариса содержат в себе витамины С, Е, К, каротиноиды, 11 различных алкалоидов, пектиновые вещества, углеводы, микроэлементы. Основным красящим веществом, входящим в

состав экстракта барбариса является берберин – производное пиридина [45-113]. Вытяжка их корней барбариса обладает антимикробными свойствами.

### 9. Роза



**Рисунок 1.9.** - Роза

Роза садовая – культурная форма растений, которые относятся к роду Шиповник, семейство – Розоцветные.

Растение обычно представляет собой сильноветвящийся кустарник, достигающий в высоту до двух метров. Роза имеет прямостоячие корневые побеги и дуговидные ветки, которые усажены многочисленными, серповидными, твердыми шипами. Листья непарноперистые, короткочерешковые, имеют эллиптическую просто- или сложнораздельную форму с округлым основанием. Листовая пластина с верхней части блестящая, голая, окрашенная в темно-зеленый цвет, а ее обратная сторона имеет более светлый окрас. Цветы раздельнолепестные, одиночные или собранные пучками по 2-3 вместе. Цветоложе вогнуто-кувшинчатое, по краю обрамленное чашелистиками. Число лепестков в цветке может быть различное от 5 до 30. Цветы имеют приятный запах и окраску различных оттенков. Цветение наступает в мае-июле.

#### **Химический состав**

Розовое масло, получаемое путем дистилляции водяным паром, содержит 3-9% фенилэтилового спирта, а при получении методом экстрагирования – до 55%.

Душистый запах масла обусловлен содержащимся в розе гераниолом, фенилэтиловым спиртом, цитронеллолом, неролом и эвгенолом.

### **1.7. Инновационные способы отделки текстильных материалов**

Современные технологии заключительной отделки текстильных материалов различного волокнистого состава подразумевают применение инновационных приемов обработки тканей в том числе химических, биологических и физических. Физические методы основаны на использовании плазмы., ВЧ – и СВЧ- обработках [249-250]. Под биологическими зачастую понимают использование ферментов в обработке текстиля [251]. Химические способы развиваются вместе с развитием полимерной химии, например, синтез полиэлектролитов различной химической природы способствовал разработке способа иммобилизации на текстильных материалах различных текстильных вспомогательных веществ, в том числе в капсулированной форме [252-253].

В связи с эпидемиологической обстановкой в мире особенно актуальным становится создание инновационных текстильных изделий косметического, профилактического и оздоровительного назначения с эффектами пролонгированного дерматологического, антимикробного и ранозаживляющего действия [254-255]. Разрабатываемая текстильная продукция относится к группе материалов, контактирующих с телом человека: нательное белье, чулочно-носочные изделия, маски, комбинизоны для медработников красных зон, раневые повязки.

Существенными отличительными признаками таких текстильных изделий в сравнении с существующими аналогами являются :

- использование микрокапсул, полученных по технологии эмульсионного микрокапсулирования с регулируемой наноструктурной организацией полиэлектролитной оболочки микрокапсул;

- обеспечение пролонгированного выделения биологически активных, репеллентных, бактерицидных и оздоровительных ароматических веществ в течение нескольких месяцев.

Разработаны гель-полимерные серебросодержащие «депо», способные при нанесении их на текстильные изделия проявляют устойчивые бактерицидные свойства, а при совместном применении с маслами – дополнительно увлажняющие, питательные и восстанавливающие [256-257].

### **1.7.1 Применение серицина в заключительной отделке текстиля**

Значимое влияние на физико-химические свойства молекулярной гетерогенности серицина оказывают методы экстракции его из коконов. Серицин обладает уникальными свойствами биосовместимости, так как иммунологически инертен, так же антиоксидантным потенциалом, что обуславливает возможность его использования для создания имплантов в тканевой инженерии при лечении ран, а так же для доставки лекарственных веществ в организме. Серицин оказывает противоопухолевые эффекты [245].

Серицин — это частично растворимый в горячей воде белок. Его можно классифицировать по его относительной растворимости, используя различные обозначения, такие как: А и В или серицин I, II, III и IV; также S1, S2, S3, S4 и S5; и  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  модификация. В зависимости от положения серицина в слое кокона определяются две субъединицы:  $\alpha$ -серицин и  $\beta$ -серицин. Первый находится во внешнем слое и хорошо растворяется в горячей воде. Вторым находится во внутреннем слое и сохраняет низкую растворимость по сравнению с  $\alpha$ -серицином. Это различие между этими двумя субъединицами можно объяснить наличием меньшего количества атомов углерода и водорода, а также большим присутствием азота и кислорода в  $\beta$ -серицине [246].

Растворимость также связана с аморфной и кристаллической структурой серицина. Аморфная область образована структурой случайного клубка, которая является основной молекулярной конформацией легко растворимого серицина. Кристаллическая область, называемая  $\beta$ -листом, растворяется труднее [247]. Для использования в отделке тканей важна способность серицина к гелеобразованию.

Явление гелеобразования серицина, которое было впервые исследовано в 1994 году, происходит быстрее при низких температурах ( $10^{\circ}\text{C}$ ) и pH около 6-7. Водный раствор серицина образует гель, когда случайная клубковая структура белка изменяется на  $\beta$ -заданный лист [248]. Это явление обратимо, когда образец нагревают в воде до  $50-60^{\circ}\text{C}$ , и он снова превращается в гель при охлаждении. Прочность геля серицина увеличивается с уменьшением поверхностного натяжения, а время гелеобразования уменьшается с добавлением высоких концентраций геля поллоксамера. Причина этого в том, что гидрофильные части последнего геля поглощают воду, окружающую серицин.

Недавние исследования, как было указано выше, показали возможность использования серицина в биомедицинской, фармацевтической и пищевой промышленности. Лекарства от рака, разбавители крови и добавки для культур клеток — вот некоторые примеры разработанных продуктов с использованием гранул, гелей, растворов и пленок этого белка. Эти разработки ведутся в таких странах, как Италия, США, Китай, Австрия, Япония и Румыния [249].

Серицин обладает как антиоксидантными, антикоагулянтными и антимикробными, ранозаживляющими, УФ-протекторными, противоопухолевыми свойствами [250].

Эти характеристики стимулируют исследования ученых мирового сообщества с целью его применения в области медицины. Некоторые примеры включают применение в антиканцерогенных и лечебных продуктах, а также в тканевой инженерии [251].

Серицин обладает хорошими гидрофильными свойствами, он также является биосовместимым и биоразлагаемым, он активизирует выработку коллагена в ранах и вызывает эпителизацию [252]. Установлено, что серицин способствует как прикреплению, так и пролиферации фибробластов

и кератиноцитов в коже человека. Эти особенности позволяют использовать его в качестве средства для заживления ран.

Разработка новых перевязочных материалов стала возможной именно благодаря заживляющим свойствам серицина. Проведена клиническая оценка каркаса серицин ПВС, который использовался у пациентов с кожными трансплантатами. Результаты показали ускоренное заживление и уменьшение боли у пациента по сравнению с ранами, обработанными коммерческой повязкой Vactigras [253]. Такие ценные свойства серицина определяют возможность применения его для нанесения на текстильные материалы с целью придания новых функциональных свойств и создание тканей с профилактическим и лечебным эффектом. Инновационным направлением может служить использование серицина для капсулирования антибактериальных и биологически активных препаратов.

Однако, в литературе не обнаружены данные о использовании серицина для капсулирования лекарственных препаратов, белков и биологически активных масел. Вместе с тем свойства серицина позволяют использовать его для формирования архитектуры оболочки капсулы.

### **1.7.2. Микрокапсулирование, как способ создания инновационных текстильных вспомогательных веществ и материалов**

Микрокапсулы представляют собой частицы, имеющие сердцевину заполненную функциональным компонентом, окруженную другим веществом, используемым в качестве компонента построения архитектуры оболочки капсулы. Оболочка выполняет несколько функций. В первую очередь защищает активное вещество от внешних воздействий, а во-вторых позволяет ему выделяться пролонгировано. Микрокапсулы используются в качестве эффективных инструментов для модификации и функционализации волокнистых продуктов. Материалы ядра и оболочки микрокапсул могут

содержать различные активные ингредиенты в соответствии с предъявляемыми требованиями к конечным волокнистым материалам.

Микрокапсуляция обеспечивает разработку интеллектуальных волокнистых материалов со многими функциональными преимуществами по сравнению с традиционными материалами, поскольку традиционная отделка может быть неэффективной по причинам, связанным с неконтролируемым выделением активного агента.

В качестве оболочек капсул применяют полимеры различной природы [254]. Наиболее интересны в использовании для получения оболочек капсул полиэлектролиты. Полиэлектролиты своеобразным способом сочетают свойства неионогенных полимеров и низкомолекулярных электролитов.

Полиэлектролиты представляют собой макромолекулы, которые ионизируются при растворении в водных растворах. Поскольку каждый мономер полиэлектролита может быть ионизирован, типичный полиэлектролит может содержать сотни противоионов на одну макромолекулу. Эти ионы придают огромную энтропию смешивания растворам полиэлектролитов, которые, однако, ограничены корреляциями между макромолекулярной основой и противоионами. Этот эффект взаимодействий играет важную роль для их физико-химических свойств. Важность полиэлектролитов неоспорима во многих областях, от технологии до биологии [255].

Так как серицин представляет собой природный полимер [256] и его молекула обладает высокой гидрофильностью и состоит из 18 аминокислот. В состав молекулы серицина входят полярные группы, такие как, карбоксильные, гидроксильные, аминогруппы. Которые позволят взаимодействовать серицину с другими полимерами. Серицин является полиамфолитом и в определенных условиях может выступать как катионный или анионный полиэлектролит.

Для введения функциональных веществ внутрь микрокапсул используют прямые и непрямые методы. В непрямых методах используют уже сформированные микрокапсулы и с помощью внешнего воздействия производят введение активных веществ. Непрямые методы инкапсуляции основаны на включении активного вещества в оболочку при различных внешних воздействиях, например, изменении рН среды, оптическое воздействие, изменение температуры или ионной силы раствора [267-272].

При таких воздействиях происходит изменение морфологии полиэлектролитного комплекса, что приводит к уменьшению диаметра капсул и к увеличению толщины оболочки. Недостатками таких методов является нестабильность полученных микрокапсул, особенно различная концентрация функционального вещества, заключенного в капсуле. При увеличении температуры, тепловая энергия стремится преодолеть электростатическое взаимодействие между заряженными группами полиэлектролитного комплекса, что ведет к разрыву ионных связей в комплексе и последующей перестройке полиэлектролитов [273]. В случае варьирования ионной силы раствора возможно необратимое изменение размера капсул. Отмечают возможность использования таких способов инкапсулирования для синтеза механически прочных микрокапсул. Однако наиболее просты в применении прямые методы инкапсуляции биологически активных веществ. При синтезе микрокапсул прямыми методами на первом этапе формируют микрочастицы, которые затем покрывают необходимым количеством слоев полиэлектролита. К таким методам можно отнести преципитацию, а так же замену растворителя. В последнем случае в процессе капсулирования применяют растворители, способные растворять одну из функциональных веществ, что обеспечивает загрузку капсулы [274].

Адсорбция, еще один прямой метод микрокапсулирования, который заключается в том, что на синтезированные пористые темплаты, такие как, диоксид кремния [275], карбонат кальция [276] или карбонатмарганца [277]

наносят полиэлектролитные слои, взаимодействующие между собой за счет электростатических сил или водородных связей. Метод адсорбции применяют для капсулирования белков, молекул ДНК и других растворимых БАФ [278]. Введение молекул функционального вещества в архитектуру полиэлектролитной оболочки относится к прямому методу [279].

Показана возможность формирования нанокапсул на коллоидных частицах в водных системах [280]. Ранее были разработаны методы получения микрокапсул с использованием простой эмульсии типа "масло/вода" (М/В) [281], "масло/масло" (М/М) [282], и методы двойного эмульгирования [283].

Однако все они были основаны на применении в процессе капсулирования органических растворителей, наиболее распространенными из которых являются метилхлоридиэтилацетат [284].

На основании анализа приведенной литературы можно сделать вывод о том, что полиэлектролитные микрокапсулы рассматривают как способ иммобилизации белков, ферментов, масляных БАВ и других функциональных веществ, при котором, оболочка микрокапсулы играет роль полупроницаемой перегородки. В качестве компонента при формировании оболочки капсулы перспективно использовать серицин. Метод послойной адсорбции противоположно заряженных полиэлектролитов на поверхности коллоидных наночастиц является простым и универсальным методом получения микрокапсул, который позволяет избежать высоких температур, токсичных органических растворителей. Данный метод позволит проводить иммобилизацию микрокапсул на текстильных материалах в мягких условиях, в частности, в водных растворах, что особенно важно при работе с лабильными БАВ. Для введения функционального вещества были выбраны прямые методы инкапсуляции, которые являются наиболее простыми в использовании.

В настоящее время разрабатываются различные методы изготовления микрокапсул; по-прежнему остается сложной задачей их изготовление в рамках эффективного и экологически чистого процесса.

Имеется одноступенчатый зеленый путь синтеза микрокапсул на основе белка шелка -серицина без какой-либо помощи органических растворителей. Тщательно изменяя концентрацию ионов кальция при перемешивании, можно легко регулировать морфологию микрокапсул, образуя дисковидные, двояковогнутые, коконообразные или трубчатые структуры. Хелатирование  $\text{Ca}(2+)$  и сила сдвига от перемешивания могут индуцировать конформационную трансформацию серицина, что, возможно, приводит к образованию микрокапсул путем последующей самосборки белка. Готовые коконоподобные микрокапсулы проявляют стабильность, зависящую от pH. Потенциальное применение микрокапсул, изготовленных из природного водорастворимого белка шелка серицина, для контролируемой системы загрузки и высвобождения биоактивных молекул с помощью pH-триггера вполне осуществимо [284].

Формирование оболочки капсулы на основе серицина шелка позволит в перспективе создавать покрытия на текстильных материалах профилактического и лечебного назначения, а также разработать выпускную форму лечебных препаратов в виде серициновых микрокапсул.

## ГЛАВА II. МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 2.1. Характеристика объектов исследования. Методики приготовления растворов ТВВ и обработки текстильных материалов

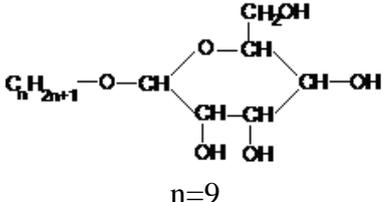
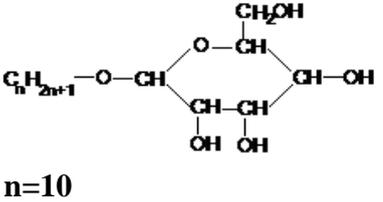
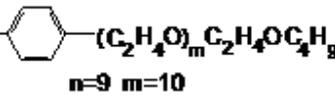
#### 2.1.1. Характеристика текстильных материалов, вспомогательных веществ и красителей используемых в исследовании

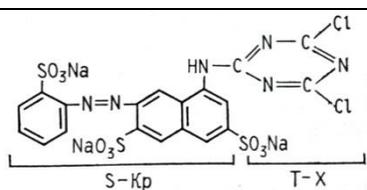
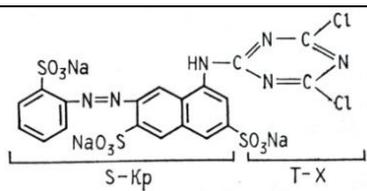
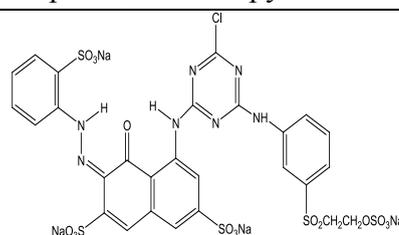
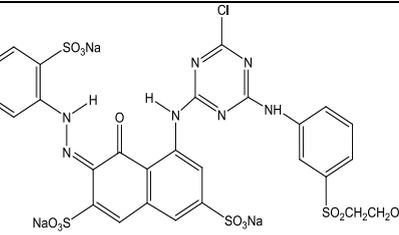
**Таблица 2.1.-** Характеристика тканей используемых в работе

Наименование ткани, арт.	Ширина, см	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Число нитей в полоске 10 см		Волокнистый состав
			основа	уток	Основа/уток
Бязь арт. 262	165±2,5	146±7	228±5	228±7	Хлопок
Миткаль, арт.43	164±1,5	100±5	227±5	225±7	Хлопок
Хлопко-шелковая ткань					Хлопок Шелк
Ткань серая льняная, арт.2-304	150±2	150±7	190±4	156±4	Лен
Ткань полотняная отбеленная льняная, арт. 8С-61як	150±2	165±11	180±4	180±5	Лен
Шелковая ткань					
Волокно шерстяное	-	-	-	-	шерстяная, промытая

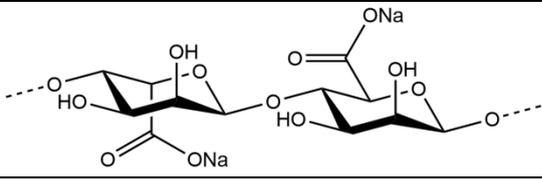
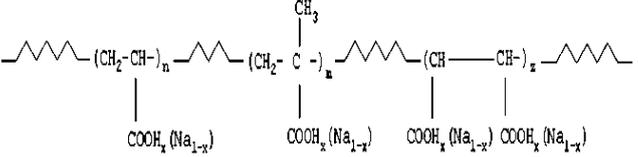
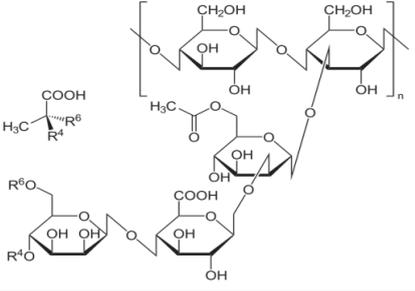
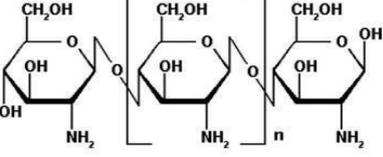
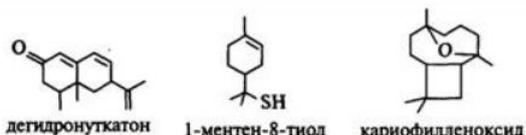
**Таблица 2.2. -** Характеристика текстильных вспомогательных веществ

№	Наименование	Химическая формула	Краткая характеристика
1	Неонол АФ-9/10	$C_9H_{19}C_6H_4O(C_2H_4O)_nH$	Оксиэтилированный нонилфенол. M=644 г/моль
2	Карбоксилав	$R-O-(CH_2CH_2O)_nCH_2COOH$	Смесь карбоксиметилатов алкилфенолов (70-80%) и оксиэтилированных алкилфенолов (9-18)

3	Синтанол АЛМ-7	$C_nH_{(2n+1)}O(C_2H_4O)_m$ , где $n=10-13$ , $m=7$	Производное оксиэтилированных жирных спиртов со степенью оксиэтилирования 7 $M=480$ г/моль
4	Синтанол АЛМ-8	$C_nH_{(2n+1)}O(C_2H_4O)_m$ , где $n=10-13$ , $m=8$	Производное оксиэтилированных жирных спиртов со степенью оксиэтилирования 8 $M=524$ г/моль
5	Синтанол АЛМ-10	$C_nH_{(2n+1)}O(C_2H_4O)_m$ , где $n=10-13$ , $m=7$	Моноалкиловые эфиры полиэтиленгликоля на основе первичных жирных спиртов $M=612$ г/моль
6	Синтанол БВ	$C_nH_{(2n+1)}(C_2H_4O)_mC_4H_9$ $n=12-14$ $m=10$	Моноалкиловые эфиры полиэтиленгликоля на основе первичных жирных спиртов $M=754$ г/моль
7	Глюкопон 215	 $n=9$	Алкилполигликозид  $M=304$ г/моль
8	Сульфосид 61	—	Композиция из анионоактивного и неионогенного ПАВ с включением антивспенивателя
9	Сульфанол	$C_nH_{2n+1}C_6H_4SO_3Na$ $n=12-18$	алкилбензолсульфонат натрия $M=432$ г/моль
10	Имидаль К	$HOOC_2H_4NHCH_2COOH$ $n=8-10$ $CH_2(OOC_2H_4)_6OC_2H_{2n+1}$	Моноэфир 2- оксиэтиласпаргиновой кислоты и 6 оксиэтилированных спиртов
11	Глюкопон 225	 $n=10$	Неионогенное ПАВ, имеет высокую биоразлагаемость
12	Феноксол БВ	$C_nH_{2n+1}$  $n=9$ $m=10$	Композиция неионогенных оксиэтилированных продуктов
13	Гидроксид натрия (100%)	NaOH	Самая распространённая щёлочь. В год в мире производится и потребляется около 57 млн. тонн едкого натра

14	Мочевина	$(\text{NH}_2)\text{CO}$	Диамид угольной кислоты. Растворим в полярных растворителях
15	Бикарбонат натрия	$\text{NaHCO}_3$	В обычном виде— мелкокристаллический порошок белого цвета. Хорошо растворим в воде
16	Смачиватель (Wash matic )	—	Композиционный препарат
17	Смачиватель (НП)	—	Анионоактивная композиция
18	Активный ярко-красный 5СХ	 <p>С реакционной группой - Х</p>	Относится к дихлортриазиновым активным красителям, активным центром выступают группировки триазина и два атома хлора. Хорошо растворим в воде.
19	Активный бирюзовый 23Т (Reactive Blue 21)	 <p>С реакционной группой - Т</p>	Относится к винилсульфоновым красителям. Хорошо растворим в воде и спиртах.
20	Араptive red 3ВХF		Гетеробифункциональный краситель
20	Араptive red 3ВХF		Гетеробифункциональный краситель
21	Активный Yellow ME4GL	—	Бифункциональный краситель
22	Араptive blue ME2GL	—	Бифункциональный краситель
23	Blue G (краситель )	—	Винилсульфоновый монофункциональный-

**Таблица 2.3** - Основные характеристики использованных полиэлектролитов и эфирных масел

№	Наименования	Структурная химическая формула	Краткая характеристика
	Альгинат натрия (АН)		3200 - 600 000
2	Акремон АМК-10	<p>Воднополимерные композиционные материалы на основе поликарбоновых кислот, их солей и эфиров</p> 	<p>Водно-полимерные композиционные системы на основе поликарбоновых кислот, их производных</p> <p><math>M=2,5 \cdot 10^5</math> г/моль</p>
	Акремон LK-2		
	Акремон В1		
	Акремон D1		
6	Ксантановая камедь		<p>Полисахарид. Хорошо растворима в горячей и холодной воде</p> <p><math>M=2 \cdot 10^4</math> г/моль</p>
7	Хитозан		<p>Полисахарид, имеющий катионную природу в растворе. Плохо растворим в воде</p> <p><math>M=200</math> кДа</p>
8	Серицин	$C_{15}H_{25}N_5O_8$	<p>Белок, входящий в состав шёлковых нитей. Хорошо растворим в воде</p> <p><math>M=65-400</math> кДа</p>
10	Грейпфрутовое масло	 <p>дегидронуткатон      1-ментен-8-тиол      кариофилленоксид</p>	<p>Эфирное масло грейпфрута</p> <p><math>M=300</math> г/моль</p>

## 2.1.2 Методики крашения активными красителями целлюлозных текстильных материалов

Крашение хлопчатобумажных тканей осуществляли по непрерывному плюсовочно-запарному и непрерывному термофиксационному способам крашения.

1) Крашение по непрерывному плюсовочно-запарному способу осуществлялось путем пропитки подготовленного образца хлопчатобумажной ткани в красильной ванне в течение 15 секунд.

Состав красильной ванны г/л:

-краситель активный – 20;

-бикарбонат натрия – 10;

-мочевина – 30;

-смачиватель – X.

После пропитки в красильной ванне образец отжимали на плюсовке до 100% привеса, далее подвергали конвективной сушке в течение 2-2,5 минут при температуре 90-100 °С. Затем образец запаривали в лабораторном запарнике при температуре 100-102 °С в течение 5 минут. После фиксации красителя образец подвергался промывки и сушке в сушильном шкафу до высыхания.

2) Крашение по непрерывному термофиксационному способу: осуществляли путем плюсования образца красильным раствором. В данном способе состав красильной ванны аналогичен составу для непрерывного плюсовочно-запарного способа крашения, за исключением мочевины, концентрация которой составило 100 г/л.

Стадии отжима и сушки также являлись аналогичными предыдущему способу крашения. После контактной сушки образец ткани подвергали термофиксации при температуре 150 °С в течение 4 минут. Промывку проводили по традиционной технологии [285].

### **2.1.3 Методика проведения промывки целлюлозных материалов, колорированных активными красителями**

Процесс промывки проводили выдерживанием образцов в нескольких промывных ваннах при различных условиях. На первой стадии окрашенные ткани промывали сначала в холодной воде (10-25 °С), затем ваннах с теплой (50-60 °С) и горячей водой (70-85 °С). На второй стадии образцы погружали в промывную ванну, содержащую 2 г/л ТМС с поддержанием температурного режима - 60 °С. После чего повторяли операцию промывки ткани горячей водой. Конвективную сушку образцов проводили при температуре 90 °С в течение 5-7 минут.

### **2.1.4 Методика крашения тканей натуральными красителями**

Измельченные части растения замачивали в воде при модуле 1:30 (г/мл), нагревали на водяной бане в течение 2 часов до температуры 70<sup>0</sup>С, после чего фильтровали. Образцы тканей 10\*10см обрабатывали в мыльном растворе (1г/л) в течение 10 мин при температуре кипения. В водный растительный экстракт погружали образцы тканей и нагревали на водяной бане в течение 2 часа при температуре 70<sup>0</sup>С. Обработанные образцы промывали холодной водой и сушили на воздухе, после чего дополнительно проводили контактную сушку при 130<sup>0</sup>С.

Корни Чинара замачивали в холодной воде в течение 12 часов, модуль ванны 1:30. Полученную смесь нагревали на водяной бане в течение 3 часов при температуре 70<sup>0</sup>С и фильтровали. Образцы тканей подготавливали и окрашивали аналогично первому способу.

### **2.1.5 Методика нанесения микрокапсулированных препаратов на текстильный материал**

1.В первом случае, образцы текстильных материалов обрабатывали дисперсией, содержащей микрокапсулы, при температуре 25-35°С в течение

15-90 секунд, отжимали до привеса 100%, затем проводили закрепление путем поочередного выдерживания ткани в растворах противоположно заряженных полиэлектролитов, снова отжимали до привеса в 100 % и подвергали конвективной сушке до полного высыхания.

2. Во втором случае, между каждой операцией пропитки образцы подвергались сушке при температуре 90-100<sup>0</sup>С в течение 2-10 минут.

### **2.1.6 Методика синтеза микрокапсул**

Данная методика включала получение прямой эмульсии капсулированного масляного вещества. После чего в полученную эмульсию при перемешивании вводили катионный полиэлектролит (серицин), а затем анионный полиэлектролит. Проводили интенсивное перемешивание в течение 1-5 минут на мешалке при максимальной скорости. Концентрации ПЭЭ варьировали.

## **2.2. Физико-химические методы анализа**

### **2.2.1 Определение концентрации шлихты**

Концентрацию шлихты определяли гравиметрически высушиванием пробы шлихты и определением массы её конечного сухого остатка. Для этого 2 - 4 мл охлажденной до комнатной температуры пробы шлихты, помещали в предварительно взвешенный с точностью до 0,01 г лабораторный стаканчик. Затем отобранное количество сушили в сушильном шкафу при температуре 100-105<sup>0</sup>С до постоянной массы. После высушивания стаканчик оставляли в эксикатор на 30 мин для охлаждения и затем снова взвешивали, определяя сухой остаток шлихты  $S_{ш}$ , % в кг из расчета на 1000 л шлихты [286].

### **2.2.2 Определение вязкости шлихтующего компонента**

Вязкость раствора определяли при помощи вискозиметра. Для этого измеряли время, за которое одинаковое количество растворителя и исследуемого раствора пройдут через капилляр вискозиметра.

Для расчетов использовали такие характеристики, как *относительная вязкость*  $\eta_{отн}$ . Под относительной вязкостью понимают отношение времени истечения раствора к времени истечения растворителя:

$$\eta_{отн} = \frac{t}{t_0} \quad (2.1)$$

Относительная вязкость служит для расчета удельной вязкости ( $\eta_{уд}$ ), которая рассчитывается, как разность вязкостей раствора и растворителя по отношению к вязкости растворителя. Расчет вели по формуле:

$$\eta_{уд} = \frac{t - t_0}{t_0} = \eta_{отн} - 1 \quad (2.2)$$

Относительная и удельная вязкости — безразмерные величины, поэтому для удобства использовали приведенную вязкость ( $\eta_{пр}$ , мл/г), которая является отношением удельной вязкости к концентрации раствора [287].:

$$\eta_{пр} = \frac{\eta_{уд}}{C} \quad (2.3)$$

### 2.2.3. Методика определения поверхностного натяжения растворов ПАВ

Поверхностное натяжение растворов, исследуемых ПАВ, определяли на специальной установке методом измерения максимального давления газового пузырька. Измерения проводили в сосуде, оборудованном отводной трубкой с аспиратором и манометром. В сосуд в раствор ПАВ, а аспиратор заполняли водой и плотно затыкали пробкой. Затем постепенно открывали кран аспиратора, за счет чего в систему поступал воздух. После чего наблюдали выделение пузырьков воздуха. По максимальной разнице в коленах манометра определяли фиксировали давление при отрыве пузырька воздуха в растворе ПАВ ( $\Delta P_x$ ) и в дистиллированной воде ( $\Delta P_0$ ). Поверхностное натяжение раствора ПАВ вычисляли по формуле:

$$\sigma_x = \sigma_0 \frac{\Delta P_x}{\Delta P_0}$$

где  $\sigma_0$  – поверхностное натяжение воды.

#### **2.2.4 Методики определения содержания красителей на тканях**

Количество красителя, адсорбированного текстильным материалом, определяли при помощи Колориметра КФК-2. Для этого строили калибровочный график зависимости оптической плотности от концентрации красителя. Готовили навески неокрашенной отбеленной ткани массой 0.1-0,2 г и красителя массой 0,015 г и растворяли в 50 мл концентрированной серной кислоты (плотность 1,84). Затем готовили растворы, содержащие по 100 мл неионогенного ПАВ типа ОП-10 (2% р-р). В эти растворы вливали разное количество растворенных в кислоте подготовленных навесок и колориметрировали. По полученным значениям оптической плотности строили график.

Для определения содержания красителя непосредственно в окрашенной ткани брали навеску окрашенной ткани и красителя, растворяли в серной кислоте и вливали в 100 мл раствора препарата ОП-10 и также колориметрировали. Значение оптической плотности сопоставляли с калибровочным графиком и на основании этого определяли концентрацию красителя на ткани [288].

#### **2.2.5 .Методика определения количества красителя, перешедшего в раствор моющего средства**

Количество красителя, перешедшего в раствор моющего средства, определяли фотометрически по определению оптической плотности раствором на фотоэлектрическом колориметре марки КФК – 2 МП. Для этого в моющих растворах, содержащих текстильно-вспомогательные вещества концентрации 1 г/л при температурах 40<sup>0</sup>С, 60<sup>0</sup>С, 90<sup>0</sup>С, выдерживали образцы непромытой коллорированной хлопчатобумажной ткани массой 0,5 г. Затем

раствор заливали в кювету и измеряли оптическую плотность через 30, 60, 90 секунд на кювете.

На основании полученных данных рассчитывали концентрацию красителя. Концентрацию рассчитывали по закону Бугера-Ламберта-Бера [289]:.

$$D = e \cdot C \cdot L,$$

где  $D$  – оптическая плотность раствора;

$C$  – концентрация вещества;

$L$  – толщина кюветы;

$e$  – молярный коэффициент поглощения.

#### **2.2.6 Спектрофотометрический метод исследования влияния ПАВ на состояние активных красителей в растворе**

Влияние ПАВ на поведение активных красителей в растворах определяли спектрофотометрически по спектрам поглощения, которые снимали на спектрофотометре "U-2001" в видимой области излучения. Погрешность фотометрирования составляет  $\pm 0,5 \%$ .

#### **2.2.7 Спектрофотометрическое исследование растворов серицина**

Спектрофотометрическое исследование растворов серицина проводили на спектрофотометре "Спекорд М-40" с автоматической регистрацией положения максимумов и цифровой распечаткой результатов замеров с погрешностью измерения  $\pm 0,5\%$ . Для этого снимали спектры поглощения водных растворов серицина в УФ области.

#### **2.2.8 Исследования взаимодействия красителей с серицином методом ИК- спектроскопии**

Методом ИК-спектроскопии исследовали осадки аддуктов, образовавшихся при взаимодействии используемых в работе красителей с серицином. Спектры пропускания получали на ИК-спектрометрах: ИКС-29 и

" *Specord - M 80*" (ГДР). Таблетки порошков готовили прессованием полученных осадков с бромидом калия. Жидкие препараты наносили на стёкла из KBr, которые устанавливали в анализирующую часть ИК-спектрометра [290].

### **2.2.9. Методика определения размеров микрокапсул на приборе Photocor Compact – Z**

Размер полученных микрокапсул определяли на приборе Photocor Compact-Z. Прибор может использоваться для измерения размеров частиц, молекулярной массы вещества, а также дзета-потенциала исследуемой системы. Принцип работы прибора основан на явлении динамического рассеяния света: лазерное излучение проходит через суспензию или дисперсию в результате чего происходит его рэлеевское рассеяние, рассеянный свет улавливается светочувствительными датчиками и на основании полученных данных рассчитывается коэффициент диффузии частиц в жидкости и далее – радиус изучаемых частиц. Измерение размеров частиц проводятся при углах 20, 90 и 160 градусов в зависимости от исследуемой системы. В работе измерения проводили под углами 90 и 160 градусов. Для измерения дзета-потенциала используется метод электрофоретического рассеяния света. В данном случае изучается сдвиг падающего луча света, который зависит от подвижности изучаемых дисперсных частиц. Измерение дзета-потенциала в работе проводили под углом 20 градусов.

Эксперимент проводили в прозрачных кюветах. Для этого отбирали 2 мл материала в кювету и загружали в кюветное отделение. Итоговое значение размеров частиц и дзета-потенциала усредняли между семью параллельными опытами.

### **2.2.10 Методы выделения фенольных веществ из растений**

Красители получали из различных растений. Выделение проводили из стеблей, цветков и листьев методом экстракции. Так, листья стебли и цветки зверобоя высушивали на воздухе, измельчали, затем выдерживались в определенном количестве растворителя при различной температуре, после чего полученные экстракты отфильтровывали. Чтобы получить сухие экстракты, полученные жидкости упаривали до пастообразного состояния в ротор-испарителе. После чего их дополнительно обезвоживали при помощи осушающего агента в эксикаторе. Степень экстракции оценивали спектрофотометрически, как отношение оптической плотности к концентрации сухих веществ в растворе. Полученную методику использовали для получения красящих веществ такого растения, как гармала. [291].

Красящий экстракт из семян гармалы получали по методике, приведенной в [291]. Для этого семена гармалы и водный 40%-ный раствор этанола смешивали в соотношении 1:10, к полученному раствору добавляли нитрита калия (0,1 часть от массы семян гармалы) и хлорид аммония. Полученную смесь выдерживали в течении 6 месяцев при абсолютной темноте.

## **2.3 Методы определения качественных характеристик ТВВ и обработанных текстильных материалов**

### **2.3.1. Методика оценки моющей способности растворов ПАВ**

Для определения моющей способности растворов ПАВ использовали образцы отбеленных тканей, которые подвергали загрязнению. В качестве загрязнителей применяли вещества, которые позволяли имитировать загрязнения, которым ткани могут подвергаться в процессе эксплуатации такие, как сажа, керосин и другие. Размер образцов составил 5x15 см. Образцы выдерживали 5 минут при постоянном перемешивании в сосуде, содержащем специальный загрязняющий раствор (100 мл керосина, 2 г

веретённого масла, 0,2 г сажи). Загрязненные образцы отправляли на плюсовку и сушили в течении 24 часов на воздухе.

Моющую способность исследуемого ПАВ оценивали по разнице светлоты образцов ткани после стирки в растворе исследуемого ПАВ и мыльного раствора той же концентрации. Эксперимент проводили параллельно для двух подготовленных образцов. Для этого готовили две ванны: в первой ванне искусственно загрязненные образцы стирали в растворе ПАВ с концентрацией 2 г/л, во второй ванне содержался мыльный раствор с той же концентрацией. Стирку проводили при температуре  $60 \pm 2$  °С при модуле ванны 50, затем промывали и высушивали.

### **2.3.2. Методика определения пенообразующей способности растворов ПАВ**

Особенностью растворов поверхностно-активных веществ является их способность образовывать при наличии воздуха ячеистые образования, называемые пеной, характеризующиеся, главным образом, объемом и устойчивостью.

Для проведения эксперимента готовили растворы ПАВ в концентрации 5 г/л, которые переливали в закрытые мерные цилиндры. Цилиндры закрывали специальной пробкой и переворачивали 20 раз, затем измеряли размер образовавшейся пены ( $V_1$ ), оставляли цилиндры на определенное заданное время в покое и по его истечению снова встряхивали растворы. Измерения проводили спустя 5, 10, 30 и 60 минут.

Способность растворов ПАВ к образованию пены рассчитывается, как пенообразующая способность ( $\Pi$ , %), по формуле:

$$\Pi = V_1 \times 100 / V_0;$$

$V_0$  - начальный объем раствора, мл;

Устойчивость образовавшейся пены вычисляли по следующей формуле:

$$Y = V_2 \times 100 / V_1.$$

$V_2$ - конечный объем пены, мл.

### **2.3.3 Определение смачивающей способности поверхностно-активных веществ**

Смачивающую способность поверхностно активных веществ характеризовали временем, за которое диск суровой ткани размером 3 см опускался на дно сосуда, содержащего раствор поверхностно активного вещества. Для этого секундомером засекали время, за которое диск коснется дна сосуда. Эксперимент проводили при постоянной температуре  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  в мерном стакане диаметром 150-200 мм, в который вливали 50 мл раствора смачивателя. Концентрация смачивателя в растворе составила 1 г/л.

Диск, вырезанный из хлопчатобумажной ткани, помещали в стакан вместе со стеклянной мешалкой.

### **2.3.4 Методика определения адсорбционной способности ПАВ**

Степень поглощения ПАВ хлопчатобумажными текстильными материалами оценивали гравиметрически. Для этого образцы тканей размером  $25 \times 15$  см высушивали и измеряли массу на аналитических весах. Затем образцы выдерживали в растворе ПАВ в течение 15 минут, отжимали до привеса 100%, высушивали при температуре  $100-105^\circ\text{C}$  до постоянного веса и снова измеряли массу. Адсорбционную способность ПАВ определяли, как разницу массы образца ткани до и после обработки в растворе ПАВ.

### **2.3.5 Методика определения степени загрязнения белого фона напечатанного текстильного материала**

Степень загрязнения белого фона коллорированных текстильных материалов определяли спектрофотометрически по анализу коэффициентов отражения полученных спектров отражения. Спектры отражения получали на регистрирующем спектрофотометре СФ-10.

Спектральные кривые снимали для подготовленных отбеленных образцов, выдержанных 5 минут в растворах, содержащих активный краситель и необходимые ТВВ.

### **2.3.6 Технология определения разрывной нагрузки и удлинения текстильных материалов**

Разрывную нагрузку и разрывное удлинение исследуемых текстильных материалов определяли в соответствии с ГОСТ - 66112-73.

Разрывную нагрузку определяли на разрывной машине марки РМ-30 путем изучения разрыва однониточной пряжи. методом разрыва одиночной нити для 10 аналогичных опытов. Расстояние между зажимами разрывной машины составляло ровно 0,5 м. Средняя продолжительность процесса растяжения нити (пряжи) различного полимерного состава  $10 \pm 2$  секунды. .. Нагрузку регулировали таким образом, чтобы пряжа заправлялась в зажимы при нагрузке 10 сН.

Разрывное удлинение определяли одновременно с определением разрывной нагрузки. В качестве итогового значения брали средний показатель по эксперименту. Затем рассчитывали относительную разрывную нагрузку одиночных нитей, которая характеризуется разрывной нагрузкой, приходящейся на единицу линейной плотности, по формуле:

$$P_0 = P_p / T \quad (2.4)$$

где  $P_p$  – Разрывная нагрузка при растяжении (сН)

$T$  – Линейная плотность пряжи (Текс).

### **2.3.7 Отбор и подготовка элементарных проб при определении разрывных характеристик текстильных материалов**

Подготовку элементарных проб для описанного эксперимента проводили в соответствии с ГОСТ -3813-72. Из исследуемых тканей вырезали не менее пяти элементарных проб по основе и по утку. Размечали элементарные пробы таким образом, чтобы элементарные пробы не пересекались и не соприкасались друг с другом.

Элементарные пробы размечали по основе и по утку. По основе первую пробу размечали не менее чем в 50 мм от начала кромки точечной пробы. Аналогично размечали элементарную пробу по утку. При этом продольные нити элементарной пробы были параллельны соответствующим нитям по основе или по утку точечной пробы.

### **2.3.8 Определение устойчивости окрасок текстильных материалов к мокрым обработкам и сухому трению**

1. Устойчивость окрасок коллорированных текстильных материалов к стирке №1 определяли в соответствии с ГОСТ 9733.4-83. Оценку устойчивости проводили по отношению к закрашиваемости смежной ткани. Из окрашенных материалов, а также неокрашенной ткани такого же волокнистого состава вырезали образцы одинакового размера и сшивали таким образом, чтобы окрашенный образец был полностью закрыт с двух сторон. Подготовленные образцы выдерживали в мыльном растворе (мыло – 5 г/л,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  – 3 г/л) при температуре  $40 \pm 2$  °С в течение 30 минут. После чего образцы вынимали из мыльного раствора и дважды промывали сначала в холодной дистиллированной воде и в заключении 10 минут в холодной проточной воде. После чего образцы расшивали и сушили на воздухе в подвешенном состоянии так, чтобы образцы не соприкасались друг с другом и были защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

2. Устойчивость окрасок коллорированных текстильных материалов к поту определяли в соответствии с ГОСТ 9733.6-83.

Сшитые образцы погружали в раствор, содержащим  $\text{NaCl}$  концентрации 5 г/л, 25%-ный аммиак, 6 г/л. После получаса в сосуд вносили 35 мл 10 %-ой уксусной кислоты. Для этого образец 10 раз прижимали к стенкам сосуда стеклянной палочкой и вливали нужное количество кислоты. В подкисленном растворе образец дополнительно выдерживали в течение 30 минут при той же температуре и снова прижимали к стенкам сосуда. Затем образцы

вынимали из раствора, расшивали и сушили на воздухе в подвешенном состоянии так, чтобы образцы не соприкасались друг с другом и были защищены от воздействия прямых солнечных лучей.

3. Устойчивость окрасок коллорированных текстильных материалов к сухому и мокрому трению определяли в соответствии с ГОСТ 9733. 27-83. Для испытания из каждого исследуемого материала вырезали образцы размеров 140x50 мм по основе и по утку. Также подготавливали образец размеров 5x5 мм смежной белой ткани того же волокнистого состава. Исследуемые образцы фиксировали на рабочей части прибора для истирания, а образец смежной ткани закрепляли на трущем стержне с помощью зажимного кольца. Трущий стержень опускали на поверхность окрашенной ткани и производили трение стержня об образец ткани движением рабочей части прибора по 10 раз в одном и другом направлении. При проведении испытания устойчивости окрасок к мокрому трению использовали образцы во влажном состоянии, смоченные в дистиллированной воде и отжатые на лабораторной плюсовке до привеса в 100%. Устойчивость к трению оценивали по степени закрашиваемости смежной белой ткани, закрепленной на трущем стержне. Более темные края следов трения не учитывали.

### **2.3.9 Определение устойчивости окрасок к действию света**

Устойчивость окрасок к действию света оценивали в соответствии с ГОСТ 28692-90. Испытание заключается в многократном воздействии света и влаги на окрашенные образцы. Опрыскивание осуществляли многократно длительностью в 1 минуту дистиллированной водой с постоянной сушкой после каждого цикла испытаний. Сушку проводили при температуре не выше 40 °С. В качестве источника света использовали ксеноновую лампу, оборудованную светофильтром, пропускающий только излучение в УФ-области.

Для определения светостойкости окрасок исследуемых тканей, окрашенных природными красителями из зверобоя и гармалы, из них готовили две рабочие пробы, а также подготавливали синие эталоны. Пробы закрепляли в специальных держателях, поэтому форма и размеры подготовленной пробы должна была соответствовать форме и размеру держателей и закрывать их таким образом, чтобы не касаться металлических частей держателя или других элементарных проб. Синие эталоны размещали на картоне и закрывали их среднюю треть светонепроницаемым покрытием. Испытания проводили до тех пор, пока изменение окраски рабочей пробы не стало соответствовать баллу 3 по шкале серых эталонов. Затем доставали одну рабочую пробу, а вторую треть середины синего эталона также закрывали светонепроницаемым покрытием и продолжали эксперимент до тех пор, пока изменение окраски рабочей пробы не стало соответствовать баллу 2 по шкале серых эталонов.

Для оценки результата пробы и исходные окрашенные ткани располагают на подложку, таким образом, чтобы проба, обработанная более длительное время располагалась слева от исходного материала [292].

### **2.3.10 Методика определения интенсивности коллорированных текстильных материалов**

Интенсивность окрашенной поверхности тканей проводили спектрофотометрически с использованием окрашенных и неокрашенных тканей. Для этого при помощи спектрофотометра Color Graph получали спектры отражения и фиксировали полученные спектральные характеристики. Коэффициенты поглощения / отражения света рассчитывали по формуле:

$$K/S = \frac{(1 - R_{\lambda})}{2R_{\lambda}} \frac{(1 - R_s)}{2R_s}$$

где  $S$  - коэффициент рассеяния света поверхностью окрашенного материала;

$K$  - коэффициент поглощения света окрашенным материалом;

$R_\lambda$  – спектральный коэффициент отражения окрашенного материала

$R_S$  - спектральный коэффициенты отражения неокрашенного материала.

### 2.3.11 Расчет основных колористических характеристик окраски тканей

Оценку окраски тканей проводили на основании расчета таких показателей, как светлота ( $\Delta L^*$ ), насыщенность окраски ( $\Delta C^*$ ) и её цветовой тон ( $\Delta H^*$ ). Расчет осуществляли при помощи специально разработанной программы.

Для расчета использовали стандартные световые характеристики  $a$ ,  $b$ , показатель светлоты  $L^*$  и величина общего цветового различия  $\Delta E$ . Данные величины рассчитывали по формуле:

$$\Delta E = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2]^{1/2}$$

Показатель светлоты и характеристики  $a$  и  $b$  вычисляли следующим образом:

$$L^* = 25 (100Y/Y_0)^{1/3} - 16;$$

$$a^* = 500 [(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3}];$$

$$b^* = 200 [(Y/Y_0)^{1/3} - (Z/Z_0)^{1/3}],$$

где  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  - координаты цвета окрашенного образца;

$X_0$ ,  $Y_0$ ,  $Z_0$  - координаты цветности используемого стандартного источника освещения.

Для их расчета на спектрофотометре Color Graph определяли координаты цвета  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ . Затем приступали к расчету основных показателей для анализа окраски тканей: цветовые различия по насыщенности образцов ( $\Delta C^*$ ), их цветовому тону ( $\Delta H^*$ ), и светлоте ( $\Delta L^*$ ) и которые вычисляли по отношению к эталонным образцам тканей. Далее представлен порядок расчета характеристик.

1. Под насыщенностью цвета понимают его чистоту, которая выражается в относительных единицах. Насыщенность определяли следующим образом:

$$C = \{(a^*)^2 + (b^*)^2\}^{1/2}$$

$$\Delta C^* = \Delta C^*_{\text{обр}} - \Delta C^*_{\text{эт}}$$

2. Цветовой тон определяет соответствие цвета изучаемой окрашенной поверхности, определенному монохроматическому цвету спектра. Его рассчитывали в соответствии с выражением:

$$H = \text{arctg}(b^*/a^*);$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E) - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{1/2}.$$

3. Светлота  $L^*$  является показателем яркости образца и является отношением отраженного светового потока к падающему. Для светлых образцов значение светлоты стремится к 100%, для темных это значение – к нулю. Светлоту рассчитывали по формуле:

$$L^* = 25(100Y/Y_0)^{1/3} - 16$$

$$\Delta L^* = \Delta L^*_{\text{обр}} - \Delta L^*_{\text{эт}};$$

### **2.3.12 Методика определения устойчивости текстильных материалов, окрашенных красящими экстрактами зверобоя и гармалы к микробиологической порче**

Устойчивость окрашенных тканей к действию бактерий оценивали методом дисков. Способ основан на подавлении роста микроорганизмов выращенных на плотной питательной среде, под действием антимикробного препарата, нанесенного на диск фильтровальной бумаги или вокруг образца текстильного материала с нанесенным антимикробным препаратом. При этом антибактериальный препарат диффундирует в питательную среду и подавляет рост бактерий, в результате чего вокруг диска с образуется зона, где микроорганизмы отсутствуют или рост их минимален. Таким образом, основной характеристикой антимикробного действия препаратов служит

зона задержки роста микроорганизмов вокруг образца. По этому признаку определяют антибактериальное или бактериостатическое действие оказывает исследуемый препарат. По размеру зоны выявляется эффективность действия данного антибактериального препарата по отношению к выбранной бактериальной культуре. Метод дисков является традиционным методом определения устойчивости текстильных материалов к микробиологической порче.

Для испытания устойчивости к микробиологической порче образцов тканей, окрашенных красящими экстрактами зверобоя и гармалы, вырезали диски размером 2 x 2 см и помещали в чашки Петри, в которые предварительно приливали питательную среду. Затем эту среду засеивали такими микрокультурами, как *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, и патогенные микроскопические грибы *Aspergillus niger*. Затем чашки Петри выдерживали в течение 20 часов при температуре 35°C. Данная температура является наиболее благоприятной для роста бактерий. По прошествии времени чашки вынимали и измеряли зоны задержки роста бактерий вокруг испытуемых образцов в миллиметрах. Проявляемый эффект оценивали также по пятибалльной шкале, где 1 балл соответствует бурному росту бактерий под образцом; 2 балла, когда под образцом наблюдались небольшие образования бактерий; 3 балла — над образцом рост культур, полностью подавлен; зона задержки роста бактерий вокруг образца не более 2 мм соответствовала 4 баллам и при зоне задержки роста бактерий более 2 мм образец соответствовал 5 баллам [293].

## **2.4 Методы математической обработки данных**

### **2.4.1 Метод парной регрессии и корреляции**

Для анализа влияния множества переменных на значение исследуемых параметров чаще всего применяют методы парной регрессии и парной корреляции в связи с простотой их использования [294]. Метод заключается в

том, что исследуется влияние зависимой переменной ( $y$ ) от независимой ( $x$ ) в соответствии с набором полученных данных ( $n$ ).

$X$	$x_1$	$x_2$	...	$x_n$
$Y$	$y_1$	$y_2$	...	$y_n$

Рассматриваются два основных типа взаимосвязи этих параметров. Первый тип взаимосвязи предполагает функциональный характер, согласно которому каждому значению переменной  $x$  соответствует строго определённое значение переменной  $y$ . Второй подход учитывает влияние случайных факторов на значение зависимой переменной. Таким образом, каждому значению независимой переменной  $x$  может соответствовать множество значений зависимой переменной  $y$ . В данном случае взаимосвязь имеет статистическую зависимость. И наиболее правильный учёт случайного фактора в расчёте экспериментальных данных и как можно более полное воспроизведение неслучайной функции является главной целью использования модели парной регрессии.

Модель парной регрессии выражают формулой:

$$y = f(x, \varepsilon), \quad (2.5)$$

где  $\varepsilon$  – компонента, в которую входят случайные переменные.

На практике применяют модели, при которых искомая компонента включается в уравнение либо аддитивным (1), либо мультипликативным образом (2):

$$1) y = f(x) + \varepsilon$$

$$2) y = f(x) \cdot \varepsilon$$

Параметры  $x$  и  $y$  отмечают на графике функции (диаграммы рассеяния) точками  $x_i$  и  $y_i$ , где  $i$  может принимать значение от 1 до  $n$ . Данная зависимость описывается уравнением, в котором значение зависимой переменной  $y$  представляется эмпирическим оценочным значением ( $\hat{y}$ ):

$$\hat{y} = \hat{f}(x)$$

## 2.4.2 Классическая парная линейная регрессия.

### Метод наименьших квадратов

Наиболее простым вариантом моделей регрессии является модель линейной парной регрессии [295]. В данном случае прямой и выражается уравнением:

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot x + \varepsilon, \quad (2.6)$$

где  $\alpha_0$ ,  $\alpha_1$  – параметры модели; компонента, отвечающая за вклад случайных факторов, включается в уравнение аддитивным образом.

При таком подходе к описанию взаимосвязи между переменными  $x$  и  $y$  для значений переменной  $x$  существует множество переменных  $y$ . Однако подобный вариант накладывает на случайную компоненту ряд ограничений:

- дисперсия  $\varepsilon$  постоянна по всему массиву наблюдений:  $D[\varepsilon]=\text{const}$ ;
- математическое ожидание  $\varepsilon$  равно нулю:  $M[\varepsilon]=0$ ;
- случайные отклонения  $\varepsilon$  не зависят от независимой переменной  $x$ ;
- случайные остатки  $\varepsilon_i$  и  $\varepsilon_j$ , которые относятся к нескольким наблюдениям являются независимыми, что описывается равенствами  $M[\varepsilon_i \cdot \varepsilon_j] = 0$  при всех  $i \neq j$
- кроме того, обычно предполагают, что случайная компонента  $\varepsilon$  распределена по нормальному закону.

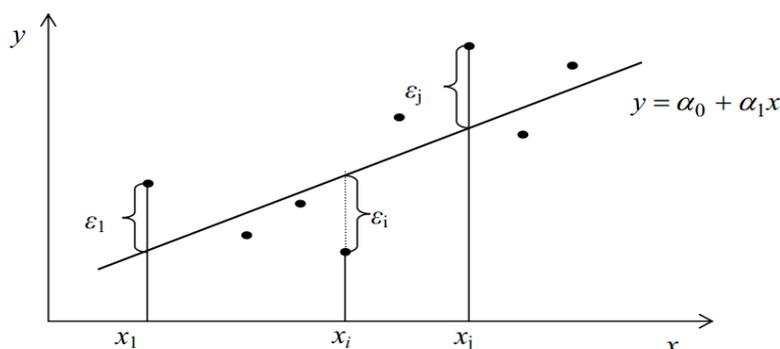
Таким образом, дальнейший расчет сводится к нахождению оценочных параметров уравнения  $\hat{\alpha}_0$  и  $\hat{\alpha}_1$ .

Оценочные значения рассчитывали при помощи метода наименьших квадратов (МНК). Для этого находится функция  $Q$  от параметров системы  $\alpha_0$  и  $\alpha_1$  по следующей формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \alpha_0 - \alpha_1 \cdot x_i)^2 \rightarrow \min. \quad (2.7)$$

Как отмечалось ранее, зависимость, выстраиваемая в данном подходе имеет вид прямой, что может осложнить обработку экспериментальных данных, в случае, если зависимость не будет охватывать большую часть точек.

Поэтому подбор параметров системы должен сводиться к построению зависимости, которая бы наиболее четко описывала весь массив имеющихся данных.



**Рисунок 2.1.** - График зависимости метода МНК

Возьмем частные производные от полученной функции ( $\partial Q/\partial \alpha_0$ ,  $\partial Q/\partial \alpha_1$ ), которые будут соответствовать точкам максимума и минимума на графике.

$$\frac{\partial Q}{\partial \alpha_0} = \frac{\partial \left( \sum_i (y_i - \alpha_0 - \alpha_1 \cdot x_i)^2 \right)}{\partial \alpha_0} = -2 \left( \sum_i (y_i - \alpha_0 - \alpha_1 \cdot x_i) \right),$$

$$\frac{\partial Q}{\partial \alpha_1} = \frac{\partial \left( \sum_i (y_i - \alpha_0 - \alpha_1 \cdot x_i)^2 \right)}{\partial \alpha_1} = -2x_i \left( \sum_i (y_i - \alpha_0 - \alpha_1 \cdot x_i) \right),$$

$$\begin{cases} -2 \left( \sum_i (y_i - \alpha_0 - \alpha_1 \cdot x_i) \right) = 0, \\ -2x_i \left( \sum_i (y_i - \alpha_0 - \alpha_1 \cdot x_i) \right) = 0. \end{cases}$$

Преобразованием уравнений добиваемся получения системы из двух уравнений для дальнейшего расчета:

$$\begin{cases} n \cdot \alpha_0 + \alpha_1 \sum_i x_i = \sum_i y_i \\ \alpha_0 \sum_i x_i + \alpha_1 \sum_i x_i^2 = \sum_i x_i y_i \end{cases} \quad (2.8)$$

Проведенные вычисления позволяют получить уравнения для расчета случайных параметров системы:

$$\hat{\alpha}_1 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad \text{или} \quad \hat{\alpha}_1 = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x^2} - \bar{x}^2}, \quad (2.9)$$

$$\hat{\alpha}_0 = \bar{y} - \hat{\alpha}_1 \bar{x},$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad \overline{xy} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i y_i, \quad \overline{x^2} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2.$$

где,

Полученные оценочные параметры позволяют охарактеризовать взаимосвязь переменных  $x$  и  $y$ . Так, параметр  $\hat{\alpha}_0$  показывает среднее значение переменной  $y$ , когда ее значение не зависит от переменной  $x$ . Оценочный параметр  $\hat{\alpha}_1$  показывает изменение переменной  $y$ , когда идет уменьшение или увеличение независимой переменной  $x$  на единицу.

Полученное в результате применения МНК статистически качественное уравнение регрессии может быть использовано для анализа взаимосвязи между зависимыми и независимыми переменными.

Одной из важнейших итоговых характеристик эконометрического анализа является коэффициент эластичности  $E_{xy}$ . Он приблизительно показывает на сколько *процентов* изменяется значение результирующей зависимой переменной  $y$  при увеличении независимой переменной  $x$  на один *процент*. Коэффициент эластичности для заданного значения  $x$  рассчитывается по формуле:

$$E_{xy} = \hat{f}'(x) \frac{x}{\hat{f}(x)}.$$

Если речь идет об изменении переменных  $x$  и  $y$  относительно своих средних значений  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$ , то рассматривают соответственно *средний* коэффициент эластичности, определяемый по формуле:

$$\bar{E}_{xy} = \hat{f}'(\bar{x}) \frac{\bar{x}}{\hat{f}(\bar{x})}.$$

Таким образом, эмпирическое уравнение регрессии имеет вид:

$$\hat{y} = 0,18 + 0,7x - 0,5x^2.$$

### 2.4.3 Оценка точности проводимых измерений

Точность проводимых в работе измерений оценивали с применением математической теории ошибок на основе расчета ряда математических показателей, таких как коэффициент вариации, средняя квадратичная

ошибка, доверительный интервал и другие. Ниже представлены формулы для расчета параметров [296].

а) среднее арифметическое значение  $x = 1/n \sum_{i=1}^n x_i$  ;

б) средняя квадратичная ошибка  $S_n = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - x_i)^2}{n-1}}$  ;

в) коэффициент вариации  $C_v = S_n/x \cdot 100$ ;

г) доверительный интервал:  $\delta = t \cdot S_n/n$ ,

где  $t$  – коэффициент Стьюдента.

Число параллельных экспериментов ( $n$ ) задавалось так, чтобы обеспечить значения доверительного интервала 1-3 %.

Некоторые параметры, рассчитанные при обработке экспериментальных данных, представлены в таблице 2.4.

**Таблица 2.4.-** Количество испытаний и ошибка опыта

№	Наименование показателя	Число параллельных опытов	Систематическая ошибка	Доверительный интервал
1	Устойчивость окраски ткани к физико-химическим воздействиям	3	0,8 (%)	1
2	Концентрация красителя на ткани	3	0,1 (г/кг)	0,09
3	Интенсивность окраски образцов	3	0,1 (ед.)	0,03
4	Разрывная нагрузка ткани	10	0,1 (сН)	0,03
5	Оптическая плотность растворов	3	0,05 (ед.)	0,02
6	Размер микрокапсул	5	0,06(нм)	0,02

Проанализировав полученные данные, можем сделать вывод, что при выбранном числе опытов точность результатов составила 1-3%.

## ГЛАВА III. ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ МАЛОУТХОДНОЙ ЭКОЛОГИЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ШЛИХТОВАНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРИЦИНА

Шелковое волокно это полимер природного происхождения, ежегодно которого производится и обрабатывается около 1000 тонн. Очистку шелковых волокон обычно проводят с использованием простой процедуры удаления жиров и серицина щелочными или соляными растворами.

Шёлкопряд состоит из фибрилл, покрытых клейкообразным белковым слоем – серицином, обеспечивающим склеиванием фибрил в процессе формирования кокона. Вышеприведенные данные по свойствам серицина позволили спрогнозировать возможность его применения в качестве шлихтующего агента, а также компонента композиционной пряжи.

### 3.1. Особенности выделения серицина и характеристика его свойств

Клейкость (вязкость)- является одним из главных параметров, который характеризует клеящую способность и определяет возможность применения экстракта серицина в шлихтовании. Вязкость растворов главным образом определяет эффективность шлихтования пряжи и качество полученной пленки, защищающей пряжу от воздействия металлических частей ткацкого станка.

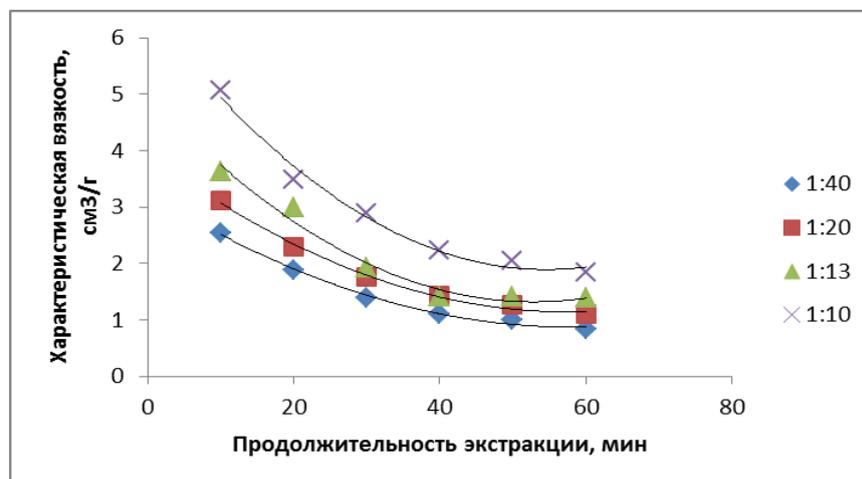
Характеристические вязкости определены путем измерения времени течения растворов серицина при помощи вискозиметра Уббелоде при 25<sup>0</sup>С с диаметром капилляра и точностью 0,1сек. Полученные данные рассчитаны относительная вязкость. Характеристическая вязкость определено по формуле (3.1):

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \frac{\eta - \eta_s}{\eta_s c} \quad (3.1)$$

методу наименьших квадратов, провели регрессионный анализ. Поскольку где:  $[\eta]$  - характеристическая вязкость,  $\eta$  - вязкость раствора,  $\eta_s$  - вязкость растворителя,  $c$  - концентрация серицина в растворе.

Согласно экспериментальные данные изменяются экспоненциально, были построены экспериментальные кривые с использованием формулы  $y(x)=at^2+vt=c$  до приближения их к теоретическим зависимостям.

Полученные результаты представлены на рисунке 3.1.



**Рисунок 3.1.** - Зависимость характеристической вязкости серицина от продолжительности экстракции

В таблице 3.1. приведены уравнения зависимости характеристической вязкости раствора от продолжительности экстракции и достоверности величины аппроксимации -  $R^2$ , полученные при различном значении гидромодуля.

**Таблица 3.1.** – Влияние времени экстракции на характеристическую вязкость раствора серицина

Гидромодуль	Уравнение зависимости	$R^2$
1:10	$\eta = 0,0015t^2 - 0,1678t + 6,47$	0,9852
1:13	$\eta = 0,0013t^2 - 0,1401t + 5,0166$	0,9771
1:20	$\eta = 0,0009t^2 - 0,0981t + 3,97$	0,9951
1:40	$\eta = 0,0007t^2 - 0,0821t + 3,2654$	0,9943

Изучение кинетических кривых, которым соответствуют уравнения, приведенные в таблице 3.1., позволило установить, что при всех указанных

значениях модуля ванны зависимость характеристической вязкости от времени проведения экстракции имеет аналогичный вид.

### **Оценка влияния шлихты на основе серицина на результаты крашения хлопчатобумажной ткани активными красителями**

Для окрашивания образцов ткани, ошлихтованной раствором серицина (миткаль, артикул 36), и ткани, ошлихтованной крахмальной шлихтой и затем расшлихтованной по традиционной технологии (миткаль, артикул 36), были выбраны активные красители ярко-красный 5СХ, бирюзовый 23Т, оранжевый 2R. Активные красящие вещества находят широкое применение в технологиях крашения природных волокон (целлюлозных, шерстяных, шелковых и других типов), так как обеспечивают получение прочной качественной окраски.

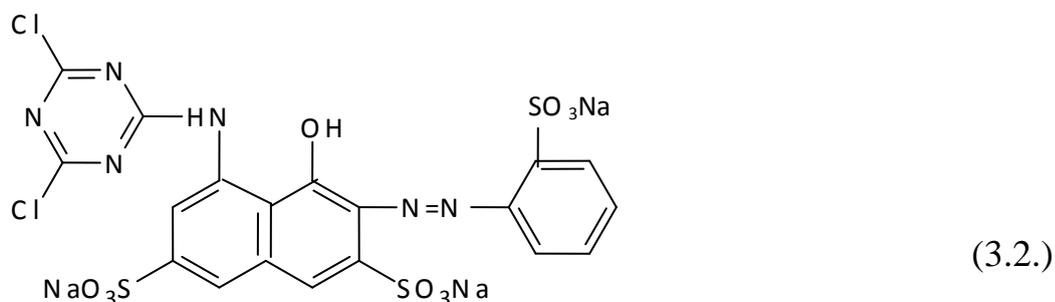
Для молекул активных красителей характерно наличие активных групп атомов взаимодействующих с волокнообразующими полимерами (целлюлозой, шерстью, шёлком) с образованием ковалентной связи. Ковалентная связь самая прочная по сравнению с другими видами связи, образующейся между волокном и красителем. Энергия разрыва её составляет 215-300 кДж/моль, что гораздо выше энергии связи водородной связи (20-30 кДж/моль) и энергии межмолекулярного взаимодействия [297]. Именно эта связь обеспечивает устойчивость окраски к физико-химическим обработкам. В результате крашения активный краситель становится частью макромолекулы волокна, поэтому получаемые окраски обладают высокой устойчивостью к мокрым обработкам, трению, химической чистке и прочим внешним воздействиям [298].

Известно более 280 реакционных систем активных красителей. Активная группа, а также активный атом, за счет отщепления которого происходит связывание красителя с волокном, отличаются по составу и химической природе. В соответствии с этим активные красители делятся на

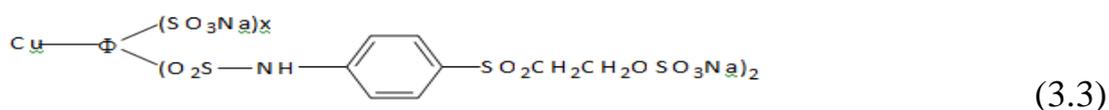
триазиновые, винилсульфоновые и другие классы. Активные красители различных классов отличаются по своим химическим (составу и строению) и технологическим свойствам (активности, сорбируемости, сродством к волокну и т.д.), в связи с чем, условия крашения ими различаются.

Выбранные нами красители относятся к различным классам активных красителей: ярко-красный 5СХ, оранжевый 2R относятся к дихлортриазиновым, бирюзовый 23Т – к винилсульфоновым. Исследование процесса крашения позволит нам также изучить влияние состава и строения красителей на процесс крашения и устойчивость окрасок.

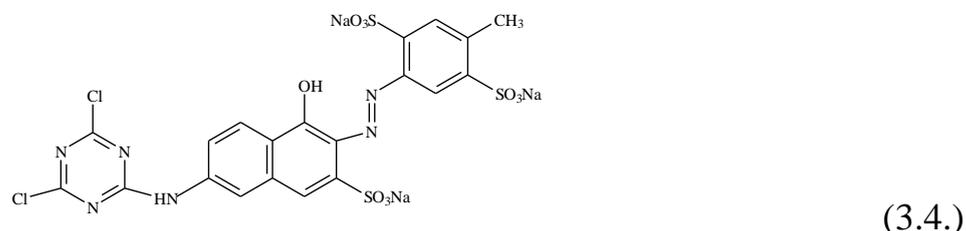
Строение выбранных красителей представлено на рисунок 3.2-3.4.



Строение красителя активного ярко-красный 5СХ



Строение красителя бирюзовый 23Т



Строение красителя оранжевый 2R

Крашение образцов проводили по непрерывному плюсовочно-запарному способу. Способ крашения подробно рассмотрен в главе 2.

Образцы, ошлихтованные серицином, в процессе колорирования приобрели интенсивную окраску. Определены качественные показатели

окраски обработанного целлюлозного текстильного материала: насыщенность, степень фиксации красителя, устойчивости к некоторым видам мокрых обработок и трению (таблица 3.2.).

**Таблица 3.2.** – Зависимость результатов крашения образцов хлопчатобумажной ткани миткаль арт.36 от способов шлихтования.

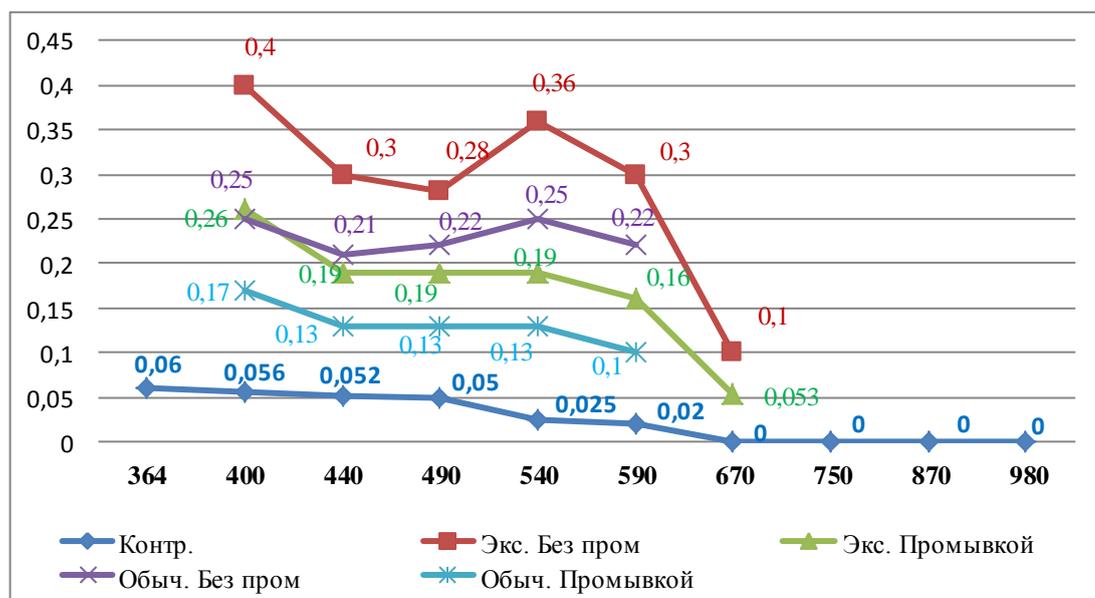
Наименование ткани и способа обработки	Наименование активного красителя	Насыщенность окраски, С, %	Степень фиксации красителя, %	Устойчивость окрасок к мокрым обработкам	
				стирке №1	Поту
Миткаль арт.36, ошлихтованный серицином	ярко-красный 5СХ	65,8	94,0	4/4/4	4/4/4
	бирюзовый 23Т	40,2	90,33	4/4/4	4/4/4
	оранжевый 2R	57,4	87,76	5/4/5	5/4/5
Миткаль арт.36 обработанный по традиционной технологии подготовки (контрольный образец)	ярко-красный 5СХ	56,9	81,28	4/4/4	4/4/4
	бирюзовый 23Т	34,2	76,85	4/4/4	4/4/4
	оранжевый 2R	45,7	70,87	4/4/4	4/4/4

Анализ данных (таблица 3.2.), показывает сопоставимость величин полученных для образцов, обработанных по рассматриваемым технологиям. Насыщенность окраски красителем ярко-красным 5СХ для исследуемых образцов и контрольного составляет соответственно 65,8 и 56,9 %; для красителя оранжевый 2R – 57,4% (шлихтованный образец) и 45,7% (контроль красителем бирюзовый 23Т - 40,2 % (шлихтованный образец) и 34,2 (контрольный образец).

Сравнение степени фиксации красителя показывает, что этот показатель для ткани, ошлихтованной серицином, выше, чем для контрольного образца. Степень фиксации красителя ярко-красного 5СХ составляет 94% (ошлихтованная ткань) и 81,28% (контрольный образец), оранжевого 2R эти

показатели составляют 87,76 и 69,87% соответственно; бирюзового 23Т - 90,33 % - (ошлихтованная ткань) и 76,85 (контрольный образец).

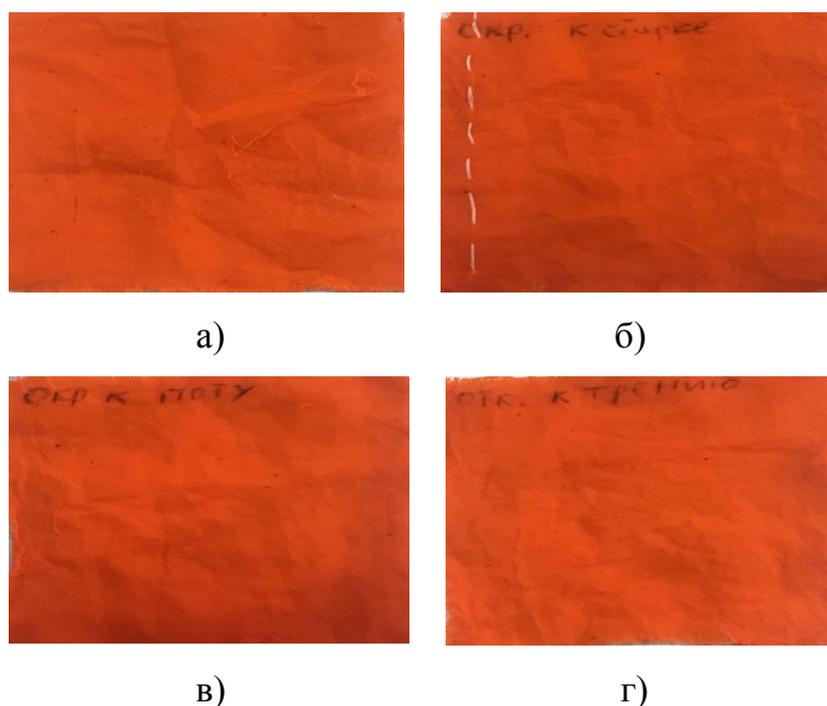
С помощью анализа спектров поглощения растворов красителей, экстрагированных с волокна, которое было окрашено, можно подтвердить высокую степень фиксации красителя, которую удалось установить посредством колориметрического метода.



**Рисунок 3.2.** - Спектры поглощения растворов красителя ярко-красный 5CX экстрагированных из текстильных материалов

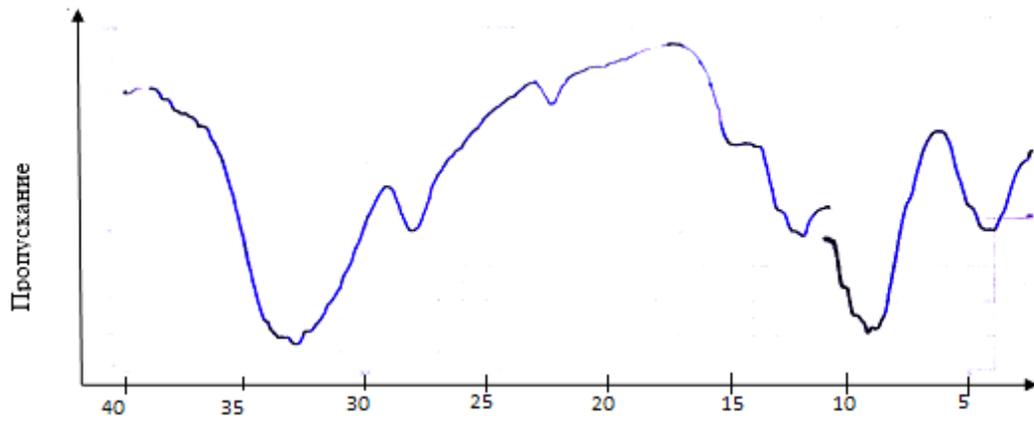
На рисунке 3.2 представлены спектры поглощения красителя ярко-красный 5CX, переведенного в раствор с окрашенных образцов шлихтованной серицином ткани, и ткани, ошлихтованной крахмальной шлихтой с последующей расшлихтовкой. Спектры сняты для образцов, которые не были подвергнуты промывке и которые прошли стадию промывки. Проанализировав полученные данные, можно отметить, что при 540 нм полоса поглощения, характерная для исследуемого красителя, имеет большую интенсивность для текстильного материала, ошлихтованного серицином независимо от используемой технологии.

Устойчивость к мокрым обработкам исследуемых и контрольных образцов не меняется за исключением, образцов, окрашенных оранжевым 2R – для этого красителя показатели устойчивости к мокрым обработками исследуемых образцов и контрольного составляют соответственно 5/4/5 и 4/4/4. Эти данные получены по способу определения устойчивости окрасок к мокрым обработкам и к трению, подробно описанному в главе 2. Окраска образцов до и после обработки показана на рисунке 3.3.



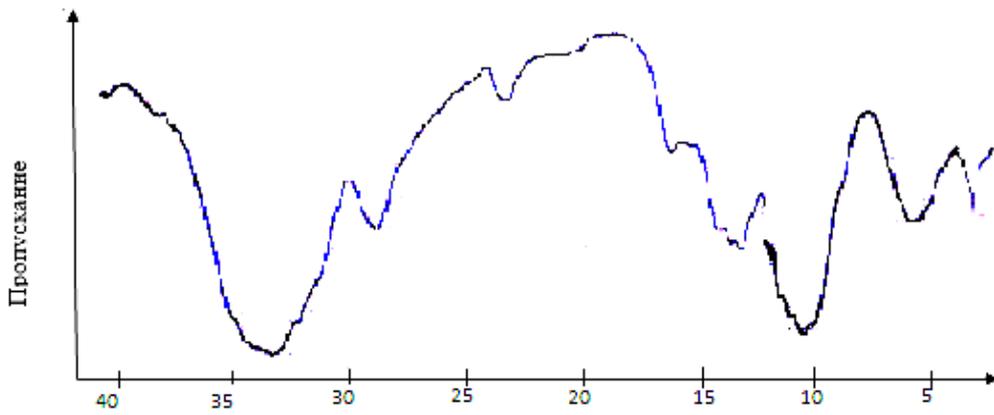
**Рисунок 3.3.** - Окраска образцов, окрашенных активным оранжевым 2R до и после физико-химических обработок: а – до обработки; б – после стирки, в – после воздействия раствора пота; г – после трения.

Полученные данные органолептического анализа подтверждаются анализом УФ- и ИК-спектров образцов ткани до и после обработки. ИК-спектры образцов ткани, колорированных активным оранжевым 2R, до и после мокрых обработок показаны на рисунках 3.4.-3.7.



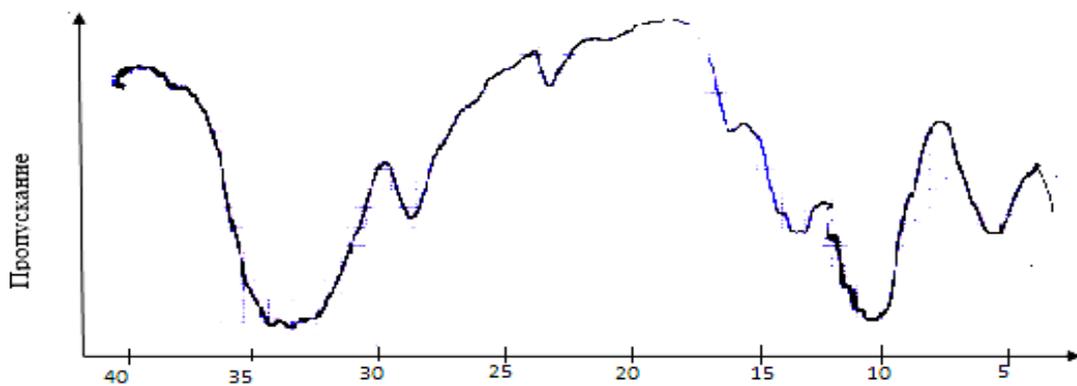
$\times 100 \text{ см,}^{-1}$

**Рисунок 3.4.** - ИК-спектр образца ткани, ошлихтованной серицином без окраски



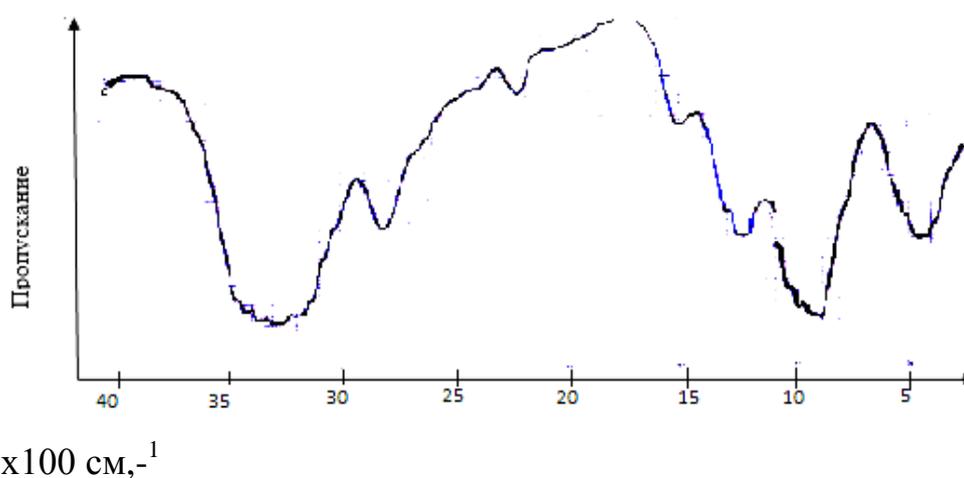
$\times 100 \text{ см,}^{-1}$

**Рисунок 3.5.** - ИК-спектр образца ткани, окрашенной активным оранжевым 2R до обработки



$\times 100 \text{ см,}^{-1}$

**Рисунок 3.6.** - ИК-спектр образца ткани, окрашенной активным оранжевым 2R и промытым



**Рисунок 3.7.** - ИК-спектр образца ткани, окрашенной активным оранжевым 2R после обработки в растворе «пота».

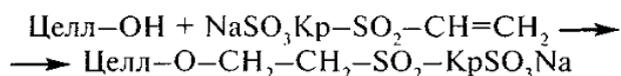
В ИК-спектре образца неокрашенной ткани, ошлихтованной серицином, содержится очень интенсивная широкая полоса при  $3200\text{--}3400\text{ см}^{-1}$ , которая указывает на гидроксигруппу OH, сильно связанную водородной связью [299]. В области  $2750\text{--}2850$  располагаются полосы валентных колебаний метильной группы  $\text{CH}_3$ -, однако эти полосы слабы [300], поэтому интенсивную полосу при  $2820\text{ см}^{-1}$  мы отнесли к симметричным валентным колебаниям ионизованной аминогруппы аминокислот серицина, так как согласно [301,302], для аминокислот характерна полоса колебания в области  $3000\text{--}2000\text{ см}^{-1}$ , которая относится к симметричным валентным колебаниям аминогрупп. В спектрах имеется также полоса колебания при  $1500\text{ см}^{-1}$ . Эта полоса, в соответствии с данными Л.Беллами [299] относится к ионизированной карбоксильной группе. Слабая полоса при  $1300\text{ см}^{-1}$  в соответствии с литературными данными [301, 302] может быть, также отнесена к колебаниям, характерными для аминокислот, однако её происхождение неизвестно [302]. Полоса средней интенсивности при  $1200\text{ см}^{-1}$ , интенсивная полоса при  $920\text{ см}^{-1}$ , слабые полосы при  $1000$  и  $1100\text{ см}^{-1}$  соответствуют колебаниям связи C-O [300, 301, 303]. ИК-спектр образца окрашенной ткани содержит те же полосы поглощения, что неокрашенный образец, но дополнительно в спектре появляются очень слабые полосы при  $1410\text{ см}^{-1}$ , а интенсивность полосы при  $1500\text{ см}^{-1}$ ,  $1250\text{ см}^{-1}$ ,  $920\text{ см}^{-1}$

увеличивается. Очевидно, что эти изменения в спектрах связаны с красителем. В работе [301] указывается, что полосы колебаний связи  $-\text{C}=\text{N}-$  располагаются в области  $1500-1600 \text{ см}^{-1}$ . Именно такая связь имеется в красителе оранжевом 2R, что позволило нам отнести полосу при  $1550 \text{ см}^{-1}$  к красителю. ИК-спектры образцов окрашенной ткани после мокрых обработок ничем не отличаются от ИК-спектра окрашенного образца, что подтверждается данными по устойчивости окраски к мокрым обработкам.

В процессе колорирования активными красителями формируется ковалентная связь между макромолекулой волокнообразующего полимера и активной группировкой атомов активного красителя. Для хлортриазиновых процесс происходит по уравнению:



Винилсульфоновые красители взаимодействуют с волокном согласно уравнению:

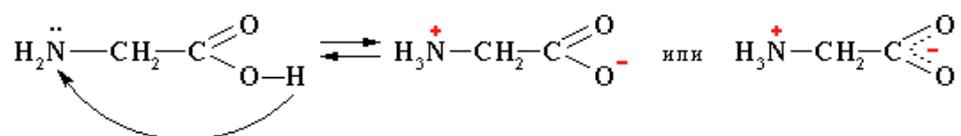


При этом первое из представленных уравнений описывает процесс крашения тканей хлортриазиновыми красителями, активным ярко-красным 5CX, тогда, а крашение бирюзовым 23T протекает согласно второму уравнению. Поскольку в молекулах используемых красителей присутствуют активные функциональные группы и группы атомов красителей, например, сульфогруппы  $\text{SO}_3$ , азогруппы  $-\text{N}=\text{N}-$ , аминогруппы  $-\text{NH}_2$ , оксигруппы  $-\text{OH}$ , то помимо образования ковалентной связи, между красителем и волокном могут также образовываться водородные и связи по донорно-акцепторному механизму. Все эти образующиеся связи в процессе крашения обуславливают высокую устойчивость окрасок к физико-химическим воздействиям, в том числе к мокрым.

Значительное увеличение качества окраски ткани, которая была ошлихтованной серицином, по сравнению с контрольными образцами во многом определяется влиянием серицина.

Молекула белка серицина, а именно ее химический состав и строение, обеспечивают образование прочных связей между серицином и активными группами волокнообразующего полимера, а также позволяют не смывать нанесенную шлихту перед следующей стадией крашения. Наличие функциональных групп в боковых цепях молекулы серицина позволяет формироваться химическим связям между шлихтующим препаратом (серицином) и молекулой красителя. Молекулы серицина, закрепившиеся в процессе шлихтования на волокне, способны к образованию химических связей с активными группами молекул красителя, благодаря наличию свободных функциональных групп, которые не приняли участие в связывании с волокном, в результате чего молекулы красителя осуществляют сшивку волокна со шлихтующим препаратом, тем самым обеспечивая качество и высокую устойчивость получаемой окраски. Группы, которые содержатся в боковой цепи молекул серицина, обеспечивают образование ковалентной, ионной, водородной связи, а также возникновение сил Ван-дер-Ваальса.

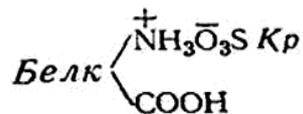
Известно, что остатки аминокислот в белках существуют в виде цвиттер-ионов:



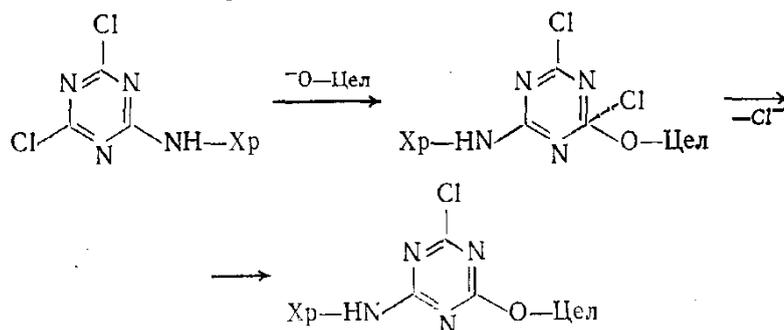
В красильном растворе молекула красителя находится в ионизированном виде в результате диссоциации сульфогрупп, которая происходит по уравнению:



Образование ионной связи с анионами красителей возможно за счет наличия положительно заряженных центров в молекулах серицина, способных к ионному взаимодействию:

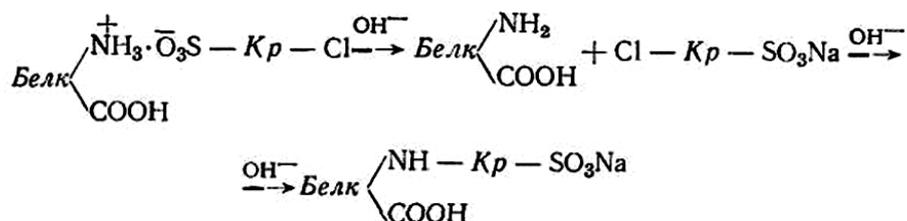


В рассматриваемой системе возможно образование ковалентных связей посредством взаимодействия макромолекул серицина с активными группами красителя. Например, образование ковалентной связи между ярко-красным 5 СХ и целлюлозой волокна по схеме:



В молекуле красителя, провзаимодействовавшего с волокном, остается один свободный атом хлора, имеющий способность образовывать ковалентную химическую связь с молекулой серицина при повышенных температурах. Так как фиксация производится при высоких температурах в паровой среде, то образование ковалентной связи вполне вероятно.

Ковалентная фиксация активных красителей на белковых волокнах может происходить после поглощения красителя за счет ионного взаимодействия [302]. При диссоциации менее устойчивой ионной связи активного красителя с белковым волокном, аминогруппа нейтрализуется, и создаются условия для возникновения ковалентной фиксации активного красителя на неионизированной аминогруппе волокна:

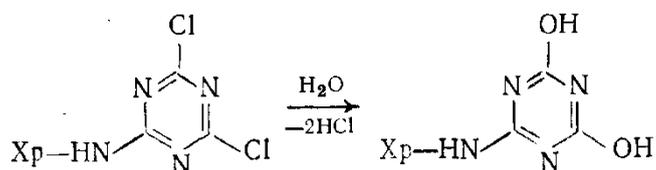


Также вполне возможно, что при фиксации активных красителей на серицине образуются не только ионные химические связи, но и возникает

межмолекулярное взаимодействие с хромофорной системой активного красителя.

Так, окрашивая активными красителями целлюлозные волокна, ошлихтованные экстрактом серицина, получают окраски, закрепляющиеся с помощью образования нескольких видов химических связей: ковалентной, водородной, ионной, посредством возникновения Ван-дер-Ваальсовых сил между красителем и волокном, а также между красителем и молекулами серицина, находящегося на волокне. Благодаря образованию такой совокупности связей окраска обработанных образцов обладает высокой устойчивостью к различным воздействиям химического и физического характера.

Для активных красителей практически всех подгрупп характерна способность взаимодействия химически не только с ОН-группами волокнообразующего полимера с образованием ковалентной связи [304], но и также с гидроксигруппами, содержащимися в молекулах воды, в результате чего краситель переходит в неактивную форму, которая не имеет активных групп, способных образовывать ковалентные связи:



Как видно из приведенной реакции краситель в гидролизованной форме лишен активного атома хлора, что ограничивает образование между таким красителем и волокном ковалентных связей, но может обеспечить слабую межмолекулярную связь. Данная реакция гидролиза активного красителя приводит к ухудшению устойчивости и прочностных характеристик окраски. Таким образом, технология крашения активными красителями предусматривает удаление гидролизованного красителя с помощью осуществления интенсивной промывки при поддержании высоких температур (100°C), так как в таких условиях будут разрушаться образовавшиеся слабые межмолекулярные связи неспособной к ковалентной фиксации гидролизованной формы с волокном, при

этом краситель стремится десорбироваться с ткани. Промывку окрашенного текстильного материала осуществляют в щелочной среде, тем самым увеличивая растворимость анионного красителя, имеющего в своем составе сульфогруппу. Происходит взаимное отталкивание красителя и волокна, которое в щелочной среде заряжается отрицательно, и их заряд становится одинаков. Не менее важно с этой целью использование ПАВ, которые способны образовывать с молекулой неактивного красителя комплекс и позволяют удалить его из волокна. Чтобы достичь высоких технических результатов крашения тканей промывку осуществляют используя механические, физические и химические способы интенсификации жидкостной обработки текстильных материалов, например, улучшения качества можно добиться за счет применения промывных аппаратов специальной модифицированной конструкции, ультразвуковой обработки, введения в состав промывных ванн комплексонов, гидротропов и других ТВВ [301].

Представленные данные позволяют сделать вывод, что в случае крашения шлихтованного серицином волокна, в силу того, что активный краситель будет тратиться как на взаимодействие с целлюлозным волокном, так и с серицином шлихты, доля красителя, затраченного на взаимодействие с волокном будет увеличиваться, а меньшая доля красителя будет гидролизироваться.

Достижение эффективного результата колорирования возможно при уменьшении количества проводимых промывок без использования дополнительных ТВВ, способных вызвать деструкцию волокнообразующего полимера.

Ранее было сказано о том, что красители выбранные нами, относятся к разным классам активных красителей, обладают различным составом и химическими свойствами и это позволит на основании экспериментально полученных нами результатов сделать вывод о влиянии строения и состава их на качество окрасок.

Действительно, полученные нами данные говорят о том, что выбранные для исследования красители, имеют различные значения показателей, характеризующие устойчивость окраски. Так, степень фиксации красителя волокном имеет значение 94,0 % для ярко-красного 5СХ, 90,33 % для бирюзового 2ЗТ и 87,76 % для оранжевого 2R. Мы считаем, что данный результат связан с размерами молекул выбранных красителей, а также их составом. Молекула красителя ярко-красного 5СХ более компактна, чем молекула бирюзового 2ЗТ, молярная масса их также отличается – 615 и 1342 г/моль у ярко-красного 5СХ и бирюзового 2ЗТ соответственно. В связи с этим первые три стадии крашения, которые заключаются в диффузии красителя к волокну, диффузии красителя внутрь волокна и адсорбции красителя волокном для молекул с меньшими размерами и более легкими будет проходить с большей скоростью. Кроме того, согласно литературным данным [304], для всех растворов анионных форм красителей наблюдается склонность их к агрегации.

Красильный раствор представляет собой полидисперсную систему, состоящую из отдельных молекул красителей в диссоциированной или недиссоциированной форме и агрегаты из ионов, молекул или агрегаты смешанного типа в различных соотношениях. От строения и соответственно свойств красителей напрямую зависит соотношение между различными формами красящего вещества в рассматриваемых системах, при этом наблюдается зависимость между молекулярной массой, сродством к волокну и степенью агрегации. Увеличение молекулярной массы и сродства к волокну красителя приводит к росту степени агрегации его молекул в водных растворах [302].

Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что молекулы красителя ярко-красного 5СХ меньше подвержены агрегации, концентрация агрегированных крупных, громоздких молекул в красильном растворе меньше, чем для бирюзового 2ЗТ. Отсюда и степень адсорбции, а следовательно, и степень фиксации его выше, чем для красителя бирюзового 2ЗТ.

Что касается насыщенности окраски, которая составляет 65,8, 40,2 и 57,4 % для активного ярко-красного 5СХ, активного бирюзового 23Т и активного оранжевого 2R соответственно, то ее различие для испытанных красителей можно объяснить составом красителей. Из литературных данных известно, что интенсивность окраски определяется сродством красителя волокну. По существующим теориям [305, 306] на сродство красителя к волокну влияют природа функциональных групп красителя. Например, установлено, что азогруппы имеют большее сродство к целлюлозе, чем гидроксильные группы, находящиеся в тех же положениях. Наличие сульфогрупп снижает сродство красителя к целлюлозе и чем больше число сульфогрупп, тем ниже сродство. Функциональные группы, подобные сульфогруппе, при ионизации молекулы красителя сообщают ей отрицательный заряд, а так как само целлюлозное волокно при ионизации приобретает отрицательный заряд, то в растворе между волокном и красителем возникают силы электростатического отталкивания. Причем отмечается, что на сродство красителя к волокну влияет не только число сульфогрупп, но и их расположение.

Считается, что сродство красителя к волокну должно повышаться, если поляризация, вызываемая сульфо-группами, направлена перпендикулярно к длине молекулы и по возможности равномерно распределяется по всей молекуле. Сравнение химического состава и строения выбранных для эксперимента активных красителей ярко-красного 5СХ и бирюзового 23Т показывает, что исходя из данной теории краситель ярко-красный 5СХ должен иметь большее сродство к целлюлозе, а следовательно давать и большую интенсивность окраски.

Таким образом, впервые экспериментально и теоретически аргументирован инновационный подход к построению технологии облагораживания гладкокрашенных хлопчатобумажных тканей, который основывается на исключении процесса подготовки, за счет чего количество

стадий отделки значительно сокращается, а вместе с тем снижается и себестоимость производимой продукции. Помимо экологических преимуществ, такой подход позволяет повысить качество получаемых гладкокрашенных текстильных материалов, повышая степень фиксации активных красителей на волокне и устойчивости окраски к стирке, поту, трению. Однако такая технология подходит для колорирования только текстильных материалов специального назначения.

### **3.2. Теоретическое обоснование возможности применения серицина в составе шлихтующей композиции**

При сортировке отходов выход волокна составляет 40-60 %, 7-9 % составляют посторонние примеси, а 30-35 % отходов остаются неиспользованными. Такие отходы имеют в своём составе 20-30% природного клеящего вещества серицина. В нашей работе была поставлена задача, заключающаяся в разработке технологии получения клеящего вещества серицина из отходов, которые являются неиспользуемыми. Суть предложенного метода шлихтования основана на нанесении на нить тонкого слоя шлихты из экстракта серицина, который был получен из шелковых отходов. Клеящий агент способен прикрепить кончики волокон к нити и покрыть поверхность пленкой, позволяющей защитить волокно от истирания, что играет важную роль в уменьшении обрывности нитей в процессе ткачества, а также обеспечивает возможность крашения без расшлихтовки.

Исходя из этого, нами был разработан рецепт шлихты на основе серицина. Экспериментально, в соответствии с данными 3.1. была выбрана оптимальная концентрация серицина, необходимая для высокого качества шлихтования пряжи. В таблице 3.3. представлены рецепты шлихтующих агентов, наиболее широко применяемых на производственном объединении ООО «Нассочи точик» г. Душанбе, а также предложены для сравнения другие шлихтующие агенты.

**Таблица 3.3 - Сравнительные составы шлихты**

Наименование	ед-ца изм	Количество
<b>шлихта с крахмалом (существующая на производстве)</b>		
Крахмал	кг.	30
Каустическая сода	кг.	0,15
Белизна	Литр	0,15
Масло хлопковое	Литр	0,3
Вода	Литр	300
<b>Выход основы</b>	<b>пог.м.</b>	<b>4800</b>
<b>шлихта из шелковых отходов</b>		
Шелковые отходы	кг.	15
Вода	Литр	300
<b>Выход основы</b>	<b>пог.м.</b>	<b>4800</b>

Сущность предлагаемой технологии, заключается в применении известного клеящего вещества—серицина входящего в состав натурального шелка, по новому назначению, а именно в качестве шлихты при подготовке основных нитей к ткачеству. Для приготовления шлихты применяют следующие компоненты: растворители, клеящие вещества и текстильно-вспомогательные вещества (расщепитель, нейтрализаторы, смягчители, гигроскопические вещества, антисептики, антистатики, пеногасители). В данной работе не требуется большого количества дополнительных веществ (расщепителей, нейтрализаторов, смягчителей, гигроскопических веществ, антисептиков, антистатиков, пеногасителей), в состав входит только натуральное клеящее вещество, полученное при экстрагировании отходов шелкомотания.

Технология приготовления шлихтующего состава осуществляется в ледующем порядке (см. рисунок 3.8.): В специальный аппарат, называемый клееваркой МК-4, вливают 300 л теплой воды, затем нагревают до температурного показателя, равного 70°C, после чего загружают очищенные отходы шелка в количестве пятнадцати килограмм. Раствор подвергают интенсивному перемешиванию в течение 10-15 мин и температуру доводят уже до 80°C. После приготовления шлихты выключают пар и проверяют

вязкость готовой шлихтующей композиции. Стандартное значение вязкости должно составлять  $1,5 \pm 1$  с.



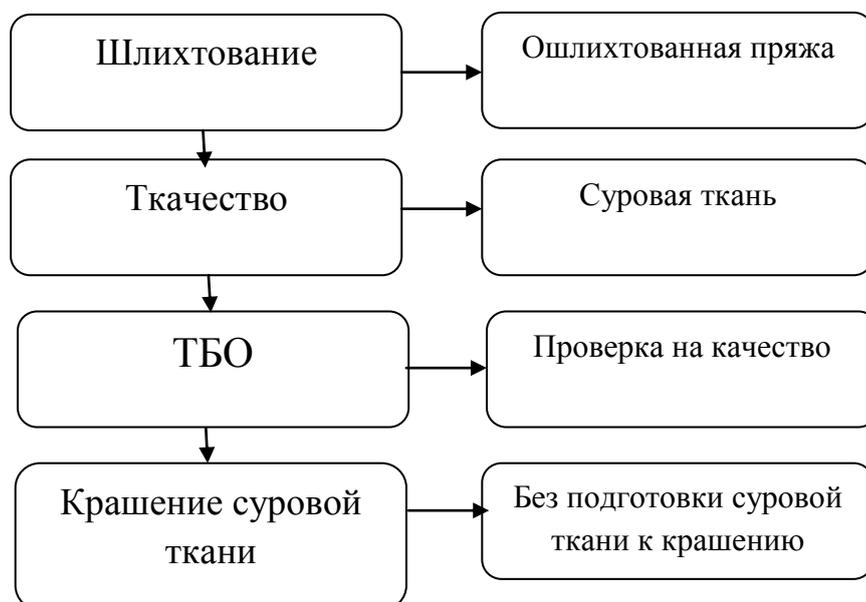
**Рисунок 3.8.** – Предлагаемая технологическая схема приготовления шлихты из экстрагированного серицина

*Способ приготовления шлихты существующий в ООО «Нассочи точик».* В клеевой бак заливают 300 л воды, подогревают до 25–30 °С, засыпают крахмал 30кг, размешивают в течение 10 мин. В смесь крахмала с водой при пущенных мешалках вносятся 150 гр. Каустической соды 150 гр. белизны и 300 гр. хлопкового масла. После перемешивания в течение 5 мин., пускают пар. Шлихту варят примерно 30–45 мин. Определяется качество шлихты, вязкость, концентрация и истинный приклей. Далее шлихту отправляют на шлихтовальные машины марки МШБ-140 для шлихтование пряжи.

*Способ приготовления новой разработанной шлихты из отходов шелка.* Для эксперимента мы приготовили шлихту с добавлением крахмала

для сравнительно анализа качества шлихты. В клеевой бак заливаем 300 л воды, подогреваем до 25–30 °С, добавляем 10 кг. слегка очищенных шелковых отходов, кипятим в течении 60 мин. Шлихта готова [307].

Вязкость шлихты измерялась с помощью вискозиметрической воронки Оствальда по отношению времени истечения шлихты из нее ко времени истечения воды. Для этой целью шлихту заливают в воронку вместимостью 500 мл с капиллярной трубкой длиной 50 мм и диаметром отверстия в ней 5 мм и включают секундомер. Показатель относительной вязкости вычисляли, разделив время истечения шлихты на время истечения воды равного объема [308-312]. Шлихтующую композицию, приготовленную на основе экстракта серицина согласно технологической цепочке, которая представлена на рисунке 3.8., применяли для шлихтования основных нитей целлюлозной ткани «Миткаль», вырабатываемой на ткацких станках, называемых АТПР-100, при этом частота вращения главного вала составляла  $n=360$  об/мин.



**Рисунок 3.9.** - Разработанная технологическая схема шлихтования хлопчатобумажной ткани, составом не требующим последующей расшлихтовки.

Проведен анализ технических результатов шлихтования традиционными составами на основе крахмала и разработанной шлихтой, содержащей экстракт серицина. Результаты получены в условиях комбината ООО «Насочи точик» на станках АТПР-100 (таблица 3.4.).

**Таблица 3.4.** – Технические характеристики шлихтующих композиций и обработанной хлопчатобумажной пряжи разработанным составом на основе серицина и традиционным по рецептуре комбината ООО «Насочи точик»

Качества шлихты	Ед.изм	Крахмальная шлихта, Пример ООО «Насочи точик»	Шлихта на основе экстракта серицина
Вязкость, время течение раствора, секунд	С	26	18
Истинный приклей	%	6	5
Концентрация шлихты, принята за единицу	Ед	1,0	1,2
Температура шлихты	°С	90	90
Влажность основы	%	7-9	8-10
Скорость шлихтования	м/мин	40	45
Обрывность	обр/м	45	32
КПВ		78	77
Производительность	кг/ч	50,21	54,2

Как известно, концентрация шлихты напрямую влияет на себестоимость выпускаемого продукта. В данном случае концентрация варьируется от 1,0-1,2, при этом значения истинного приклея остались на одном уровне. По полученным результатам проведенного эксперимента было определено, что с увеличением концентрации шлихтующего состава на 1% значения приклея соответственно тоже растут, в данном случае на 1,2%. Использование шлихты на основе серицина позволяет увеличить скорость шлихтования и значительно снизить обрывность основной нити, в результате чего возрастает производительность.

### 3.3. Разработка технологии применения серицина в шлихтующих композициях и в процессах создания бикомпонентной составной пряжи

Был проведен сравнительный анализ применения предлагаемого рецепта шлихтующего состава в сравнении с традиционными. В таблице 3.5. представлены рецепты шлихтующих композиций, которая наиболее широко используется в настоящее время на производстве ООО «Нассочи точик» г. Душанбе, а также предлагаемая взамен существующего на основе экстракта серицина, который был получен из отходов шелка.

**Таблица 3.5.** - Оптимальные значение факторов, обеспечивающих минимальную обрывность основной пряжи в ткачестве

Показатель	Крахмальная шлихта	Шлихта с экстрактом серицина из шелковых отходов
Концентрация	500л воды/50кг крахмал	300л воды/15кг шелковых отходов
Температура шлихты в чане, С	85	85
Время кип шлихты, мин	30	40
Влажность основы, %	6	6
Вязкость шлихты, сек.	26	18
Расщепление, %	80	-
Температура шлихты в корыте, °С	75	60
Скорость шлихтования; м/мин	40	45
Глубина погружения ролика в шлихтовальное корыто, мм	72	72
Давление прижима отжимных валов; атм.	0,5	0,5
Температура поверхности сушильных барабанов, С	1-й барабан 85 2-й барабан 80	1-й барабан 85 2-й барабан 80

**Таблица 3.6.** – Влияние типа шлихты на обрывность основных нитей на станках

№ наблюдения	Число обрывов на 1м ткани	
	Ошлихтованной крахмальная шлихта	Ошлихтованной с экстрактом серицина из шелковых отходов
1	0,87	0,56
2	0,87	0,56
3	0,9	0,57
4	0,86	0,55
5	0,91	0,6

Анализ технологических показателей процесса ошлихтовки пряжи с экстрактом серицина (таблицы 3.5, 3.6), позволяет установить, что одним из главных положительных эффектов такого шлихтования является получение более прочной основы с минимизацией затрат.

**Таблица 3.7.** - Основные физико-механические показатели ошлихтованной хлопчатобумажной пряжи

Наименование	Пряжи ошлихтованные крахмалом	Пряжи, ошлихтованные шлихтой из шелковых отходов
Номер пряжи, №	50	50,5
Линейная плотность, текс	20	20,2
Допускаемые относительные отклонения кондиционной плотности от номинальной, %	± 2	± 2
Удельная разрывная нагрузка методом разрыва одной нити, гр.с/ текс	10	13,2
Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	12	12
Показатель качества, ус.ед.	1,2	1,1
Коэффициент вариации по линейной плотности при испытании пасмы, %	2,4	2,4
Коэффициент крутки, %	55,4	54,0
Сорт	1	1
Класс	А	А
ОСТ	17-362-85	17-362-85
Хлопок-волокно, %	100	100

Важнейшей характеристикой, определяющей качество ошлихтованной основы, является разрывная нагрузка одиночной нити. Показано, что у пряжи, ошлихтованной с использованием серициновой шлихты, увеличивается удельная разрывная нагрузка на 3,2 гр.с./текс при аналогичном коэффициенте вариации.

### **Оценка свойств пряжи, ошлихтованной новым составом на основе извлеченного серицина шелка**

В процессе шлихтования значительно изменяются свойства пряжи:

- за счет приклея происходит увеличение массы пряжи, а следовательно, повышение ее линейной плотности;
- в результате склеивания отдельных волокон значительно повышается прочность пряжи и уменьшается ее удлинение, так как склеивание отдельных волокон препятствует изменению извитости и скольжению одних волокон относительно других.

**Таблица 3.8.** - Влияние состава шлихты на разрывную нагрузку и удлинение хлопчатобумажной пряжи

Разрывная нагрузка при растяжении, шлихта из крахмала $P_p$ (сН)	Удлинение при разрыве L		Разрывная нагрузка при растяжении, шлихта из отходов шелка $P_p$ (сН)	Удлинение при разрыве L	
	%	мм		%	Мм
313	4,9	98	352	5,6	112
300	4,2	84	347	5,5	110
297	4	80	327	4,3	86
357	5,6	112	333	5	100
332	5	100	380	5,8	116
342	5,8	116	375	5,7	114
324	5,2	104	382	5,9	118
308	4,8	96	321	4,6	92
287	4	80	364	5,4	108
311	4,8	96	319	4,5	110
<b>317.1</b>	<b>4,83</b>	<b>96,6</b>	<b>351.9</b>	<b>5,23</b>	<b>106,6</b>

Так, прочность хлопчатобумажной пряжи после шлихтования повышается на 20—25 %. Падение удлинения составляет для хлопчатобумажной пряжи 25—30 %. Чтобы ошлихтованная пряжа могла противостоять трению, переменным нагрузкам, удлиняться и сокращаться в процессе зевобразования, она должна быть достаточно гладкой, иметь большую по сравнению с мягкой пряжей прочность к истиранию, достаточное удлинение, необходимые влажность и процент приклея. На свойства пряжи после шлихтования влияет используемый для приготовления шлихты клеящий материал.

Сравнительный анализ разрывных характеристик (таблица 3.8.) хлопчатобумажной пряжи, ошлихтованной композициями на основе крахмала и серицина, показывает значительный рост разрывной нагрузки пряжи и её удлинение при использовании шлихты из отходов шелка.

Методика определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве подробно описано в части 2.4 настоящей работы. Результаты математической обработки экспериментальных данных, полученных в лабораторных и производственных условиях с целью определения влияние рецепта шлихты на относительную разрывную нагрузку, приведенных в табл.3.9.

**Таблица 3.9.** - Влияние состава шлихты на относительную разрывную нагрузку ошлихтованной нити

Номер опыта	Относительная разрывная нагрузка, шлихтующий агент - крахмал, $P_0$ (сН/Текс)	Относительная разрывная нагрузка, шлихтующий агент - серицин $P_0$ (сН/Текс)
1	10,8	13,2
2	10,3	12,6
3	10,2	11,3
4	12,3	11,9
5	11,4	13,4
6	11,8	13,0
7	11,2	13,3

8	10,6	13,5
9	9,9	13,4
10	10,7	13,9
<b>Сред.</b>	<b>10,92</b>	<b>12,85</b>

Результаты по относительной разрывной нагрузке ошлихтованных нитей подтверждают ранее сделанный вывод о высокой прочности пряжи, обработанной серициновой шлихтой. В экспериментах использовалась хлопчатобумажная пряжа линейной плотности  $T=20,0$  текс, которая шлихтовалась по следующим рецептам из кукурузного крахмала (контрольная, а) и экстракта шелковых отходов (б). При определении сводных характеристик результатов эксперимента, число опытов и доверительный интервал определялась согласно методике профессора А.Г. Севостьянова [101-102].

1. Среднее квадратическое отклонение,  $V$

$$V = \sqrt{\frac{[(X_1 - M) + (X_2 - M) + \dots + (X_n - M)]}{n-1}}; \quad (3.5)$$

а) шлихтующий агент – кукурузный крахмал (контрольный образец);

$$V = \sqrt{\frac{[(313 - 317,1) + (300 - 317,1) + \dots + (311 - 317,1)]}{(10-1)}} = \sqrt{\frac{4220,99}{9}} = \sqrt{468,99} = 21,66 \quad (3.6)$$

б) шлихтующий агент -серицин;

$$V = \sqrt{\frac{[(352 - 351,9) + (347 - 351,9) + \dots + (319 - 351,9)]}{(10-1)}} = \sqrt{\frac{5414,19}{9}} = \sqrt{601,58} = 24,527$$

(3.7)

2. Коэффициент вариации,  $C$ :

$$C = \frac{V}{M} \cdot 100 \quad (3.8)$$

а) шлихтующий агент – кукурузный крахмал (контрольный образец);

$$C = \frac{21,66}{317,1} \cdot 100 = 6,83 \quad (3.9)$$

б) шлихтующий агент -серицин;

$$C = \frac{24,527}{351,9} \cdot 100 = 6,97 \quad (3.10)$$

3. Коэффициент прочности, по формуле:

$$P = \frac{P_{o.c.p.}}{T} ; \quad (3.11)$$

а) шлихтующий агент –курузный крахмал (контрольный образец);

$$P = \frac{317,1}{29} = 10,9 \quad (3.12)$$

б) шлихтующий агент -серицин;

$$P = \frac{351,9}{29} = 12,13 \quad (3.13)$$

Результаты математических расчетов свидетельствуют о эффективности применения серицина в качестве шлихтующего агента по сравнению с крахмалом, при этом среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации и прочности для пряжи, обработанной шлихтой из шелковых отходов значительно превышают аналогичные показатели при использовании крахмальной шлихты.

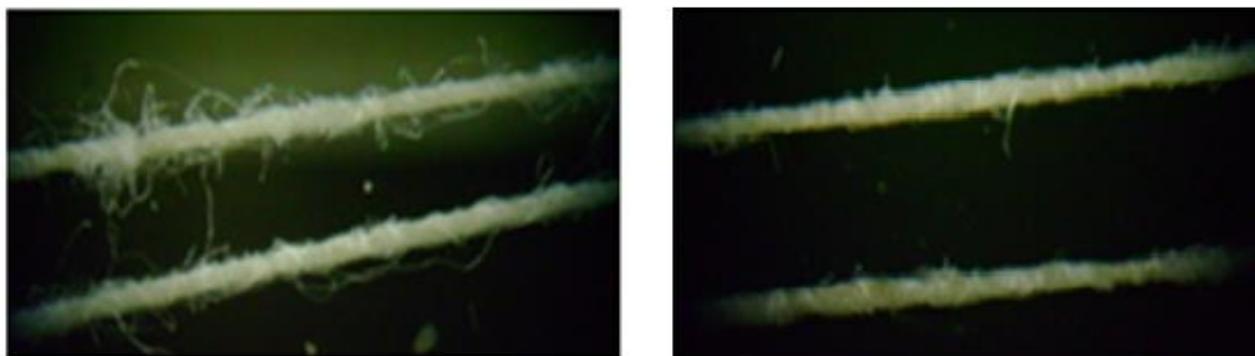
### **Влияние состава шлихтующей композиции на проходимость**

#### **(гладкость) бикомпонентной пряжи на ткацком станке**

Известно, что условия проходимости основных нитей на ткацком станке во многом предопределяет обрывность, которая напрямую зависит от коэффициента трения нитей основы о детали ткацкого прибора (ламель, галева, берда) и направляющие органы станка. Также известно, что коэффициент трения пряжи при прохождении ее через органы ткацкого станка зависит от гладкости поверхности пряжи.

С целью определения влияния разных рецептов шлихты на гладкость поверхности пряжи нами проводились фото-микроскопические исследования по методике [313]. Микроскопические исследования нитей, которые были

обработаны шлихтой на основе экстракта серицина, позволили определить, что на поверхности нити образуется более равномерная однородная пленка, что обеспечивает увеличение прочности пряжи в среднем на 6% и незначительное повышение удлинения пряжи (рисунок 3.10).



**Рисунок 3.10.** – Образцы пряж, обработанные шлихтой на основе экстракта серицина: *а*)- не шлихтованная, *б*) – шлихтованная

С целью определения эффективности применения новых рецептов шлихты в условиях ткацкой фабрики №3 ООО «Нассочи точик» были проведены производственные испытания разработанной шлихты. На ткацких станках АТПР – 120 были изготовлены хлопчатбумажные текстильные материалы из пробных основ бикомпонентной пряжи линейной плотности  $T=20,2$  текс (10 проб по 1000м ), в качестве уточной нити использовалась обычная хлопчатбумажная пряжа  $T=20,2$  текс. В качестве образцов сравнения был выработан по традиционной технологии миткаль арт.36.

Известно, что одним из основных показателей эффективности шлихтования на ткацких станках является обрывность. Испытания проводили на 10 ткацких станках АТПР-120, контролируя обрывность нити хронометражным методом.

Для определения последнего было выделено 10 ткацких станков типа АТПР – 120 из одного комплекта, которые обслуживала одна ткачиха и один помощник мастера. Выработка опытной ткани производилось

последовательно по вариантам, контроль за обрывностью производился хронометражным методом.

Результаты сравнительных исследований обрывности основных нитей в зависимости от применения различных рецептов шлихты приведены в табл. 3.10.

Результаты сравнительного анализа влияния состава шлихтующей композиции на технологические и технико-экономические показатели процесса ткачества (таблица 3.10.) подтверждают эффективность применения новых рецептов шлихты при выработке традиционных тканей.

**Таблица 3.10.** - Сравнительные результаты технических свойств миткаля.

Наименование показателей	Ед. изм.	Пряжа ошлихтованная:	
		Крахмалом	Серицин
Ширина суровой ткани	см.	108 ± 2	108 ± 2
Линейная плотность нити основы	текс(№)	20 (50)	20,2 (50,5)
Линейная плотность нити утка	текс(№)	20 (50)	19,2 (51)
Линейная плотность кромочной нити	текс(№)	18,5/2 (54/2)	18,5/2 (54/2)
Число нитей основы на 10см сур.ткани	Нитей	248 ± 3	245
Число нитей утка на 10см сур.ткани	Нитей	225 ± 4	230
Общее число нитей основы	шт.	2678	2678
в том числе в кромках	шт.	24	24
Уработка по основе	%	7	5
Усадка по утку(уменьшение ширины ткани)	%	8.2	7,5
Номер берда	№	115	115
Число зубьев в бердо	шт.	1339	1339
Ширина заправки по берду	см.	116,4	116,4
Число фоновых нитей в зуб берда	шт.	2	2
Число кромочных нитей в зуб берда	шт.	2	2
Расход пряжи на 100п/м, основ с угарами	кг.	5,654	5,585
основ без угаров	кг.	5,613	5,542
в кромках с угарами	кг.	0,098	0,098
в кромках без угаров	кг.	0,098	0,098
уточных с угарами	кг.	5,485	5,389
уточных без угарами	кг.	5,477	5,364
<b>Итого с угарами</b>		<b>11,237</b>	<b>11,072</b>
Вес 1 м <sup>2</sup>	гр.	103 ± 5	100
Вес 1 пог./м	гр.	111,2 ± 6	107

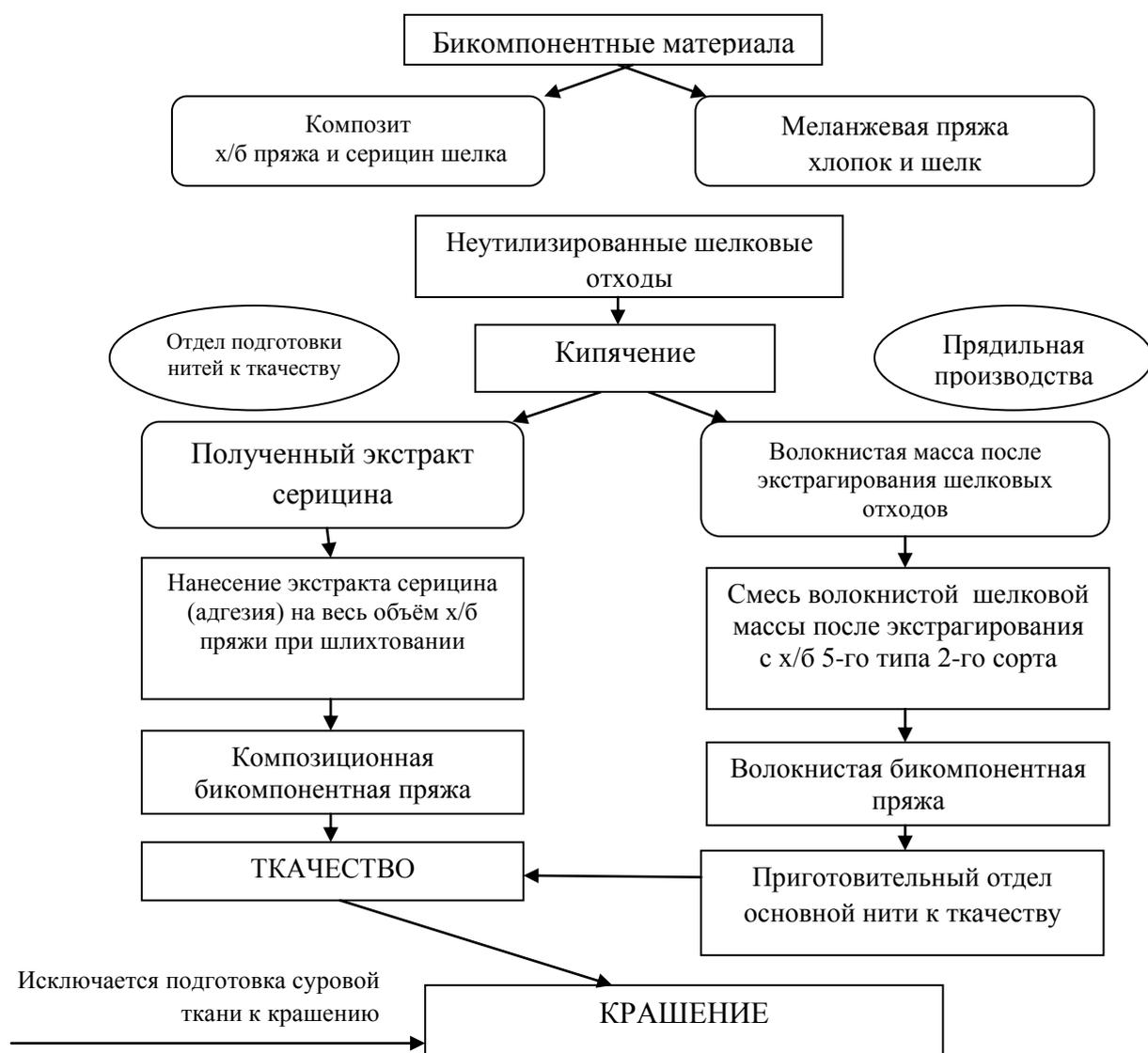
Крепость куска (50x200) по основе	кг/с	25	42
по утку		22	38
Угары по основе	%	0,74	0,73
по утку	%	0,14	0,14
Приклей	%	6	5
Обрывность на 1м ткани по основе		0,15	0,13
по утку		0.05	0.05
Тип станка		АТПР-120	АТПР-120
Скорость станка	об/мин.	320	320

Классическая технология шлихтование предусматривает образование плёнки на поверхности пряжи, которая снижает коэффициент трения и повышает скольжение и при этом требует расшлихтовки. Таким образом, в настоящей работе развит принципиально новый подход к процессу шлихтования, который заключается в том, что пропитка экстрагированным серицином на стадии шлихтования обеспечивает склеивание хлопковых волокон по всему объёму пряжи, формируя гладкую поверхность, обеспечивающую требуемые эффекты (скольжение, трение и повышение прочности) пряжи более чем на 30-35%, что не достигается классическими технологиями шлихтования.

Сравнительный анализ специфики протекающих процессов шлихтования позволяет предположить, что в результате применения крахмальной шлихты, включающей разветвленный амилопектин и амилозу, происходит образование пленки на поверхности, что соответствует литературным данным, в случае использования шлихты на основе клейких растворов серицина возможно происходит миграция значительной части макромолекул полиэлектролита в структуру пряжи и закрепление ее за счет образования множественных водородных связей с целлюлозой и ее сопутствующими примесями. Таким образом, применение растворов серицина предполагает инновационный подход к шлихтованию с получением бикомпонентной пряжи.

### 3.3.1 Обоснование выбор ассортимента бикомпонентной пряжи

В настоящее время текстильные предприятия республики Таджикистан перешли на рыночные отношения, поэтому необходимо строго соблюдать экономическую целесообразность применяемых технологий и их экологическую безопасность. В случае переработки шелкового сырья назрела необходимость внедрения безотходной технологии переработки коконного сырья, что может обеспечить внедрение предлагаемых технологических решений. Схема получения бикомпонентной пряжи представлена на рисунке 3.11.



**Рисунок 3.11.** - Разработанная безотходная технология получения бикомпонентных пряж

На количество отходов шелководства влияют условия выкормки шелкопряда, организация заготовок и первичной обработки коконов. Непосредственно в процессе кокономотания качество и количество отходов зависят от эффективности работы технологического оборудования и профессиональных качеств обслуживающего их персонала [314-320].

Установлено оптимальное соотношение смеси в пряже 25:75(шелковые отходы : хлопковые волокна). Такая пряжа характеризуется высокими прочностными характеристиками (на 75% выше, чем у хлопчатобумажной пряжи), низкой обрывностью в ткачестве(снижается на 65-75%). Вместе с тем растет производительность оборудования (на 30-40%), а качество выработанных текстильных материалов увеличивается.

**Таблица 3.11.** - Краткая характеристика ассортимента и сырья

Показатели	Ед. изм.	Соотношение 25/75 (х/б/ш.о.)
Линейная плотность пряжи	Текс	18,5x1
Номер пряжи	№	54/1
Назначение пряжи		Ткацкая
Суровая или крашенная		Суровая
Система прядения		Пневмомеханическая
Используемое сырьё		Средневолокнистый
Паковка		Бобина
Селекционный сорт хлопчатника		108Ф
Длина волокон из смешанной массы: х/б пряжа		28-30
шелковые отходы	мм	28-30
Тип хлопкового волокна		V
Базовый сорт в составе смеси		V-II

Проведенные исследования возможности переработки шелковых отходов кокономотального производства показали, что при разработке эффективных способов очистки шелковых отходов, имеется возможность использования их в качестве сырья для получения пряжи. Для повышения эффективности производства пряжи из шелковых отходов и хлопкового

волокна, нами была апробирована переработка полученного волокно с волокном, полученным из общих отходов шелкомотания.

Для переработки волокон шелковых отходов по технологии хлопкопрядильного производства, были предварительно выбран тип и сорт хлопкового волокна, физико-механические показатели которого близки к волокнам шелковых отходов. Таким оказалось хлопковое волокно 5 – го типа II сорта.

Шелковые отходы, из которых был частично удален серицин, содержащие фиброин, подвергали дополнительным операциям резки, растрепывания, разрыхления, штапелирования и чесания. К обработанному таким образом шелковому сырью добавляли хлопковое волокно и вновь подвергали операции разрыхления. Полученную смесь подвергали чесанию на круглочесальных машинах в четыре перехода. После каждого перехода получается прочес (длинное волокно) и очес (короткое волокно). На чесальной машине масса волокна подвергались воздействию сначала зубьев пильчатой ленты и валиков, а затем тонких игл гарнитуры рабочих органов машины. Эта стадия обеспечивала расчесывание клочков смеси на отдельные волокна с одновременной дополнительной очисткой от цепких примесей и коротких волокон. После чесания из частично параллелизованной тонкой ватки (прочеса) волокон формировалась лента, представляющая собой длинный рыхлый круглый полуфабрикат диаметром 1-3 см. В ленте волокна расчесаны, почти не связаны между собой, но не распрямлены и слабо ориентированы относительно оси ленты. Сама лента по толщине неравномерна. Для распрямления волокон и выравнивания ленты производили сложение нескольких лент, а затем утонение на ровничных машинах. Из полученной таким образом ровницы была получена пряжа на пневмомеханической прядильной машине осуществляя следующие технологические процессы: дискретизация питающего продукта, транспортировка дискретного потока волокон, циклическое сложение и формирование волокнистой ленточки, кручение ленточки и формирование пряжи, ее наматывание.

Для определения оптимальных параметров получения смешанной пряжи, были выбраны следующие соотношения шелковых отходов к хлопку: 25:75, 50:50, 75:25.

Учитывая, что получаемая бикомпонентная пряжа будет иметь среднюю линейную плотность, нами принято кардная система прядения. Эксперимент проводился в трех вариантах смеси волокон шелковых отходов с хлопковыми:

1. шелковые отходы -25% , хлопковое волокно-75%;
2. шелковые отходы -50%, хлопковое волокно-50%;
3. шелковые отходы -75% , хлопковое волокно-25%.

Сравнительные показатели физико-механических свойств этих волокон приведены в таблице 3.13.

**Таблица 3.13.** - Физико-механические свойства волокна полученного из отходов шелка и хлопкового волокна 5-го типа II сорта

Показатели	Ед. изм.	Волокна из отходов шелка		Хлопковое волокно
		исходное	обработанное	
Линейная плотность	текс	18	18	18
Метрический номер	м/г	55,5	55,5	55,5
Относительная разрывная нагрузка	сН/текс	22,8	21,13	25,7
Разрывная нагрузка	сН	5,1	4,1,	4,0
Штапельная длина	мм	10-18	10-25	31-32
Содержание примесей	%	5-8	3-5	2,5

Для проведения испытаний было подготовлено по 500 кг очищенных шелковых отходов, и хлопкового волокна 5-го типа II сорта.

Хлопковое волокно поступали на прядильную фабрику в кипах в спрессованном виде, поэтому волокна шелковых отходов после чистки также были спрессованы в кипы.

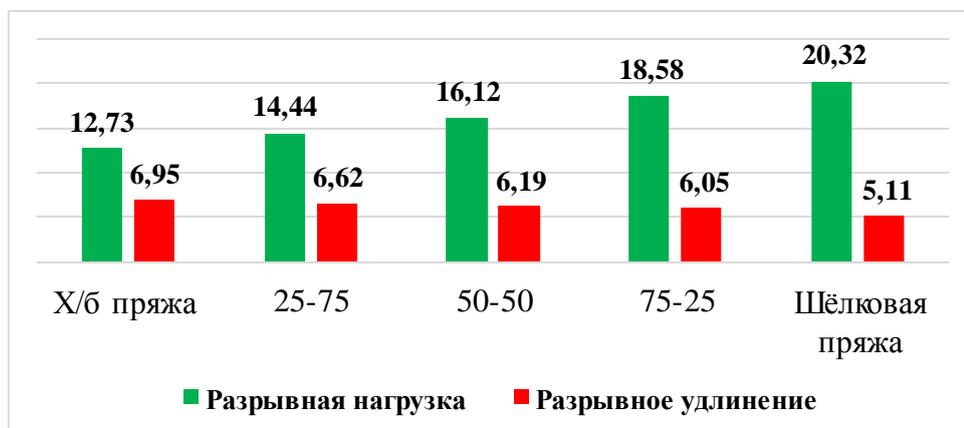
Выработка пряжи по своим свойствам отвечающей государственным стандартам, осуществлялась на кольцепрядильных машинах П-76-5М, которые установлены на прядильной фабрике №3, ООО «Нассочи точик». Основные технологические параметры процесса: частота вращения веретена-9000 об/мин,

крутка 998 кр/м. При переработке трех смесок с различным вложением шелковых волокон получена пряжа линейной плотности 20,2 текс. Результаты анализа технико-экономических и физико-механических показателей полученных пряж приведены в таблице 3.14.

**Таблица 3.14.** - Технологические показатели - бикомпонентной пряжи

Сырьевой состав пряжи, х/б-шелк, %	Показатели		
	Разрывная нагрузка	Разрывное удлинение	Себестоимость в процентах от х/б пряжи
	P, сН	L, %	%
100-0	12,73	6,95	100
75-25	14,44	6,62	113,8
50-50	16,12	6,19	127,3
25-75	18,58	6,05	142,5
0-100	20,32	5,11	177,4

Как видно из таблицы 3.14., наилучшим вариантом смеси по соотношению «цена-качество» является смесь состоящая из 25% шелковых волокон, полученных из шелковых отходов и 75% хлопковых волокон. При этом прочностные характеристики смесевой пряжи увеличиваются на 25% относительно хлопчатобумажной пряжи соответствующей толщины. В то же время себестоимость пряжи увеличивается также на 25 %.



**Рисунок 3.12.** - Диаграмма разрывной нагрузки и удлинения бикомпонентной пряжи по соотношению хлопчатобумажной пряжи и шёлковой пряжи (в %)

Анализ диаграммы (рисунок 3.12) показывает, что, наилучшим вариантом смеси является соотношение шелк : хлопок 25:75. При этом прочностные характеристики новой пряжи увеличиваются на 75% относительно хлопчатобумажной пряжи соответствующего толщины. В то же время себестоимость новой пряжи увеличится всего на 20 %. При дальнейшем увеличении доли шелковых волокон пропорционально увеличивается себестоимость новой пряжи, что влияет на стоимость готовой продукции. Обрыность при этом, по всем переходам ткацкого производства снижается 65-75% , следовательно производительность оборудования повышается на 30-40%, а качество тканей за счет снижения обрывности нитей на 15-20%.

Полученная бикомпонентная пряжа линейной плотности 20,2 текс, использовался в утке при выработки плательной ткани «Миткаль», основисто хлопчатобумажная пряжа линейной плотности 20,2 текс. Новизна способа получения бикомпонентной пряжи подтверждена патентом РТ на полезную модель. За время апробации выработано 10 258 пог.м. ткани, первого сорта.

**Таблица 3.15.** - Нормы выхода пряжи, оборотов и отходов из смеси хлопкового волокна и шелковых отходов (%)

Вид продукта и отходов	Промышленный сорт хлопкового волокна и шелковых отходов		
	25:75	50:50	75:25
%-ное соотношение	25:75	50:50	75:25
Пряжа из хлопкового волокна и отходов шелка %	84	85,5	87
Всего оборотов и отходов, в т.ч.:			
Рвань ленты	3,8	3,6	3,6
Рвань холста	0,2	0,3	0,3
Рвань ровницы	0	0	0
Мычка	0	0	0
Кардный очес	1,85	2,05	1,97
Орешек и трепальный пух	2,55	2,95	3,17
Орешек и чесальный пух	1,72	1,71	1,75
Чистая подметь	0,15	0,2	0,15
Путанка	0,09	0,08	0,1

Окончание таблицы 3.5.

Пух с чесальных палок, верхних валиков и чистителей	0,15	0,15	0,15
Прочие отходы (подвальный пух с фильтров, загрязненная и масляная подметь)	0,35	0,35	0,35
Невидимые отходы	2,7	2,8	3,1
Всего	100	100	100

При всех трех соотношениях шелковых отходов и хлопкового волокна наблюдается малое количество отходов при получении пряжи (таблица 3.15). Таким образом, полученные результаты являются основой для безотходной и экономически эффективной переработки шелковых отходов. Фракция серицина, отделенная на первой стадии процесса переработки, является основой для высококачественной шлихты. Вторая фракция, содержащая волокна фиброина служит эффективным компонентом натуральной бикомпонентной пряжи.

## **ГЛАВА IV. ПРИНЦИПЫ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ КОЛОРИРОВАНИЯ И ПРОМЫВКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ И ШЕЛКОВЫХ ТКАНЕЙ АКТИВНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ**

### **4.1. Научное обоснование выбора поверхностно-активных веществ для интенсификации процесса крашения и промывки тканей из натуральных волокон**

Ассортимент поверхностно-активных веществ постоянно расширяется, исследованию их свойств посвящен широкий спектр работ и в большей степени акцент делается на изучении теории моющего действия, которая характеризуется термодинамическими и кинетическими величинами. В работе [91] отмечены факторы, позволяющие понизить поверхностное натяжение на границе газ-жидкость, вместе с тем установлено, что в некоторых случаях рост поверхностного натяжения обуславливает усиление моющей способности растворов ПАВ. Изучение свойств изо-алкилсульфонатов [92] показало, что моющее действие, поверхностное натяжение и смачивающая способность их практически не связаны. При этом ПАВ с низким поверхностным натяжением зачастую не обладают высоким моющим действием.

Низкое поверхностное натяжение не гарантирует высокого моющего действия ПАВ, хотя растворы эффективных моющих средств и препаратов, имеющих типичную структуру ПАВ, как правило, обладают низким поверхностным и межфазным натяжением. Большое количество работ посвящено исследованию взаимосвязи между действием раствора поверхностно-активных веществ и процессами мицеллообразования.

Связь между моющим действием и ККМ (критическая концентрация мицеллообразования) ПАВ исследована в работе [93], предложен ряд эмпирических зависимостей между изучаемыми характеристиками. Моющее действие является сложным процессом и состоит из ряда простых. Элементарные акты моющего действия можно разделить на основные,

которые его обеспечивают, и вспомогательные, характеризующие свойство моющих композиций. Опубликовано большое количество работ по исследованию влияния каждого акта, определяющего ту или иную роль в моющем процессе [94-95]. Однако до настоящего времени не выработано развернутая концепция моющего действия поверхностно-активных веществ, способная комплексно объяснить каждый акт рассматриваемого процесса, что связано со сложностью объектов исследования как в теоретическом, так и практическом ключе.

Промывка текстильных материалов в отделочном производстве является чрезвычайно энергоемким процессом, повысить скорость и эффективность этого процесса можно при использовании новых перспективных экологически мягких поверхностно-активных веществ. Применение ПАВ способствует снижению диффузионного сопротивления переносу частиц красителя в промывную ванну. Для выбора эффективных моющих веществ из числа новых ПАВ необходимо исследовать их свойства, и прежде всего смачивающую и моющую способности, что является основой создания экологичных качественных ТМС.

Колорирование текстильных материалов природного происхождения активными красителями можно интенсифицировать как физическими [43], так и различными химическими способами [96]. Физические методы интенсификации требуют дорогостоящего оборудования и соответственно больших материальных и энергетических затрат. Из химических способов наиболее интересным с экологической стороны и менее затратным является интенсификация процессов колорирования посредством использования эффективных ПАВ, характеризующихся высокой смачивающей и эмульгирующей способностями.

Для исследования были использованы новые поверхностно-активные вещества, предоставленные группой компаний «НОРКЕМ» г. Дзержинск, которые относятся к экологически безопасным оксиэтилированным жирным

спиртам (Синтанол АЛМ-7, Синтанол АЛМ-10), синтезированный в лаборатории ОАО ПО Тонкий Органический Синтез г. Долгопрудный Синтанол-8, а также карбоксилав производства ООО Научно-производственное объединение "НИИПАВ"(г. Волгодонск, Ростовской обл.) и «зеленые» алкилполиггликозиды импортного производства (фирма «COGNIS»), полученные ацелированием кукурузного сиропа глюкозы (Глюкопон 215). В качестве объектов сравнения были выбраны неионогенный Неонол АФ 9/10 и традиционно применяемые поверхностно-активные вещества анионного типа. Проведена оценка функциональных свойств ПАВ, определяющих их пригодность для использования в процессах колорирования и промывки тканей из природных волокон.

В отделочном производстве для крашения текстильных материалов используется высокоскоростное оборудование, например, поточные линии фирмы «Вакаяма», «Киото», «Риджиани» - для технологий непрерывной обработки, а также машины эжекторного типа фирм «DMC», «FLAINOX» для периодических способов крашения, что требует использование поверхностно-активных веществ с низким пенообразованием. Определена пенообразующая способность ПАВ, рассматриваемых в работе. Как показано (таблица 4.1.) минимальной пенообразующей способностью обладает Washmatic, относящийся к импортным препаратам, а максимально низкую устойчивость пены имеет карбоксилав, относящийся к анионным поверхностно-активным веществам.

Необходимо было изучить поведение поверхностно-активных веществ в щелочной среде, так как процесс колорирования природных текстильных материалов активными красителями проходит при наличии в составе щелочного агента (гидроксида натрия, карбоната натрия, бикарбоната натрия), который имеет несколько функций. Во-первых, щелочной агент способствует ионизации гидроксильных групп целлюлозы, а также при использовании красителей хлортриазинового ряда создает среду для реакции

красящего вещества с целлюлозой волокна. Если процесс крашения ведется с использованием винилсульфоновых красителей, щелочь необходима для выделения из исходного неактивного красителя его реакционноспособной формы. Определена устойчивость ПАВ в растворах щелочей с концентрацией 50-200 г/л. По устойчивости в изучаемых растворах поверхностно-активные вещества разделили на три группы (таблица 4.1.).

**Таблица 4.1.** - Оценка функциональных показателей ПАВ

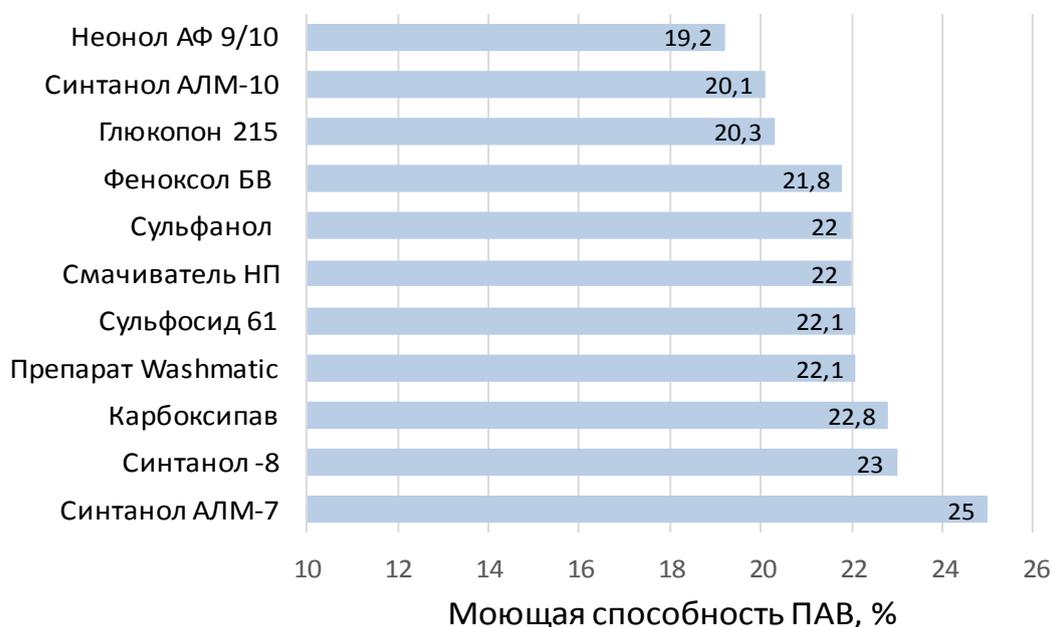
ПАВ	Устойчивость в растворе NaOH, г/л	Смачивающая способность, с	Пенообразование, см <sup>3</sup>	Устойчивость пены, %
Глюкопон 215	200	1,5	370	60
Глюкопон 225	200	1,5	350	62
Карбоксипав	75	2,5	200	18
Неонол АФ 9/10	50	2,5	330	20
Препарат Washmatic	75	2,5	120	39
Синтанол -8	50	2	172	26
Синтанол АЛМ-10	50	2	180	27
Синтанол АЛМ-7	50	2,5	160	27
Синтанол ДС-10	50	2,5	158	38
Смачиватель НП	50	2,5	200	45
Сульфанол	50	2,5	250	60
Сульфосид 61	100	4	200	56
Феноксол БВ	150	1,5	190	33

К первой группе относятся производные оксиэтилированных жирных спиртов и оксиэтилированный нонилфенол и его производные, которые обладают устойчивостью в щелочных растворах до концентрации (50 г/л) щелочи. Во вторую группу входят препараты Washmatic и карбоксипав, характеризующиеся устойчивостью в растворе щелочей (до 75 г/л). В третью группу входят сульфосид 61 и феноксол БВ, которые устойчивы при концентрации щелочи (100-150 г/л).

Максимальной устойчивостью в щелочных средах (до 200г/л) характеризуются препараты четвертой группы, относящиеся к алкилполигликозидам или глюкопонам. Важнейшим процессом, как в

процессе промывки, так и колорирования природных текстильных материалов, является смачивание. Смачиватели способствуют возрастанию скорости пропитки текстильного материала химическими препаратами. Определение смачивающей способности (рисунок 4.1.) позволило выделить из серии исследованных ПАВ феноксол БВ и глюкопоны 215 и 225.

Значимую роль в промывке тканей из природных волокон играет моющая способность применяемых с этой целью поверхностно-активных веществ.

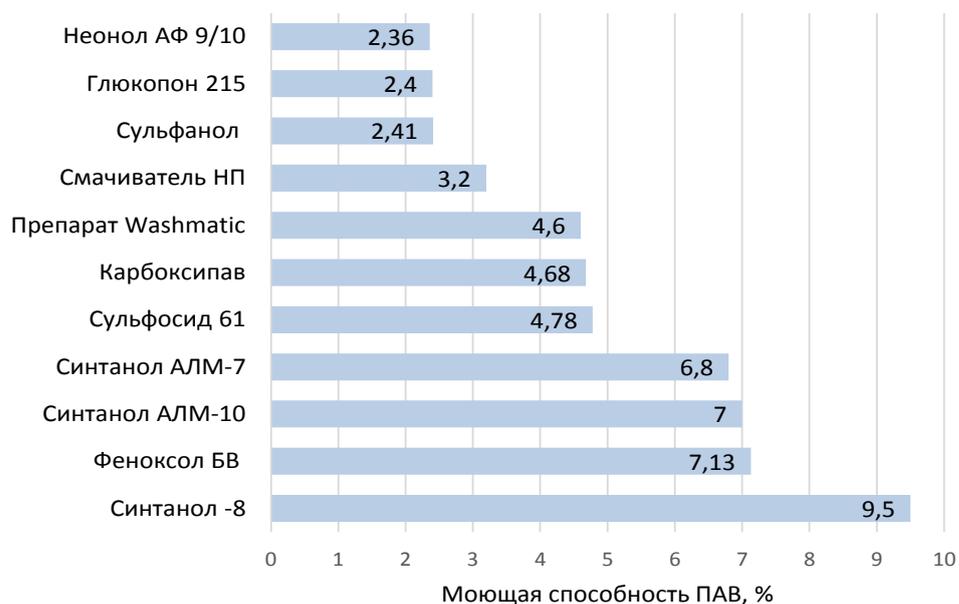


**Рисунок 4.1.-** Характеристика моющей способности ПАВ

Определение этой характеристики ПАВ позволило (рисунок.4.1.) выделить производные оксиэтилированных жирных спиртов со степенью оксиэтилирования 7-8 (Синтанол АЛМ7 и Синтанол-8), которые показали максимальное значение моющей способности. Вместе с тем неплохие результаты получены при использовании Карбоксипав и препарата Washmatic.

Оптimum моющего действия на ткани наблюдается для производных оксиэтилированных спиртов при степени оксиэтилирования, равной 7.

Вторым показателем, характеризующим эффективность смачивания текстильных материалов, является количество сорбированного ПАВ, соответствующего единице массы волокна. Установлено (рисунок 4.2), что повышенной адсорбционной способностью обладают оксиэтилированные жирные спирты и оксиэтилированный алкилфенол с винилбутиловым окончанием (Феноксол БВ). Максимально целлюлозная ткань поглощает Синтанол-8 — 9,5 г/кг волокна. Средним значением рассматриваемого показателя характеризуются препарат Washmatic. Сульфосид, Карбоксипав. Минимальной адсорбционной способностью обладают Сульфанол, Глюкопон 215, Неонол Аф 9/10 и Смачиватель НП (рисунок 4.2).



**Рисунок 4.2.** – Адсорбционная способность целлюлозного волокнистого материала по отношению к ПАВ различной природы

#### **4.1.1.Спектрофотометрические исследования состояния активных красителей в растворе в присутствии ПАВ**

Экологизация отделочного производства подразумевает снижение выбросов красящих веществ в сточные воды. Эта задача может быть решена посредством увеличения степени полезного использования красителей в процессах колорирования текстильных материалов. Учеными республики Таджикистан ведется большое количество работ, направленное на снижение непроизводственных затрат красителей, в том числе активных [97-104].

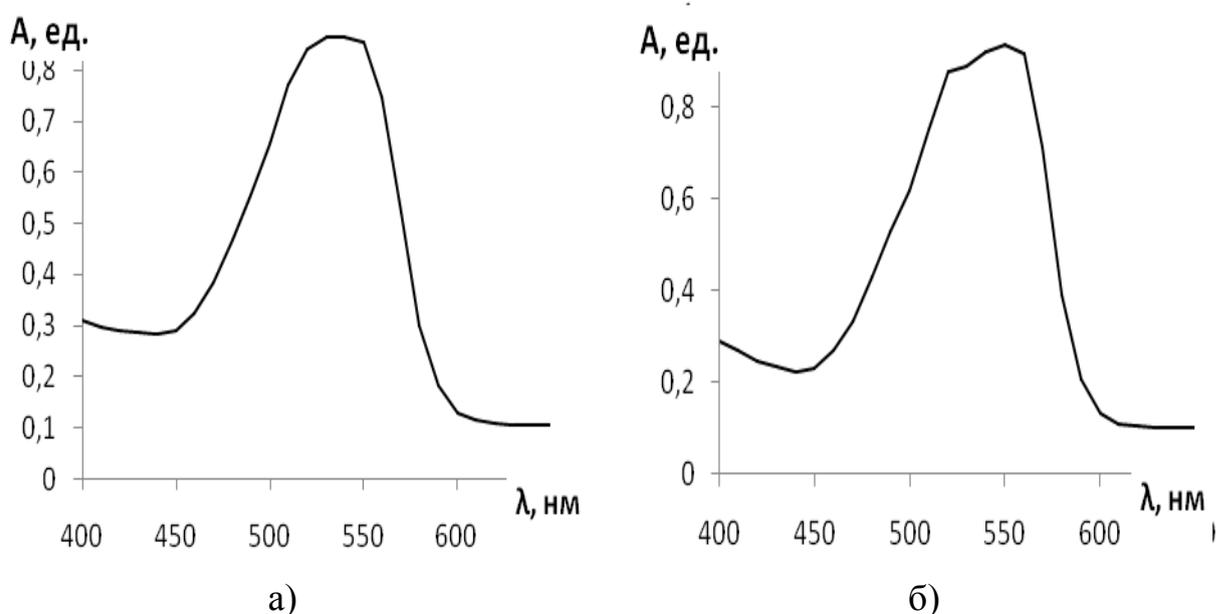
Для снижения потерь активных красителей и повышения качества колорированных текстильных материалов можно применять поверхностно-активные вещества. Процессы влияния ПАВ на состояние активных красителей в водных средах рассматриваются в работах [105-116], вместе с тем расширяется ассортимент поверхностно-активных веществ и активных красителей, что обуславливает необходимость поиска новых ПАВ, способных играть роль интенсификаторов.

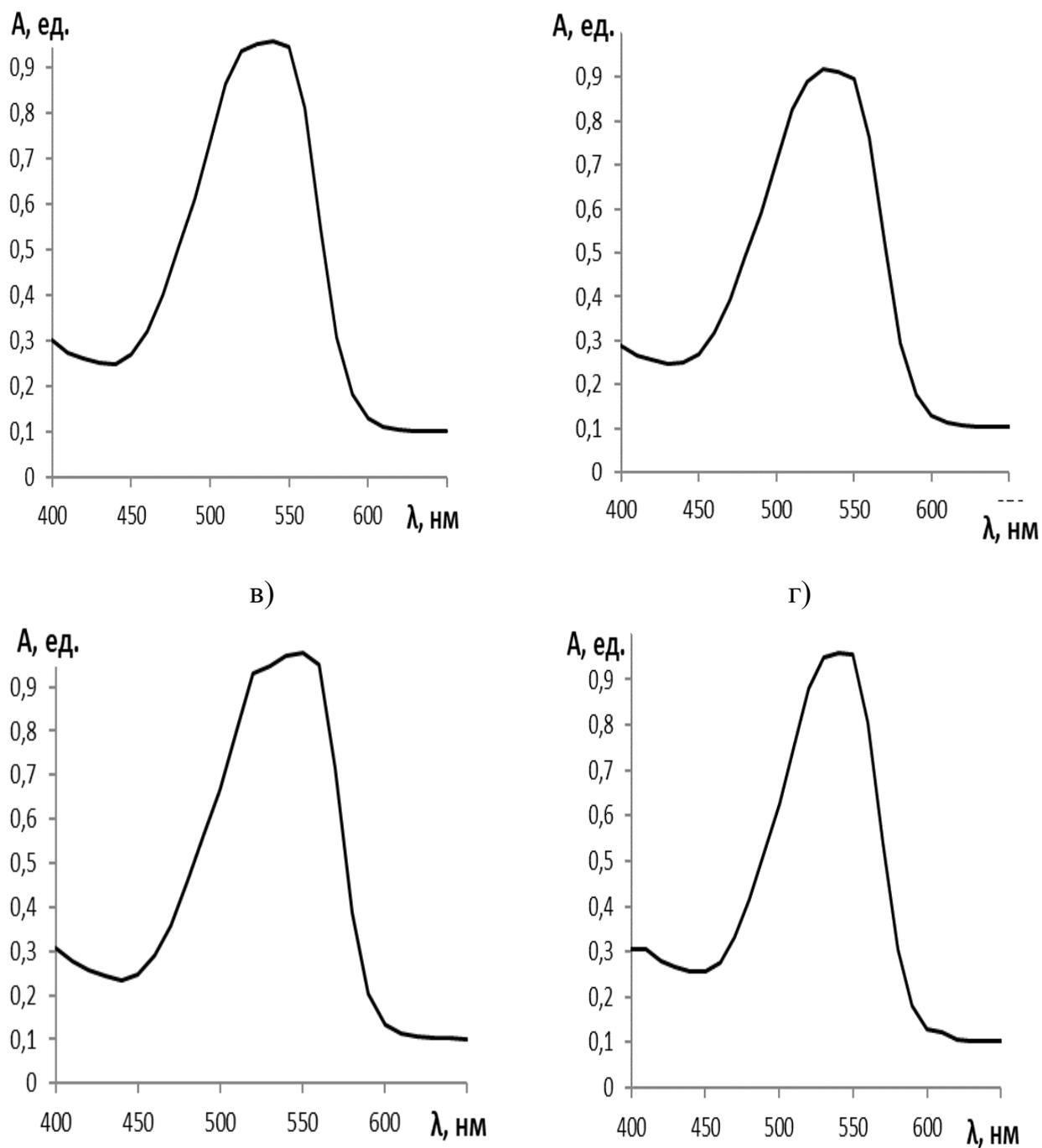
В данной работе определяли поведение в присутствии ПАВ в растворах следующих активных красящих веществ: винилсульфоновые- Aраctive Blue G, бирюзовый 2 ЗТ, дихлортриазиновые-активный ярко- красный 5СХ, гомо- и гетеробифункциональные - Aраctive Yellow ME4GL, Aраctive blueME2GL, Aраctivered 3ВXF. Они характеризуются хорошей растворимостью в воде и высокой скоростью диффузии в толщу текстильного материала по сравнению с другими классами красящих веществ. Известно, что скорость диффузии красящих веществ определяется, прежде всего, состоянием красителя в растворе. Введение ПАВ позволяет замедлять образования ассоциированных частиц красителей и таким образом целенаправленно влиять на диффузионные и сорбционные процессы.

В связи с этим изучено состояние активных красителей в присутствии алкилполигликозидов – «зеленых ПАВ» (Глюкопон 215, 225), оксиэтилированных алкилфенолов (Неонол АФ 9/10), карбоксипроизводных

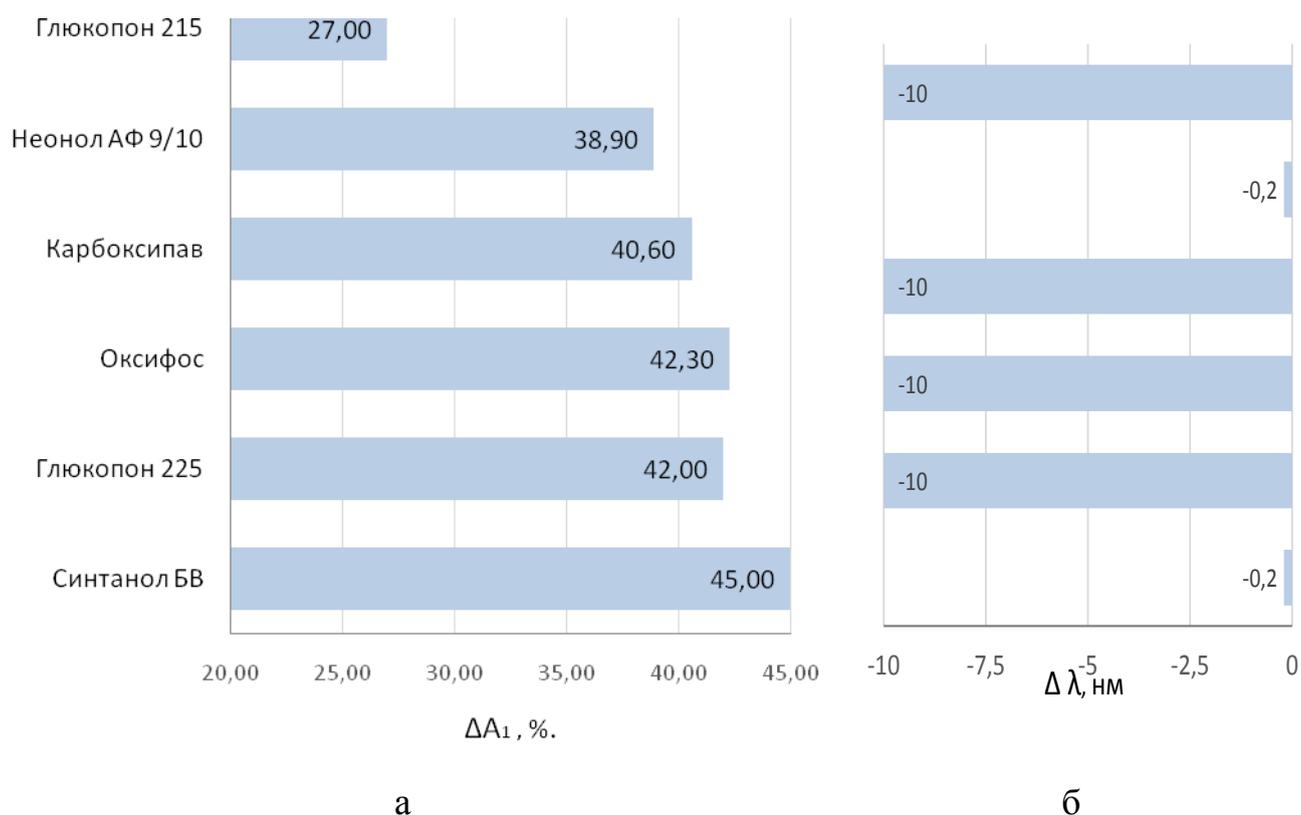
нонилфенолов (Карбоксипав), оксиэтилированных жирных спиртов (Синтанол БВ), анионных фосфоросодержащих (Оксифос) и композиционного ПАВ. Растворы красителей исследовались на спектрофотометре "U-2001", при этом были отобраны только прозрачные растворы красящего вещества. Если введенное в состав поверхностно-активное вещество способствовало помутнению раствора, то такие системы не рассматривались.

Исследована зависимость оптической плотности раствора гетеробифункционального активного красителя Red 3BXF от введенного в состав красильной ванны ПАВ. Определены изменения в спектрах данной системы, соответствующие максимуму поглощения и сдвигу спектральной полосы. Показано наличие гиперхромного эффекта (рисунок 4.3.) при использовании практически всех рассматриваемых поверхностно-активных веществ, одновременно присутствует гипсохромный сдвиг пика спектральной линии, что свидетельствует об отрицательной сольватохромии. Наибольший положительный эффект наблюдается при добавлении в красящий раствор Синтанола БВ, Карбоксипав и Оксифоса (рисунок 4.3.).



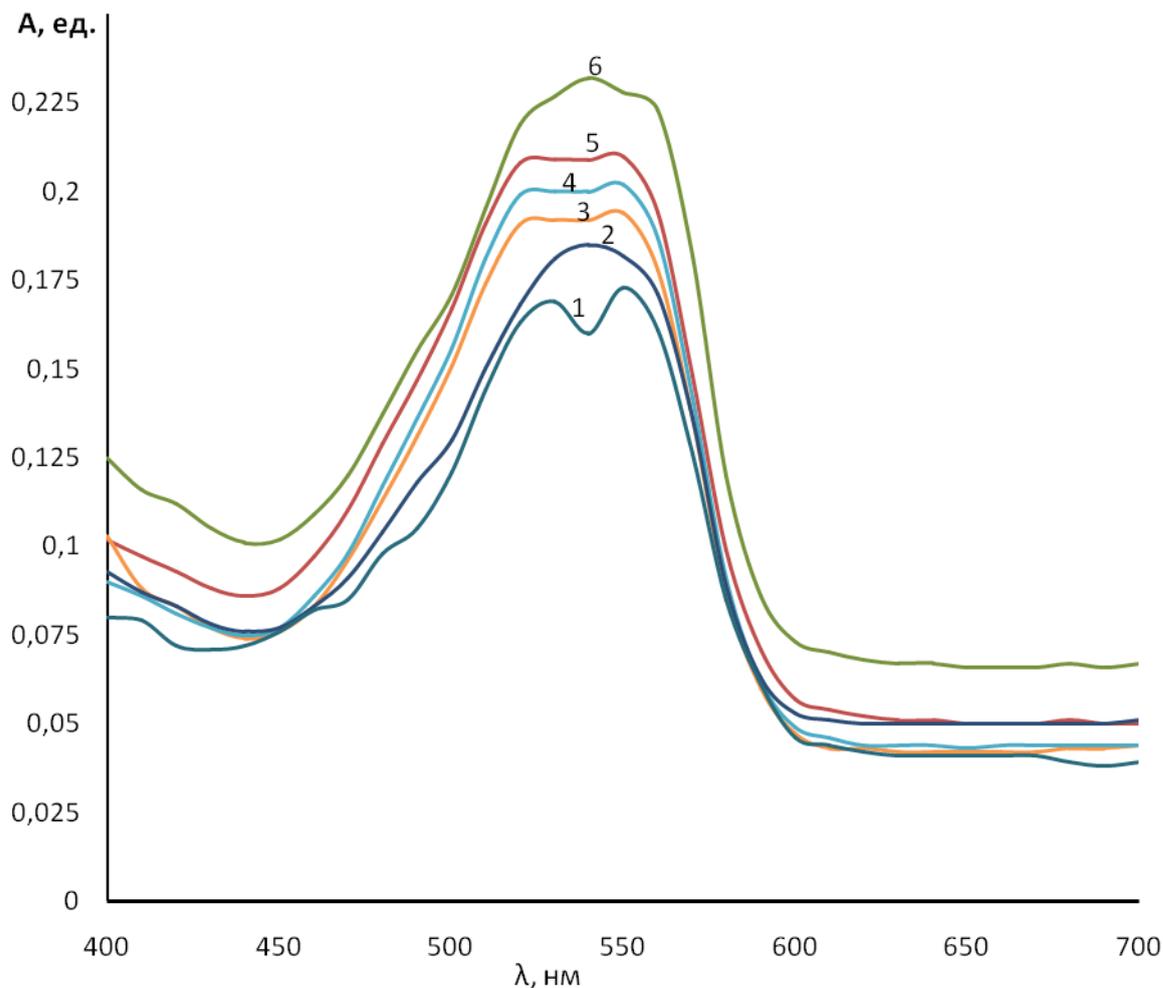


д) е)  
**Рисунок 4.3.** – Спектр поглощения раствора активного Red 3BXF ( $C=5\text{г/л}$ ) при введении в систему ПАВ ( $C_{\text{ПАВ}}=1\text{г/л}$ ): а – Глюкопона 215, б – Неонола АФ 9/10, в – Глюкопона 225, г – Карбоксипав, д - Синтанола БВ, е – Оксифоса



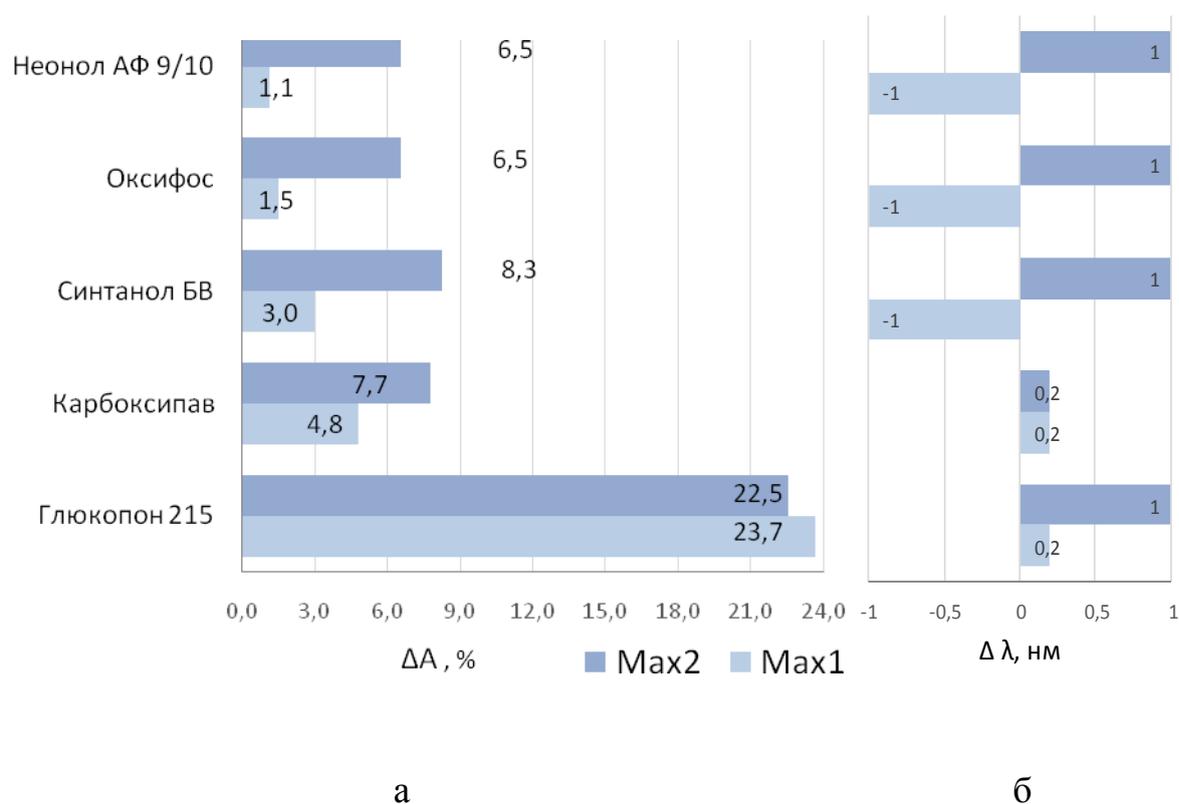
**Рисунок 4.4.** – Состояние активного красителя Red 3ВХF в растворе (5г/л) в растворе в зависимости от природы ПАВ ( $C=1$  г/л): а – изменение оптической плотности красильного раствора  $\Delta A$ , % при характеристической длине волны; б – изменение длины волны максимума поглощения  $\Delta \lambda$ , нм на максимальном значении оптической плотности раствора.

Влияние поверхностно-активных веществ на спектральные характеристики растворов дихлортриазинового активного ярко-красного 5СХ с концентрацией (5г/л) позволило отметить гиперхромный эффект в спектрах поглощения красящего вещества в присутствии Глюкопона 215, Карбоксипав и Неонола АФ 9/10.



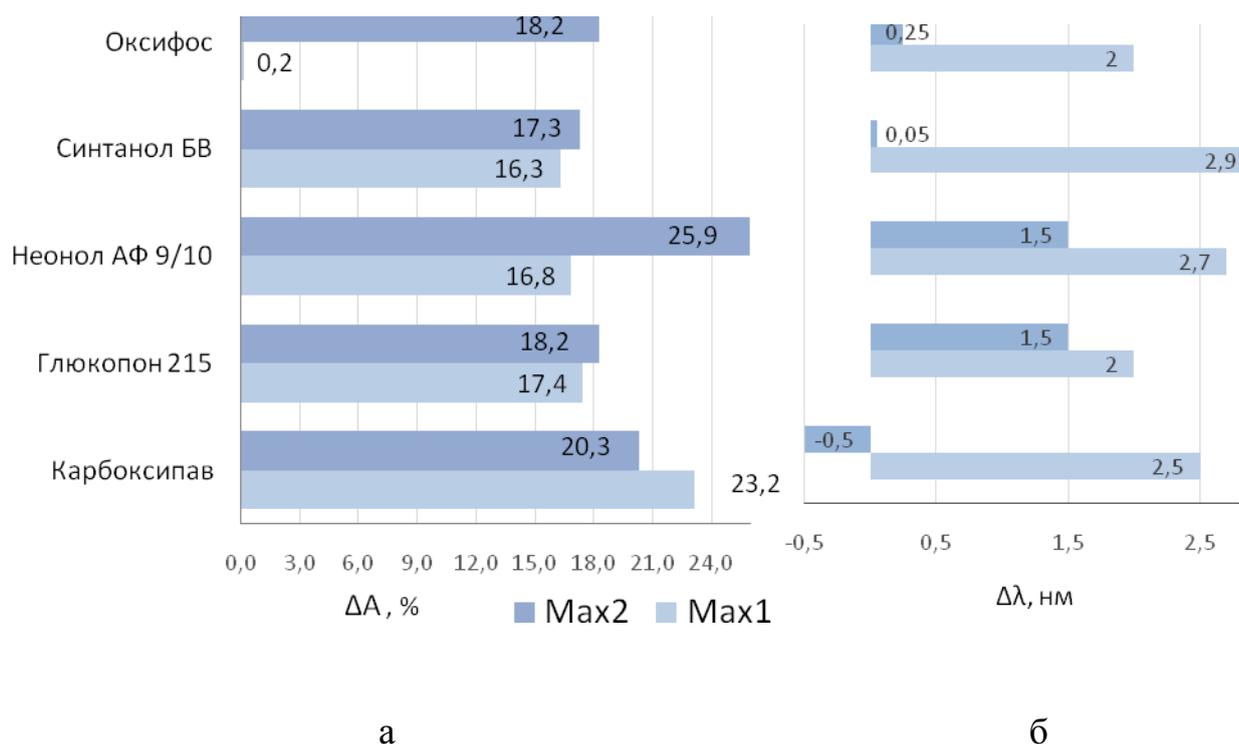
**Рисунок 4.5.** – Спектр поглощения раствора активного ярко-красного 5 СХ ( $C=5$  г/л) 1-без добавки и в присутствии ПАВ ( $C=1$  г/л): 2 – Синтанола БВ, 3 – Оксифоса, 4 – Карбоксипав, 5 – Глюкопона 215, 6 – Неонола АФ 9/10

Неонол АФ 9/10 взят нами для сравнения, так как относится к нонилфенолам, которые трудно разлагаются и вызывают бурный рост водорослей в водоемах. Судя по данным рисунка 4.5 и рисунка 4.6 гипсохромный эффект оказывает Оксифос и Синтанол БВ, которые, по-видимому, увеличивают степень агрегации красителя. Гиперхромный эффект получен при введении в систему помимо Неонола АФ 9/10 Глюкопона 215 и Карбоксипав. Наиболее экологически безопасными и, соответственно, рекомендуемыми для использования являются Глюкопон 215 и Карбоксипав.



**Рисунок 4.6.** – Состояние активного красителя бирюзовый 2 ЗТ в растворе ( $C=5$  г/л) в зависимости от природы ПАВ ( $C=1$  г/л): а – изменение оптической плотности красильного раствора  $\Delta A$  при характеристической длине волны для двух максимумов поглощения; б – изменение длины волны максимума поглощения  $\Delta \lambda$ , нм

Проанализированы спектры поглощения растворов винилсульфоновых красителей отечественного и импортного производства. Для активного бирюзового 2 ЗТ и винилсульфонового Blue G (рисунок 4.6. и 4.7.) характерно идентичное воздействие поверхностно-активных веществ различной природы на состояние этих красителей. Максимальное увеличение оптической плотности происходит при введении в систему Глюкопона 215 (на 11-23%) и Карбоксипав (на 7,7-13%). При этом изменение длины максимума поглощения практически не наблюдается. Оксифос и Синтанол БВ оказывают минимальное действие на растворенные винилсульфоновые красители.

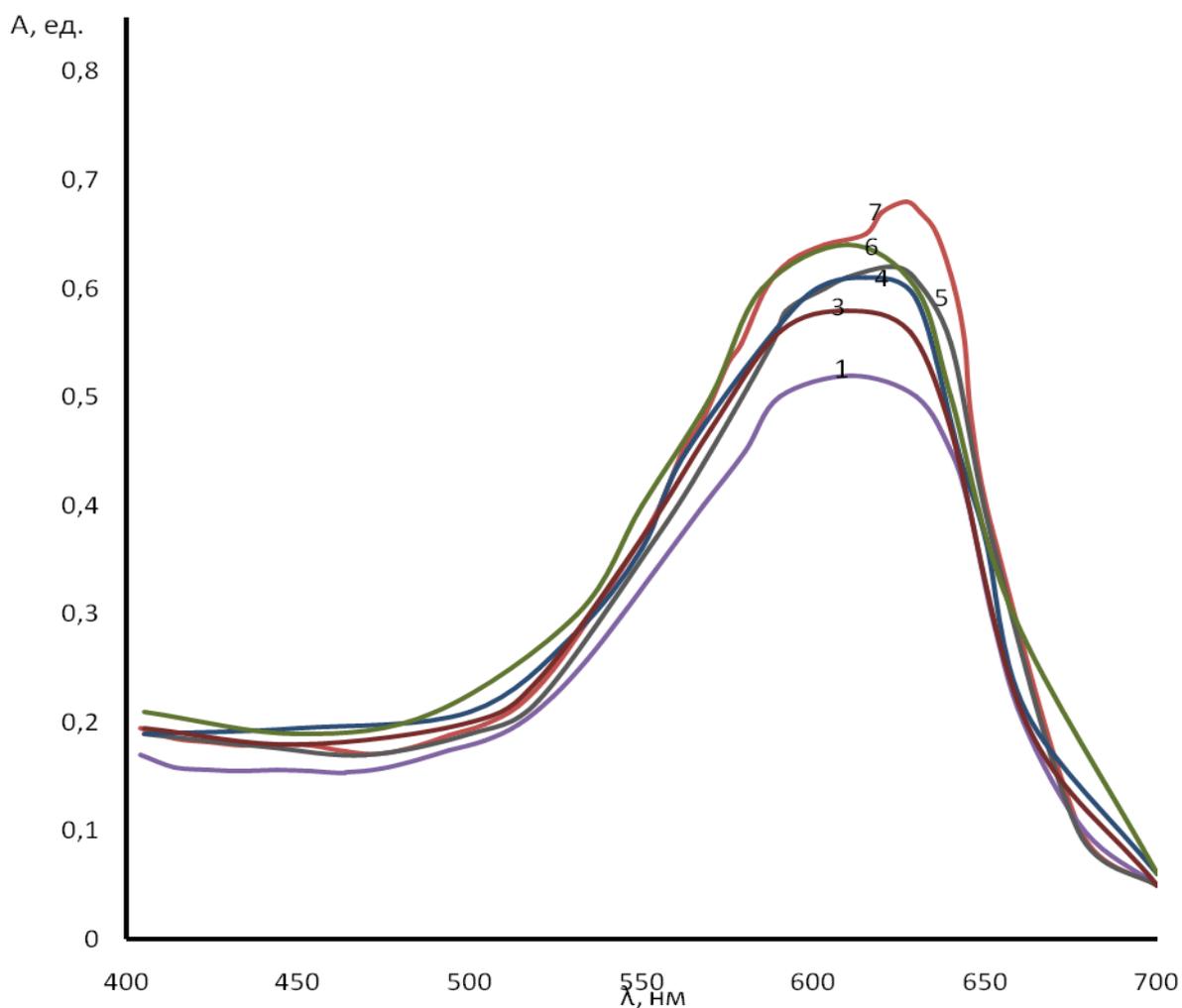


**Рисунок 4.7.** – Состояние активного красителя бирюзовый Blue G в растворе ( $C=5$  г/л) в зависимости от природы ПАВ ( $C=1$  г/л): а – изменение оптической плотности красильного раствора  $\Delta A$  при характеристической длине волны, % ( $\text{Max}_1$  при длине волны  $\lambda_1, \text{nm}$  и  $\text{Max}_2$  при длине волны  $\lambda_2, \text{nm}$ ); б – изменение длины волны максимума поглощения  $\Delta \lambda, \text{nm}$

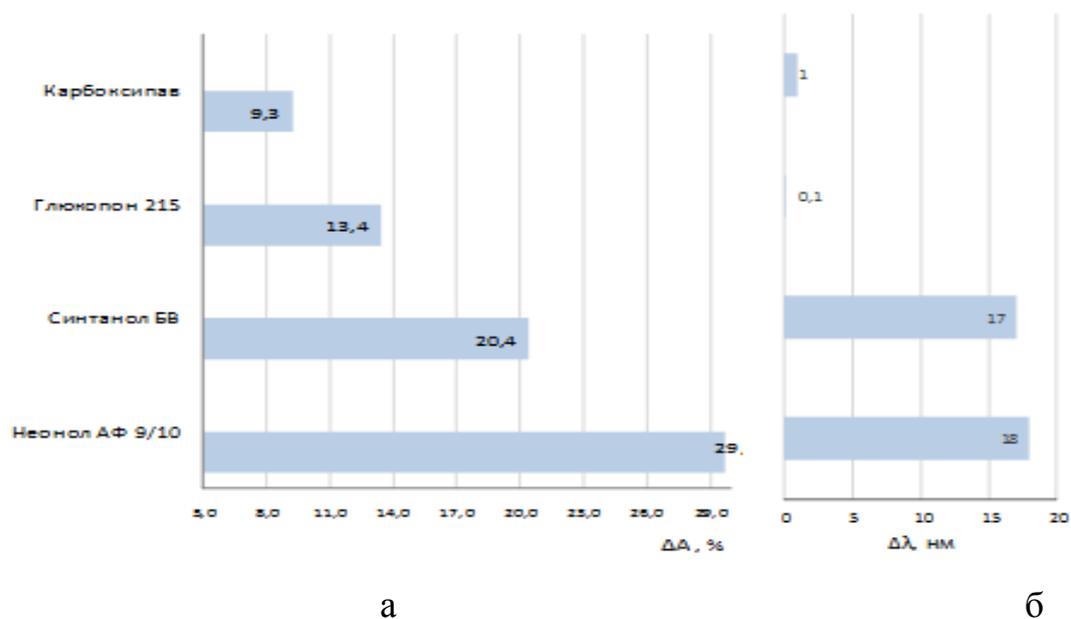
Изучено состояние гомобифункциональных красителей Aractive BlueME2GL и Aractive yellow ME4GL в растворе в присутствии поверхностно-активных веществ. Для красителя Aractive Blue ME2GL при введении Неонола АФ 9/10 резко изменяются спектрофотометрические характеристики. Наблюдается положительная сольватохромия ( $\Delta \lambda=18$  нм) и увеличение интенсивности поглощения при характеристической длине волны на 28%, что может означать изменение цвета раствора вследствие взаимодействия нонилфенола с красителем. Значительно растет растворимость Aractive Blue ME2GL в присутствии Глюкопона 215, при этом практически не изменяется характеристическая длина волны (рисунки 4.8 и 4.9.).

Глюкопон 215 также обеспечивает максимальное увеличение оптической плотности раствора Aractive yellow ME4GL и незначительную

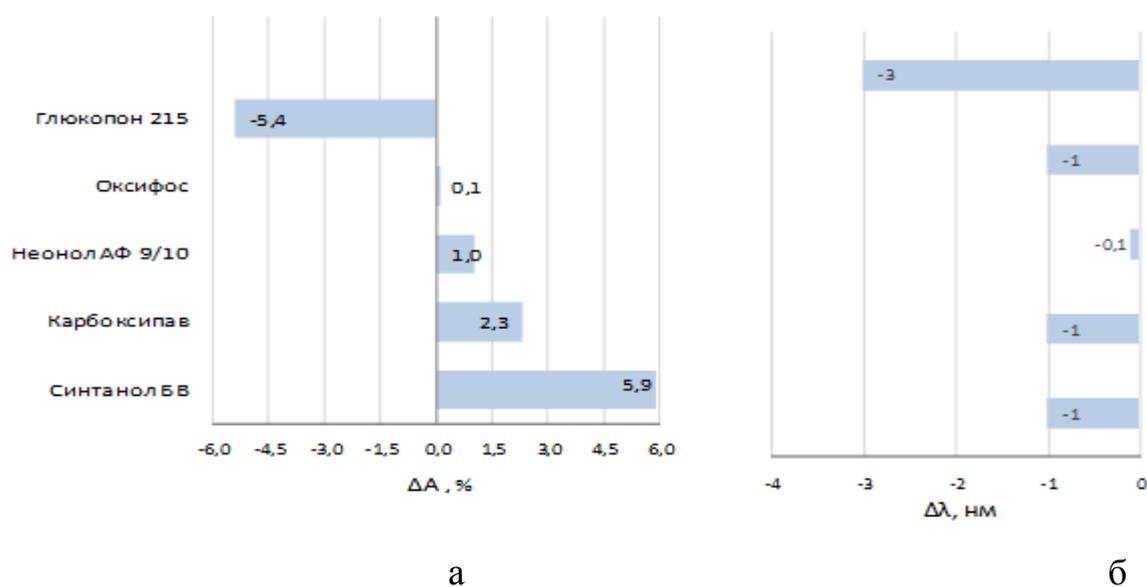
отрицательную сольватохромию ( $\Delta\lambda_1=-2,2$  нм). Положительно влияет на состояние данного красителя в растворе введение в исследуемую систему Карбоксилав (рисунок 4.10). Использование Неонола АФ 9/10 в данном случае является малоэффективным.



**Рисунок 4.8.** - Спектофотометрические изменения в растворе Aractive Blue ME2GL после введения в раствор: 1- без добавок, 3- Карбоксилав, 4- Глюкопона 215, 5- Синтанола БВ, 6-Глюкопона 225, 7- Неонола АФ 9/10.



**Рисунок 4.9.** – Состояние активного красителя бифункционального Aractive blue ME2GL в растворе ( $C=5$  г/л) в зависимости от природы ПАВ ( $C=1$  г/л): а – изменение оптической плотности красильного раствора  $\Delta A$  при характеристической длине волны, %; б – изменение длины волны максимума поглощения  $\Delta \lambda$ , нм.



**Рисунок 4.10.** – Состояние активного красителя бифункционального Aractive yellow ME4GL в растворе ( $C=5$  г/л) в зависимости от природы ПАВ ( $C=1$  г/л): а – изменение оптической плотности красильного раствора  $\Delta A$  при характеристической длине волны, %; б – изменение длины волны максимума поглощения  $\Delta \lambda$ , нм

Проявление изменения спектральных характеристик растворов красителей в присутствии ПАВ показывает в первую очередь степень ассоциации красителя в водной системе. При этом значимыми параметрами интенсификации процесса крашения в данном случае является достигаемый гиперхромный эффект без изменения характеристической длины волны. Образующиеся в растворе мицеллы ПАВ стабилизируют красители и разукрупняют ассоциаты.

Результаты, приведенные в данном разделе, отражают общие тенденции влияния поверхностно - активных веществ на состояние активных красителей в растворе. В основном исследуемые ПАВ, выбранные, как наиболее перспективные и экологически безопасные, способствуют гиперхромному эффекту на спектрах поглощения, хотя и в разной степени, что определяется, по-видимому, их химическим строением, критической концентрацией мицеллообразования и строением образуемой мицеллы.

#### **4.2. Обоснование и разработка составов ТВВ и технологии их применения**

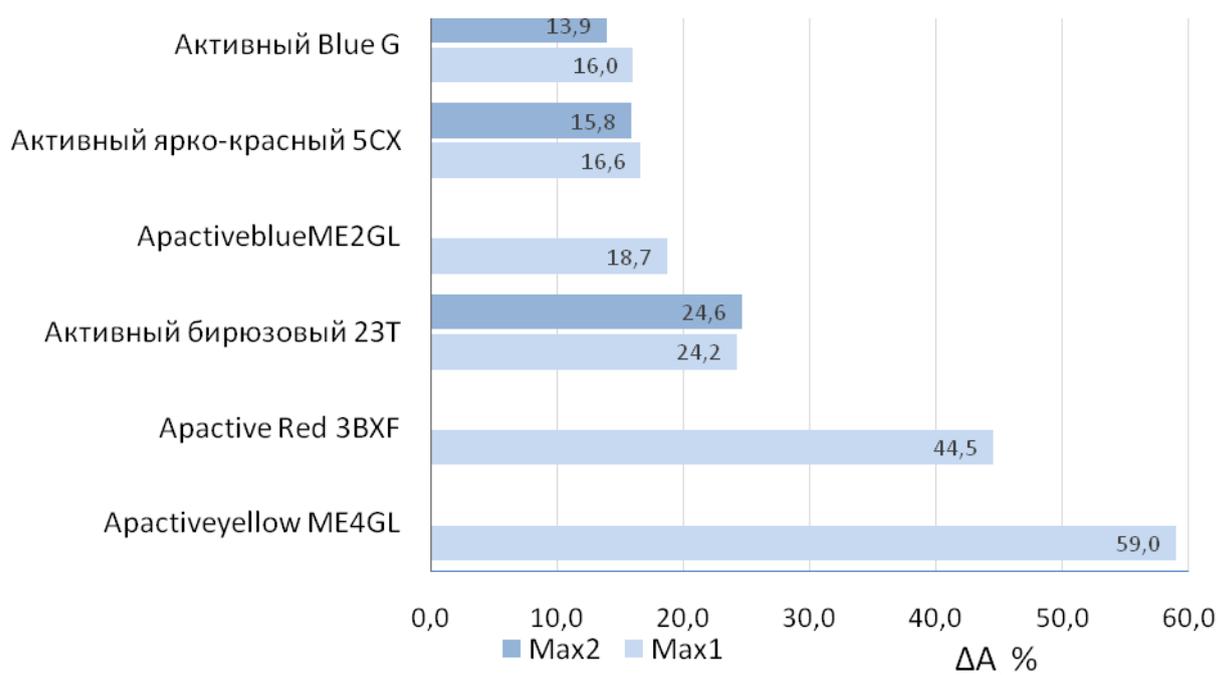
Понимание происходящих в красильной ванне взаимодействий позволяет прогнозировать характеристики поведения смеси красителей с поверхностно-активными веществами в растворе. Высокий гиперхромный эффект позволяет с большей долей вероятности считать, что ассоциаты красителя под действием ПАВ разукрупняются. Этот процесс наиболее эффективно проходит в том случае, если мы наблюдаем батохромный сдвиг, который согласно литературным данным характеризует включение красителя в мицеллы [117,118]. Перспективными поверхностно-активными веществами, которые показали свое положительное влияние на состояние рассматриваемых красителей в растворе являются Карбоксилав (анионоактивный) и Глюкопон 215 (неионогенный).

Полученные в предыдущем разделе данные позволили составить композиционный препарат, который проявляет синергический эффект, способствуя увеличению растворения красителей и интенсивности окраски текстильных материалов (рисунок 4.11., таблицы 4.2– 4.4.)

При использовании смеси Карбоксилав и Глюкопона 215 в соотношении 3:1 (общая концентрация в системе 1г/л) наблюдается увеличение оптической плотности раствора при характеристической длине волны для красителей различного химического строения как моно-, так и бифункциональных (таблица 4.2.). Как показано (рисунок 4.11.) оптическая плотность в присутствии композиции ПАВ возрастает от 13% для активного Blue G до 59 % для Арактив yellow ME4GL. Разработанная композиция была названа препаратом Интекс и рекомендована в качестве интенсификатора процесса колорирования природных текстильных материалов активными красителями.

**Таблица 4.2.** – Значение оптической плотности растворов активных красящих веществ в присутствии ПАВ

№ образца	Наименование активного красителя	Увеличение оптической плотности раствора $\Delta A_1$ , ед, при характеристической длине $\lambda_1$ , нм	Синергический эффект,
1	Ярко-красный 5CX	$\lambda_1=519, \Delta A_1=0,121$ $\lambda_2=543, \Delta A_2= 0,115$	присутствует
2	Бирюзовый 23Т	$\lambda_1=632, \Delta A_1=0,131$ $\lambda_2=669, \Delta A_2= 0,143$	присутствует
3	Blue G	$\lambda_1=490,5, \Delta A_{1-1}=0,190$ $\lambda_2=631,5, \Delta A_2= 0,165$	присутствует
4	Red 3BXF	$\lambda_1=540, A_1=0,298$	присутствует
5	BlueME2GL	$\lambda_1=620, A_1=0,099$	присутствует
6	Yellow ME4GL	$\lambda_1=433, \Delta A_1=0,63$	явно не выражен



**Рисунок 4.11.** – Влияние смеси ПАВ на изменение оптической плотности красильного раствора  $\Delta A$ , соответствующей максимуму поглощения

Определены качественные показатели окрасок хлопчатобумажного и хлопко-шелкового текстильных материалов, колорированных по непрерывной термозольной технологии, включающей пропитку на плюсовке раствором красителя при температуре 35-40°C, сушку, конвективную сушку при 100°C в течение 5 минут и фиксацию горячим воздухом при температуре 140°C в течение 3-4 минут.

Установлено (таблицы 4.3 и 4.4.), что введение разработанного интенсификатора способствует повышению устойчивости получаемых на текстильных материалах окрасок к физико-химическим обработкам, при этом возрастает степень фиксации красителя по сравнению с традиционной технологией.

**Таблица 4.3.** – Технические результаты крашения целлюлозной ткани активными красителями в присутствии ПАВ

Краситель		Активный yellow ME4GL		Blue G	Активный бирюзовый 23Т		Ярко-красный 5СХ	
		Неонол АФ 9/10	Интекс	Интекс	Неонол АФ 9/10	Интекс	Неонол АФ 9/10	Интекс
ПАВ		Неонол АФ 9/10	Интекс	Интекс	Неонол АФ 9/10	Интекс	Неонол АФ 9/10	Интекс
Изменение интенсивности окраски, К/S, %		–	7,0	12,0	-	15,0	-	8,1
Устойчивость окраски, балл, к:	стирке №2	4/4/4	5/4	5/4	4/4	4/4	4/4	4/4
	поту	4/4	5/4	5/4	4/3	4/3	4/4	4/4
	сухому трению	4	5	5	4	4	4	4-5
Степень фиксации АК,%		95,2	97,1	97,3	87,0	93,5	86,1	94,8

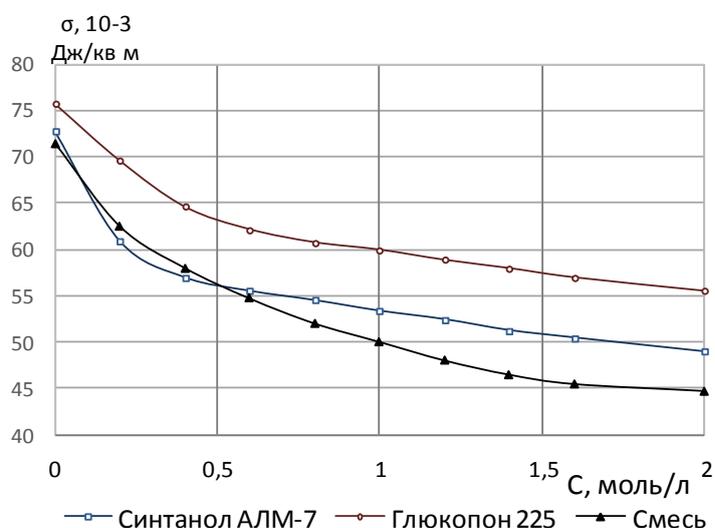
**Таблица 4.4.** – Технические результаты крашения хлопко-шелковой ткани активными красителями в присутствии ПАВ

Краситель		BlueG		Ярко-красный 5СХ
ПАВ		Неонол АФ 9/10	Интекс	Интекс
Изменение интенсивности окраски, К/S, %		–	14,8	10,0
Устойчивость окраски, балл	к стирке №2	5/4	5/5	4/4
	к поту	4/4	5/4	4/4
	к сухому трению	4	5	4-5
Степень фиксации АК,%		95,5	97,8	96,1

Для промывки текстильных материалов первостепенное значение имеет смачивание волокон и проникание в них водного моющего раствора. Увеличить скорость этого процесса возможно посредством понижения поверхностного натяжения воды как на поверхности раздела с воздушной фазой, так и на границе раздела с поверхностью волокнистого материала при введении ПАВ в раствор. Благодаря накоплению поверхностно-активных молекул в верхнем слое раствора поверхностное натяжение значительно

снижается, так как вследствие ориентированной адсорбции значительная часть границы раздела воздух-вода заменяется границей раздела углеводородный гидрофобный остаток-вода [119-120].

Посредством метода максимального давления газового пузырька было определено поверхностное натяжение изучаемых растворов ПАВ и построены изотермы поверхностного натяжения при температуре 20 °С. (рисунок 4.12.).



**Рисунок 4.12.** - Зависимость поверхностного натяжения раствора от концентрации Синтанола АЛМ-7, Глюкопона 225 и смеси ПАВ (Глюкопон 225 и Синтанол АЛМ-7 в соотношении 1:3 по массовой доли)

Методом графического дифференцирования определена поверхностная активность ПАВ:  $G = \left( - \frac{d\sigma}{dc} \right)_{c \rightarrow 0}$ .

Рассчитана избыточная адсорбция при различной концентрации растворов на поверхности «водный раствор-воздух» по уравнению Гиббса, которая при низких концентрациях выражается следующей формулой (таблица 4.16.):

$$\Gamma = - \frac{d\sigma}{dc} \frac{c}{RT}$$

Поскольку адсорбция ПАВ является мономолекулярной, и величины избыточной ( $\Gamma$ ) и полной адсорбции ( $a_m$ ) совпадают, то для описания изотермы адсорбции использовали уравнение Ленгмюра:

$$a = \frac{a_m bc}{1 + bc}$$

где  $a_m$  – предельное значение полной адсорбции (емкость насыщенного мономолекулярного адсорбционного слоя ПАВ);

$b$  – константа равновесия процесса адсорбции;

$c$  – концентрация ПАВ.

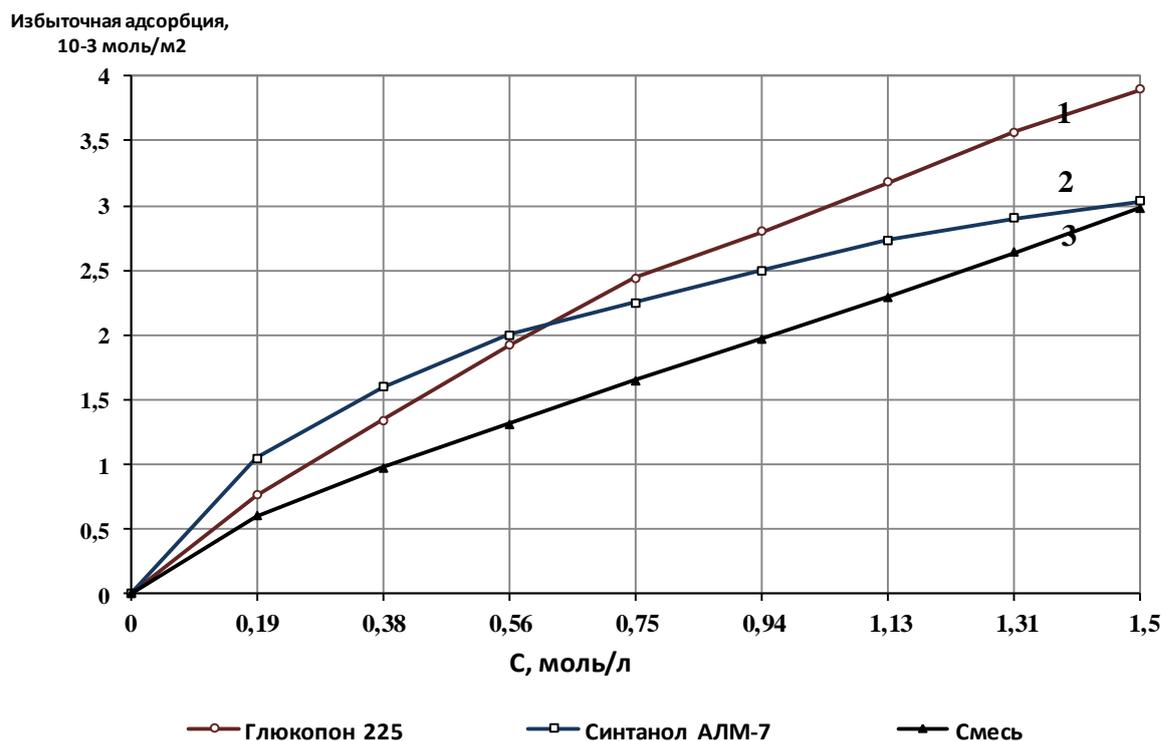
Обработкой изотермы адсорбции в линейных координатах уравнения Ленгмюра:

$$\frac{c}{a} = \frac{1}{ba_m} + \frac{c}{a_m}$$

рассчитана константа адсорбционного равновесия (рисунки 4.13.-4.14.), которая характеризует сродство адсорбата и адсорбента. Величина константы адсорбционного равновесия показывает способность данного поверхностно-активного вещества к адсорбции на межфазной поверхности. Увеличение константы адсорбционного равновесия характеризует повышение количества адсорбируемого ПАВ на межфазной поверхности.

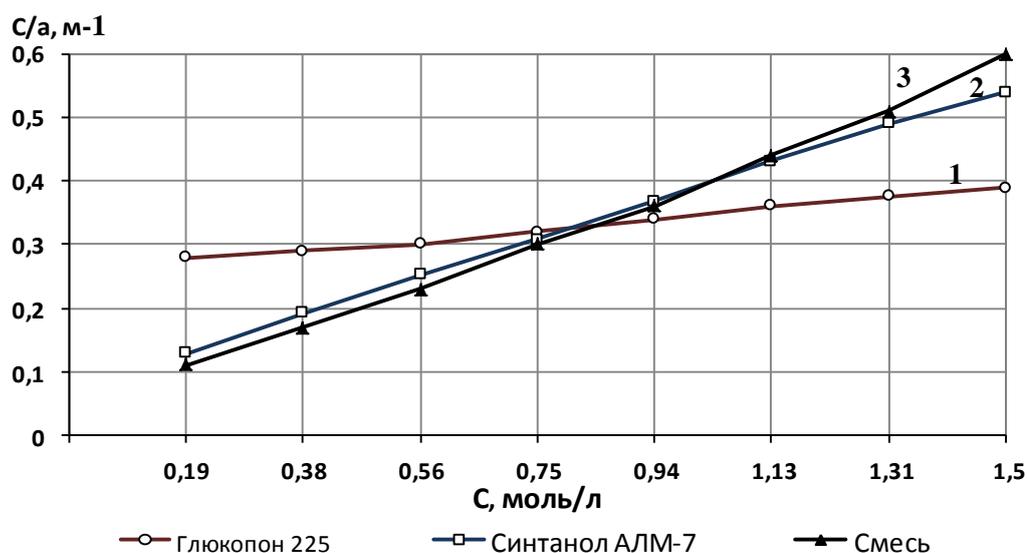
**Таблица 4.5.** - Влияние природы ПАВ на характеристики процесса их адсорбции

Концентрация раствора, моль/дм <sup>3</sup>	Поверхностное натяжение $\sigma \cdot 10^3$ , Дж/м <sup>2</sup>	Избыточная адсорбция $\Gamma \cdot 10^3$ , моль/м <sup>2</sup>	$C/a$ , м <sup>-1</sup>
Синтанол АЛМ-7 и Глюкопон 225			
0,2	62	0,6	0,11
0,4	58	1	0,18
0,59	55	1,3	0,25
0,79	52	1,63	0,32
0,99	50	1,94	0,39
1,19	48	2,29	0,47
1,59	45,45	3,07	0,62



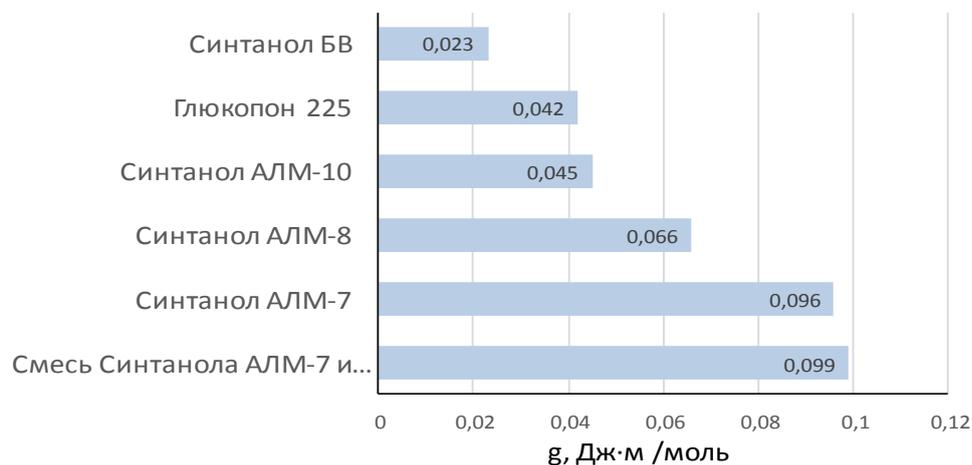
**Рисунок 4.13.** - Изотермы адсорбции ПАВ

Предельному значению адсорбции ПАВ соответствует образование насыщенного мономолекулярного слоя ПАВ на поверхности, причем поверхностное натяжение снижается тем эффективней, чем выше поверхностная активность вещества.

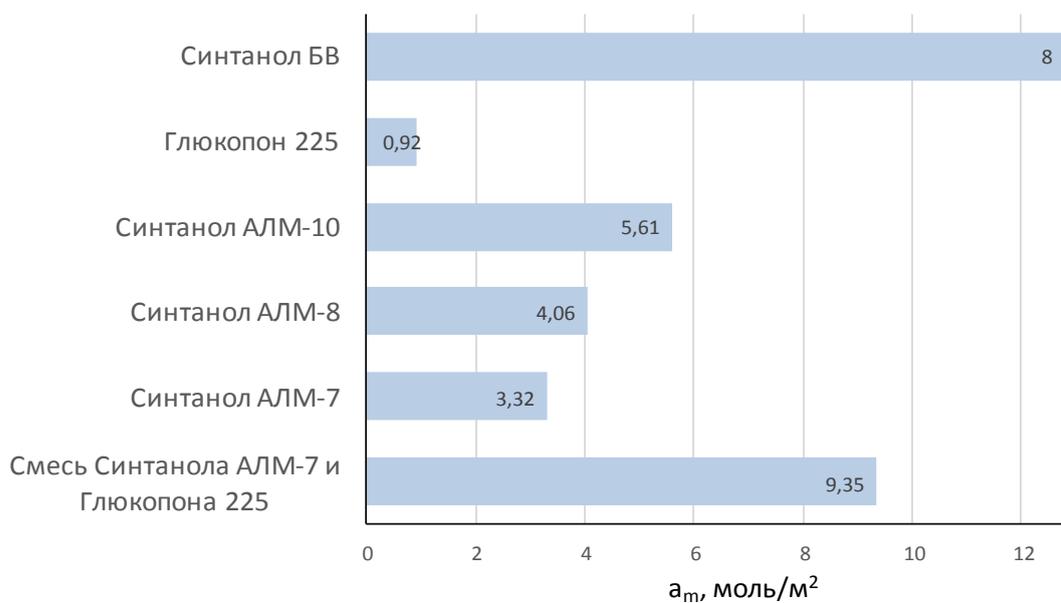


**Рисунок 4.14.** - Изотермы адсорбции ПАВ в линейных координатах уравнения Ленгмюра

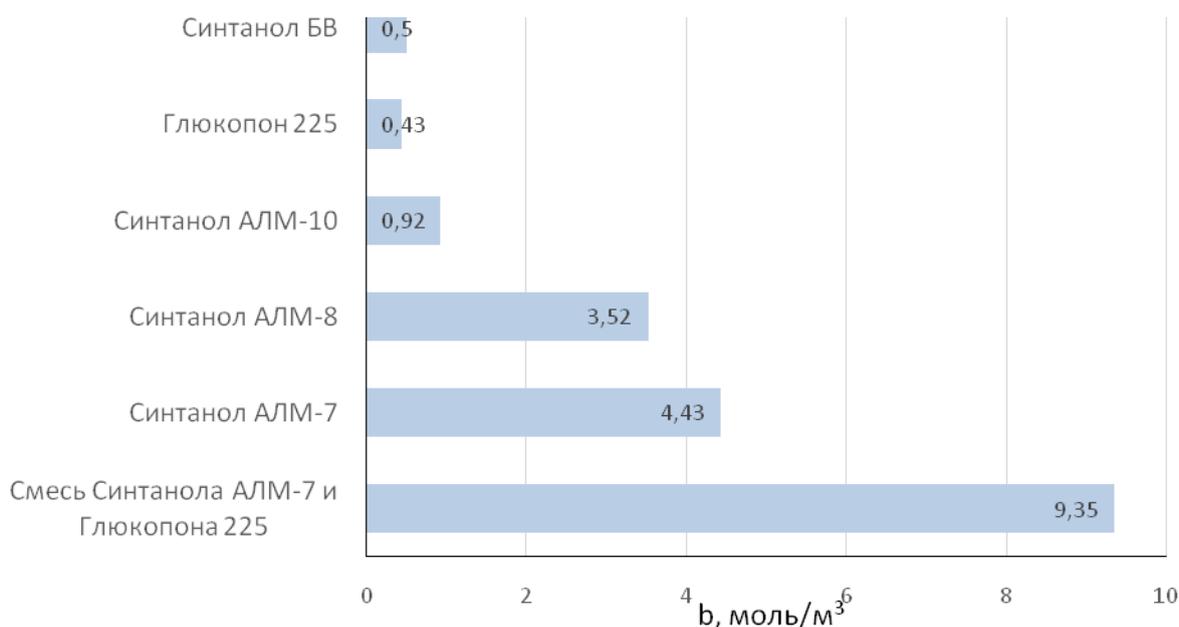
Установлено (рисунки 4.15-4.17.), что выбранные смеси Синтанол АЛМ-7 и Глюкопона 225 характеризуется максимальной поверхностной активностью и высокой величиной константы адсорбционного равновесия.



**Рисунок 4.15.** - Оценка адсорбционных свойств ПАВ по показателю поверхностной активности  $g, \text{Дж}\cdot\text{м}/\text{моль}$



**Рисунок 4.16.** - Оценка адсорбционных свойств ПАВ по предельной адсорбции  $a_m, \text{моль}/\text{м}^2$

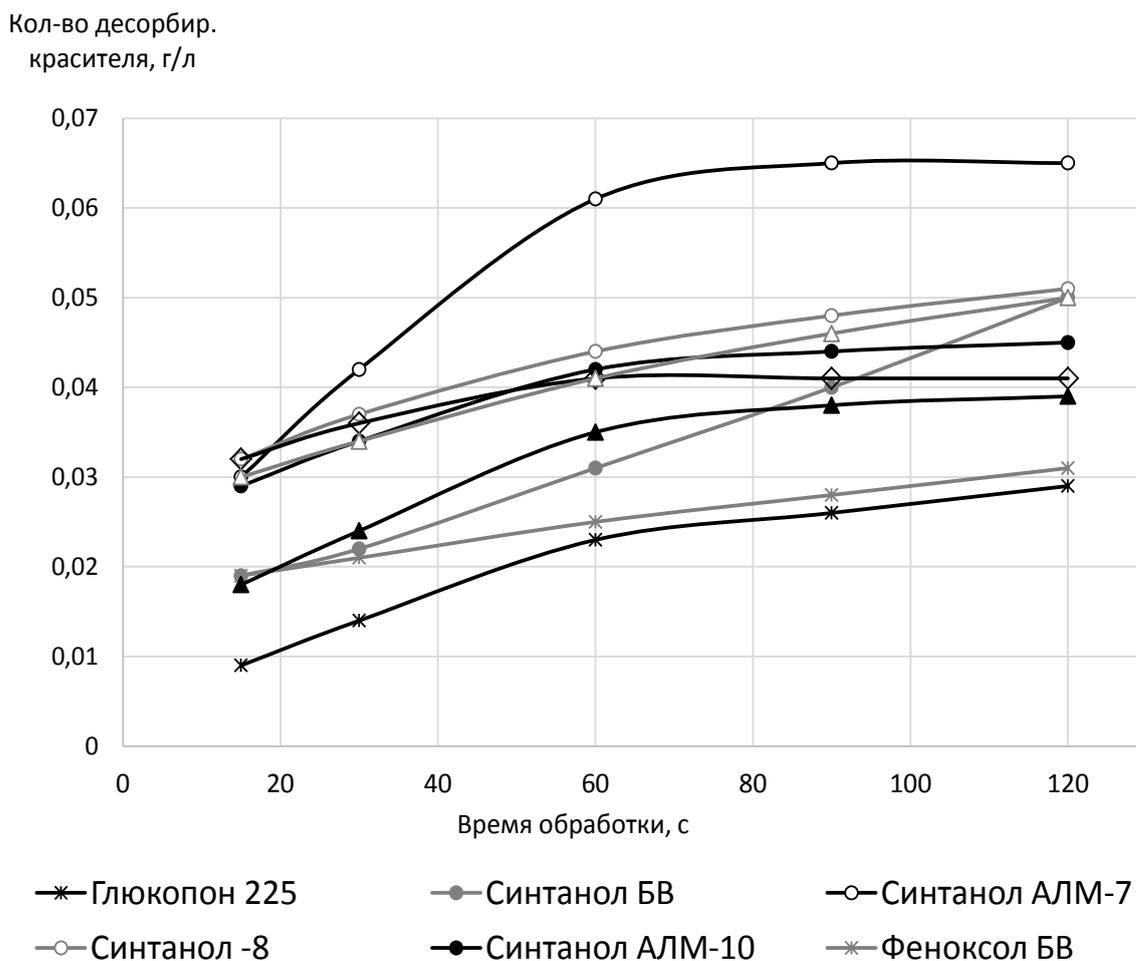


**Рисунок 4.17.** - Оценка адсорбционных свойств ПАВ по константе адсорбционного равновесия  $b$ , моль/м<sup>3</sup>

### **Влияние природы ПАВ на десорбцию активных красителей в промывной раствор**

Важной характеристикой процесса промывки является количество десорбированного красителя с текстильного материала в промывной раствор. Нами изучена кинетика десорбции незафиксированных волокном активных красителей различного химического строения с текстильного материала в мыловочную ванну (рисунки 4.18.-4.20.).

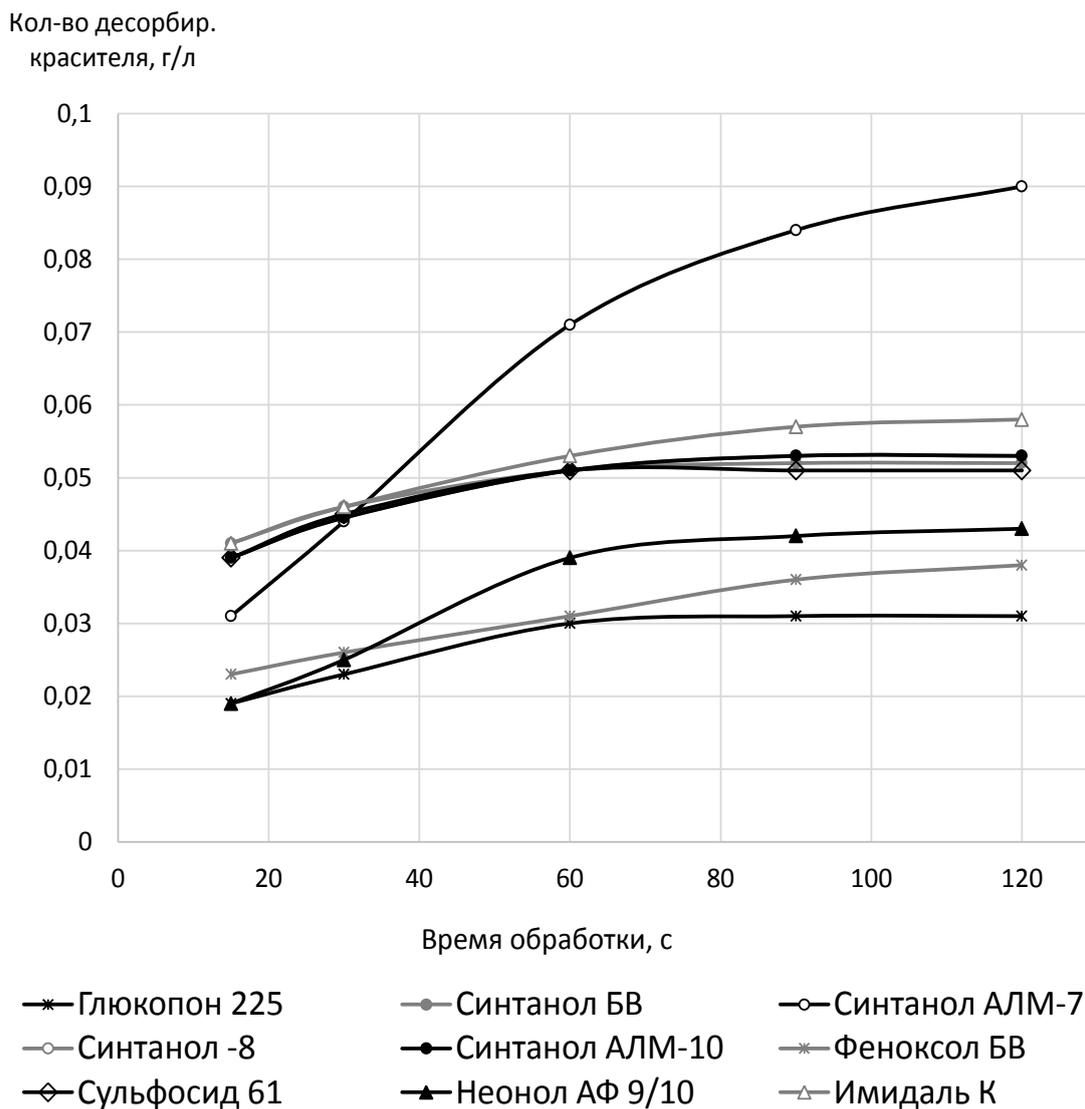
Максимальную степень десорбции непрореагировавшего и гидролизованного красителя обеспечивает использование Синтанола-8 и Синтанола АЛМ-7, при этом температура раствора составляла 40<sup>0</sup>С (таблица 4.6.). Для Глюкопона 225, Неонола АФ 9/10, Синтанола, Синтанола БВ и Феноксола БВ при низкой температуре обработки количество десорбированного с текстильного материала красителя минимальны (рисунок 4.18.).



**Рисунок 4.18.** - Кинетика десорбции активного красителя в присутствии ПАВ при температуре промывки 40<sup>0</sup>С

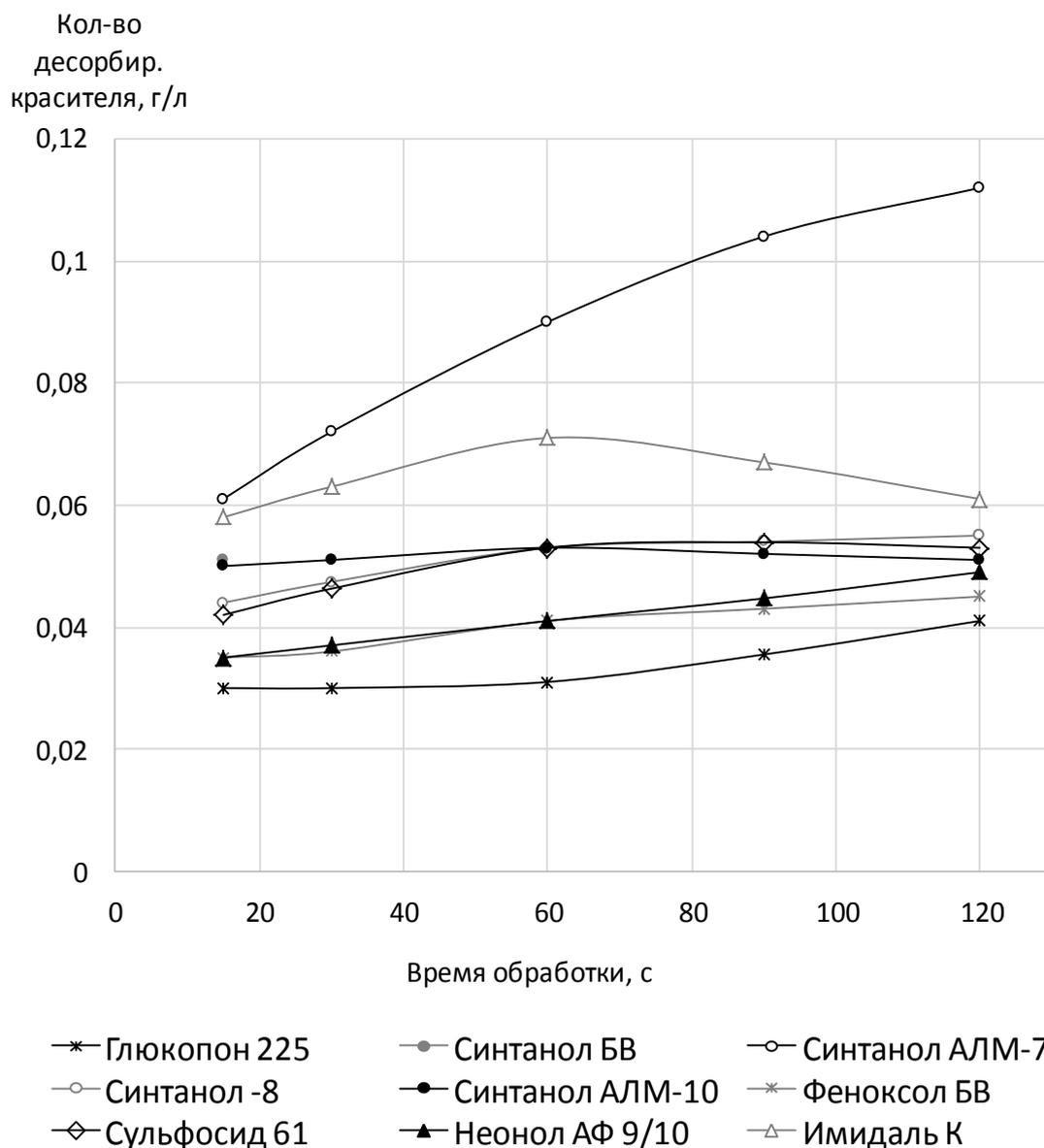
Процесс промывки можно интенсифицировать увеличивая температуру и время обработки. Так, при увеличении времени обработки низкотемпературной промывки (при температуре 40<sup>0</sup>С) количество десорбированного красителя в раствор возрастает для всех изучаемых поверхностно-активных веществ (рисунки 4.18.-4.20.).

При температуре промывки, равной 60<sup>0</sup>С наблюдается рост активности композиционного препарата, выпускаемого АО «Ивхимпром» (г.Иваново) Имидалья К (рисунок 4.19.). Максимальной моющей способностью, которая косвенно характеризуется количеством красящего вещества в промывной ванне, при температуре процесса 60<sup>0</sup>С характеризуется Синтанол АЛМ-7.



**Рисунок 4.19.-** Кинетика десорбции активного красителя в присутствии ПАВ при температуре промывки 60<sup>0</sup>С

Максимальное моющее действие исследуемые ПАВ оказывают при повышении промывки до 90<sup>0</sup>С. Анализ эффективности применения неионогенных и анионоактивных ПАВ при температуре обработки 90<sup>0</sup>С показывает, что наиболее эффективно удаляют незафиксированный и гидролизированный краситель в присутствии окиэтилированных жирных спиртов, к которым относятся Синтанолы различных марок. При этом максимальный показатель десорбции активного красителя с ткани достигается в случае введения в моющий раствор Синтанола АЛМ-7.



**Рисунок 4.20.** - Кинетика десорбции активного красителя в присутствии ПАВ при температуре промывки 90<sup>0</sup>С

Анализируя полученные для этих поверхностно-активных веществ данные, полученные при различных температурно-временных параметрах моющего процесса, необходимо отметить, что применять Синтанол АЛМ-7 можно при температуре промывки 60<sup>0</sup>С. (рисунки 4.18.-4.20.)

В республике Таджикистан выпускается большое количество набивных хлопковых, шелковых и хлопкошелковых текстильных материалов колорированных активными красителями.

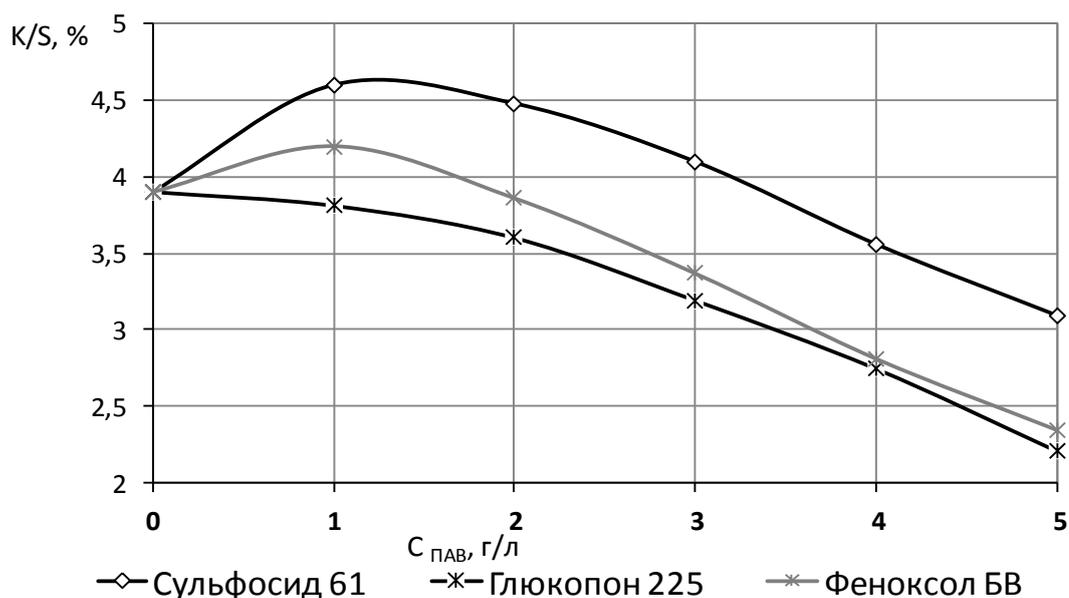
В отделочном производстве при промывке напечатанных тканей, наряду с процессом удаления загрязнений происходит нежелательное явление - вторичная сорбция (ресорбция) уже смытого загрязнения волокнистым материалом. Внешне ресорбция проявляется в закрашивании белого или светлого фона напечатанных тканей при их промывке после фиксации.

Процесс ресорбции является неотделимой частью всего процесса промывки и протекает параллельно процессу десорбции. Поэтому в любой операции очистки текстильных материалов, в равной степени является важным как первоначальное снятие с изделий загрязнений, так и предотвращение повторного их оседания.

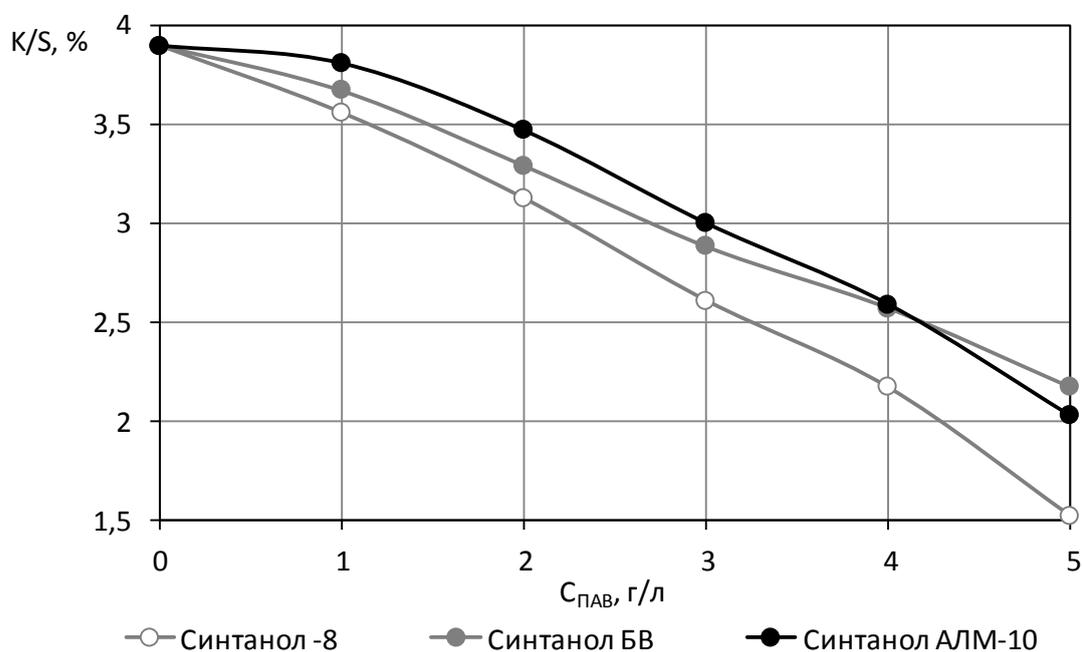
Важной характеристикой процесса ресорбции красящего вещества является степень загрязнения белого фона напечатанных текстильных материалов в процессе промывки. В процессе исследования получены графические зависимости, приведенные на рисунках 4.21.- 4.22., анализ которых позволяет вычлнить три группы ПАВ в зависимости от эффективности отмывки белого фона.

К первой группе можно отнести неионогенные Феноксол БВ, Глюкопон 225 и анионоактивный Сульфосид 61 (рисунок 4.21.). Данные препараты, используемые при традиционной технологической концентрации 2г/л, обеспечивают интенсивность закрашивания белого фона образца от 4-3,6%.

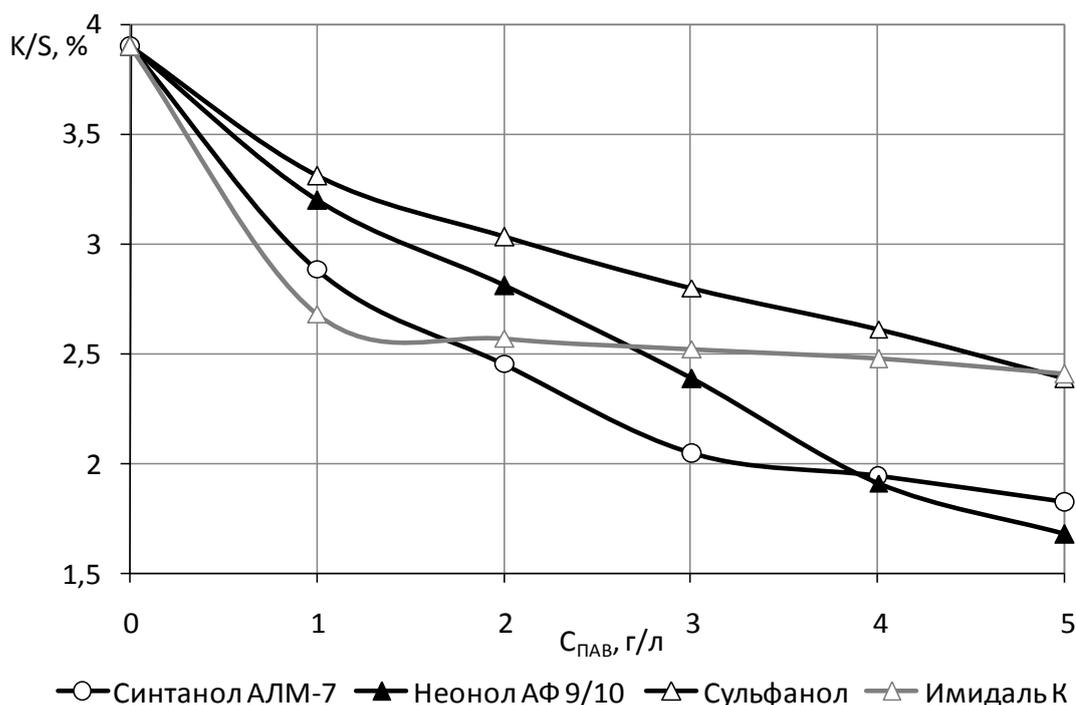
Вторая группа ПАВ, включающая Синтанолы со степенью оксиэтилирования 8-10 (рисунок 4.22.) характеризуется степенью закрашивания белого фона образца от 3,5- 3,1%.



**Рисунок 4.21.** – Остаточная степень загрязнения фона напечатанного текстильного материала после промывки ПАВ (Сульфосид 61, Глюкопон 225, Феноксол БВ)



**Рисунок 4.22.** - Остаточная степень загрязнения фона напечатанного текстильного материала после промывки ПАВ (Синтанол -8, Синтанол БВ, Синтанол АЛМ – 10)



**Рисунок 4.23.** - Остаточная степень загрязнения фона напечатанного текстильного материала после промывки ПАВ (Синтанол АЛМ-7, Неонол АФ 9/10, Сульфанол, Имидаль К)

Для третьей группы препаратов наблюдается снижение изучаемого параметра в среднем до 3%. К этой группе относятся Имидаль К и Неонол АФ 9/10, взятые для сравнения, Сульфанол и Синтанол АЛМ-7, последний при рабочей концентрации 2г/л в моющем растворе позволяет максимально снизить интенсивность окраски белого фона напечатанных текстильных материалов до 2,4%. Анализ полученных результатов позволяет рекомендовать вводить в состав промывного препарата Синтанол АЛМ-7.

#### **Разработка составов ТВВ и технологии их применения**

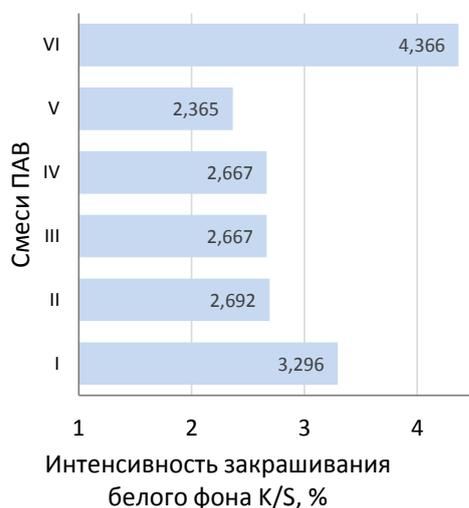
Изучение поверхностных свойств, моющей способности и других функциональных характеристик поверхностно-активных веществ позволило составить базовые композиции ПАВ, включающие Синтанол АЛМ-7 и Глюкопон 225. Глюкопон 225, относящийся к полиглюкозидам, согласно литературным данным, может быть эффективным со-ПАВ в моющих

препаратах. Для сравнения в качестве традиционно используемого композиционного препарата был выбран Сульфосид 61 (таблица 4.6.).

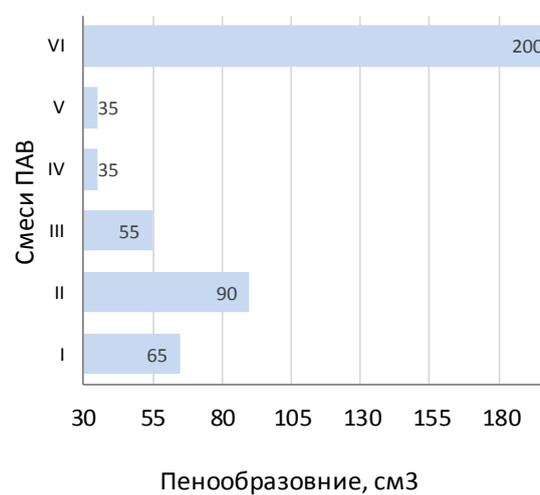
**Таблица 4.6.- Состав композиций образцов моющих препаратов**

№ смеси ПАВ	Концентрация, г/л		
	Синтанол АЛМ-7	Глюкопон 225	Сульфосид 61
I	0,75	0,25	-
II	0,8	0,2	-
III	0,85	0,15	-
IV	0,9	0,1	-
V	0,95	0,05	-
VI	-	-	1

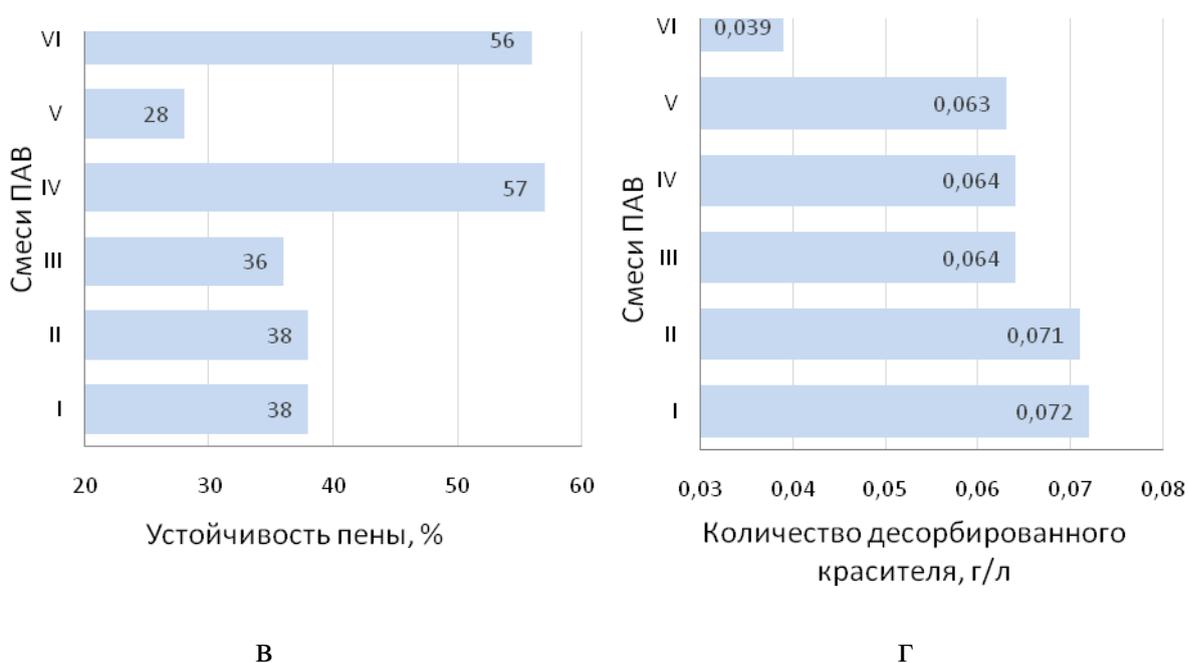
Определены функциональные свойства разработанных композитов (рисунок 4.24.). Установлено, что оптимальными характеристиками – минимальными пенообразованием и устойчивостью обладает состав V.



а



б



**Рисунок 4.24.** – Оценка эффективности применения в процессе промывки разработанных композиций ПАВ: а – по интенсивности закрашивания белого фона К/S, %; б - пенообразования, см<sup>3</sup>; в - устойчивости пены, %; г – количества десорбированного красителя, г/л

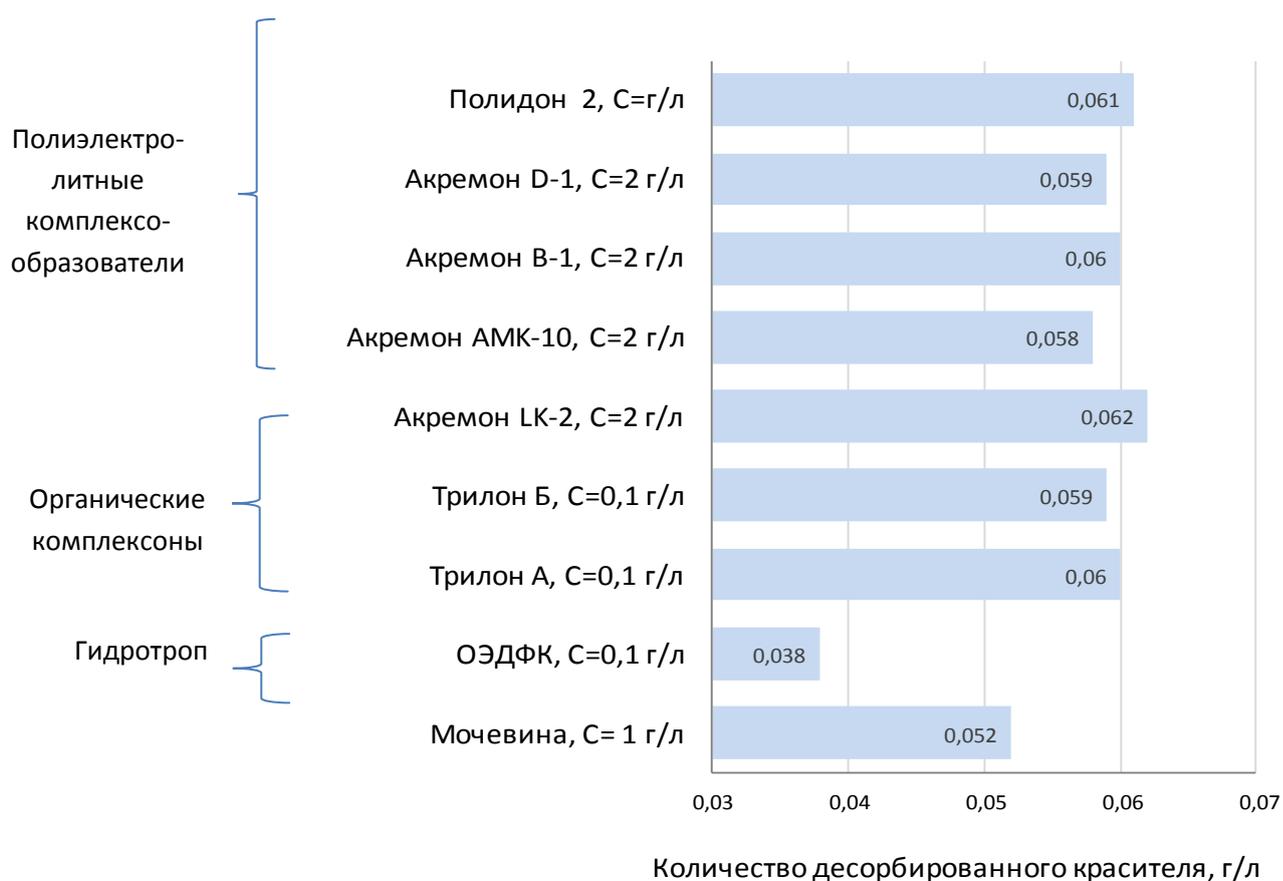
Состав рецептур моющих композиций помимо основного компонента – ПАВ включает вспомогательные вещества такие, как антиресорбенты, комплексоны, стабилизаторы, пеногасители и активаторы. Количество дополнительных компонентов, вводимых в рецептуру, соответствует назначению текстильного моющего средства (ТМС).

Моющая способность ТМС во многом зависит от состава воды, используемой на текстильном предприятии. Негативное действие на качество промывки текстильного материала оказывает степень минерализации воды, то есть наличие в ней ионов железа, кальция и магния. Для снижения жесткости воды в состав моющих препаратов вводят комплексоны, что актуально для предприятий Республики Таджикистан. Традиционными комплексонами, используемыми в промышленности, являются Трилон Б, представляющий собой натриевую

соль ЭДТА и Трилон А – нитрилотриуксусная кислота. На данный момент перспективными комплексонами являются анионные полиэлектролиты. Наиболее доступными являются акремоны, относящиеся к акриловым полимерам, и производные поливинилпирролидона.

В состав моющих ТВВ обязательно вводят гидротропы. Это вещества, которые позволяют увеличить как растворимость ПАВ, так и других, входящих в состав ТМС, компонентов. Они позволяют снизить температуру помутнения ПАВ и регулировать вязкость моющей композиции. Механизм действия гидротропных веществ до конца не изучен, существуют несколько различных теорий о механизмах их действия. Гидротропными свойствами обладают п-толуолсульфонатнатрия, карбамид (мочевина) и другие амиды кислот. Наиболее экологичным и доступным из перечисленных гидротропных веществ является мочевина, с помощью которой можно увеличить концентрацию поверхностно-активного вещества в композиции при одновременном снижении ее вязкости.

Экспериментально установлено, что анионные полиэлектролиты, в концентрации 2г/л, практически одинаково влияют на десорбцию красителя в моющий раствор. При использовании Трилонов и ОДЭФК максимальное количество десорбированного красителя обеспечивает применение Трилона А. Введение в моющую композицию мочевины позволяет достаточно эффективно отмывать незафиксированное красящее вещество с текстильного материала (рисунок 4.25, температура раствора 90<sup>0</sup>С, время обработки 15сек.).



**Рисунок 4.25.** – Влияние активных добавок на степень отмытки поверхностно - нанесенного красителя

Оптимизирован состав промывной композиции (таблица 4.7). Полученные экспериментальные данные позволяют рекомендовать в качестве базовой композицию ТМС № VI, в состав которой входят: Глюкопон 225, Синтанол АЛМ-7, Трилон А, Мочевина, Акремон LK-2.

Показано, что выбранные компоненты в предложенных концентрационных соотношениях позволяют эффективно проводить промывку колорированных текстильных материалов при понижении температуры моещей ванны до 60<sup>0</sup>С (таблица 4.7).

**Таблица 4.7.** - Влияние состава композита технические результаты крашения ситца арт.43 активными красителями

№ состава	Компоненты композиции, г/л					Количество десорбированного красителя, г/л		Устойчивость окрасок, балл, к		
	Синтанол АЛМ-7	Глюкоптон-215	Трилон А	мочевина	Акремон АМК-10	60 <sup>0</sup> С	90 <sup>0</sup> С	стирке №1	поту	сухому трению
I	0,95	0,05				0,054	0,051	4/4	4/4	4
II	0,95	0,05	0,1			0,055	0,052	4/4	4/4	4
III	0,95	0,05		0,5		0,055	0,053	4/4	4/4	4
IV	0,95	0,05	0,1			0,057	0,055	4/4	4/4	4
V	0,95	0,05			0,4	0,056	0,054	4/4	4/4	
VI	<b>0,95</b>	<b>0,05</b>	<b>0,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	0,068	0,063	4/5	4/4,5	4-5

Определены технические результаты крашения текстильных материалов, на примере ситца арт.43 в таблице 4.8. приведены устойчивости получаемых окрасок к стирке №3, поту и сухому трению.

**Таблица 4.8.** – Характеристика технических результатов крашения целлюлозной ткани, промытой различными ТМС

Состав моющей композиции	Температура обработки, <sup>0</sup> С	Устойчивость окрасок к, балл		
		стирке №3	поту	сухому трению
Активный ярко-красный 5СХ				
Washmatic	60	3/3/3	3/3/3	3
	90	4/4/3	4/4/4	4
Синтанол АЛМ-7	60	4/3/3	4/3/3	4
	90	4/4/4	4/4/4	4
Разработанный препарат	60	4/4/5	4/4/5	5
	90	4/5/5	4/4/5	5
Активный бирюзовый 23Т				
Washmatic	60	3/3/3	3/3/3	3
	90	4/4/3	4/4/4	4

Синтанол АЛМ-7	60	4/3/3	3/4/3	4
	90	4/4/4	4/4/4	4
Разработанный препарат	60	4/4/4	4/4/4	5
	90	4/5/5	4/5/5	5
Apractive blue ME2GL				
Washmatic	60	3/3/3	3/3/3	3
	90	4/4/4	4/4/4	4
Синтанол АЛМ-7	60	4/4/4	3/3/3	3-4
	90	4/4/4	4/4/4	4
Разработанный препарат	60	4/4/4	5/5/5	5

Сравнительная характеристика результатов крашения целлюлозных текстильных материалов различными классами красителей по термозольной технологии с применением традиционных и разработанного препарата выявила высокие показатели моющей способности созданного ТМС. разработанной композиции по сравнению с импортным препаратом Washmatic и Синтанолом АЛМ-7.

Устойчивость окрасок ткани, полученная при использовании рекомендуемой композиции, к мокрым обработкам и сухому трению соответствует нормативно-технической документации.

Определение коллоидно-химических и функциональных технических свойств ряда поверхностно-активных веществ, а также вспомогательных добавок позволило разработать высокоэффективный моющий препарат на основе экологически безопасных ПАВ, которые позволяет вести процесс промывки текстильных материалов при снижении температуры моющей ванны до 60 °С. На состав разработанной моющей композиции получен *Малый патент Республики Таджикистан ТЖ 1259.*

## ГЛАВА V. СТРОЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ КОЛОРИРОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРИРОДНЫХ ВОЛОКОН

### 5.1. Обоснования выбранных красильных растений Таджикистана.

Как отмечалось в вышеприведенных разделах диссертационной работы, одним из путей снижения экологических проблем, вызванных отделочным производством текстильной промышленности, является крашение природными красителями. Множественные экологические риски, связанные как с самим синтетическими красителями, так и с их производством, обусловили усиливающееся с каждым годом внимание ученых и специалистов в области отделки текстиля к природными красителям [239].

Интерес к природным красителям вызван рядом причин:

- прежде всего имеют значение существенные экологические преимущества природных красящих веществ перед их синтетическими аналогами. В силу того, что источником природных красителей являются составные части растений и животных, которыми человек пользовался в течение тысячелетий в качестве пищевых ингредиентов, лекарственных средств и средств, необходимых в быту и для выполнения каких-либо производственных работ, организм человека адаптирован к этим веществам и они не вызывают аллергических реакций [239].

- немаловажное значение имеет тот факт, что источники природных красителей являются возобновляемым сырьем, а прекурсоры для синтеза синтетических красителей расходуются достаточно быстро. Натуральные красители в основном получают из сырья растительного и животного происхождения, а также из отходов деревообрабатывающей промышленности.

- важно также то, что природные красители помимо красящей способности по отношению к волокнистым материалам обладают рядом функциональных свойств: антибактериальными, антимикробными,

биологической активностью, и способны придавать текстильным материалам защитные и лечебные свойства.

Указанные преимущества природных красителей определяют целесообразность их применения в отделочном производстве текстильной промышленности. Разработка технологий их получения из природного сырья и применения для колорирования текстильных материалов особенно важна для нашей республики, обладающей значительным ресурсным потенциалом – в нашей стране известно более 160 красильных растений, которые в прежние времена успешно применялись искусными таджикскими ремесленниками [331].

В качестве источника природных красителей нами выбраны такие растения, произрастающие в Таджикистане, как зверобой продырявленный, гармала обыкновенная или могильник, вайда, чинара (платан восточный), сафлор, барбарис, ревень тангутский, марена. Были использованы различные части перечисленных растений: семена (гармала обыкновенная), стебли (зверобой, сафлор), цветки (зверобой, ревень, сафлор), корни (чинара, барбарис, ревень).

Одним из распространенных красильных растений является зверобой продырявленный, используемый не только как лекарственное, но также и как красильное растение как в странах Европы, так и в Азии.

Из литературы известно, что цветы зверобоя служат для крашения, нейтральная вытяжка дает желтую и зеленую окраску, горячий настой в зависимости от концентрации, окрашивает ткани в красный и розовый цвет [237, 332, 333]. Согласно литературным данным, вытяжками из зверобоя колорируют шерстяные и шелковые пряжу и ткани [239, 237]. О использовании экстрактов зверобоя для окрашивания хлопковых или льняных текстильных материалов в литературе нет данных.

Мы предполагаем использовать красящие вещества зверобоя как для белковых волокон (шерсти и шелка), так и для целлюлозных (хлопка и льна).

Перечень химических соединений в составе зверобоя достаточно хорошо изучен и включает до 11,5% биологически активных веществ - витаминов, сапонинов, фенольных соединений. Красящие вещества входят в состав различных частей зверобоя и состоят из 4-5% каротиноидов, 4-5% антоцианов, а также флавоноидов (кверцетин) и антраценпроизводных (гиперицинпсевдогиперицин, гиперин). Основными красящими веществами в зверобое считаются флавоноиды и антраценпроизводные – гиперин, псевдогиперицин, гиперин [334]. Содержание дубильных веществ доходит до 18 %.

Распространенным дикорастущим растением в Таджикистане является гармала обыкновенная или могильник. Имеет плод в виде трехгнездной приплюснутой коробочки диаметром 0,6— 1 см, с многочисленными семенами. Это травянистое растение имеет ветвистые стебли и крупные листья до основания трехраздельные, размером в ширину 6 см, в длину – около 4 см. Цветет в мае—июле; семена созревают с конца июня до августа [333].

Химический состав гармалы отличается содержанием большого количества алкалоидов. Все части растения – листья, семена, корни, стебли, содержат алкалоиды, что делает все растение токсичным. Именно алкалоид гармалин является основным красящим веществом гармалы. Различные вегетативные части растения содержат значительное количество алкалоидов. Так, наибольшее количество алкалоидов обнаружено в листьях (до 5%). Корни с корневищами содержат около 3,0-3,5%, а семена - 3,5-4,6% алкалоидов [332].

Известным красильным растением является вайда красильная (*Isatis tinctoria* L.) – двулетнее растение семейства крестоцветных, высотой 70-80 см, с прямостоячим стеблем. Вайда произрастает на одном месте 3-4 года, образуя в первый год розетку листьев. Цветет и обильно плодоносит во втором и третьем году жизни [18]. Ареал её распространения охватывает Центральную

и Восточную Европу, Северную Африку (север Алжира, Марокко). В пределах бывшего СССР вайда произрастает в Европейской части России, в Крыму, на Кавказе, в Средней Азии. В некоторых странах вайда культивируется как лекарственное, медоносное и кормовое растение. Экстракты из вайды обладают противомикробными и антибактериальными свойствами, может выступать как растительный антибиотик. Вайда красильная вызывает интерес ученых в качестве противоракового средства [3]. Однако, прежде всего вайда известна как источник синей краски для текстильных материалов. В качестве таковой она известна с древнейших времен в странах Центральной и Северной Европы и России. В Таджикистане красящее вещество сока из листьев вайды использовалось основным в косметических целях.

Химический состав вайды красильной достаточно хорошо изучен. В растении обнаружено более 65 различных активных соединений, включая гликозиды, органические кислоты и сахара. В надземной части растения (цветы, листья) найдены витамины, сапонины, флавоноиды, индигоидные красители, азотсодержащие соединения. Семена вайды красильной содержат жирное масло, в составе которого обнаружены такие кислоты как олеиновая, арахидовая, линолевая, пальмитиновая, эруковая, линоглицериновая, стеариновая и эйкозеновая. В корнях растения содержатся тиогликозиды [335]. Основным красящим веществом вайды является индигоин, производное индола, относящееся к гетероциклическим соединениям.

Чинара (платан восточный) (*Platanus orientalis*) - лиственное мощное дерево, достигающее высоты до 50 м. Кора платана отслаивающаяся, зеленовато-серая, тонкая, пятнистая, постепенно опадает крупными пластинками [333].

Чинара не является фармакопейным растением и в официальной медицине его применение не известно. Но в народной медицине и в гомеопатии листья, кора и корни чинары используют как кровеостанавливающее, вяжущее, противовоспалительное и обезболивающее

средство. Отвары из коры и корней и настои из листьев используются внутрь, наружно применяются для примочек и полосканий [239].

Терапевтические эффекты препаратов, изготовленных из различных частей чинары, обусловлены уникальным химическим составом этого растения. В различных частях этого дерева (листьях, коре ствола, корнях) чинары обнаружены вещества различной химической природы - тритерпеноиды, фенолкарбоновые кислоты, а также флавоноиды и их гликозиды - кемпферол, мирицетин, кверцетин. В гидролизатах обнаружены антоцианы (цианидин, дельфинидин). Чинара не является красильным растением. В литературе нет сведений о колорировании текстильных материалов природными красящими веществами, полученными из чинары. Однако наличие в составе коры чинары таких веществ, как флавоноиды - кемпферол, мирицетин, кверцетин, антоцианы - предполагает наличие красящих свойств у экстрактов, полученных из коры чинары.

Сафлор красильный (*C. tinctorius*) — относится к роду Сафлор (*Carthamus*) - одно-, двух- и многолетних травянистых растений, семейства Астровые, или Сложноцветные, состоящего из 19 видов, большинство которых произрастает в Средиземноморье. Сафлор красильный - однолетнее травянистое растение с ветвистым, прямым стеблем, продолговато-ленцетными листьями, трубчатыми цветками красного, жёлтого или оранжевого цвета [333].

В нашей республике сафлор красильный произрастает в диком виде, как сорняк. В некоторых странах (Испании, Португалии, Австрии, Венгрии, Франции, Индии, Турции, Иране, Афганистане, Китае, США, Бразилии) культивируется как масличное растение. Раньше в странах СНГ сафлор выращивали в основном в республиках средней Азии и южных регионах Казахстана, в настоящее время это растение, благодаря своей неприхотливости и засухоустойчивости, завоевывает всё больше площадей в северных и западных областях Казахстана, в России и на Украине. И во

многих странах, например, в России, Украине, интерес к сафлору красильному связан прежде всего как к масличному растению, так как по своему жирнокислотному составу и полезным свойствам масло, вырабатываемое из семян этого растения, идентично более дорогому оливковому маслу. Хотя использование сафлора как источника красителей имеет многовековую историю, также это растение с древности считается лекарственным растением и в народной медицине препаратами сафлора лечили многие внутренние болезни, применяли также наружно в составе притираний, мазей, примочек. Химический состав сафлора включает большое число биологически активных веществ, которые определяют его фармакологические эффекты. Среди обширного набора химических веществ в составе сафлора красильного следует отметить наличие таких веществ, как халконовые гликозиды (картамин, изокартамин, картамин-5-гликозид), кемпферол, апигенин, флавоноловые гликозиды (гликозид лютеолина) [337]. Именно эти вещества обуславливают красящие свойства сафлора и его использование как источника красителей жёлтого, красного и шафранового цветов. Безвредность красителей, получаемых из сафлора - причина применения красителей из данного растения в пищевой промышленности. Основными красящими веществами цветков сафлора считаются жёлтый, растворимый в воде сафлоргель и красный картамин. Картамин, считающийся более ценным красителем, нерастворим в органических растворителях и в воде, но хорошо растворяется в растворе щелочей. В сафлоре также обнаружены и другие красящие вещества жёлтого и красного цвета.

В качестве источника получения красителя нами была также использована древесина барбариса обыкновенного (*Berberis vulgaris* L.) - растения семейства барбарисовые. Растения данного семейства вечнозелёные, полувечнозелёные (с частично опадающей листвой)

или листопадные кустарники с тонкими прямостоящими побегами, ветвящимися под острым углом. Кора коричневатого или буровато-серая.

Барбарис широко используется во многих отраслях, особенно в медицине. Барбарис обладает богатым набором химических соединений, который включает полисахариды, витамин С, каротиноиды, антоцианы, дубильные вещества, органические кислоты, алкалоиды. Особенно разнообразен состав алкалоидов в различных частях этого растения. Седует отметить такие соединения, как берберрубин, колумтин, моптин, оксиакантин, пальмитин, ятрорицин. Больше всего алкалоидов накапливаются в коре корней, содержание в этой части растения достигает до 35%, из этого количества примерно 9% составляет алкалоид берберин. Основным действующим веществом барбариса обыкновенного является алкалоид берберин, который синтетическим путем получить не удастся. Берберин, диизохинолиновый алкалоид, содержащийся в растениях семейств лютиковых (*Ranunculaceae*), барбарисовых (*Berberidaceae*), луносемянниковых (*Menispermaceae*), рутовых (*Rutaceae*) обладает многообразным терапевтическим действием. Именно берберину обязано широкое применение препаратов барбариса в народной медицине - для лечения туберкулеза, при заболеваниях слизистых оболочек различных органов, при обильном слизеотделении, как мочегонное. Корни являются источником сырья для извлечения берберина, который в виде берберина бисульфата применяется в медицинской практике в качестве желчегонного средства, понижает артериальное давление, замедляет сердечную деятельность [333].

На основании изучения качественного и количественного состава БАВ плодов и настоек барбариса обыкновенного идентифицированы лимонная, яблочная, винная и щавелевая кислоты, фенолкарбоновые кислоты (хлорогеновая, кофейная, галловая) флавоноиды - апигеин, гиперозид, гесперидин, рутин и кверцетин [338]. Следует отметить, что указанные

флавоноиды могут содержаться не только в плодах, но также и в других частях растения – корнях, ветвях, коре. Вполне вероятно, что в древесине ветвей барбариса перечисленные флавоноиды, которые могут также обладать красящими свойствами, присутствуют

Еще одним распространенным растением, которое может стать источником красящих веществ, является ревеня, растения рода гречишных. В Таджикистане произрастает несколько видов этого растения – ревеня Максимовича, ревеня туркестанский и т.д. Это мощные многолетние травянистые растения, имеющие длинные древесневеющие корневища и корни и такие же мощные стебли, достигающие 1-2 м в высоту [339]. Надземная часть представлена стеблем и прикорневой розеткой, состоящей из крупных широкояйцевидных 5-7 заостренно-лопастных листьев.

Марена красильная (*Rubia tinctorum*). Марена красильная – многолетнее травянистое растение, принадлежащее к семейству Rubiaceae (мареновые), высотой до 2 м, с лазящим побегом. Стебли четырехгранные с небольшими шипиками, сильноветвящиеся, тонкие. Листья светло-зеленые сидячие или с коротким крылатым черешком, с шипиками, овальные или ланцетные, жесткие, до 10 см в длину и 3 см в ширину, обычно собраны в мутовки по 2–6 штук. Главный корень мощный с толстыми отростками и красно-бурой отслаивающейся корой. Цветки собраны в полузонтики на верхушках или в пазухах листьев, желтого цвета, мелкие, звездчатые, цветение происходит с июня по август.

Плод – сочная костянка черного цвета до 9 мм в длину, с 1–2 семенами, в зависимости от времени цветения созревают в августе – ноябре. Корневища богаты антрахинонами класса ализарина (до 5–6%).

Наибольшее их количество составляет рубиадин-гликозид, лудицинпримверозид (агликон лудицин), галиозин (агликон псевдопурпурин) и рубиретриновая кислота (агликон ализарин). Выделены также свободные антрахиноны – ализарин, псевдопурпурин, ксантопурпурин, лудицин,

муньистин, 1-метокси-2-оксиантрахинон и рубиадин. Трава и корневища растения содержат гликозид асперулозид и ряд органических кислот. Из надземной части растения выделены флавоноиды (в частности рутин). Помимо этого растение содержит органические кислоты и иридоиды [333].

## **5.2.Способы выделение красящих веществ из растительного сырья**

История крашения текстильных материалов (тканей, пряжи, готовых изделий) природными красителями насчитывает много веков. За это время мастера в различных странах разработали свои методы приготовления красителей и способы окрашивания ими тканей и волокон, наработали свои традиции и предпочтения. Большого мастерства достигли ремесленники-красильщики Средней Азии, в том числе Таджикистана. Как отмечается в монографии д.и.н. Иброхимова М.Ф., «...красильщики в Средней Азии не испытывали недостатка в обеспечении растительным сырьем для приготовления красок разнообразных цветов. Так, желтую краску жители равнинных районов получали отвариванием цветов сафлора вместе с абрикосовым клеем и квасцами. Чтобы получить красную или розовую краску собирали в горах или специально сеяли марену *руян* [331].

К сожалению, большинство технологий по получению и крашению тканей, пришедших из прошлого, в настоящее время утрачено. Поэтому разработка технологии колорирования текстильных материалов природными красящими веществами важна и актуальна.

Ученые и специалисты данной отрасли считают, что для возрождения технологии применения природных красителей для крашения текстильных материалов следует научно обосновать все стадии процесса. Большое значение имеет исследование процесса выделения красителя из растительного или животного сырья, важной частью которых являются «оптимизация процессов экстракции окрашенных соединений, разработка эффективных и экономичных методов очистки экстрактов от

ненужных примесей, разработка оптимальной технологии крашения конкретных текстильных материалов конкретными экстрактами» [343]. В связи с этим нами как важнейший этап разработки технологии крашения текстильных материалов природными красителями была изучена экстракция красящих веществ из выбранных нами растений и влияние различных факторов на выход красящих веществ. Целью этих исследований было определение оптимальных условий получения красителя для окрашивания хлопковых тканей и волокон, а также колорирования шерсти и шелка. Иначе говоря, для разработки научно обоснованной технологии крашения текстильных волокон и тканей природными красителями, прежде всего необходимо изучить процесс экстракции красящих веществ из сырья и определить оптимальные условия их выделения. В связи с этим, нами исследован процесс выделения красителей из растительного сырья водой. Вода выбрана в качестве экстрагента по причине ее экологической чистоты, безвредности и сравнительной дешевизны.

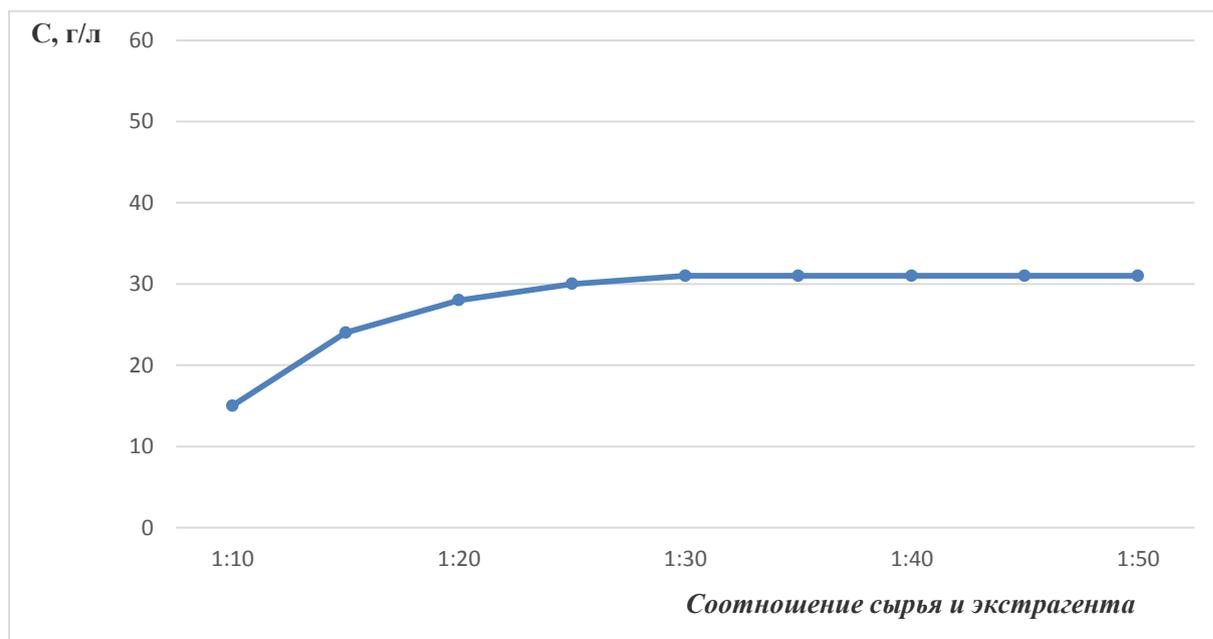
Анализ литературных источников показал, что для выделения фенольных соединений, которыми обычно являются природные красители, используются вода, некоторые полярные растворители, разбавленные растворы соляной и лимонной кислот, водно-спиртовые растворы. Чаще всего в качестве экстрагента применяются 70%-ный или 40% этиловый спирт [333-345]. С целью оптимизации процесса экстракции ряд авторов предлагает совмещать различные способы экстракции. Например, авторы работы [346] предлагают выделять основные красящие вещества зверобоя гиперцины спиртовыми растворами, при этом проводить предварительную мацерцию сырья в воде, в результате которой сырье будет равномерно набухать и извлечение гиперцинов будет осуществляться более эффективно. По результатам данного исследования показано, что при данном методе экстракция не зависит от концентрации основного экстрагента – этанола, а также от соотношения сырья и экстрагента.

Для выделения красящих веществ из исследуемых растений мы выбрали воду, представляющую собой самый дешевый и экологически безопасный растворитель. В качестве сырья использовали различные части травы зверобоя и гармалы, включая цветки, листья и стебли, а для гармалы и семена, а также все растение целиком, листья вайды, цветки сафлора, кора чинары, корни ревеня и марены.

Известно, что процесс экстракции зависит от некоторых факторов, таких как соотношение сырья и экстрагента, температура и время ее воздействия, степень измельчения твердой фазы. Нами было изучено влияние указанных факторов на степень экстракции красящих веществ. Во всех случаях степень экстракции, ее эффективность определяли по величине оптической плотности экстракта, определяемой методами спектрофотометрии или фотоэлектроколориметрии. Было исследовано следующие соотношения твердой фазы и экстрагента: 1:20, 1:30, 1:50, 1:80, 1:100, 1:200, 1:300, 1:400, 1:500.

Для изучения зависимости выхода красящих веществ от температуры красителей растительное сырье и экстрагент (вода) в наиболее оптимальном соотношении выдерживали при комнатной температуре, а также при температурах 50<sup>0</sup>С, 80<sup>0</sup>С и при кипении на водяной бане в течение 1 часа. Определяли также оптимальное время экстракции при определенной температуре. Ниже представлены результаты проведенных экспериментов для травы зверобоя.

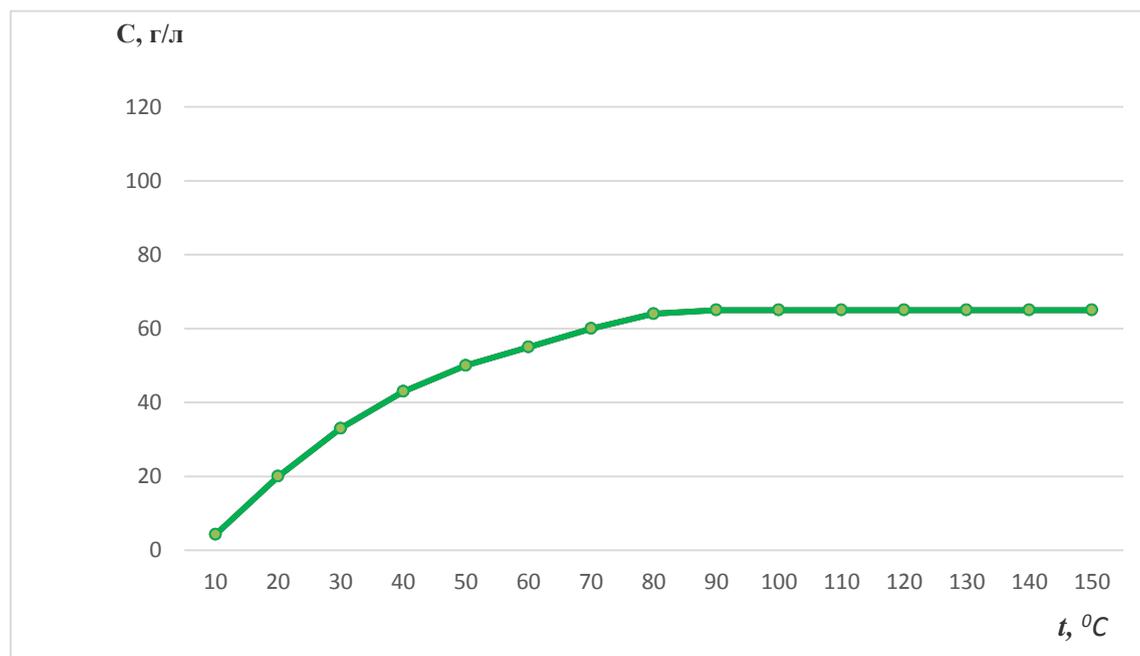
Влияние соотношения сырья и растворителя на выход красящих веществ показано на рисунке 5.1.



**Рисунок 5.1.-** Влияние соотношения сырья и растворителя на выход красящих веществ

Было установлено, что при увеличении гидромодуля (соотношении сырья и растворителя) степень экстракции увеличивается, но до определенного значения гидромодуля. После достижения этого гидромодуля, выход красящих веществ становится постоянным и уже не меняется. Наибольшая степень экстракции достигается при соотношении твердой фазы и экстрагента 1:20. На наш взгляд, это объясняется тем, равновесие процесса наступает при определенном значении концентрации красящих веществ в растворе. При низких гидромодулях равновесие не наступает, при высоких концентрациях – получается слишком разбавленный раствор.

Влияние температуры определяли, проводя экстракцию в интервале температур от 20 до 100<sup>0</sup>С. Для этого, нагревали сырье и экстрагент, взятые в оптимальном соотношении, на водяной бане при постоянном перемешивании. Влияние температуры на процесс экстракции показано на рисунке 5.2.



**Рисунок 5.2.** –Влияние температуры на выход красящих веществ

На основании проведенных опытов установлено, что повышение температуры увеличивает выход красящих веществ. Наиболее полно красящие вещества извлекаются при кипячении.

Далее нами исследовалась зависимость степени экстракции от времени нагревания (кипячения). Сырье и растворитель, взятые в 1:20, которое является оптимальным для данного процесса, кипятили в течение 3 часов. Через определенные промежутки времени измеряли оптическую плотность экстракта и на основании ее значения судили о степени экстракции. Установлено, что оптическая плотность экстракта, а следовательно, и выход экстрактивных веществ, увеличивается до достижения определенного времени кипячения, и затем остается постоянной. Время достижения равновесия составляет 2 часа.

Таким образом, изученные нами зависимости выхода красящих веществ от условий экстракции, позволили установить оптимальные условия проведения процесса выделения красящих веществ из растительного сырья - красящие вещества наиболее полно извлекаются

при кипячении измельченного сырья и растворителя (воды), взятых в соотношении 1:20 в течение 2 часов.

Красящие вещества из остальных исследуемых растений были извлечены по данному методу. Однако, для каждого растения оптимальные условия несколько различались. Так, при извлечении красителей из корней чинары, марены, барбариса и ревеня требовалось большее время кипячения – для корней чинары – 3 часа. Отличалось также оптимальное соотношение сырья и растворителя. Например, для корней оно составляло 1:30. Согласно литературным источникам для активации процесса экстракции сырья предварительно обрабатывается – это может быть механическая или микроволновая обработка. Нами изучалось влияние механической обработки сырья (степень измельчения) в случае использования коры чинары и корня ревеня.

**Таблица 5.1.** - Режимы экстракции красящих веществ из исследуемого растительного сырья

Растение	Соотношение сырья и растворителя	Температура	Время экстракции
Зверобой	1:20	70-80 <sup>0</sup> С	2 ч
Гармала	1:20	70-80 <sup>0</sup> С	2 ч
Вайда	1:20	70-80 <sup>0</sup> С	2 ч
Роза	1:20	70-80 <sup>0</sup> С	2 ч.
Цветки ревеня	1:20	70-80 <sup>0</sup> С	2 ч
Сафлор	1:20	70-80 <sup>0</sup> С	2 ч.
Корень Ревеня	1:30	20 <sup>0</sup> С 70-80 <sup>0</sup> С	(12 часов) 3 ч
Корень Марены	1:30	20 <sup>0</sup> С 70-80 <sup>0</sup> С	(12 часов) 3 ч
Корень барбариса	1:30	20 <sup>0</sup> С 70-80 <sup>0</sup> С	(12 часов) 3 ч
Кора чинара	1:30	20 <sup>0</sup> С 70-80 <sup>0</sup> С	(12 часов) 3 ч

Как было установлено, при измельчении сырья увеличивается выход красителя. Однако, слишком большая степень измельчения (до

порошкообразного состояния) затрудняет отделение экстракта от сырья. В таблице 5.1. представлены режимы экстракции красящих веществ из исследуемого растительного сырья.

Обычно при крашении целесообразно пользоваться сухими красителями. Сухие красители позволяют точнее соблюдать необходимую дозировку и гидромодуль красильной ванны, их легче транспортировать и хранить, была изучена возможность получения сухих красящих экстрактов. Для этого жидкий экстракт упаривали при низком давлении в ротор-испарителе до получения густого смолообразного остатка, который затем выдерживали в экстракторе над серной кислотой до полного высыхания. Высушенный экстракт получался в виде кристаллического или аморфного порошка красного цвета.



**Рисунок 5.3.** - Технологическая схема получения красителя из зверобоя

Проведенные исследования позволили разработать способ получения красящих экстрактов из красильных растений, произрастающих в Таджикистане, защищенный патентами Республики Таджикистан. Общая технологическая схема получения красящих экстрактов представлена на рисунке 5.3.

### 5.3. Состав и свойства красящих веществ в растительных экстрактах

Для научного обоснования технологии коллорирования текстильных материалов важное значение имеет информация о составе и строении красящих веществ. Это необходимо для выявления назначения красителя и условий применения данного красителя. Именно от состава и строения красителей зависит возможность или наоборот, невозможность, окрашивания данным красителем конкретного текстильного материала. Именно от состава и строения красителей зависят колористические характеристики окрашенных материалов, а также устойчивость окраски к различным физико-химическим воздействиям. Химический состав всех растений, выбранных нами в качестве источника красителей, в общем известен. Как указано в разделе 5.1., все выбранные растения содержат фенольные соединения различных классов, некоторые содержат алкалоиды, каротиноиды и другие вещества, обладающие красящими свойствами.

Из литературы известно, что природные красящие вещества относятся к разным классам химических соединений [46].

В работе [349] приведены примеры красителей каждой группы с указанием химического класса. Эти данные приведены в таблице 5.2.

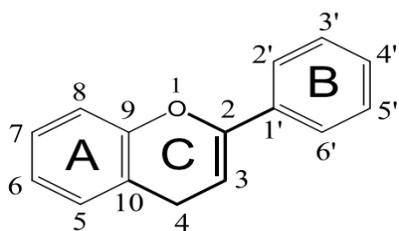
**Таблица 5.2.-Примеры природных растительных красителей**

Краситель	Химический класс красителя	Цветовые характеристики
Хризофановая кислота	Антрахинон	Желто-коричневый
Эмодин	Антрахинон	Желто-коричневый
Реин	Антрахинон	Желто-коричневый
Пурпурин	Антрахинон	Красный
Аланин	Нафтохинон	Красный

Шиконин	Нафтохинон	Красно-фиолетовый
Лавсон	Нафтохинон	Желто-коричневый
Юглон	Нафтохинон	Желто-коричневый
Кверцетин	Флавонол	Ярко-желтый
Кемпферол	Нафтохинон	Ярко-желтый
Морин	Нафтохинон	Желто-зеленый
Берберин	Алкалоид	Ярко-желтый
Индиго	Индигоид	Синий

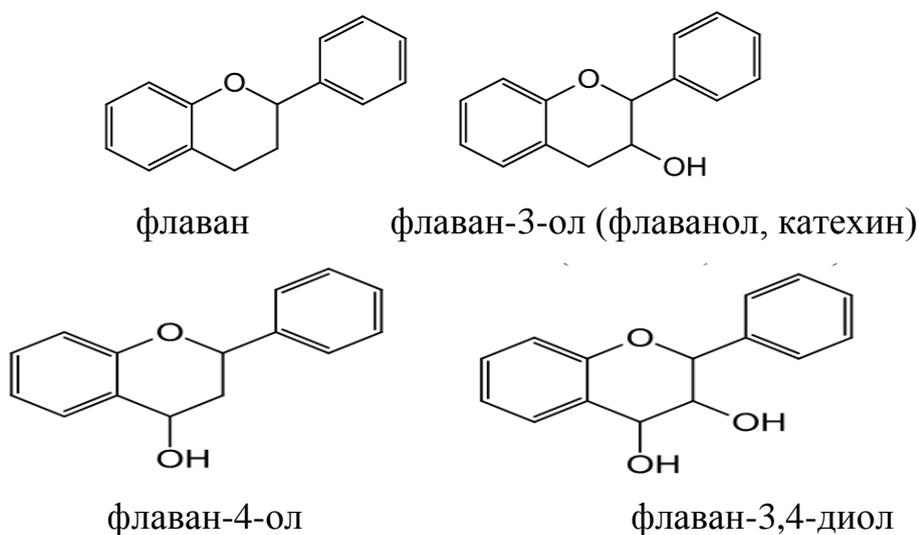
Данные представленной таблицы показывают, что природные растительные красители, в основном являются флавоноидами, производными нафтохинона и антрахинона, то есть фенольными соединениями.

Фенольные соединения – класс природных ароматических соединений, содержащих два бензольных кольца и несколько гидроксидных групп. Эти соединения содержатся во всех частях растений и обладают биологической активностью, выполняя многочисленные и разнообразные биологические задачи [340-343]. Фенольные вещества растений чаще всего представлены флавоноидами или  $C_6-C_3-C_6$ -соединениями, которые в своей основе имеют следующее строение:

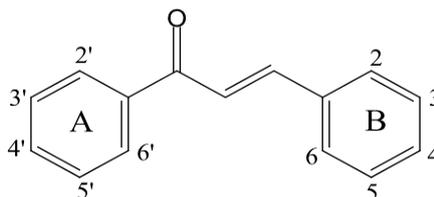


Из этих природных соединений красящими свойствами обладают флавонолы, катехины, халконы, ауруны. Соединения этих классов окрашены в желтый цвет. Красителями могут быть также антоцианы, имеющие красный, синий цвет или фиолетовый цвет. Однако они не устойчивы к воздействию света, температуры и pH среды. Поэтому, на наш взгляд их применение в качестве текстильных красителей нецелесообразно. Указанные типы флавоноидов различаются, числом и расположением гидроксидных групп, степенью окисленности кольца C и расположением кольца B.

Флавонолы и катехины относятся к группе флавана и имеют строение, представленное ниже:

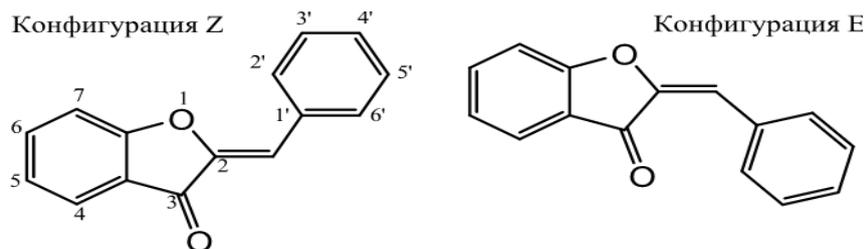


Халконы и дигидрохалконы, которые также обладают красящими свойствами, относятся к ряду флавоноидов с открытым пирановым кольцом. Они имеют следующее строение:

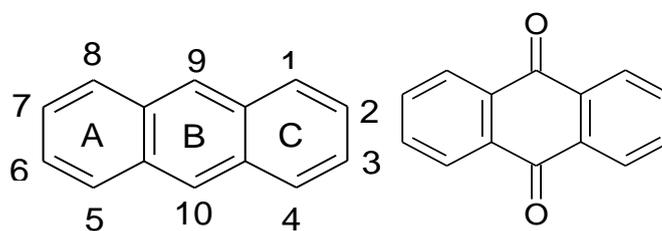


Особенностью халконов является то, что кольца А и В соединены не замкнутым циклом как у других флавоноидов, а открытой цепью из трех атомов углерода, образующих карбонильную группу и двойную связь между  $\alpha, \beta$ -углеродными атомами [341-342].

Также окрашенными являются флавоноиды класса ауранов, которые существуют в природе в двух конфигурациях. Их особенностью является пятичленное кольцо С: [341-342]:



Менее распространены в растениях производные антрахинона, однако именно они являются наряду с флавоноидами основной многих природных красителей [34]. Основу структуры производных антрахинона составляет окисленное ядро антрацена:

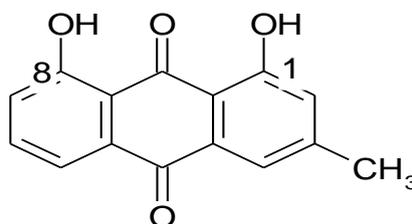


Антрацен

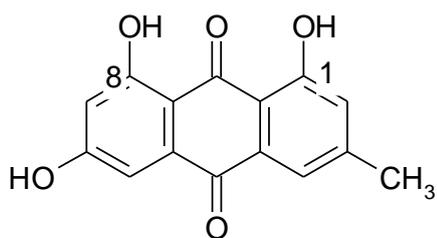
9,10- Антрахинон

Большое число антрахиноновых производных обеспечивается наличием и расположением в молекуле таких функциональных групп, как гидроксильные (-OH), метоксильные (-OCH<sub>3</sub>), метильные (-CH<sub>3</sub>), оксиметильные (-CH<sub>2</sub>OH), альдегидные (-CHO), карбоксильные (-COOH) [50,52,53].

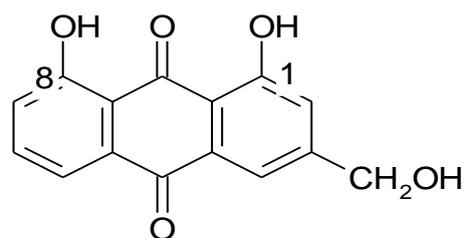
Примером красящих веществ антрахиноновой природы могут быть соединения щавеля конского хризофанол (3-метилхризацин), франгула-эмодин, алоэ-эмодин, строение которых представлено ниже:



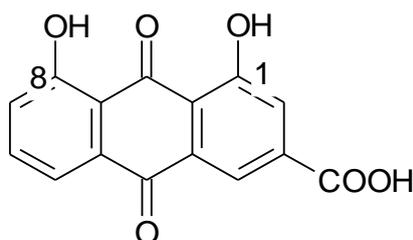
Хризофанол (3-метилхризацин)



Франгула-эмодин

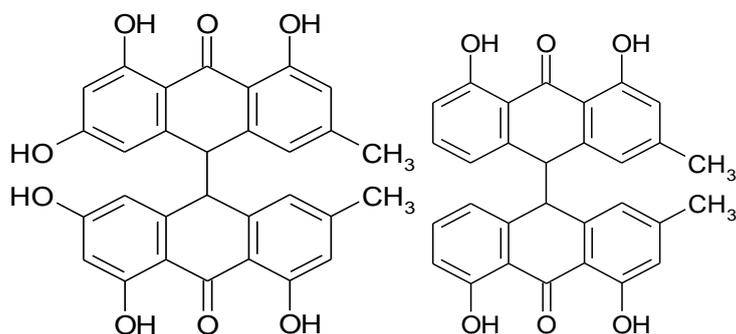


Алоэ-эмодин



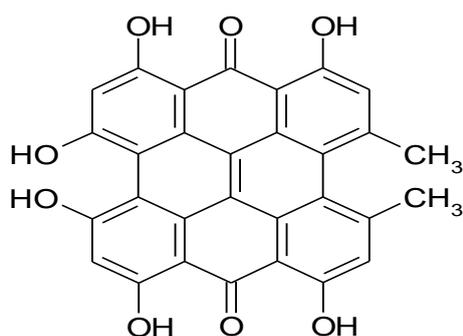
Рейн

В растениях встречаются также конденсированные антраценпроизводные например эмодин-диантрон и хризофанодиантрон.



эмодин-диантронхризофанолдиантрон

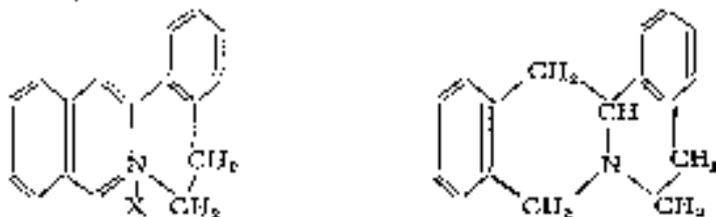
К производным антрахинона относятся также гиперичины, которые содержатся в различных частях зверобоя [54, 55]:



Красящие вещества некоторых растений относятся к другому классу хинонов. Это нафтохиноны, красящие вещества хны (лавсонии), растений семейства ореховых, алканна.

Известны красители, которые с по своей химической природе относящиеся к алкалоидам или другим классам органических соединений. В качестве примера таких соединений можно указать на алкалоид берберин, выделенный как краситель из коры барбариса, или индиго, являющийся индигоидом [349].

Берберин, основной компонент красящих веществ барбариса относится к алкалоидам изохинолинового ряда и содержат в молекуле остатки 1,2,3,4-тетрагидроизохинолина, значительно реже - 3,4-дигидроизохинолина или изохинолина. Эти алкалоиды имеют следующее строение:



Химические и биохимические свойства флавоноидов, обеспечивающие их красящую способность, обусловлены наличием ароматических колец, карбонильных и гидроксидных групп. В растениях они часто содержатся в виде гликозидов, для которых характерны реакции гидролиза. Гидролиз флавоноидных гликозидов происходит в присутствии разбавленных кислот и щелочей, а также ферментов. Посредством карбонильных и фенольных оксигрупп флавоноиды способны образовывать комплексы с солями металлов различной степени устойчивости, благодаря чему они применяются как протравные красители.

Производные антрахинона растворяются в щелочах, образуя окрашенные в вишнево-красный цвет растворимые феноляты. Особенностью всех антраценпроизводных является устойчивость их ядра. Антрахиноновые производные образуют соли с ионами щелочных металлов. С солями

переходных металлов (Fe, Al, Cr, Sn) образуют очень устойчивые комплексные соединения.

Алкалоиды также могут присутствовать в растениях в виде солей и в виде оснований. Эти формы алкалоидов отличаются по растворимости. Алкалоиды - соли хорошо растворимы в воде и спиртах, но нерастворимы в органических растворителях. Их растворимость увеличивается с повышением температуры. Алкалоиды-основания хорошо растворимы в полярных органических растворителях и нерастворимы в воде.

Таким образом, анализ литературных источников о основных химических соединениях в составе выбранных для исследования растений показывает, что строение данных соединений отвечает условиям, которые необходимы для проявления красящих свойств – они имеют систему ароматических колец и хромофорных групп, обеспечивающих определенный цвет и функциональные группы, способные образовывать химические связи по различным механизмам или межмолекулярное взаимодействие (силы Ван-дер-Ваальса) между красителем и волокном.

#### **5.4. Исследование химической природы красящих веществ в составе растительных экстрактов физико-химическими методами**

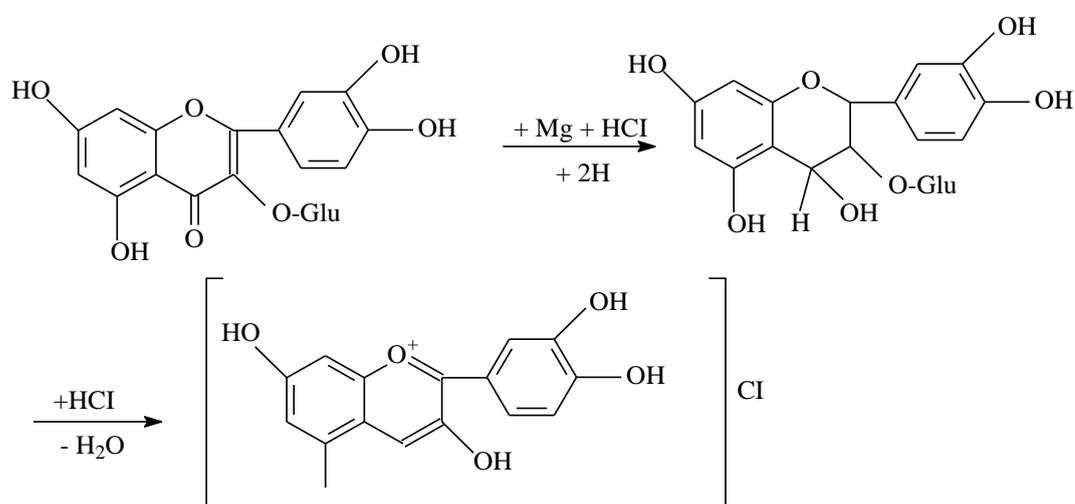
В соответствии с известными литературными данными, приведенными в разделе 5.3., красящими веществами в составе выбранных нами растений являются флавоноиды, антраценпроизводные (производные антрахинона), алкалоиды и индигоидные соединения. При этом флавоноиды содержатся во всех растениях, антрахиноновые красящие вещества – в зверобое, корнях ревеня и марены, коре чинары, алкалоиды содержатся в семенах гармалы, коре и древесине барбариса. Вместе с тем, известно, что состав и содержание химических соединений в растениях зависит не только от видовой принадлежности и фазы развития растения, но также и от географической зоны и климатических условий его произрастания. Например, с понижением

температуры окружающей среды в растениях увеличивается содержание антоцианов, а с увеличением температуры в растениях увеличивается содержание остальных флавоноидов. Повышение высоты над уровнем моря способствует большему накоплению гидроксильных формы фенольных соединений и образованию транс-изомеров. Исходя из этого, можно ожидать, что химический состав красильных растений, произрастающих в нашей республике, характеризующейся жарким климатом, высокогорьем, обилием солнечного света, может отличаться в некоторой степени от представленных данных. Для подтверждения наличия основных групп красящих веществ в полученных экстрактах (флавоноидов и антрахиноновых производных), их состав был изучен качественными реакциями и методом УФ-спектроскопии.

Компонентный состав флавоноидов был определен нижеприведенными качественными реакциями [344].

### Цианидиновая проба.

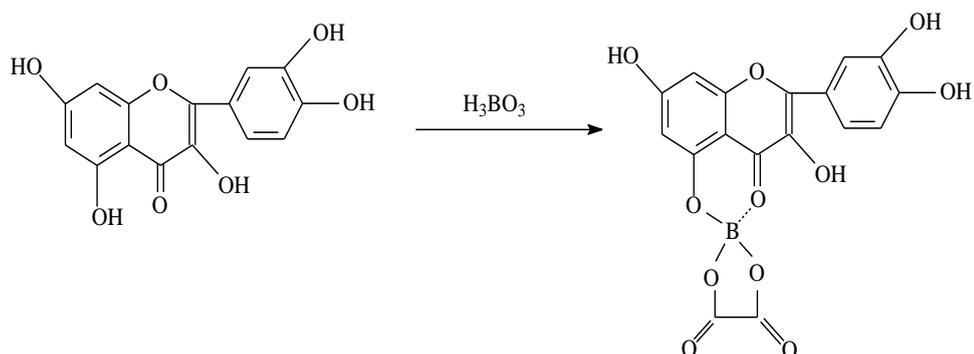
Данная реакция является общей на флавоноидные соединения. Она проводится с помощью концентрированной соляной кислоты и металлического магния. Действие водорода в момент выделения приводит к восстановлению карбонильной группы и образованию ненасыщенного пиранового цикла, который под действием соляной кислоты превращается в оксониевое соединение, имеющее окраску от оранжевой (флавоны) до красно-фиолетовой (флаваноны, флавонолы, флаванололы).



Если вместо магния провести реакцию с цинком, то данной реакцией можно подтвердить наличие флавонолов и флавонол-3-гликозидов, так как эти соединения дают красную окраску, а флаваноны, халконы, ауруны не обнаруживают ее. Однако, халконы и ауруны в присутствии только серной кислоты дают красное окрашивание за счет образования оксониевого иона.

### **Борно-лимонная реакция (реакция Вильсона- Таубека).**

5-оксифлавоны и 5-оксифлавонолы, взаимодействуя с борной кислотой в присутствии лимонной (реактив Вильсона), образуют желтую окраску с красноватой флюоресценцией в УФ-свете. При замене лимонной кислоты на щавелевую (реактив Таубека) в УФ-свете отмечается зеленая или желтая флюоресценция.



### **Взаимодействие со щелочами.**

Общей реакцией на флавоноиды является реакция со щелочами с образованием желтой окраски. Халконы и ауруны дают со щелочами красное или ярко-желтое окрашивание, антоцианидины - синее окрашивание.

### **Реакции с ионами алюминия**

Такие флавоноиды, как антоцианы, образуют окрашенные в желтый цвет комплексные соединения с ионами алюминия, циркония.

### **Реакция с хлоридом железа**

Как все фенольные соединения, флавоноиды взаимодействуют с хлоридом окисного железа с образованием различно окрашенных комплексов (от зеленого до коричневого). Реакция мало специфична.

### **Реакция с раствором желатина**

Данная реакция предназначена для определения дубильных веществ. При взаимодействии дубильных вещества с 1% раствором желатина в 10% растворе NaCl появляется муть, исчезающая при добавлении избытка желатина. Дубильные вещества можно также определить по образованию коричневой мути при добавлении раствора бихромата калия.

**Наличие антрахинонов** подтверждалось следующими качественными реакциями, проводимыми после кислотного гидролиза их гликозидов.

После подкисления гидролизата разбавленной HCl агликоны извлекают диэтиловым эфиром. При наличии антрахиноновых производных эфирный слой окрашивается в желтый цвет. При добавлении нескольких миллилитров аммиака и встряхивании этого эфирного слоя с образующиеся феноляты дают вишнево-красное, или фиолетовое или пурпурное окрашивание.

Алкалоиды в исследуемых экстрактах идентифицировались по образованию желтоватых осадков с фосфорно-молибденовой кислотой.

Результаты качественного анализа экстрактов исследуемых растений, проведенного с помощью вышеуказанных реакций, представлены в таблице 5.3.

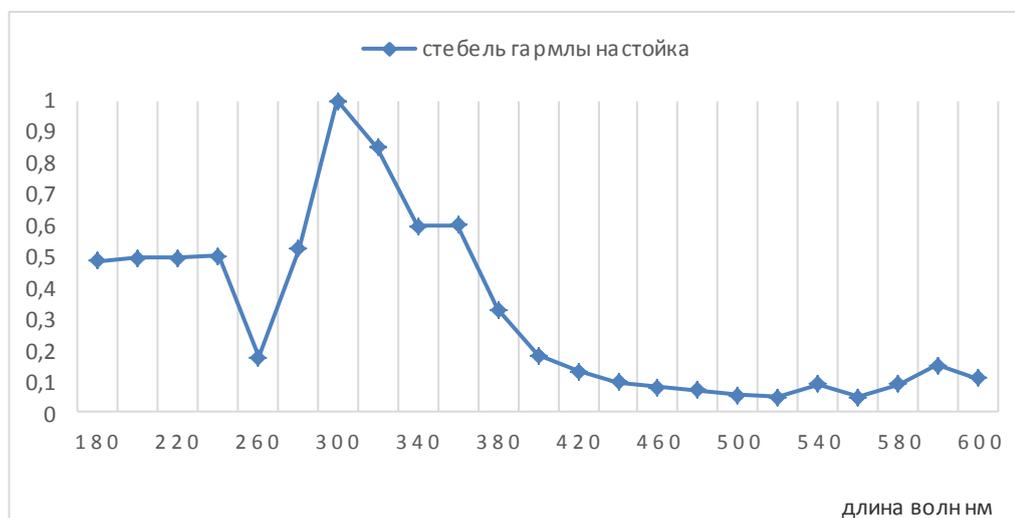
**Таблица 5.3.** - Результаты качественного анализа компонентного состава красящих веществ в экстрактах

Экстракт	Реакция	Результат реакции	Присутствуют
Зверобоя	Цианидиновая проба с цинковой пылью	Красно-фиолетовая окраска	Флавонолы
	Цианидиновая проба без цинковой пылью	Красное окрашивание	Халконы и ауруны
	Реакция с раствором гидроксида натрия	Ярко-желтое окрашивание	Флавоноиды (флавонолы, халконы, ауруны)
	Реакция с желатином	Белая муть	Дубильные вещества
	Реакция с хлоридом алюминия	Желтое окрашивание	Флавоноиды
Гармала (трава)	Реакция с раствором гидроксида натрия	желтое окрашивание	Флавоноиды
	Цианидиновая проба с цинковой пылью	Красно-иолетовая окраска	Флавонолы

Окончание таблицы 5.3.

	Фосфорно-молибденовая кислота	Желтоватая муть	Алкалоиды
Гармала семена	Фосфорно-молибденовая кислота	Желтый осадок	Алкалоиды
Кора чинара	Реакция с раствором гидроксида натрия	Вишнево-красный цвет	Антрахиноны
Корень марены	Реакция с раствором гидроксида натрия	Красно-фиолетовое окрашивание	Антрахиноны
Корень ревеня	Реакция с раствором гидроксида натрия	Красное окрашивание	Антрахиноны
Корень барбариса	Цианидиновая проба с цинковой пылью	Красно-иолетовая окраска	Флавонолы
	Фосфорно-молибденовая кислота	Желтый осадок	Алкалоиды

Данные химического состава экстрактов исследуемых растений, определенные на основе качественных реакций, подтверждаются результатами УФ-спектроскопического исследования экстрактов. .



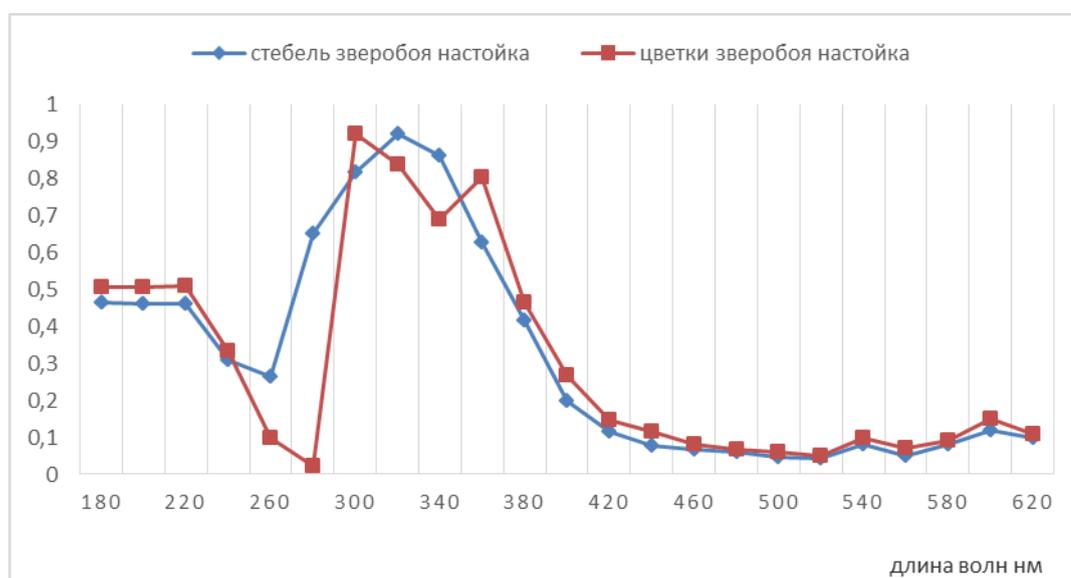
**Рисунок 5.4.** - Спектр водного экстракта, полученного травы зверобоя

На рисунке 5.4. представлен УФ-спектр водного экстракта, полученного из всего растения зверобоя.

УФ-спектр водного экстракта зверобоя характеризуется сильной полосой поглощения при 320 нм, полосой поглощения при 350 нм средней

интенсивности. Имеется также «плечо» при 180-230 нм. Основываясь на данных литературных источников, указанные полосы отнесены нами к флавонолам (полосы поглощения при 240 нм и 320 нм), дубильным веществам (полоса поглощения при 240 нм). Полоса поглощения при 350 отнесена к аурунам. Такая расшифровка УФ-спектра водного экстракта травы зверобоя обоснована нами данными авторов [350], согласно которым полоса поглощения при 320 нм соответствует полосе  $\text{In}$  флавонолов. Для флавонолов характерна также полоса поглощения  $\text{In}$  при 320 нм. Согласно данному автору, дубильным веществам соответствует полоса поглощения при 220 нм. На основании этих данных, полосу поглощения при 240 нм мы отнесли как к дубильным веществам, так и к полосе  $\text{In}$  флавонолов, считая, что происходит наложение указанных полос поглощения.

На рисунке 5.5. представлены УФ- спектры водных экстрактов из стеблей и цветков зверобоя.

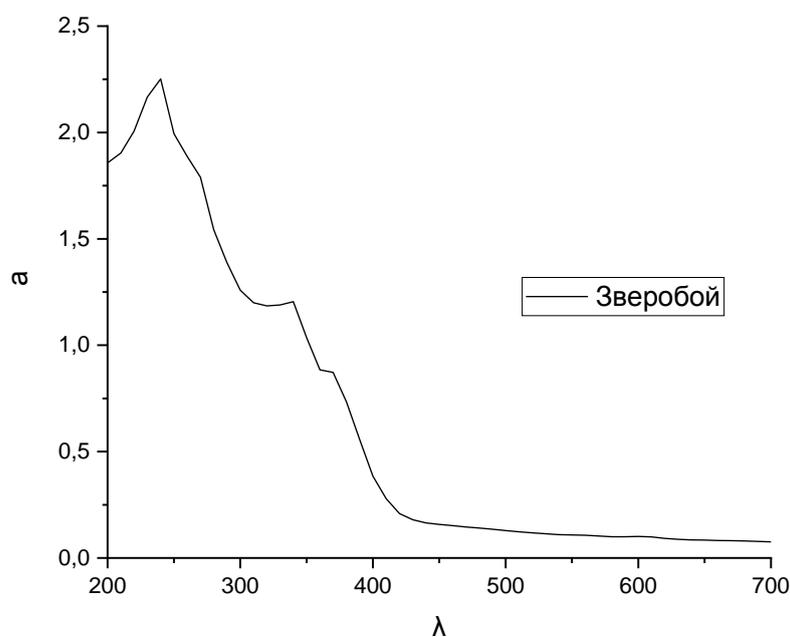


**Рисунок 5.5-** УФ- спектры водных экстрактов из стеблей и цветков зверобоя

Электронный спектр экстрактов из цветков и стеблей зверобоя практически не отличаются от спектра всего растения, имея такие же полосы поглощения. Несколь отличается спектр водного экстракта из стеблей

зверобоя. Отличие заключается в том, что наблюдается полоса поглощения при 320 нм и плечо при 180-230 нм и не содержит полосы поглощения при 350 нм. Это позволяет нам считать, что в водных экстрактах из всего растения и цветков зверобоя содержатся флавонолы, ауруны и дубильные вещества, а в экстрактах из стеблей – только флавонолы и дубильные вещества. В спектрах всех экстрактов имеются полосы поглощения при 540 и 600 нм. Эти полосы поглощения доказывают наличие во всех экстрактах гиперидина и его производных, одного из основных красящих веществ зверобоя. Хотя во многих научных статьях есть указания на то, что гиперидины не растворяются в воде. Наличие гиперидинов в водных экстрактах зверобоя подтверждается также работами Н. А. Коваленко с сотрудниками, в которых указывается, что в спектре водного экстракта имеются полосы поглощения при 540 и 590 нм, которые они относят к гиперидину.

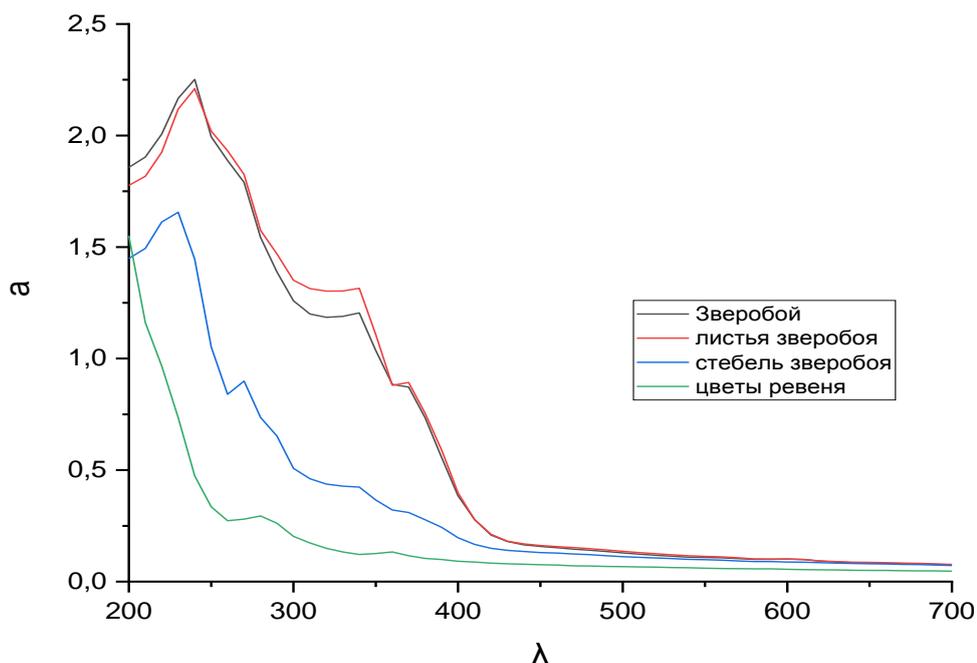
При этом следует отметить, что в экстракте из цветков эти полосы, соответствующие гиперидинам более интенсивны.



**Рисунок 5.6** - УФ-спектр экстракта зверобоя

Нами были также сняты УФ-спектры экстрактов зверобоя (и других исследованных растений) на спектрофотометре UV-1280 (Shimadzu, Япония) с большим разрешением. Полученный спектр представлен на рисунке 5.7.

В данном спектре кроме полос поглощения, отмеченных в предыдущих спектрах, имеются также сильные полосы поглощения при 380, 400, 450 нм. а полосы поглощения при 550 и 590 нм, соответствующие гиперинам, более выражены. Хотя в литературе отмечается, что гиперинины не растворяются в воде, однако наши данные, подтвержденные данными белорусских ученых, свидетельствуют о том, что гиперинины частично растворяются в воде. Судя по небольшой интенсивности данных полос поглощения, количество гиперининов не столь велико, как флавоноидов.

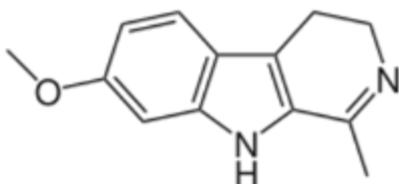


**Рисунок 5.7.** - УФ-спектр водного экстракта зверобоя

Все части растения гармалы имеют значительный набор химических соединений, включающий органические кислоты, стероиды, жирное масло, протеины, каротиноиды, сапонины, такие минеральные вещества, как железо, магний, цинк, стронций, медь, марганец, хром, никель, алюминий, свинец [336]. Особенно много в гармале содержится алкалоидов. Гармин

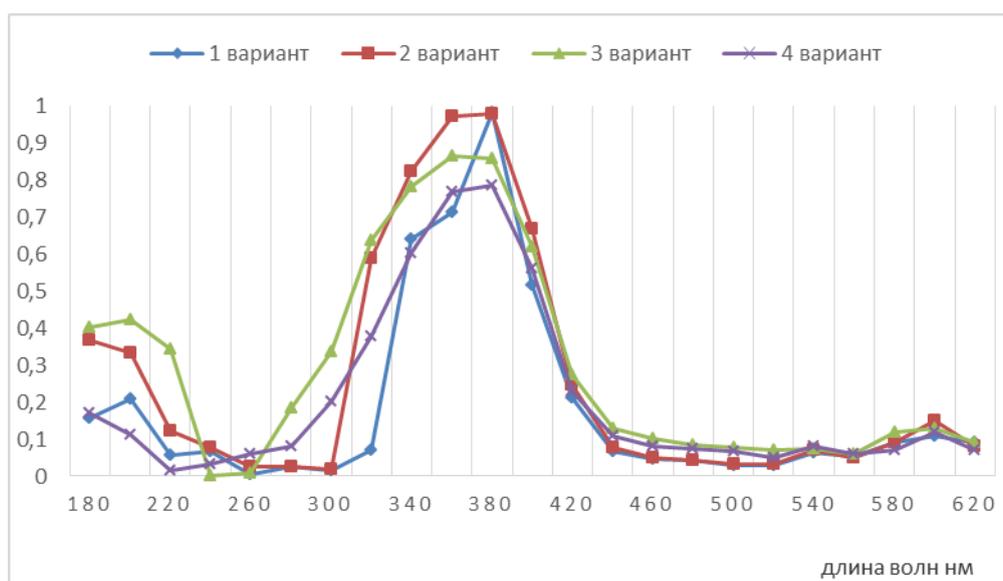
(банистерин), гармалол, гармалин (гармидин), гарман, вазицинон, пеганин (вазицин), дезоксипеганин, дезоксивазицинон, пеганидин, пегамин, пеганол, хинолин, дипегин, хинальдид накапливаются в различных частях растения, обуславливая его терапевтические эффекты.

Красящим веществом гармалы является гармалин [334], содержание которого составляет до 95% от общего количества алкалоидов. Гармалин - 4,9-дигидро-7-метокси-1-метил-3Н-пиридо [3,4-в] индол относится к индольным алкалоидам, имеет следующую структурную группировку, для которой характерно наличие четвертичного атома азота, который обуславливает основные свойства данного соединения:



Поэтому гармалин, как и другой природный краситель - алкалоид берберин, относится к по технологическому типу к основным красителям [349].

С целью подтверждения присутствия алкалоидов в водно-спиртовом экстракте семян гармалы и водном извлечении из всего растения нами были сняты УФ-спектры данных экстрактов, показанные на рисунке 5.8.



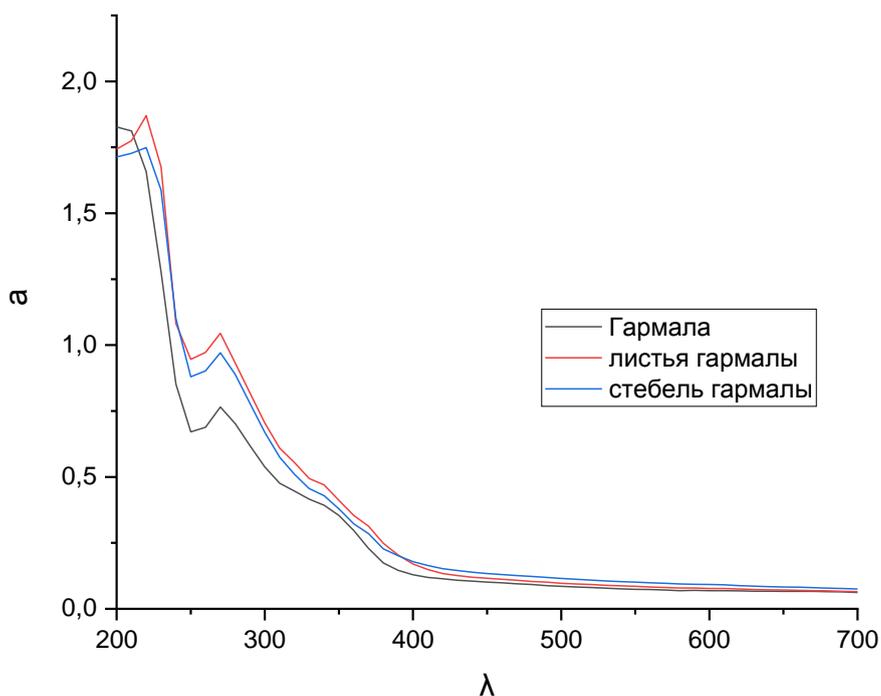
**Рисунок 5.8.** - УФ - спектр водно-спиртового экстракта семян гармалы

Экстракты, спектры которых представлены на рисунке 5,8, получены по известной из литературы методике, приведенной в разделе 2.3. В эту методику нами внесены некоторые изменения: в первом варианте экстракция осуществлена без добавления нитрата калия, во втором варианте – при экстрагировании не был использован хлорид аммония, в третьем варианте – экстракт получен без добавления нитрата калия и хлорида аммония и в четвертом варианте – экстракт получен по известной методике.

Из представленного рисунка видно, что спектры экстрактов из семян гармалы, полученные различными способами, содержат широкую интенсивную полосу поглощения при 380 нм и полосу поглощения при 200 нм, а также полосы поглощения небольшой интенсивности при длинах волн 540 и 600 нм.

Согласно литературным данным, эти полосы поглощения свидетельствуют о наличии в экстрактах алкалоидов, в том числе гармалина.

На рисунке 5.9. показан УФ-спектр водного экстракта из всего растения, а также экстрактов из листьев и стеблей гармалы.



**Рисунок 5.9.** - УФ-спектр водного экстракта растения гармалы.

Полосы поглощения в представленный спектр свидетельствует о том, что в водном экстракте травы гармалы содержатся флавоноиды – дубильные вещества ( $\lambda$  220 нм), флавонолы ( $\lambda$  320 и 365 нм) алкалоиды ( $\lambda$  200 и  $\lambda$  ) [290].

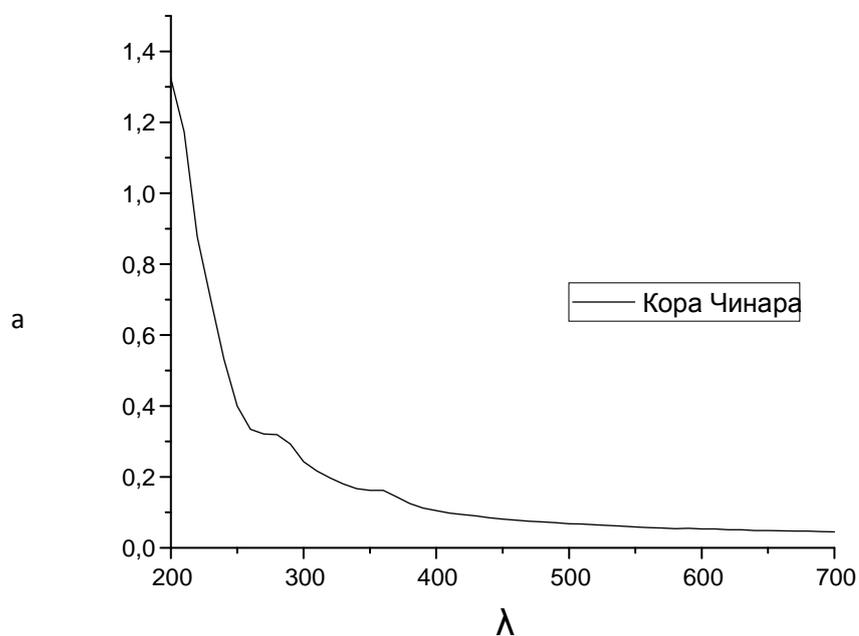


Рисунок 5.10. УФ-спектр экстракта из коры чинары

На рисунках 5.11.-5.14 показаны УФ-спектры экстрактов из листьев вайды, корня барбариса, корня ревеня и цветков сафлора.

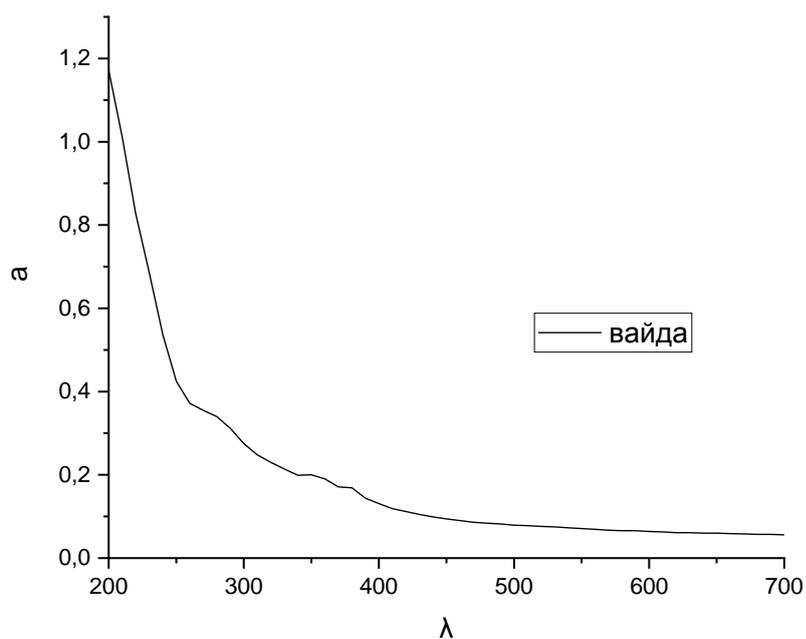
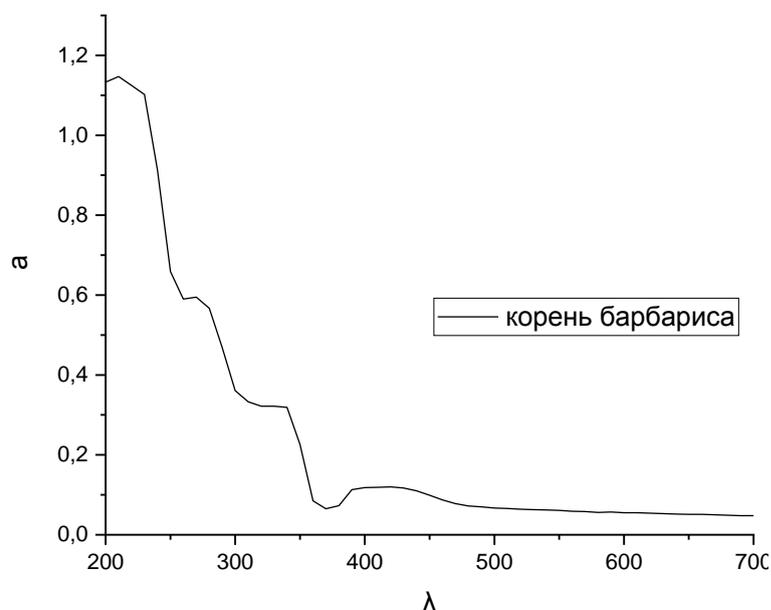


Рисунок 5.11. - УФ-спектр экстракта из листьев вайды

В спектр коры чинары представлен на рисунке 5.10. Данный спектр говорит о том, что в экстракте коры чинары преобладают флавоноиды – флавонолы (полосы поглощения при 278 и 350 нм), дубильные вещества (250, 290 нм), ауроны (345 нм) и антраценпроизводные (полоса поглощения при 470 нм).

Как видно из рисунка 5.11 в полученном спектре экстракта листьев вайды наблюдаются 3 очень широкие полосы поглощения, расположенные при длинах волн 300-330 нм, 340-370 нм и 375-420 нм. Имеется также а также слабая полоса при 440 нм и очень слабую полосу при 490 нм. Возможно, в данном случае произошло наложение полос поглощения, относящихся к разным классам флавоноидов.

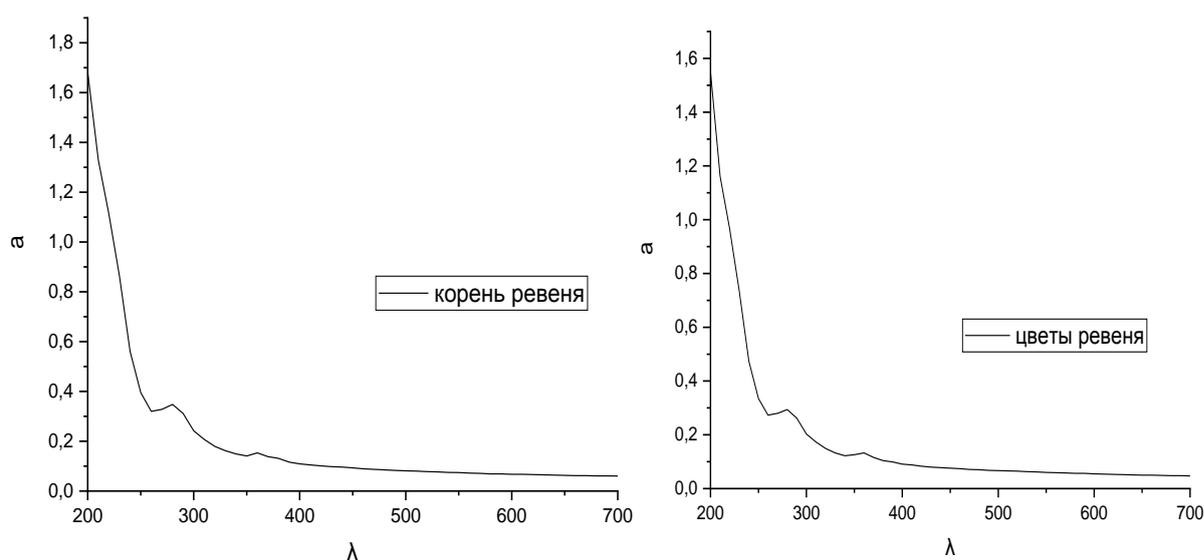


**Рисунок 5.12.** - УФ-спектр экстракта из коры барбариса

На рисунке 5.12 показан спектр экстракта из коры барбариса. Расшифровку спектра проводили, сравнивая полученный нами спектр с известными литературными данными. Из литературных источников известно, что в экстрактах из листьев барбариса отмечены полосы поглощения с максимумами при 222, 256 и 317 нм, которые авторы отнесли к алкалоидам берберинового ряда. Согласно другому источнику интенсивные

полосы поглощения алкалоидов хинолинового ряда располагаются при длинах волн 252- 268 нм и 267-276 нм, слабая полоса с максимумом при 280 нм. Сравнение этих данных со спектрами экстрактов, полученных нами, позволяет утверждать, что полосы поглощения 220, 245 нм, 260 нм и 400 нм в спектре экстракта из коры барбариса относятся к алкалоидам – берберин, бербамин, оксиантин, пальматин и его производным. Наблюдающиеся в спектре полосы поглощения с максимумами при 385, 395, 430, 440 скорее всего можно отнести к флавоноидам класса ауранов и халконов.

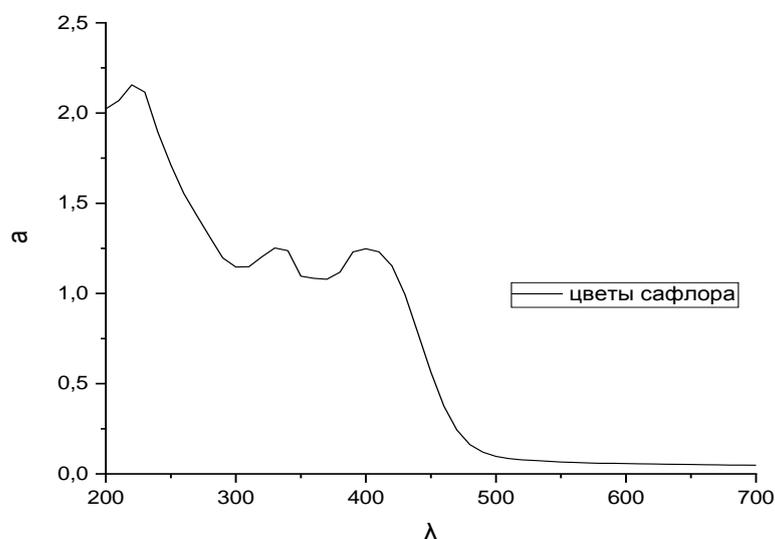
Полосы поглощения, наблюдающиеся в спектрах экстрактов корня и цветков ревеня (рисунок 5.13) и цветков сафлора (рисунок 5.14.) соответствуют соединениям, которые определены качественными реакциями.



**Рисунок 5.13.** - УФ-спектр экстракта из корня и цветков ревеня

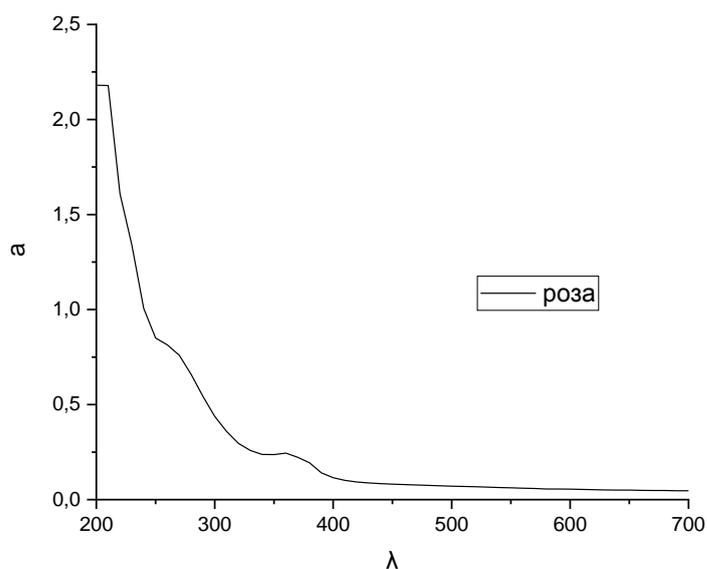
В спектре водного экстракта из корней и цветков ревеня имеются полосы поглощения различной интенсивности при 200, 280, 360, 429 и 540 нм. В соответствии с литературными данными, на основании приведенного спектра можно считать, что в составе исследуемого экстракта из корней ревеня содержатся вещества фенольной природы – катехинов и дубильных веществ катехиновой природы ( $\lambda$ 280 нм) [350], флавоны ( $\lambda$  320,240), производные антрахинонов ( $\lambda$ 279 и 321 нм) [34]. Полосу поглощения при

390 нм можно отнести к халконам, а полосу поглощения при 450 – к антоцианам.



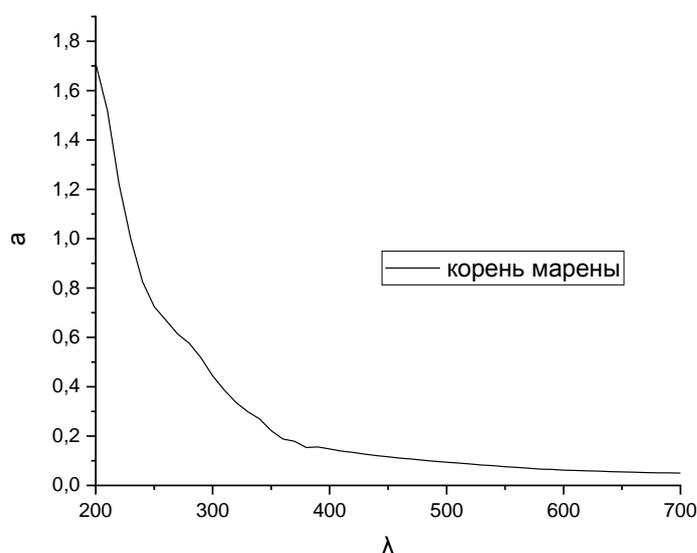
**Рисунок 5.14.** - УФ-спектр экстракта из цветков сафлора

В спектре цветков сафлора, который показан на рисунке 5.14. имеются полосы поглощения при 220, 320, 340 и 410-430 нм, а также слабые полосы поглощения при 530 и 550 нм. На основании полос поглощения данного спектра мы можем считать, что в экстракте цветков сафлора содержатся флавонолы (λ320,340 нм), дубильные вещества (λ 220 нм), халконы (λ410-430 нм).



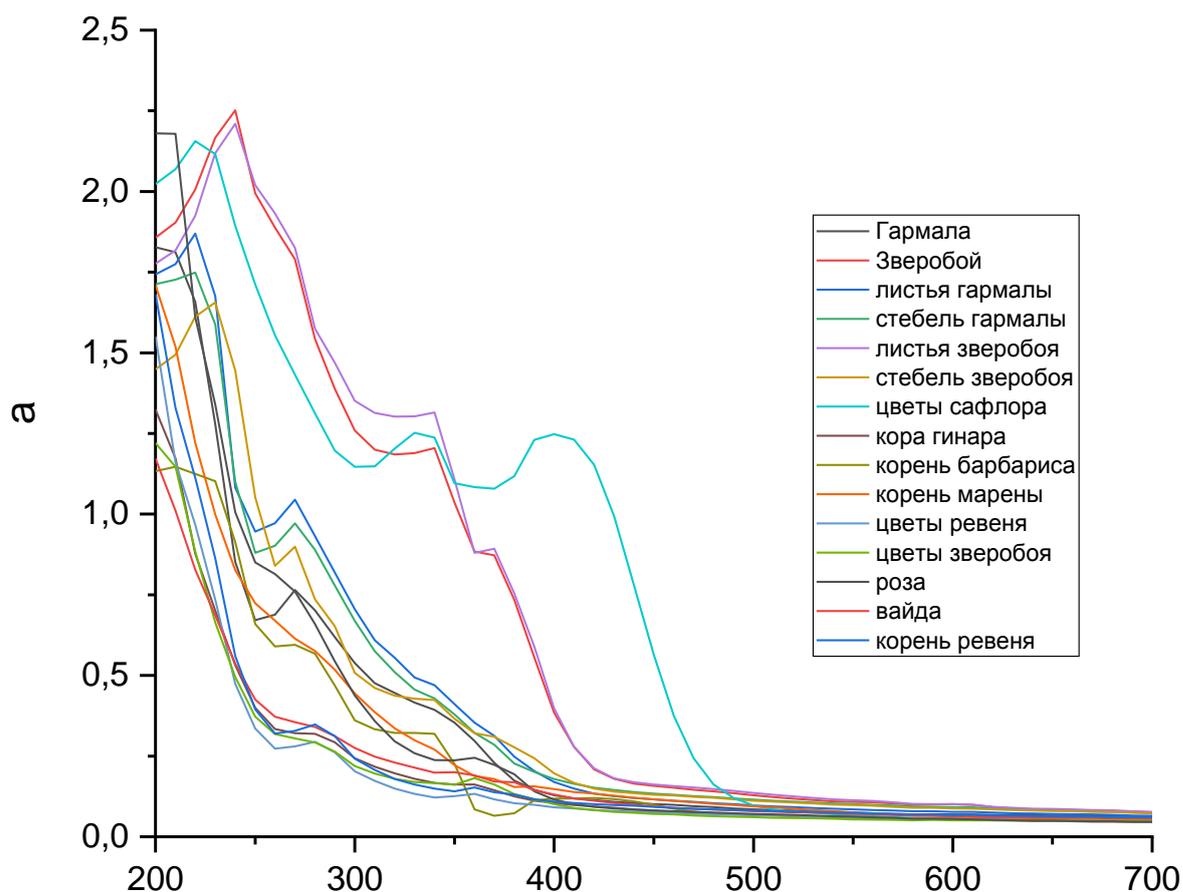
**Рисунок 5.15.** - УФ-спектр экстракта из цветков розы

В спектре экстракта из цветков розы, который представлен на рисунке 5.15, имеется сильная полоса поглощения 200 до 220 нм, полосы поглощения средней интенсивности при 250, 300, 380 нм, а также слабые полосы поглощения при 400, 440 и 530 нм. Интенсивная полоса поглощения с максимумом при 200 – 220 нм и минимумом свидетельствует о наличии в экстракте флавоноидов – флавонолов, катехинов и дубильных веществ, халконов и антоцианов.



**Рисунок 5.15.** - УФ-спектр экстракта из корня Марена

Как видно из рисунка 5.15. в спектре экстракта из корня марены наблюдается сильная полоса поглощения при 200 нм, полосы поглощения средней интенсивности при 250, 320, 350 нм, а также полосы поглощения при 460 и 400 нм. Полосы поглощения при 460 и 400 нм, а также полоса с максимумом при 200 нм и минимумом при 240 нм доказывают содержание в экстракте антрагликозидов: руберитриновая кислота, галиозин, пурпурин. Полоса поглощение в диапазоне 250, 320, 350 нм доказывает наличие флавоноидов, кумаринов и дубильные веществ. [351].



**Рисунок 5.16.** - УФ-спектры экстрактов изучаемых растений

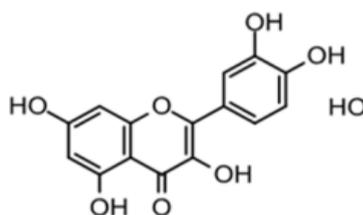
Подводя итоги проведенным исследованиям, компонентного состава химических веществ растений, выбранных в качестве источника красителей, можно отметить, что красящие вещества в составе экстрактов, полученных из выбранных растений, не представлены одним каким-либо веществом, а представляют комплекс соединений, имеющих различные свойства и строение, способные к различным типам взаимодействия с волокном. Эти соединения содержат различные функциональные группы, способные не только образовать водородные или ионные, но также и более прочные координационные связи и обеспечивают различный цвет окрасок в зависимости от условий экстракции и крашения.

## 5.5. Физико-химическое обоснование крашения текстильных материалов природными растительными красителями

Изучение и анализ доступной научной литературы и патентный поиск показали, что в настоящее время вопросу использования природных растительных красителей для крашения текстильных материалов придается достаточно много внимания. Научные исследования в этом направлении рассматривались в предыдущих разделах данной работы. Здесь следует отметить только то, что все разработанные в настоящее время, научно обоснованные технологии крашения текстильных материалов природными красителями предназначены для крашения белковых волокон, в основном шерсти.

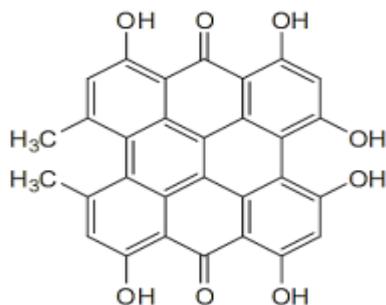
Химический состав исследуемых нами красильных растений в определенной степени изучен [346,352] и подтвержден нашими исследованиями. Основными красящими веществами в водных экстрактах являются флавоноиды различных классов, в основном флавонолы (кверцетин), а также халконы и ауруны, обладающие желтым цветом, и антраценпроизводные. Только в экстрактах из семян гармалы и коры барбариса содержатся алкалоиды, а в экстракте из листьев вайды – индигоидное соединение. Строение и состав некоторых присутствующих в экстрактах красящих веществ, представлен ниже:

флавонолы

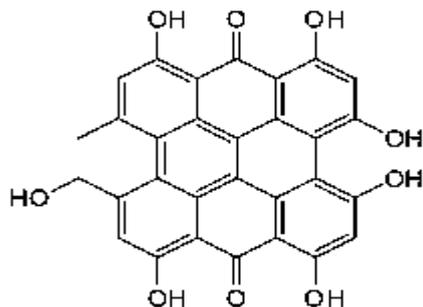


кверцетин

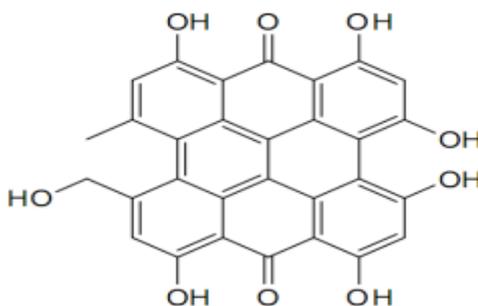
конденсированные антраценпроизводные (антрахиноновые производные)



Гиперицин



Псевдогиперицин



Гидроксипсевдогиперицин

В конденсированных антраценпроизводных между каждым из трех колец двух молекул антрахинонов образуются поперечные ковалентные связи.

Известно, что способность вещества проявлять красящие свойства обуславливается его составом и строением – прежде всего молекула красителя должна содержать бензольное кольцо, а также хромофорные группы, содержащих систему сопряженных кратных связей, и ауксохромы, задачей которых является усиливать действие хромофоров [69]. Важным является также наличие функциональных групп, способных образовывать химические связи между молекулами красителя и волокна. От вида и энергии этих связей зависит возможность окрашивания и устойчивость окраски к различным физико-химическим воздействиям.

Установленный нами методами УФ-спектроскопии и качественными реакциями компонентный состав красящих экстрактов из исследуемых растений согласуется с известными данными научных источников. Результаты изучения химического состава красящих экстрактов оказывают, что основными красящими вещества в них являются фенольные соединения

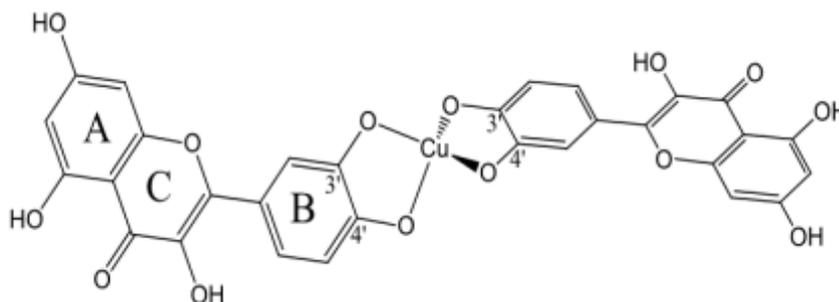
различных классов. Эти вещества удовлетворяют основным требованиям, которые необходимы для проявления красящих свойств. В молекулах флавоноидов и антраценпроизводных имеются функциональные группы (ОН-группы), которые могут образовывать химические связи различной природы с функциональными группами текстильных волокон, например, с гидроксидными группами целлюлозных волокон, или со свободными амино-группами или карбоксильными группами белковых материалов. Следует ожидать, что устойчивость окраски различных текстильных волокон экстрактом определенного растения будет зависеть от природы образующейся связи между молекулой красителя и волокном. При крашении могут осуществляться ковалентные, координационные, также ионные, водородные связи и, наконец, могут реализоваться силы межмолекулярного взаимодействия. Устойчивость указанных видов связи, осуществляемых при крашении, падает в перечисленном порядке. Однако, при оценке возможности крашения тем или иным природным красителем определенного текстильного волокна необходимо учитывать и количество образующихся связей. Например, молекулы большинства природных красителей (флавоноидов и антрахиноновых производных), содержащих гидроксильные группы, могут связываться с целлюлозой посредством водородных связей. Однако, число свободных гидроксильных групп в целлюлозе и в красящих веществах достаточно для образования такого количества водородных связей, которые могут обеспечить приемлемую устойчивость окраски.

При оценке возможности крашения текстильных материалов различной природы красящими растительными экстрактами необходимо принимать во внимание также состояние функциональных групп в составе красящего вещества. Сказанное можно иллюстрировать примером крашения целлюлозных волокон экстрактами, содержащими конденсированные антраценпроизводные. Можно считать, что устойчивость окраски целлюлозы

за счет гиперидинов будет несколько выше, чем в случае с флавоноидами, так как число гидроксидных групп, способных образовать водородные связи с целлюлозой, больше. Однако известно, что в гиперидине присутствуют как гидроксидные группы, имеющие как кислотные, так и основные функциональные группы. Исследования белорусских ученых [70] по кислотно-основным свойствам, установили, что гидроксидные группы в зависимости от своего положения различаются. Гидроксидные группы, располагающиеся по соседству с карбонильной группой, имеют значение  $pK_a$  9,2, в то время как другие гидроксидные группы имеют значения  $pK_a$  1,8, то есть они проявляют большую способность к отщеплению протона. В связи с чем, можно ожидать увеличения отрицательного заряда иона гиперидина за счет указанных депротонированных гидроксидных групп и большего отталкивания с ионизированными гидроксидными группами целлюлозы, имеющими отрицательный заряд в водном растворе. Это явление будет отрицательно сказываться на устойчивость окраски.

Связывание красящих веществ экстрактов исследуемых растений с целлюлозой посредством сил Ван-дер Ваальса также может иметь место, так как молекулы и флавоноидов и гиперидинов в определенной степени отвечают условиям проявления данного механизма связывания с волокном - они имеют сравнительно большие размеры, линейны и имеют плоскостное строение. Исходя из вышесказанного, следует отметить, что красящие экстракты из растительного сырья можно использовать как прямые субстантивные красители для крашения целлюлозных материалов, однако устойчивость окрасок не будет высокой. Повысить устойчивость окрасок при использовании указанных экстрактов в качестве прямых красителей вероятно возможно при использовании каких-либо технологических приемов, например, применением вспомогательных веществ (закрепителей) при дополнительной обработке.

Повысить качество окраски природными красителями целлюлозных волокон возможно при использовании технологии протравного крашения. При этом способе колорирования окрашиваемый материал до (или во время, или после) крашения обрабатывается солями тяжелых металлов – протравами. В этом случае устойчивость окрасок значительно повышается, так как при крашении образуются устойчивые комплексные соединения, в которых атомом –комплексобразователем является катион переходного металла, а лигандами как молекулы красителя и волокна. Строение образующихся комплексов приведено на примере комплексного соединения флавонолов с катионом меди:



Вывод о том, что состав, а точнее функциональные группы красящего вещества и текстильного материала влияют на крашение, на устойчивость окрасок доказывается также на примере гиперидина. При крашении растительными экстрактами целлюлозных волокон экстрактами устойчивость окрасок может обеспечиваться не только образующимися водородными связями, но также и образованием координационных связей между металлом и гиперидином, которое возможно за счет неподеленной пары электронов кислорода карбонильной группы. Сказанное касается и антрахиноновых красителей, так как в антраценпроизводных имеются карбонильные группировки, способные образовывать координационные связи с функциональными группами волокон в присутствии металлов.

Анализируя литературные источники, освещающие проблему разработки научно обоснованной технологии крашения текстильных материалов природными растительными красителями, можно сделать следующие выводы:

- исследований, посвященных данному вопросу очень мало;

- исследования, проводимые по этой теме, направлены на разработку технологий крашения шерстяных и шелковых тканей; крашение целлюлозных материалов природными красителями практически не исследовано. К примеру, в литературных источниках гармала позиционируется, как красильное растение, известное в давних временах, отмечается, что краситель из семян гармалы, получаемый вывариванием семян в кислой среде применялся для окрашивания шерсти [351]. М.Ходжиматовым приводится способ выделения аллокого красящего вещества из семян гармалы настаиванием семян в разбавленном этаноле в присутствии хлорида аммония и нитрата калия в течение шести месяцев [351]. Отмечается, что 100 мл данного экстракта можно было окрашивать 50 м шелка в розовый цвет. Других работ по крашению гармалой, в частности целлюлозных материалов, обнаружено не было.

Следует отметить также, что во всех частях растений, в том числе красильных, в том или ином количестве в стеблях, листьях и корнях её могут накапливаться флавоноиды. Растворимость флавоноидов в воде обуславливает их присутствие в водных растительных экстрактах, получаемых для крашения волокон и тканей. Возможность использования флавоноидов как красящих веществ была обсуждена выше. Поэтому не только волокна белковой природы, но и целлюлозные материалы можно окрашивать водными экстрактами, полученными из различных частей растений. Но следует отметить, что не все классы флавоноидов обладают красящей способностью. В состав экстрактов могут быть извлечены не только флавоноиды, но и красящие вещества других классов – производные антрахинона, нафтохиноны или алкалоиды, которые смогут обеспечить иное качество окрасок. В связи с этим, необходимой стадией разработки научно обоснованной технологии крашения природными красителями является изучение и установление компонентного состава красящих экстрактов.

Обобщая полученные нами результаты и известные литературные данные по исследованию качественного состава красящих веществ растительных

экстрактов, считаем, что водные экстракты исследуемых растений можно использовать в качестве красителей для окрашивания как белковых, так и целлюлозных текстильных материалов. По своему строению и составу красящие вещества растений вполне отвечают требованиям, которые предъявляются к текстильным красителям. Набор функциональных групп, их состояние в молекулах красящих веществ способствуют возникновению достаточно прочных химических связей между молекулами волокна и красителя, обеспечивая тем самым устойчивость окрасок ими.

## **ГЛАВА VI. КРАШЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ И БЕЛКОВЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИРОДНЫМИ РАСТИТЕЛЬНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ**

В соответствии с технической классификацией, основанной на областях и условиях применения, текстильные красители делятся на следующие классы:

- прямые или субстантивные;
- кислотные;
- основные;
- протравные;
- кубовые.

Прямые или субстантивные красители предназначены для крашения целлюлозных и белковых (шерсти, шелка) волокон и тканей. Крашение производится непосредственно из красильного раствора. Среда раствора нейтральная, предварительная обработка текстильных материалов не требуется. Прямые красители связываются с волокном посредством водородных связей и сил межмолекулярного взаимодействия (Ван-дер-Ваальсовы силы), энергия связи которых достаточно низкая. В силу этих причин, окраски прямыми красителями характеризуются низкой устойчивостью в мокрой обработке [349,231,234]. Так как многие красящие вещества растений – флавоноиды и антрахиноновые производные содержат полярные гидроксо-группы, образующие с функциональными группами волокна водородные связи, то их можно отнести к прямым красителям. Они окрашивают текстильные материалы по технологии прямых красителей, предусматривающей проведение процесса в нейтральной среде. В некоторых случаях, а именно когда гидроксидная группа существует в форме R-OH, то есть не заряжена, образованию водородных связей способствует кислая среда. При низких значениях pH повышенная концентрация ионов водорода становится причиной участия в образовании

водородных связей с участием этих ионов и образование водородных связей красителя с материалами за счет его гидроксильной группы -ОН становится практически невозможным [349].

К кислотным красителям относятся красители, предназначенные для окрашивания белковых волокон, в основном шерсти. Так как шелк очень чувствителен к воздействию кислот, а крашение кислотными красителями осуществляется в достаточно сильных средах, кислотные красители практически не применяются для колорирования шелка.

Кислотные красители содержат функциональные группы, обладающими кислотными свойствами. В водных растворах они подвергаются диссоциации с образованием положительного катиона водорода или металла и отрицательного аниона. За счет аниона молекула кислотного красителя связывается с ионизированными функциональными группам шерстяного волокна посредством прочной ионной связи. Ионизации и образованию положительно заряженных ионов имино- и аминогруппы  $=\text{NH}^{+2}$  и  $-\text{NH}_3^{+}$  происходит в кислой среде [349]. Для того, чтобы кислотные отрицательно заряженные функциональные группы белкового волокна не отталкивали ионизированную молекулу красителя, имеющую отрицательный заряд, в красильную ванну добавляют нейтральные соли, которые связывают анионы волокна и тем самым предотвращают отталкивание молекул красителя и способствуют их дальнейшему проникновению во внутреннюю сферу волокна.

Фенольные соединения, которые являются основными красящими веществами природных экстрактов, предназначенных для колорирования текстильных материалов, проявляют свойства слабых кислот. Поэтому их диссоциация и образование аниона карбоксильной и гидроксидной групп красителя может происходить только в сильно щелочной среде. В связи с тем, что шерстяное волокно очень чувствительно к кислотам, природные красители не применяются как кислотные красители.

Протравными называются красители, в процессе крашения которыми обязательно участвуют соли переходных металлов. Механизм образования окраски и ее устойчивость заключается в образовании координационной связи между катионом переходного металла, молекулой красителя и волокном и образовании комплексного соединения, в котором катион переходного металла является центральным атомом-комплексообразователем, а молекулы красителя и волокна - лигандами. Почти все природные красящие вещества содержат функциональные группы, способные к комплексообразованию. Такими группами являются карбонильная группа в флавонолах и флаволах, простых и конденсированных антрахинонах. Поэтому природные красители, выделенные из растительного сырья, целесообразно использовать как протравные красители. В этом случае получается более прочная устойчивая к физико-химическим воздействиям окраска, так как краситель связывается с волокном не только посредством прочной координационной связи. В связывании красителя и волокна вносят вклад также водородные связи между гидроксидными группами волокна и красителей, которых может быть несколько, а также и силы Ван-дер-Ваальса. Преимуществом протравных красителей является также то, что в зависимости от применяемой протравы можно получать различные цвета и оттенки.

Кубовые красители – это нерастворимые соединения. Они окрашивают текстильные материалы только в растворимой восстановленной форме. Поэтому перед крашением их переводят в восстановленную форму – обычно бесцветное лейкосоединение. После обработки текстильного материала происходит окисление лейкосоединения и образование окраски непосредственно на материале. Мало природных соединений относятся к данному классу. Это красители индиго и тирийский пурпур [349], а также вайда.

В отличие от кислотных, основные красители в красильном растворе диссоциируют и образуют положительно заряженный катион, который связывается с молекулой волокна, содержащей кислотные гидроксильные и карбоксильные группы R-OH и R-COON посредством ионной связи. Основными красителями можно окрашивать как целлюлозные, так и белковые волокна. Особенностью крашения основными красителями является то, что крашение проводится в щелочной среде. При щелочной среде кислотные гидроксильные и карбоксильные группы целлюлозных волокон диссоциируют с образованием отрицательно заряженных анионов, которые связываются с катионом красителя ионной связью. Для белковых волокон щелочная среда способствует образованию отрицательно заряженных функциональных групп (карбоксильных), что также необходимо для образования достаточно прочной ионной связи. Следует также отметить, что шерстяное волокно быстро разрушается при воздействии щелочей, поэтому основные красители практически не применяются для крашения шерсти.

Учитывая вышесказанное, нами была исследована возможность крашения целлюлозных текстильных материалов без применения протрав. Так как все используемые нами экстракты содержат флавоноиды, крашение без протрав на наш взгляд, вполне возможно. Также было проведено крашение с помощью протрав. При крашении белковых волокон (шелка и шерсти) крашение полученными экстрактами было осуществлено с учетом особенностей технологии крашения данных материалов.

### **6.1. Крашение целлюлозных материалов природными красителями без протрав**

Образцы расшлихтованных и отбеленных целлюлозных материалов (хлопковая и льняная ткани) окрашивались исследуемыми растительными экстрактами по технологии крашения прямыми красителями. Обоснование

данной технологии для природных красящих экстрактов приведено в предыдущем разделе. Мы считаем, что несмотря на невысокую стойкость окрасок, крашение по данной технологии вполне оправдано, так как крашение прямыми красителями не предусматривает применения токсичных солей тяжелых металлов, меньше требуется материальных ресурсов (воды для промывки), что повышает экологичность данного способа.

Крашение по предлагаемой технологии проводилось водными экстрактами зверобоя, гармалы, вайды, чинары, корней ревеня и других выбранных растений при следующих условиях: модуль ванны 1:10, температура крашения - 80<sup>0</sup>С, время крашения – 2 часа. Экстракты были получены по разработанному нами способу при условиях, которые несколько варьировались в зависимости от вида растительного сырья.

В технологии крашения прямыми красителями с целью повышения адсорбции красителя волокном и повышения ровноты окраски в красильную ванну добавляется нейтральный электролит. Нейтральный электролит нейтрализует отрицательный заряд гидроксидных групп целлюлоза и тем самым препятствует отталкиванию одноименно заряженных ионов красителя, а также снижает скорость диффузии молекулы красителя внутрь волокна, что улучшает ровноту окраски.

Крашение проводится в нейтральном красильном растворе. Для увеличения степени диссоциации молекул красителя допускается щелочная среда красильного раствора. На крашение влияют такие факторы, как температура, время крашения и концентрация красящего вещества. Между температурой и временем крашения существует обратная зависимость. Чем выше температура крашения, тем меньше время крашения. Вместе с тем, при высокой температуре красильной ванны возможна десорбция молекул красителя с поверхности волокна. Кроме того, возможна ситуация, при которой повышение температуры вызывает повышение скорости диффузии молекул красителя как к поверхности

колокна, так и вовнутрь волокна. А это приводит к неровноте окраски. Низкая температура требует повышенной концентрации красителя в красильном растворе для установления равновесия между адсорбированным красителем и красителем в растворе. В связи с этим, для каждого красителя имеются оптимальные условия, которые можно определить изучая влияние каждого из названных факторов.

Существуют несколько способ крашения текстильных материалов прямыми красителями. По одной из краситель растворяют в горячей воде и доводят раствор до требуемого объема водой при 50—60°C. В раствор добавляют 5—20% сульфата натрия и 0,5—2% кальцинированной соды. Окрашиваемый материал погружают в красильный раствор, повышают температуру в течение 30 мин и крашение продолжают при этой температуре еще около 1 ч. По окончании крашения раствор сливают и материал тщательно прополаскивают. По другой методике крашение прямыми красителями для хлопка ведут из кипящей ванны с добавкой поваренной соли [353-355]. В первом случае сульфат натрия применяется в качестве нейтрального электролита, а кальцинированная сода необходима для создания щелочной среды красильного раствора. Во втором способе крашение проволится только с использованием нейтрального электролита в нейтральной среде.

**Крашение целлюлозных тканей экстрактами зверобоя.** Крашение хлопчатобумажной и льняной ткани проводилось при следующим условиях: модуль ванны 1:10, температура крашения - 80<sup>0</sup>С, время крашения – 2 часа.

Так как на результат крашения влияют такие факторы, как температура, время крашения, рН среды красильного раствора, наличие и вид нейтрального электролита, нами были изучено влияние указанных факторов на качество окрасок целлюлозных материалов природными красителями по технологии рямых красителей.

В качестве нейтрального электролита использовали хлорид натрия и сульфат натрия. Электролиты были взяты в соотношении к массе окрашиваемого материала 1: 10. Кислая среда красильного раствора создавалась добавлением уксусной кислоты, щелочная – добавлением карбоната или бикарбоната натрия. Процесс крашения начинали с добавления нейтрального электролита в теплый красильный раствор. После полного его растворения в красильный раствор помещали образец текстильного материала и постепенно поднимали температуру до 80<sup>0</sup>С. При этой температуре выдерживали в течение 2 часов, затем остужали, отжимали окрашенный материал, промывали сначала горячей водой, затем холодной и сушили в естественных условиях.

Результаты проведенных исследований показали, что при крашении хлопка экстрактом зверобоя, полученным из всего растения, в присутствии как хлорида натрия, так и сульфата натрия в нейтральной среде ткани окрашиваются в песочный цвет. В слабощелочной среде окраска хлопковой ткани имеет яблоневый цвет. Крашение в кислой среде приводит к коричнево-бежевому цвету как хлопка, так и льняной ткани. На цвет окраски влияет также присутствие нейтрального электролита. Крашение без электролита в нейтральной среде, только в экстракте зверобоя придает хлопковой ткани - цвет розового песка, а полушелковой ткани розовый бежевый цвет (рисунок 6.1.).



А) ткань х/б (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)(песочный хаки)  
 Б) льняная (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)(песочный цвет)  
 В) ткань х/б (КОН) (яблоневый цвет)  
 Г) льняная (КОН) (бежевый цвет)



Д) ткань х/б (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )(коричневый бежевый)	Е) льняная (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) (коричневый бежевый)	Ё) ткань х/б (нейтральная среда) (цвет розового песка)	Ж) льняная (нейтральная среда) (розовый бежевый цвет)
---	---	---	--

**Рисунок 6.1.**-Результаты крашения хлопчатобумажных тканей

В предыдущих разделах отмечалось, что красящие экстракты были получены не только в жидком, но и в виде сухих кристаллических порошков. Использование сухого экстракта дает возможность более точно дозировать краситель и определять модуль ванны. Хранение и перевозка красителя становятся более оптимальными. Предотвращается возможность микробиологической порчи красителя. С этих точек зрения использование сухого экстракта является более целесообразным. Однако имеет значение также получаемый результат крашения, то есть качество окрасок сухим экстрактом.



А) ткань х/б

Б) льняная ткань

**Рисунок 6.2.** Результаты крашения целлюлозных тканей сухим порошком зверобоя

В связи с этим, крашение хлопчатобумажной и полушелковой ткани было произведено также с использованием сухого экстракта. При

крашении сухим экстрактом зверобоя точно взвешенное количество экстракта растворяли в горячей воде и далее продолжали крашение по ранее описанному способу в нейтральной среде. Окраска образцов хлопчатобумажной и полушелковой ткани соответственно бежевый и персиково - бежевый цвет (рисунок 6.2.).

Результаты наших исследований, согласующиеся с литературными данными показывают, что качественный и количественный состав красящих веществ в различных частях растений отличается. По этой причине мы исследовали процесс крашения хлопчатобумажной ткани экстрактами, полученными из различных частей растения. Эти исследования проводили с применением технологии протравного крашения. В качестве протравы использовали алюмо-калиевые квасцы. Образцы окрашиваемой ткани обрабатывались перед крашением раствором алюмо-калиевых квасцов, содержащим в 250 мл воды 5 г квасцов. Обработка проводилась при температуре 100<sup>0</sup>С, в течение 5 минут. Отжатую влажную ткань помещали в красильный раствор и далее красили по приведенной выше технологии.

Результаты экспериментов приведены на рисунке 6.3.

Экстракты, полученные из различных частей растения, имеют различный цвет (рисунок 6.3.). Соответственно, цвет окрашенной ими хлопчатобумажной ткани различается – ткань окрашивается в различные оттенки желтого, бежево-розового и серо-розового цвета.





**Рисунок 6.3.** – Экстракты, полученные из различных частей зверобоя и окрашенные ткани,

Таким образом, на основании результатов проведенных нами исследований, установлено, что экстрактами зверобоя можно окрашивать беспротравным способом природные текстильные волокна не только белкового происхождения, но также и целлюлозные – льняные и хлопковые, а также смешанные. Изменением условий крашения и вспомогательных веществ можно получать различные цвета и оттенки.

#### **Крашение целлюлозных тканей экстрактами гармалы.**

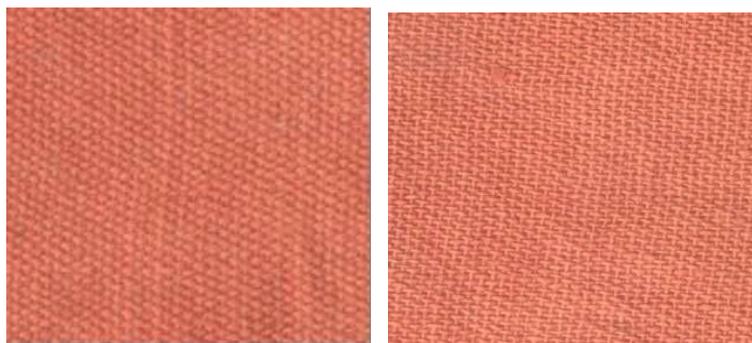
Крашение целлюлозных материалов экстрактами гармалы исследовалось на примере 2-х типов экстрактов – водного и спиртового. Крашение проводили для хлопковой и полушелковой ткани. Водный

экстракт получали разработанным нами методом, который применялся с небольшими изменениями для всех исследуемых растений.

Образцы полушелковой и хлопковой ткани, помещенные в отфильтрованный раствор красного цвета, нагревались при температуре 70-80<sup>0</sup>С в течение 6 часов при периодическом перемешивании, после чего исследуемые образцы отжимались, промывались в проточной воде и высушивались в воздухе при комнатной температуре. Цвет окрашиваемого материала светло-розовый как для полушелковой ткани, так и для хлопчатобумажной и льняной ткани. Нейтральный электролит в данном случае не применяли.

В другой серии опытов красящий экстракт был получен из семян гармалы экстракцией спиртом в присутствии калиевой селитры и хлорида аммония по известной методике, приведенной М.Ходжиматовым [351]. Красящим экстрактом, полученным по данной методике, окрашивались образцы хлопковой и полушелковой ткани. Влажные образцы ткани, помещенные в красильный раствор темно-красного цвета, выдерживали при комнатной температуре при постоянном помешивании в течение 30 минут. Дополнительные химические вещества не использовались. После этого исследуемые образцы тканей отжимали, высушивали на воздухе и подвергали влажной тепловой обработке при температуре 100-115<sup>0</sup>С. Образцы хлопчатобумажной и полушелковой ткани равномерно окрашивались в красно-оранжевый цвет.

Цвет окрашенных образцов исследуемых тканей доказывает, что красный краситель из семян гармалы окрашивает шерсть и шелк, но также и целлюлозные материалы. (Рисунок 6.4.)

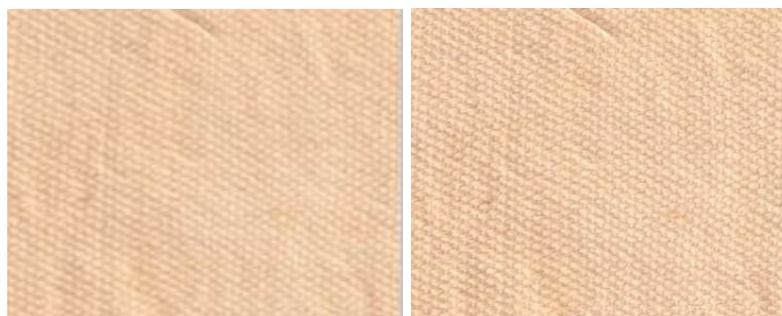


а) Полушелк

б) Бязь

**Рисунок 6.4.-** Цвет образцов ткани, окрашенной красителем из гармалы

Процесс получения спиртового красящего экстракта из гармалы требует продолжительного времени. С целью сокращения времени получения экстракта настаивание продолжали в течение 1 месяца. Полученным экстрактом были окрашены образцы хлопковой и полушелковой ткани. При крашении полученным экстрактом образцы тканей окрасились в в светло-розовый цвет (рисунок 6.5.)



а) Полушелк

б) Бязь

**Рисунок 6.5.-** Цвет образцов ткани, окрашенной красителем из гармалы

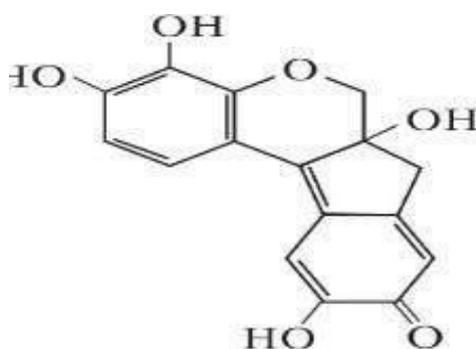
В этом случае полученный результат скорее всего объясняется меньшей концентрацией красящего вещества в экстракте при уменьшении времени настаивания.

Результаты крашения целлюлозных тканей экстрактами гармалы показали, что красящий экстракт из гармалы, как водный, так и спиртовой вполне можно применять не только для шерстяных и шелковых

материалов, но также и для целлюлозных. В зависимости от требуемого цвета можно использовать различные экстракты из гармалы. Преимуществом данного красителя следует считать отсутствие необходимости применения какого –либо вспомогательного химического вещества – нейтрального электролита и, особенно, солей тяжелых металлов в качестве протрав, что весьма важно с экологической точки зрения.

#### **Крашение целлюлозных тканей экстрактами листьев вайды.**

Изученный нами химический состав вайды красильной, подтвержденный данными научных исследований [16,18,19,75-76], достаточно хорошо изучен. Установлено, что в надземной части растения (цветы, листья) найдены витамины, сапонины, флавоноиды, индигоидные красители, азотсодержащие соединения. Основным красящим веществом вайды является индиготин [3,6], производное индола, относящееся к гетероциклическим соединениям и имеющее следующее строение:



Индиготин содержится в вайде в виде глюкозида индикана, который при гидролизе распадается на глюкозу и индоксил; последний кислородом воздуха окисляется в синее индиго, или индиготин. Согласно литературным данным [335], для получения красителя «листья вайды измельчали с небольшим количеством воды в однообразное тесто и оставляли его бродить в течение 15 дней, после чего формовали из него шары и высушивали. Эти шары темно- сине-зеленого или желто-зеленого цвета при растирании с водой давали раствор, окрашивающий ткани в синий цвет». Однако, индиготин не растворяется в воде и обычно применяемая технология

крашения тканей природными красителями, аналогичная технологии крашения прямыми или протравными красителями, не может быть использована, так как из-за нерастворимости молекулы индиготина не могут диффундировать к поверхности волокна и проникать во внутрь его. Поэтому для крашения красителями, содержащими индиготин, разработана сложная технология, предусматривающая предварительное восстановление индигоготина в растворимое бесцветное лейкосоединение. Восстановленная растворимая форма красителя после проникновения во внутрь волокна и образования химической связи с функциональными группами волокна окисляется, образуя вновь окрашенную форму [349].

Анализ литературных данных о химическом составе вайды и проведенные исследования установили, что помимо индиготина в вайде содержатся также флавоноиды, многие из которых являются красящими веществами и составляют основу большинства природных растительных красителей. В связи с этим, нами была изучена возможность крашения текстильных материалов природного происхождения – хлопковых, льняных, шелковых тканей и шерстяной пряжи непосредственно водными экстрактами из листьев вайды без протрав и в присутствии протрав. Крашение производилось периодическим способом по применяемой методике для экстрактов зверобоя, гармалы и других выбранных нами растений. Крашение производили без протрав и в присутствии протрав. Красильный раствор получали экстракцией высушенных и измельченных листьев вайды водой, взятых в соотношении 1:30 в течение 2 часов при кипячении на водяной бане. На рисунке 6.6. представлены результаты крашения целлюлозных и белковых тканей экстрактами вайды без протрав по технологии крашения прямыми красителями.

Хлопчатобумажная ткань



Льняная ткань



**Рисунок 6.6.** - Цвет образцов целлюлозных тканей, окрашенных экстрактами листьев вайды без протрав

Как видно из представленного рисунка, природные целлюлозные текстильные материалы (хлопковая и льняная ткани) окрашиваются непосредственно из водных красильных экстрактов листьев вайды без протрав. При крашении образцов указанных текстильных материалов без применения протрав для целлюлозных тканей (хлопка и льна) получаются сиренево-бежевые оттенки.



Нейтральная среда

Щелочная среда KOH

Кислая среда H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

**Рисунок 6.7.**- Цвет образцов хлопковой ткани, окрашенных в различных средах



NaCl

NaHSO<sub>4</sub>NH<sub>4</sub>Cl

**Рисунок 6.8.** - Цвет образцов хлопковой ткани, окрашенных с различными электролитами

Изучено влияние на цветовые характеристики окрашенных тканей pH среды красильного раствора и электролита, вводимого при крашении текстильных материалов по технологии прямых красителей. Полученные результаты приведены на рисунках 6.7. и 6.8. Было установлено, что цвет образцов целлюлозных тканей, окрашенных водными экстрактами вайды непосредственно красящими веществами растения, зависит от нейтрального электролита, применяемого в технологии крашения прямыми красителями, и практически не зависит от среды красильного экстракта

Также установлено, что на цвет окрасок целлюлозных тканей влияет количество использованного электролита при крашении. На примере гидросульфата натрия это хорошо видно их рисунке 6.8.

**NaHSO<sub>4</sub>-1г**



**NaHSO<sub>4</sub>-5г**



Как видно из полученного результата, увеличение количества добавляемого электролита приводит к более темному цвету.

Эти результаты косвенно подтверждают, что крашение образцов в данном случае является результатом крашения флавоноидами.

**Крашение экстрактом коры чинары.** Чинара не является красильным растением. В литературе нет сведений о колорировании текстильных материалов природными красящими веществами, полученными из чинары. Однако наличие в составе коры чинары таких веществ, как флавоноиды, кемпферол, мирицетин, кверцетин, антоцианы предполагает наличие красящих свойств у экстрактов, полученных из коры чинары. Крашение образцов хлопчатобумажной, шерстяной и шелковой ткани, а также шерстяной пряжи красящими экстрактами, полученными из коры чинары, проводили периодическим способом без протрав по тому же способу, как и

вышеперечисленные экстракты. Однако как в способ получения красильного раствора, так и в способ крашения были внесены небольшие изменения. При получении экстракта были изменены соотношение сырья и растворителя и время экстракции, что обсуждалось в соответствующем разделе. При крашении образцов изменение заключалось в предварительной обработке образцов ткани в мыльном растворе. При крашении без протрав в полученный кипящий красильный экстракт помещали образцы исследуемых тканей, которые перед крашением выдерживаются в течение 10 мин в мыльном растворе, содержащем 1 г мыла на 100 мл воды. Затем образцы тканей промывали в теплой воде, отжимали и погружали в горячий красящий экстракт при модуле красильной ванны, позволяющем полностью погружать ткань в красильный экстракт и легко перемешивать. При таком модуле ванны краситель выбирается наиболее полно. Исследуемый текстильный материал кипятили в течение 2 часов при периодическом помешивании. При этом через 15 минут после начала кипения красильного раствора с текстильным материалом добавляли закрепитель – хлорид или сульфат натрия в количестве г/л (1г на 1литр). Это делается в соответствии с известными технологиями крашения прямыми красителями для улучшения выбирания волокном красителя. После завершения процесса, окрашенный материал оставляют охлаждаться в красильной ванне.

Обычно считается, что природные красители обладают слабым сродством к целлюлозным волокнам и окрашивание таких волокон непосредственно из красильного раствора практически не осуществимо. Для создания прочных окрасок необходимы протравы. Как считают многие авторы, под воздействием протрав образуются комплексные соединения тяжелых металлов с красителем и связь красителя с волокном упрочняется. Однако, исходя из того, что в составе коры чинары содержатся фенольные соединения, в частности флавонолы, имеющие несколько гидроксидных групп, посредством которых осуществляется связь красителя с волокном, можно предполагать образование достаточно прочной связи между волокном

и красителем за счет количества образовавшихся связей. Основываясь на этом предположении, мы проведено крашение экстрактом коры чинары без протрав с добавлением нейтрального электролита. Крашение без протрав производили при различных значениях рН среды

– в нейтральной, слабокислой и слабощелочной средах. Сам экстракт имеет слабокислую реакцию (значение рН экстракта составляет 5,44), для создания нейтральной и слабощелочной реакции среды в красильный раствор добавляли соду. Результаты проведенных экспериментов представлены на рисунке 6.9.



**Рисунок 6.9.** - Результаты крашения текстильных материалов красящими веществами коры чинары без протрав

Как видно из данных таблицы, экстракт из коры чинары без протрав окрашивает целлюлозные в различные оттенки розового цвета. Цвет окрасок практически не зависит от вида закрепителя и от среды красильного раствора, но зависит от природы окрашиваемой ткани – образец льняной ткани имеет более яркий оттенок розового цвета.



**Рисунок 6.10.** - Образцы целлюлозных тканей, окрашенных растительными экстрактами

Экстрактами цветков сафлора, корня ревеня, корня марены окрашивали целлюлозные ткани окрашивали по этим же способам. Исследованные экстракты дают различные оттенки красного и желтого цветов. Результаты проведенных опытов представлены на рисунке 6.10.

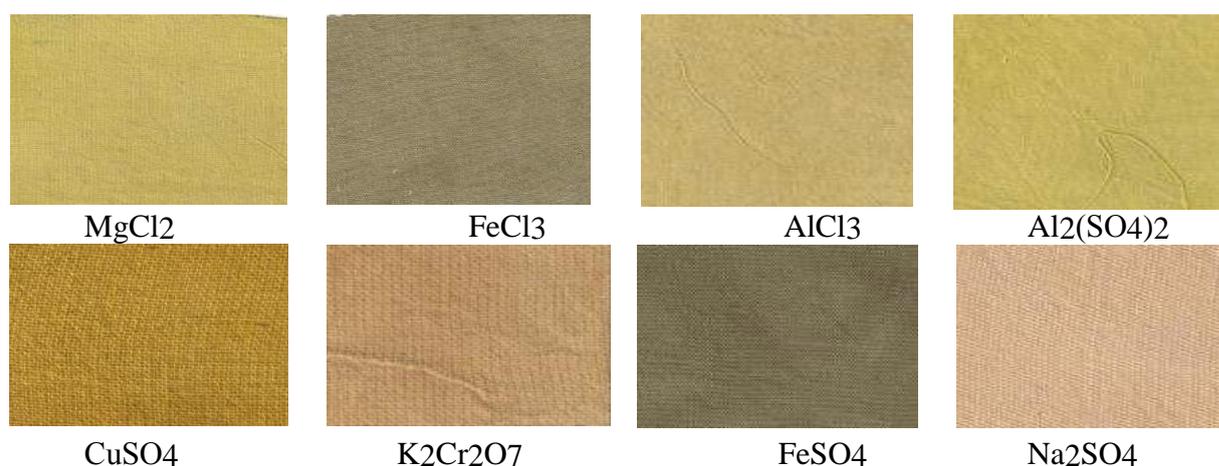
На основании проведенных экспериментов по крашению целлюлозных тканей красящими растительными экстрактами, можно утверждать, что водные экстракты из травы зверобоя, травы и семян гармалы, коры чинары и барбариса, корней ревеня и марены, цветков сафлора непосредственно окрашивают хлопчатобумажные ткани (хлопковые и льняные) в различные оттенки красного и желтого цвета. Экстракты листьев вайды позволяют получить окраску зеленовато-фиолетовых цветов.

## **6.2. Крашение целлюлозных текстильных материалов природными красителями с применением протрав**

В предыдущих разделах диссертационной работы обсуждался вопрос о возможности крашения текстильных материалов природными красителями протравным способом. Отмечалось, что строение и состав природных красящих веществ обуславливает целесообразность применения природных красящих веществ как протравных красителей. Технология крашения с помощью протрав позволяет получать окраски текстильных материалов различных цветов и оттенков в зависимости от применяемой соли, устойчивые к мокрым обработкам. При данной технологии в качестве протрав чаще всего используют соли хрома, а именно бихромат хрома. Эта соль устойчива при нагревании, не подвергается гидролизу и более равномерно распределяется по волокну, вследствие чего достигается большая ровнота окраски. Как протрава используются также соли других переходных металлов – железа, марганца, алюминия. Использование различных протрав и условий обработки ими дает возможность получить окраски текстильных материалов различных оттенков достаточно широкой гаммы цветов, которые по своим характеристикам не уступают окраскам, полученным с синтетическими красителями [9,79,80]. Существенным недостатком применяемых протрав является их токсичность.

Промывание текстильных материалов после протравливания с целью удаления остатков токсичных солей требует затраты большого количества загрязненной воды. Переходя в сточные воды, эти металлы наносят значительный экологический вред окружающей среде. По этой причине нахождение менее токсичных протрав является важной задачей. В связи с этим нами исследовалась возможность крашения текстильных материалов природными красящими веществами как протравными красителями с использованием солей менее токсичных металлов – алюминия, железа, магния.

**Крашение экстрактом зверобоя.** Колорирование хлопчатобумажной и льняной ткани осуществляли водными экстрактами зверобоя по разработанному нами технологическому режиму. По данному способу модуль ванны составляет 1:10, температура крашения  $70^{\circ}\text{C}$ , время крашения – 60 мин. В качестве протрав были использованы менее токсичные по сравнению солями хрома соли алюминия, магния, железа и хрома. Как эталон для сравнения цвета окрашенных образцов использовали образцы ткани, окрашенные без применения указанных солей в присутствии нейтрального электролита (сульфата натрия) при указанном технологическом режиме. На рисунке 6.11 показан результат крашения хлопковой ткани экстрактом зверобоя с различными протравами.



**Рисунок 6.11.** - Цвет образцов хлопчатобумажной ткани, окрашенной экстрактами зверобоя с протравами

Как показали результаты экспериментов, цвет окрашенных тканей зависит от применяемой протравы. Следует заметить, что соли более легких металлов дают более светлые цвета, а тяжелых – более темные. Это хорошо иллюстрируется окраской ткани с применением хлорида магния и сульфата железа. С солями магния окрашенные образцы тканей приобретают зеленоматово-желтый цвет, то при применении сульфата железа цвет окрасок – темно-оливковый. Из исследуемых металлов наиболее тяжелым является железо. Соответственно окраска с помощью солей железа более темная. Следует отметить, что на получающийся оттенок цвета окраски влияет анион взятой соли, а также степень окисления металла. Для примера, на рисунке приведен цвет выкрасок, протравленных хлоридом и сульфатом алюминия, а также солями двухвалентного и трехвалентного железа. Образец, протравленный сульфатом алюминия, имеет более яркий оттенок по сравнению с образцом, протравленным хлоридом алюминия. Также оттенок темного темно-оливкового цвета ткани, протравленной солью двухвалентного железа более темный по сравнению с цветом образца, протравленного солью трехвалентного железа.

Обработку окрашиваемого текстильного материала протравами можно осуществлять тремя способами – одновременно с крашением, до крашения и после крашения. Способ протравливания влияет на цвет окрашенного материала. С целью определения данной зависимости мы исследовали процесс крашения текстильных материалов красящими экстрактами зверобоя при различных способах протравливания. На рисунке 6.12 показаны цвета образцов хлопчатобумажной ткани, которые окрашивались до, одновременно и после протравливания. Полученные результаты показали, что действительно способ протравливания влияет на цвет окрашенных тканей. При предварительном протравливании получают более светлые оттенки. В случае применения солей алюминия и железа в случае одновременно с крашением протравливания получают более темные тона. Возможно, такой результат связан с составом получающихся комплексных соединений. При протравливании и крашении

могут получаться комплексы состава 1:1 или 1:2. Для железа, более склонного к комплексообразованию, возможно образование комплексов как первого типа, так и второго типа. Для алюминия и, особенно, магния, скорее всего, характерно образование комплексов 1:1, что обуславливает более светлые цвета выкрасок. Возможно, более темные оттенки цветов при одновременном протравливании и крашении объясняются тем, что при этом способе время для комплексообразования увеличивается и является оптимальным для более полного протекания процесса.

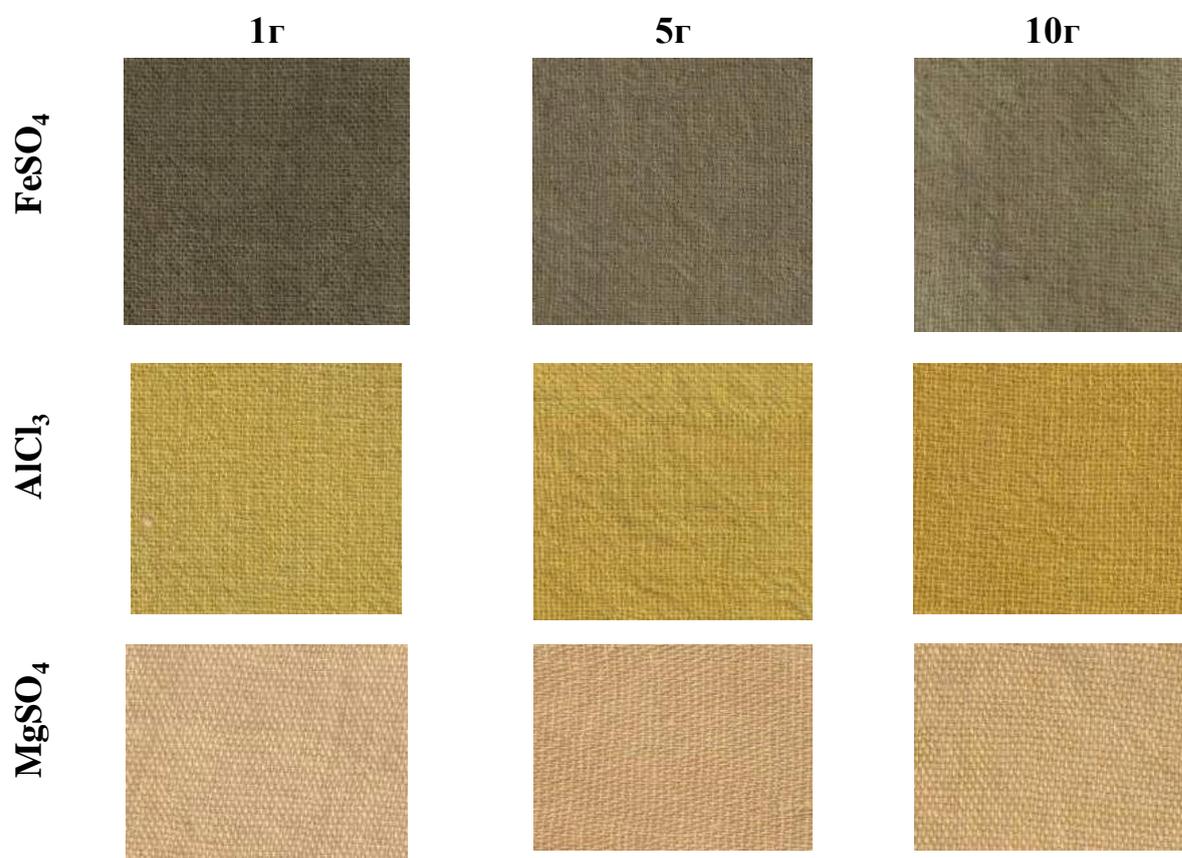
Это свойство протрав имеет практическое значение, так как позволяет получать различные оттенки цвета только изменяя порядок протравливания.



**Рисунок 6.12.** - Влияние последовательности протравливания на цвет окрасок

Нами исследовалось влияние таких факторов, как концентрация протравы, наличие нейтрального электролита и его вида, рН красильной ванны на окрашивание текстильных материалов. На рисунке 6.12. показано влияние

концентрации протравы на цвет окрашенных образцов хлопковой ткани. Установлено, что нет определенной, четко выраженной корреляции между концентрацией протравы и результатом крашения. Увеличение концентрации солей железа приводит к уменьшению интенсивности цвета. При применении хлорида алюминия и хлорида магния не установлено влияния концентрации на цветовые характеристики окрашенных тканей. Причиной такого влияния концентрации протравы на цвет окрасок по всей видимости связано с составом образующихся комплексов катионов переходных металлов с молекулами красителя и волокна.



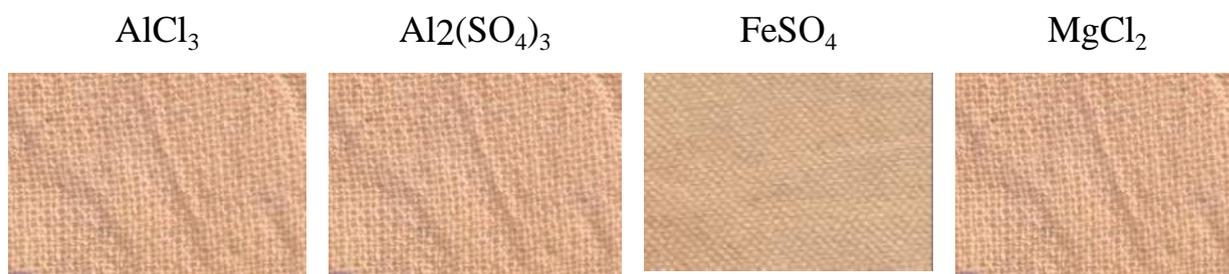
**Рисунок 6.13.** - Влияние концентрации протравы на цвет выкрасок при крашении экстрактами зверобоя

Как и в случае влияния на цвет окрасок способа протравливания, причиной полученного результата, возможно, может быть состав образующихся комплексных соединений. Для поливалентного железа комплексообразование более характерно и протекает легче, высокая концентрация красителя может способствовать образованию комплексного соединения состава 1:2. Для магния,

как щелочноземельного металла, комплексообразование менее характерно и при любой концентрации образуются комплексы только состава 1:1, увеличение концентрации соли магния не влияет на цветовые характеристики выкрасок.

### **Крашение целлюлозных тканей экстрактами гармалы.**

Образцы целлюлозных тканей – хлопка и льна – были окрашены протравным способом экстрактом из семян гармалы, полученным по ранее описанной методике. В качестве протрав использовали соли алюминия, магния и железа. Цвет полученных выкрасок представлен на рисунке 6.14.



**Рисунок 6.14.-** Цвет образцов хлопковой ткани, окрашенной спиртовым экстрактом гармалы с протравами

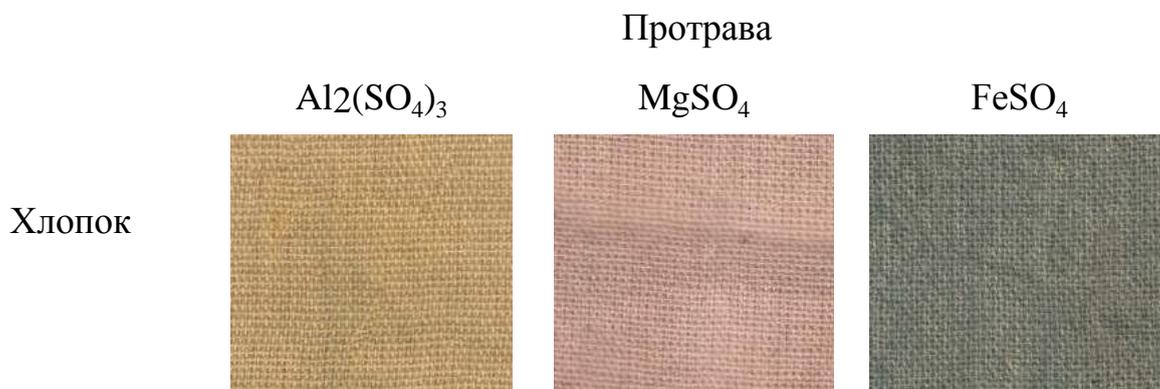
Изучение влияния протрав на цвет окрашенных образцов показало, что цвет практически не меняется при использовании различных солей. Только в случае сульфата железа получается более темный оттенок. Кроме влияния протрав исследовалось влияние рН красильного раствора и несение электролитов на цвет образцов ткани, окрашенной спиртовыми экстрактами семян гармалы. Образцы целлюлозных тканей (льняной и хлопковой) окрашивались спиртовым экстрактом семян гармалы, который полкучили настаиванием в течение 1 месяца. Для создания кислой среды в красильную ванну добавляли разбавленный раствор серной кислоты. Щелочная среда создавалась добавлением раствора гидроксида калия. В качестве нейтрального электролита был применен сульфат натрия. Полученный результат представлен на рисунке 6.15.



**Рисунок 6.15.** -Влияние среды и нейтрального электролита на цвет образцов ткани, окрашенной красителем из гармалы

На основании полученных результатов установлено, что рН красильного экстракта и нейтральный электролит практически не влияют на цвет окрашиваемых целлюлозных тканей. Полученные результаты позволяют считать, что хлопковые и льняные ткани можно непосредственно окрашивать экстрактом гармалы без применения протрав. Протравы же можно использовать с целью повышения прочности окрасок к физико-химическим воздействиям.

**Окрашивание экстрактом листьев вайды.** Крашение производилось периодическим способом по применяемой нами ранее методике. Полученные результаты представлены на рисунке 6.16.



Лен



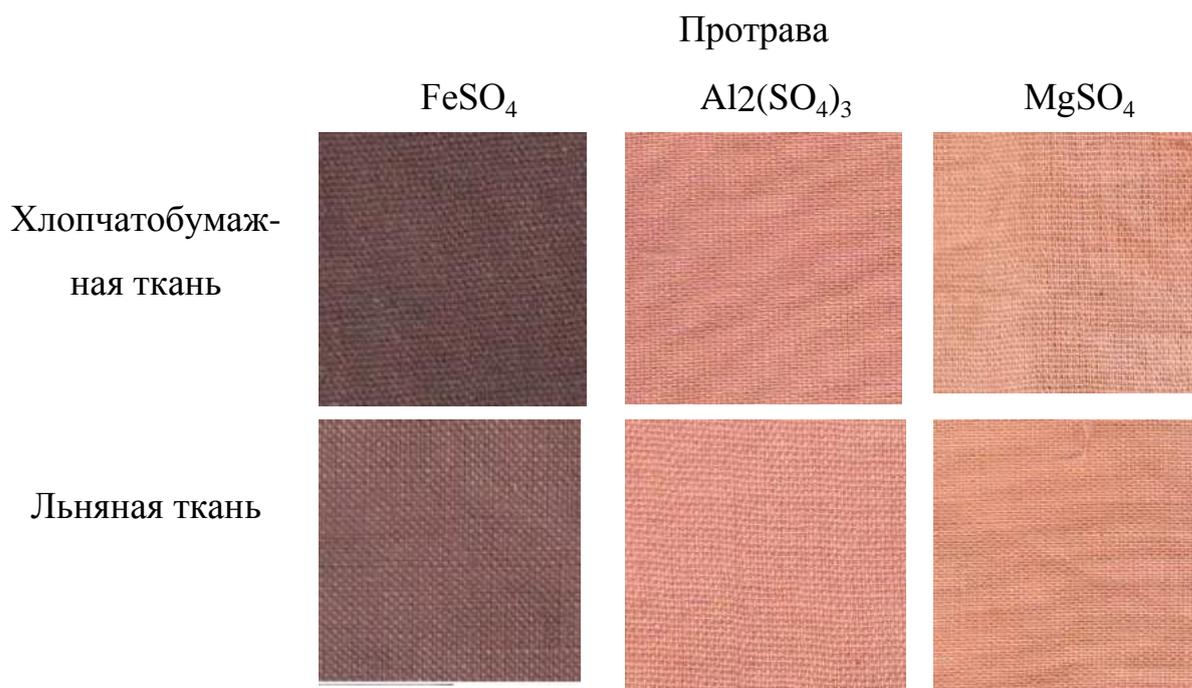
**Рисунок 6.16.** - Цвет образцов хлопковой и льняной ткани, окрашенных с протравами

Цвет образцов исследуемых тканей, окрашенных в присутствии протрав, зависит от вида протрав. В случае применения в качестве протравы сульфата железа образцы всех тканей окрашиваются в различные оттенки сине-серого цвета. Для образцов, окрашенных с сульфатом алюминия, характерны бежево-желтые (хлопок, лен, шерсть) и бежево-розовые (шелк) цвета. Использование сульфата магния в качестве протравы дает различные оттенки розового цвета. Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод о возможности крашения текстильных материалов природного происхождения водными экстрактами из листьев вайды по технологии применяемой при крашении прямыми или протравными красителями.

**Крашение экстрактом коры чинары.** Крашение образцов исследуемых тканей проводили водными экстрактами коры чинары по методике, описанной ранее для экстрактов зверобоя и других исследуемых растений.

Цвет полученных окрасок показан на рисунке 6.17.

При крашении как хлопковой, так и льняной ткани с сульфатом железа в качестве протравы получают различные оттенки фиолетового цвета. Хлопчатобумажная и льняная ткань окрашивается в экстрактом коры чинары в присутствии и солей алюминия и солей магния в розовый цвет.



**Рисунок 6.17.** - Цвет образцов хлопковой и льняной ткани, окрашенных экстрактом коры чинары протравами

**Крашение экстрактом корня барбариса, корня ревеня и цветками сафлора.** Целлюлозные ткани колорировали красящими экстрактами корня марены, корня барбариса, корня ревеня и цветками сафлора по методике, примененной при крашении экстрактами зверобоя и других растений, рассмотренных выше. В качестве протрав были применены также соли железа, алюминия и магния. Результаты протравного крашения образцов хлопковой и льняной ткани данными красящими экстрактами приведены на рисунке 6.18.

Лабораторные опыты по крашению целлюлозных материалов экстрактами из корней марены, барбариса, ревеня и цветков сафлора показали, что красящие вещества корней указанных растений вполне можно использовать как протравные красители. В зависимости от протрав каждый экстракт дает различные цвета и оттенки.

Экстракт из растения	Текстильный материал	Протрава		
		FeSO <sub>4</sub>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	MgSO <sub>4</sub>
Корни марены	Хлопок			
	Лен			
Корни барбариса	Хлопок			
	Лен			
Корни ревеня	Хлопок			
	Лен			
Цветки сафлора	Хлопок			
	Лен			

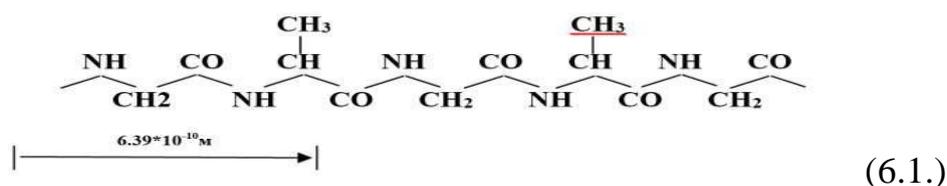
**Рисунок 6.18.** - Цвет образцов целлюлозных тканей окрашенных растительными красящими экстрактами в зависимости от протрав

### 6.3. Крашение белковых текстильных материалов природными растительными красителями

#### 6.3.1. Крашение шелка

Крашение натурального шелка, как и любого другого текстильного волокна, зависит от свойств как самого волокна, так и красителя.

Натуральный шелк относится к белковым волокнам животного происхождения. Основными соединениями состава шелкового волокна являются два белка – фиброин и серицин. Содержание фиброина составляет 70 -75 %, серицина - 25- 30 %. Кроме этих основных соединений белковой природы содержится небольшое количество веществ, растворимых в спирте и эфире и порядка 1% минеральных веществ [34,35]. Шелковое волокно состоит из двух нитей фиброина, которые соединены между собой и покрыты серицином, называемым шелковым клеем. Серицин при предварительной обработке первичного шелкового волокна растворяется в горячей воде. Готовый к крашению шелковый текстильный материал содержит в основном фиброин. Полипептидные цепи фиброина сгруппированы таким образом, что образуют плоскости, причем конфигурация каждой цепи такова, что повторяющиеся фрагменты параллельны оси волокна; каждая цепь связана водородными связями с двумя соседними цепями:



Полипептидная цепь протеина натурального шелка.

В состав фиброина входят в основном глицин и аланин. Содержание этих аминокислот составляет около 77%. Серин и тирозин составляют 12 % , 11 % приходится на остальные аминокислоты, в состав которых входят диаминомонокислоты и дикарбоновые аминокислоты, за счет которых макромолекула фиброина имеет свободные боковые амино- и карбоксильные группы, не участвующие в образовании пептидной связи, а также спиртовые, фенольные функциональные группы. Посредством этих групп возможно

образование ковалентных, ионных и водородных связей красителя с волокном. Первичная структура фиброина состоит из блоков, содержащих связки простых аминокислот – глицина и аланина с блоками, состоящими из остатков глицина и аланина с аминокислотами, имеющими более сложные структуры (серином, тирозином, оксипролином). Участки, состоящие из остатков аминокислот простого строения, какими являются глицин и аланин, имеют кристаллическую структуру с плотной упаковкой макромолекул и прочными межмолекулярными связями. Фрагменты с более сложными аминокислотными остатками, образуют рыхлые аморфные участки. Так как большая часть аминокислот шелка – это глицин и аланин, соответственно кристаллических участков в волокне будет больше, чем аморфных. Такое строение макромолекулы фиброина обуславливает плотную, гладкую физическую структуру волокна. Фиброин шелкового волокна имеет  $\beta$ - складчатую структуру. Указанные особенности шелкового волокна определяют такие его свойства как нерастворимость в воде, ограниченная набухаемость и проницаемость. Химические свойства фиброина являются производными от его состава и строения. Являясь белком, фиброин подвержен ступенчатому гидролизу, конечным результатом которого являются аминокислоты. Гидролиз белков проходит по схеме:



Скорость гидролиза возрастает в присутствии кислот и щелочей. В кислой среде гидролиз фиброина происходит по механизму случайного статистического разрыва пептидной связи в любой точке макромолекулы, поэтому кислотный гидролиз приводит к большей потере прочности волокна. Особенно разрушительно действуют на шелковое волокно концентрированные горячие растворы кислот и щелочей. В соответствии с литературными данными, 5—7%-ные растворы щелочей при температуре кипения водных растворов разрушают фиброин в течение нескольких минут; 0,04%-ные растворы заметно разрушают фиброин в течение получаса.. Концентрированные растворы едких щелочей разрушают фиброин на холоду. Менее выражено разрушающее действие солей, гидролизующихся

с образованием щелочей и слабых кислот, например, карбонатов калия или натрия или солей слабых органических кислот [353].

Разбавленные же растворы как минеральных, так и органических кислот на шелк практически не действуют.

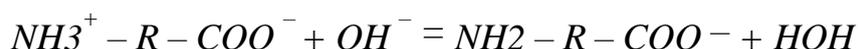
Как все белки фиброин шелка проявляет амфотерные свойства. Плохо растворяется в органических растворителях и воде. Как в твердом, так и в растворах существует в двух формах (ионизированной или неионизированной), между которыми устанавливается равновесие:



В связи с этим, при подкислении раствора до значения pH 4,2 приобретает избыточный положительный заряд за счет того, что увеличение ионной силы подавляет диссоциацию карбоксильной группы. При избытке ионов гидроксида в растворе (при щелочной реакции среды).



В разбавленных растворах щелочей подавляется ионизация аминогрупп и молекула белка приобретает положительный заряд:



В результате воздействия азотной кислоты шерсть желтеет, так как происходит реакция нитрования бензольного кольца с остатком тирозина и фенилаланина. При крашении шелковых волокон и тканей необходимо принимать во внимание все указанные свойства, а также состав и строение шелкового волокна. Крашение шелковых материалов производится кислотными, основными, прямыми, активными, кубовыми, хромовыми. Наибольшее применение при крашении тканей находят прямые, кислотные и активные красители. Предпочтительное применение данных красителей для колорирования шелка обусловлено тем, что некоторые кубовые красители способствуют фотохимическому окислению шелка и его разрушению [234].

Применение прямых красителей связано с тем, что прямые красители образуют достаточно прочные окраски, устойчивость которых обеспечивается

образованием ионных связей между свободными амино- и карбоксильными группами волокна и функциональными группами красителя. Линейное строение фиброина шелка еще одна причина устойчивости окрасок шелковых материалов прямыми красителями. Следует отметить, что при крашении прямыми красителями кроме ионных связей могут также иметь место водородные связи и межмолекулярное взаимодействие.

Крашение натурального шелка можно осуществлять кислотными красителями, однако известно, что данные красители не дают устойчивые окраски. Кроме того, необходимо учитывать, что крашение кислотными красителями проводится в кислой среде, которая хотя и менее разрушительна, чем щелочная среда, тем не менее, может снижаться прочность текстильного материала. Лучшие результаты получаются при крашении металло-комплексными красителями [72].

Принимая во внимание вышесказанное о строении и свойствах натурального шелка и сведения о преимущественном использовании определенных классов красителей для колорирования шелковых материалов, а также то, что природные красители обычно используются как прямые или протравные красители, мы исследовали процесс крашения шелковой ткани красящими водными экстрактами исследуемых растений.

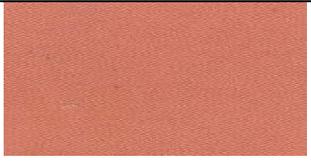
Крашение проводили в нейтральной, слабощелочной и слабокислой среде. Температу́ра крашения составляла 90<sup>0</sup>С. Время крашения – 60 минут. Перед крашением шелковая ткань подвергалась мыловке, то есть обрабатывалась раствором мыла, имеющего определенную концентрацию. Мыловка шелковой ткани перед крашением проводилась при следующих условиях: время мыловки - 30 минут, температура процесса – 96-98<sup>0</sup>С, концентрация раствора мыла - 2-3% от массы ткани.

При крашении образцы шелковой ткани помещали в теплую красильную ванну, постепенно доводили температуру до 90<sup>0</sup>С и выдерживали ткань в красильном растворе при этой температуре в течение 1 часа при модуле ванны 1:40 или 1:50, при постоянном перемешивании. Через 15 минут после

погружения образцов шелковой ткани в красильный раствор добавляли сульфат натрия или хлорид натрия для получения ровной окраски. После этого образцы тщательно промывали для удаления остатков мыла и других загрязнений, которые препятствуют равномерному окрашиванию образцов. Для промывания образцы шелковой ткани использовали воду температурой около 60-70<sup>0</sup>С, в которую добавляли небольшое количество соды. После тщательного промывания данным раствором образцы ополаскивали теплой чистой водой. Промытые образцы высушивали в естественных условиях, в защищенном от солнца месте. Полученные результаты представлены в таблице 6.1.

**Таблица 6.1.** - Крашение образцов шелковой ткани растительными экстрактами в зависимости от среды красильного раствора

Краситель	Цвет окрашенной шелковой ткани		
	Нейтральная среда	Щелочная среда	Кислая среда
Гармала			
Зверобой			
Вайда			
Корень чинары			
Корень марены			

Кора барбариса			
Корень ревеня			
Цветки сафлора			

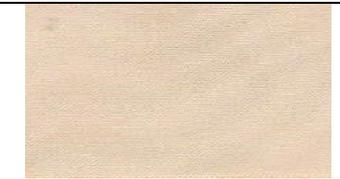
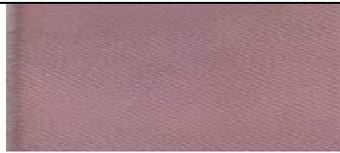
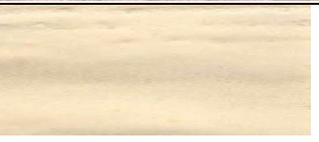
Полученные нами результаты показывают, что водными экстрактами из исследуемых нами растений возможно окрашивать образцы шелковой ткани по технологии прямых красителей. В предыдущих разделах работы на основании исследования УФ-спектров был сделан вывод о том, что в составе экстрактов содержатся природные соединения различных классов, способные образовывать связи с волокном. Однако целесообразность использования данной технологии для получения устойчивых окрасок шелковой ткани возможно рассматривать на основании исследования физико-химических показателей устойчивости окрасок к различным воздействиям.

Согласно литературным данным, ряд прямых красителей плохо выбирается шелком в нейтральной среде. С целью повышения выбираемости красителей крашение проводят в слабокислой среде, добавляя слабые уксусную или муравьиную кислоты или кислые соли этих кислот (2-5 % от массы материала) и сульфат натрия (10-20 % от массы материала) [231]. Проведенные эксперименты показали, что среда красильного раствора не влияет на выбираемость исследуемых красящих веществ растительных экстрактов.

Как отмечалось, обычно природные красители используются для колорирования шелковых текстильных материалов как протравные красители. С целью выявления возможности протравного крашения шелковых тканей

природными красителями, были проведены опыты по окрашиванию шелковой ткани красящими экстрактами из исследуемых растений с применением в качестве протрав сульфатов железа, алюминия и магния. В таблице 6.2. показан цвет образцов шелковой ткани, окрашенной красящими экстрактами исследуемых растений с применением протрав.

**Таблица 6.2.** - Цвет образцов шелковой ткани, окрашенной растительными красящими экстрактами с применением протрав

Краситель	Цвет окрашенной ткани с протравами		
	<b>FeSO<sub>4</sub></b>	<b>Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></b>	<b>MgSO<sub>4</sub></b>
Гармала			
Зверобой			
Вайда			
Корень чинары			
Корень марены			
Кора барбариса			
Корень ревеня			
Цветки сафлора			

Как и ожидалось, применение протрав позволяет получать разнообразные окраски цветов и оттенков, отличающиеся от образцов, окрашенных без протрав.

### 6.3.2. Крашение шерстяных текстильных материалов природными красителями

**Крашение шерсти.** Крашение шерсти во многом схоже с крашением шелка. Шерстяное волокно также является волокном белковой природы. Главной составной частью шерстяного волокна является природный белок – кератин. В отличие от основного белка в составе шелка, фиброина, в состав которого входят до 70% простых аминокислот глицина и аланина, кератин шерсти состоит из 19 аминокислот сложного химического строения. Структура и свойства шерстяного волокна в определенной степени зависят от присутствия в его составе аминокислоты цистина, содержащей серу. Наличие между молекулами цистина дисульфидных связей ( $-S-S-$ ) обуславливает специфику шерстяного волокна.

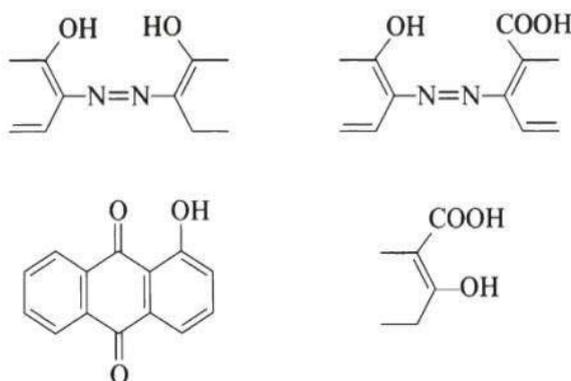


Кератин шерсти имеет сложную пространственную структуру, обусловленную имеющимися боковыми функциональными амино- и карбоксильными группами, способными связываться как друг с другом, так и с функциональными группами, принадлежащими другой макромолекуле посредством ковалентных, ионных, дисульфидных и водородных связей.

Полипептидные цепи белков шерсти, связанные поперчными прочными связями обеспечивают рыхлость и высокоэластичность волокон.

Кератин, так же как и белки шелка, является амфотерными соединениями и потому, может существовать как в ионизированной, так и в молекулярной форме. Механизм ионизации свободных карбоксильных и аминных функциональных групп белка рассмотрен ранее при обсуждении особенностей шелковых волокон и тканей. Для белков шерстяных волокон этот механизм аналогичен [72].

В связи с тем, что для крашения шерстяного волокна применяются кислотные, протравно-кислотные и активные красители, и не применяются прямые красители, колорирование шерстяной пряжи природными растительными красящими экстрактами было проведено нами по технологии протравных красителей. В этом случае, образование окраски связано не только с образованием ионных связей между красителем и волокном, но в большей степени образованием более прочных координационных связей между катионом переходного металла как с волокном, так и с красителем. Комплексообразование с ионами металлов возможно при условии наличия следующих группировок [69]:



Указанные функциональные группы имеются в составе природных красящих экстрактов, а также в макромолекуле шерсти содержатся аминогруппы- и карбоксильные группы. Таким образом в системе краситель – соль тяжелого металла – шерстяное волокно образуются координационные связи, посредством которых катион переходного металла как бы сшивает молекулу красителя с волокном.

Крашение проводили в нейтральной или слабокислой среде при значениях pH 4-5 при температуре 90<sup>0</sup>C в течение 30 минут. Выбор данных условий обусловлен следующими причинами. Как отмечалось выше, в сильнокислой среде подавляется ионизация кислотных групп и макромолекула шерсти приобретает положительный заряд за счет ионизации аминогрупп. Так как ионизации подвергаются практически все аминогруппы, то между волокном и красителем могут возникать только ионные связи между гидроксидными группами красящих веществ и ионизированными амино-

группами. Однако в сильноокислой среде ионизация гидроксидных групп красителя подавляется и образование ионных связей становится невозможным. Между красителем и волокном могут образоваться только непрочные водородные связи.

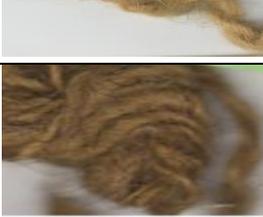
В щелочной среде подавляется ионизация аминогрупп и волокно приобретает отрицательный заряд и опять возникновение ионной связи между отрицательно заряженным волокном и отрицательно заряженными вследствие ионизации гидроксидными группами невозможно. Кроме того, щелочная среда способствует сильному разрушению шерстяного волокна.

При слабощелочной среде (значениях рН 5-6) аминогруппы волокна частично ионизируются, а часть переходит в неионизированное состояние, при котором становится возможным образование координационной связи между неионизированными аминогруппами и катионом металла, более прочной, чем водородные и ионные связи. Катион металла одновременно связывается ионными связями с карбоксильными группами волокна и гидроксидными группами красителей. Возможно также образование водородных связей между красителем и волокном. Таким образом, при данных условиях краситель может связываться с волокном посредством образования достаточно прочных координационных связей, а также ионных связей. Возможно также образование водородных связей. Все перечисленные связи волокна с красителем способствуют более прочному окрашиванию шерстяного волокна.

Исходя из этого, крашение шерстяного волокна (пряжи) проводили по следующей методике, принятой для протравно-кислотных красителей: в теплый красильный раствор, вводили раствор уксусной кислоты до достижения рН 5-6, помещали в раствор пряжу (модуль ванны 1:30) и, постепенно повышая температуру, довели ее до кипения. Шерстяную пряжу красили при слабом кипячении в течение 1 часа. Затем раствор с пряжей охлаждали, тщательно промывали теплой, затем проточной холодной водой. Высушенный образец пряжи после крашения протравливали раствором сульфата железа (алюминия или магния).

Цвет образцов шерстяной пряжи, окрашенной водными экстрактами из исследуемых нами растений, представлен в таблице 6.3.

**Таблица 6.3.** - Цвет образцов шерстяной пряжи, окрашенной водными экстрактами

Красящий экстракт из растения	Протрава		
	$\text{FeSO}_4$	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	$\text{MgSO}_4$
Зверобой			
Гармала			
Вайда			
Кора чинары			
Корень марены			
Корень ревеня			
Кора барбариса			
Цветки сафлора			

Как показывают полученные результаты, цвет окрашенных образцов зависит от природы текстильного материала, а также от красителя и используемой протравы. Например, экстракт зверобоя, который окрашивает хлопковые и льняные ткани в различные оттенки розового цвета, дает с шерстяной пряжей темную оливковую или коричневую окраску, краситель из корня барбариса, который окрашивает целлюлозные материалы в желтый цвет, образует с шерстяной пряжей различные оттенки коричневого цвета. Цвет шерстяной пряжи, окрашенной одним и тем же красителем, зависит также от применяемой протравы. Если алюминий и магний позволяют получать на текстильном материале более светлую окраску, то для солей железа характерно образование различных оттенков темного оливкового, сине-фиолетового и коричневого цвета. На наш взгляд, это связано с большей способностью катиона железа к комплексообразованию. Известно, что комплексообразование способствует углублению цвета. А так как способность железа к комплексообразованию выражена сильнее, чем у катионов алюминия

и, тем более магния, то, возможно, катион железа образует не только комплексы состава 1:1, но и состава 1:2, с чем и связан темный окрас колорированных образцов шерстяной пряжи.

С целью установления оптимальных режимов крашения шерстяных волокон природными красящими веществами протравным способом исследовалось влияние температур крашения, модуля ванны и способа протравливания волокна солями железа, алюминия и магния.

Проведенные нами эксперименты установили, что при погружении в кипящий красильный раствор шерстяной пряжи окраска готового образца получается неровной. Установлено также, что при постепенном повышении температуры и понижении кислотности до значения рН 5-6 скорость выщипывания уменьшается, что способствует повышению ровноты окраски.

Также было определено влияние способа протравливания образца на результат крашения. Протравливание образцов пряжи осуществлялось тремя способами: перед крашением, одновременно с крашением и после крашения.

В случае применения солей алюминия и магния способ протравливания пряжи не оказывал влияния на цвет окрашенного образца. При использовании солей железа цвет готового образца при предварительном протравливании оказывался более темным по сравнению с одновременным или последующим протравливанием. Возможно, это связано с тем, что при предварительном протравливании образуются комплексы состава 1:2. Установлено также, что предварительное протравливание требует более длительного времени обработки.

На основе проведенных исследований мы посчитали целесообразным проводить крашение шерстяных текстильных материалов природными красителями по следующему способу: начинать крашение в теплом красильном растворе (30-40<sup>0</sup>С), температура которого медленно постепенно повышается до температуры кипения раствора. Крашение продолжается при слабом кипении в течение 30-40 минут, далее окрашиваемый материал охлаждается в красильном растворе, отжимается и промывается сначала теплой, затем холодной проточной водой.

Обобщая результаты проведенных экспериментов, следует отметить, что исследования процесса крашения целлюлозных и белковых текстильных материалов экстрактами, полученными из различных красильных растений, произрастающих в Таджикистане, доказали возможность их использования для колорирования текстильных материалов как с помощью протрав, так и без них. На основании проведенных исследований разработан способ крашения целлюлозных материалов беспротравным способом, который защищен малыми патентами РТ.

Используя в качестве протрав различные соли переходных металлов и меняя условия крашения можно получить достаточно широкую цветовую гамму окрасок. Важно также, что применяемые протравы малотоксичны и их применение позволит снизить экологическую нагрузку на окружающую среду.

## **6.4. Исследование физико-химических показателей качества крашения целлюлозных и белков текстильных материалов природными красителями**

### **6.4.1. Цветовые характеристики окрасок текстильных материалов природными красителями**

Важнейшим из потребительских свойств текстильных материалов наряду с безопасностью является их цвет, его устойчивость к различным физико-химическим воздействиям. В связи с этим, вопросы колористики текстильных материалов являются одним из актуальных вопросов современной текстильной химии, «важнейшим элементом создания конкурентноспособной» продукции. Человеческий глаз способен различать и оценить несколько десятков тысяч цветов и оттенков, однако во многих случаях затруднительно описать их сенсорными характеристиками.

Для описания, воспроизведения, возможности контролирования, стандартизации и проведения экспертной оценки необходима точная количественная оценка цвета [354]. В настоящее время разработаны способы оценки качества окрасок текстильных материалов с помощью современных инструментальных методов [355]. Измерения количественных характеристик цвета с помощью данных методов позволяют проводить количественные различия между цветностью и оттенком, измерить и сравнить интенсивность, светлоту, насыщенность цвета и другие цветометрические характеристики исследуемых материалов [356]. Указанные показатели рассчитывают на основе спектров поглощения или диффузного отражения с применением программ компьютерной обработки спектральных данных. Известно большое число моделей, разработанных для описания цвета с помощью цифровых технологий, например RGB, CMYK, XYZ, HSB и CIELAB. В этих моделях математическое описание цвета базируется на том, что, любой цвет можно представить в виде суммы определенных количеств трех линейно независимых цветов. Наиболее

распространенная модель RGB в качестве основных цветов рассматривает красный (R), зеленый (G) и синий (B) - три монохроматических излучения с длинами волн 700, 546.1 и 435.8 нм соответственно. Каждая цветовая составляющая имеет 256 градаций яркости. Смешав три базовых цвета в разных пропорциях, можно получить все многообразие оттенков [357].

Интерес к совершенствованию технологий крашения с целью экологизации процессов колорирования и обеспечения безопасности как отделочного производства, так и самой текстильной продукции обусловил научное обоснование и разработку технологий их крашения природными красителями. Нами в течение ряда лет исследовалась возможность крашения материалов из природных волокон натуральными красителями, выделенными из растительного сырья. Крашение ткани из натурального хлопкового волокна проводилось природными красителями, выделенными из растений флоры Таджикистана (травы зверобоя продырявленного, гармалы, вайды, коры платана восточного - чинары, корня барбариса и корня ревеня) по периодической технологии в нейтральной среде с использованием протрав и без них в присутствии нейтрального электролита при температуре крашения 100°C в течение 2 часов. После крашения хлопковую ткань промывали и сушили в естественных условиях. Цветовые характеристики и влияние на них вида протрав оценивались по цветометрическим характеристикам цвета - светлоте L, интенсивности A и оттенку B, а также по изменению спектральных характеристик цвета – изменению цвета DE отклонению по светлоте DC, отклонению по насыщенности DL. Эталоном служил образец хлопковой ткани, окрашенный без применения протрав и нейтрального электролита, окрашенный в тех же условиях. Полученные результаты представлены в таблице 6.4.

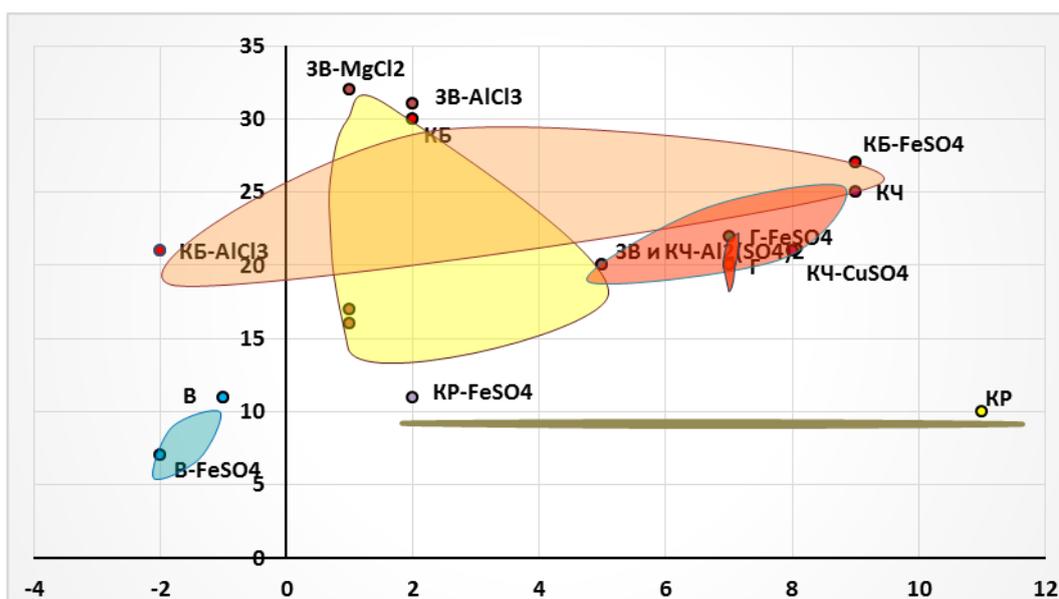
**Таблица 6.4.** - Цветометрические характеристики выкрасок хлопковой ткани природными красителями

Краситель	Вид протравы	Координаты ткани			Координаты цвета			Сравнительный анализ на спектрофотометре			
		L	A	B	R	G	B	Кр.с.	DE	DC	DL
Зверобой	-	63	5	20	179	149	99	0,99	12	7,72	8,94
	MgCl <sub>2</sub>	71	1	32	203	177	100	0,83	4,12	1,38	-1,78
	AlCl <sub>3</sub>	72	2	31	203	174	99	0,89	3,74	1,06	-2,26
	FeCl <sub>3</sub>	52	1	17	138	121	79	0,86	18,6	15	-9,1
	FeSO <sub>4</sub>	47	1	16	126	109	71	1,15	19,2	-18,5	-4,74
Корень барбариса	-	77	2	30	215	186	111				
	AlCl <sub>3</sub>	85	-2	21	230	212	148	0,51	9,6	7,9	-3,3
	FeSO <sub>4</sub>	52	9	27	155	117	64	3,5	18,7	-17,1	-1,2
Вайда		55	-1	11	142	129	94				
	FeSO <sub>4</sub>	45	-2	7	113	106	80	1,16	5,36	-4,5	-2,7
Кора чинары	-	75	9	25	209	166	109				
	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	68	5	20	191	159	108	1,3	5,92	-4,7	-1,87
	CuSO <sub>4</sub>	72	8	21	207	169	116	0,89	1,78	-0,28	-1,76
Корень ревеня	-	70	11	10	203	161	131				
	FeSO <sub>4</sub>	43	2	11	112	99	85	1,91	18	15	-7,1
Гармала	-	68	7	20	194	159	110				
	FeSO <sub>4</sub>	72	7	22	205	168	113	0,94	4,07	4	-0,2

При крашении образцов красителем из корня барбариса изменения цвета выкрасок составляют, соответственно, для хлорида алюминия и сульфата железа(II) 9,6 и 18,7%, а отклонения по светлоте соответственно 7,9 и 17,8%. На основании данных результатов, на примере солей алюминия и железа выявлено, что переходные металлы способствуют повышению окрашиваемости текстильных материалов в большей степени по сравнению с типичными металлами, что вероятно связано с большей их способностью к комплексообразованию. Железо, являясь поливалентным металлом достаточно легко вступает в процесс комплексообразования и способно

образовывать комплексы состава 1:1 и состава 1:2. Применение алюминия, менее склонного к комплексообразованию, может приводить только к получению комплекса состава 1:1.

Соответственно при крашении с использованием протрав насыщенность цвета увеличивается. Величина повышения насыщенности цвета при крашении экстрактом зверобоя составляет для хлорида магния – 1,78%, для хлорида алюминия 2,26%, для хлорида железа(III) – 9,1% и для сульфата железа(II) – 4,75%. В этом случае прослеживается такая же корреляция между повышением интенсивности цвета и валентностью катиона протравы. Наибольшее увеличение насыщенности характерно для соли железа (III), что вполне согласуется с комплексообразующими свойствами переходных металлов и устойчивостью образуемых ими комплексов.



**Рисунок 6.19.** - Местоположение цветов на цветовом пространстве CIELab в системе координат  $a^*$ ,  $b^*$  при использовании для крашения хлопковой ткани природных красителей: КБ – корни барбариса; ЗВ – зверобоя; В – Вайды; КЧ – Кору чинары, КР – Корня ревеня; Г – Гармалы при использовании различных протрав.

Построен график цветового охвата (рисунок 6.19). Небольшие цветовые охваты получены при использовании Вайды, Кору чинары, Корня ревеня и Гармалы. Но при их применении можно получить довольно чистые красные

оттенки (кора чинары, корень ревеня) в отличие от зверобоя и интересные зеленые оттенки (Вайда). А при использовании корней ревеня использовать протраву вообще не следует, т.к. в чистом виде получается самый чистый оранжево-красный оттенок.

Таким образом, научно доказана возможность и эффективность применения природных красящих веществ для колорирования тканей из натуральных волокон.

#### **6.4.2. Оценка колористических возможностей использования красящих растительных экстрактов при крашении хлопчатобумажных и хлопкошелковых тканей**

Для определения колористических возможностей и областей применения любых красителей, в том числе природных, важное значение имеют исследования их цветовых характеристик.

С целью оценки цветовых характеристик образцов ткани, окрашенных исследуемыми природными красителями, была выполнена серия опытов по окрашиванию хлопковых и хлопко-шелковых тканей красителями, выделенными из зверобоя и гармалы.

Анализ колористических свойств цвета окрашенных образцов проводили с помощью данных, полученных на спектрофотометре Color IS - 2000 по показателям: координатам цвета **a b** и светлоты **L** в системе **CIELab**, а также координатам цвета в системе **RGB**.

Результаты проведенных экспериментов показали, что исследуемые красители дают широкий спектр однотонных цветов. На основании экспериментов установлено, что цветовые характеристики образцов, окрашенных красителем, выделенным из различных частей одного и того же растения, заметно различаются. Так, для красителей, выделенных из зверобоя, определено, что экстракт из цветков зверобоя дает наиболее чистые цвета. Цвет образцов, окрашенных экстрактами из стеблей и листьев зверобоя, смещается соответственно в красную и желтую область спектра. Это вполне

можно объяснить, исходя из компонентного состава экстрактов, полученных из разных частей растения. В экстракте из цветов преобладают гиперидины, антрахиноновые соединения, а в листьях и стеблях растения содержится большое количество флавоноидов.

Полученные экспериментальные данные по цветовым характеристикам цвета образцов, окрашенных красителем из зверобоя, показаны в таблице 6.5.

**Таблица 6.5.** - Цветовые характеристики окрасок целлюлозных тканей в зависимости от структурного элемента растения зверобоя, из которого извлечен краситель

Наименование		Индекс	Характеристики цвета в системе CIELab			Характеристики цвета в системе RGB		
			<i>L</i>	Координаты цвета		<i>R</i>	<i>G</i>	<i>B</i>
цвет	Часть растения	цифровой код цвета	<i>Светлота, ед</i>	<i>a</i>	<i>B</i>	<i>красный</i>	<i>зеленый</i>	<i>Синий</i>
			<b>Зверобой</b>	стебель	73-37-04	73	4	37
<b>Зверобой</b>	листья	73-32-06	73	6	32	212	174	101
<b>Зверобой</b>	цветки	68-35-04	68	4	35	195	162	83
<b>Зверобой</b>	целиком	63-20-05	63	5	20	179	149	99

Изучением и определением цветовых характеристик образцов тканей, окрашенных с использованием протрав, установлено, что протравы обеспечивают большое разнообразие цветов и оттенков, начиная от светлых желтовато-зеленоватых до коричневых и цвета хаки. Данные, подтверждающие этот вывод приведены в таблицах 6.6 и 6.7.

**Таблица 6.6.** - Влияние дополнительных реагентов, вводимых в красильную систему, на колористические характеристики получаемых окрасок хлопчатобумажных тканей

Наименование	Добавка протравы	Индекс	Характеристики цвета в системе CIELab			Характеристики цвета в системе R G B			Эталон сравнения	Сравнительный анализ на спектрофотометре:						
			L светлота	Координаты цвета		R красный	G зеленый	B синий		Красящая сила	DE Различие в цвете	DC Отклонение по насыщенности	DL Отклонение по светлоте		DN Отклонение по оттенку цвета	
A	B	-		+												
Звербой	MgCl <sub>2</sub>	73-32-1	73	1	32	203	177	100	стебель	0,83	4,12	1,4	-1,78	-+свет.	3,46	+зелен.
Звербой	MgSO <sub>4</sub> -1гр	67-23-6	67	6	23	192	157	102	стебель	0,76	7,81	-3,6	-6,2	+тем.	-3,1	+оран.
Звербой	MgSo <sub>4</sub> -5гр	63-28-7	63	7	28	183	146	84	стебель	1,13	10,29	-8,14	-5,2	+тем.	-3,52	+оранж.
Звербой	MgSo <sub>4</sub> -10гр	60-27-8	60	8	27	176	139	81	стебель	0,79	7,67	-4,82	-5,45	+тем.	-2,42	+оранж.
Звербой	NaCl	73-33-089	73	0,3	33	204	179	99	стебель	0,75	4,03	1,06	-2,72	+свет	2,78	+зелен.

Зверобой	AlCl3	72-31-086	72	2	31	203	174	99	стебель	0,83	3,74	1,06	-2,26	+свет.	2,78	+зелен.
Зверобой	AlCl3-1гр	59-38-085	59	3	38	166	137	56	стебель	1,82	10,4	-10,4	0,37	+тем.	0,82	+зелен.
Зверобой	AlCl3-5гр до крашения	71-40-089	71	0,4	40	197	171	80	AlCl3	1,53	5,29	-1,35	5,02	+тем.	0,95	+зелен.
Зверобой	AlCl3-5гр после крашения	72-33-093	72	-2	33	195	176	94	AlCl3-5гр до крашения	0,46	2,58	1,03	-1,27	+свет.	2,01	+зелен.
Зверобой	AlCl3-5гр	56-46-085	56	4	46	164	131	33	стебель	2,2	11,9	-11,5	3,11	+тем.	0,08	-
Зверобой	AlCl3-10гр	51-51-081	51	8	50	155	116	9	стебель	2,29	12,1	-11,8	2,99	+тем.	0,04	-
Зверобой	Al2(SO4)2	66-37-090	66	0,1	37	184	159	75	стебель	1,24	4,43	-3,82	-0,46	+тем.	2,18	+зелен.
Зверобой	FeCl3	52-17-087	52	1	17	138	121	79	стебель	0,85	18,6	15	-9,1	+тем.	1,06	+зелен.

Зверобой	NaH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -5гр. До крашения	71-25-069	71	9	23	209	166	110	листья	0,75	3,5	0,56	-2,4	+свет.	-2,42	+оран.
Зверобой	NaH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -5гр. Во время крашения	56-28-060	56	14	24	171	123	76	NaH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -5гр. До крашения	3,15	14,2	-13,1	0,15	+тем.	-5,7	+оран.
Зверобой	NaH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -5гр. После крашения	68-26-065	68	11	24	200	155	101	NaH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -5гр. До крашения	1,32	6,46	-5,17	-1,07	+тем.	-3,73	+оран.
Зверобой	CuSO <sub>4</sub> -5гр. Во время крашения	48-40-078	48	8	39	145	108	31	NaH <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -5гр. До крашения	1,55	12,3	-7,2	6,03	+тем.	7,9	+жел.
зверобой	FeSO <sub>4</sub> -1гр	47-16-086	47	1	16	125	109	71	целиком	1,51	19,2	-18,5	-4,74	-тем.	2,15	+зел.
зверобой	FeSO <sub>4</sub> -5гр	39-13-086	39	1	13	103	89	58	целиком	1,54	19,6	-18,7	-5,05	-тем.	2,9	+зел.
зверобой	FeSO <sub>4</sub> -10гр	32-12-085	32	1	12	85	73	46	целиком	2,84	86,9	-2,6	-5,9	-тем.	2,31	+зел.

**Таблица 6.7.** - Влияние дополнительных реагентов, вводимых в красильную систему, на колористические характеристики получаемых окрасок хлопкошелковых тканей

Наименование	Добавка протравы	цифровой код цвета	Характеристики цвета в системе CIELab			Характеристики цвета в системе R G B			Сравнительный анализ на спектрофотометре:						
			L	Координаты цвета		R	G	B	Кр. сил а	DE	DC	DL	DH		
				a	b										
Зверобой	нейтральная среда	62-20-05	62	5	19	173	144	98	эталон						
Зверобой порошок	нейтральная среда	62-21-07	62	7	20	178	143	96	1,4 3	5,3 5	- 3,9	2,2 3	+те м.	- 2, 8	+орна н.
Зверобой	(KOH)	68-21-07	68	7	20	193	158	109	0,8 5	5,1 8	4,5 4	0,8 1	+ све т.	- 2, 3	+оран ж.
Зверобой	(H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	61-19-12	61	12	19	181	138	96	1,4 7	5,8 9	1,4	0,7 7	+те м.	5, 6	+оран ж.
Зверобой	(Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	67-22-07	67	7	22	193	157	105	1,0 1	4,3 7	3,1 3	1,9 3	+ све т.	- 2, 3	+оран ж.
Зверобой	(Fe <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	38-14-01	38	1	14	102	89	56	1,9	17, 1	16	- 3,1	+те м.	3, 3	+зел.

## **6.5. Устойчивость окрасок целлюлозных текстильных материалов к физико-химическим воздействиям**

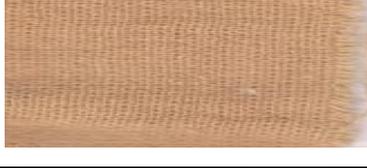
Одним из требований, которым должны удовлетворять окраски текстильных материалов, является их устойчивость к физико-химическим обработкам, в том числе к мокрым обработкам. Поэтому исследования, направленные на разработку технологий крашения различных текстильных материалов, предусматривают обязательное изучение устойчивости цвета окрашенного материала и факторов, влияющих на эту устойчивость.

### **6.5.1. Устойчивость окрасок целлюлозных текстильных материалов, окрашенных природными красителями, к стирке**

Устойчивость цвета испытуемого окрашенного образца хлопковой ткани к стирке устанавливали визуально по изменению первоначальной окраски и закрашиванию смежных тканей после стирки, а также в соответствии с ГОСТ 9733.0-83 [292] с помощью шкал серых эталонов для оценки изменения окраски и для оценки закрашивания белой ткани. В данном разделе приведены результаты исследования устойчивости окрасок образцов целлюлозных текстильных материалов, окрашенных красящими экстрактами из исследуемых растений. В таблицах 6.8. и 6.9. показаны результаты опытов по определению влияния мокрых обработок на цвет окрашенных образцов тканей экстрактами зверобоя без протрав и с протравами.

**Таблица 6.8.** - Изменение окраски после стирки исследуемых образцов, окрашенных экстрактом зверобоя без протрав

	Окраска исходного образца	Окраска образца после стирки	Закрашивание образца белого материала
Образец, окрашенный экстрактом из всего растения			

Образец, окрашенный экстрактом из стебля			
Образец, окрашенный экстрактом из цветков			
Образец, окрашенный экстрактом из листьев			

**Таблица 6.9.** - Изменение окраски исследуемых образцов, окрашенных экстрактом зверобоя с протравами, после стирки

Вид протравы	Окраска исходного образца	Окраска образца после стирки	Закрашивание образца белого материала
$\text{CuSO}_4$			
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$			
$\text{AlCl}_3$			
$\text{MgCl}_2$			
$\text{FeCl}_3$			
$\text{FeSO}_4$			

Согласно с ГОСТ 9733.0-83, устойчивость цвета окрашенного текстильного материала определяется с помощью шкалы серых эталонов. Показатель устойчивости цвета исследуемых образцов определяется по

изменению цвета образца по сравнению с эталоном, а также по степени закрашиваемости белой ткани, также сравниваемой с эталоном.

Результаты определения устойчивости цвета окрашенных образцов к стирке поедставлены в таблицах 6.10 и 6.11

**Таблица 6.10.** - Устойчивость к стирке хлопковой ткани, окрашенной красителем из зверобоя без протрав

Образец	Изменение окраски исходного образца, баллы	Закрашивание белого материала, баллы
Образец, окрашенный экстрактом из всего растения	4	1
Образец, окрашенный экстрактом из стебля	3	1
Образец, окрашенный экстрактом из листьев	3	1
Образец, окрашенный экстрактом из цветков	3-4	1

**Таблица 6.11.** - Устойчивость к стирке хлопковой ткани, окрашенной красителем из зверобоя с помощью протрав

Вид протравы	Изменение окраски исходного образца	Закрашивание белого материала
Сульфат меди	4	1
Сульфат алюминия	4	1
Хлорид алюминия	4	1
Хлорид магния	4	1
Сульфат железа(II)	5	1
Хлорид железа (III)	5-6	

Аналогичные результаты получены для образцов целлюлозных тканей, окрашенных красителями из других исследуемых растений – из травы гармалы, корней чинары, ревеня, барбариса. Результаты исследования устойчивости окрасок красящими экстрактами из перечисленных растений приведены в Приложении.

По-видимому, это связано с тем, что основными красящими веществами указанных растений являются фенольные соединения, а именно флавонолы, ауруны и халконы, а также производные антрахинона. Следовательно, механизм цветообразования во всех случаях будет одинаков.

В научной литературе, посвященной природным красителям, отмечается, что окраски, полученные природными красящими веществами без применения протрав, имеют низкую устойчивость к стирке, что объясняется тем, что окрашивание происходит по механизму прямых красителей, при котором краситель связывается с волокном только посредством непрочных водородных связей. Этот показатель оценивается по бальной шкале и характеризуется значениями 1-2 балла.

Проведенными нами опытами по определению устойчивости окрасок к стирке установлено, что данный показатель несколько выше и составляет 3-4 балла. Такое отличие в устойчивости цвета образцов, окрашенных прямыми синтетическим красителями и природными красителями, объясняется, на наш взгляд, различием в химической природе и строении указанных красителей.

Механизм крашения одинаков у тех и других, однако, состав и строение природных красящих веществ значительно отличается от строения синтетических прямых красителей. Молекулы синтетических красителей достаточно большие, громоздкие, содержат длинную цепочку конденсированных бензольных колец, сопряженную цепь двойных связей и различные функциональные группы наподобие сульфо-групп или карбоксидльных групп, которые придают красителю растворимость в воде. Повышая растворимость красителя в воде, указанные функциональные группы также способствуют смыванию красителя из ткани.

Красящие свойства красильным растениям и экстрактам из них придают в основном фенольные соединения – флавоноиды, антраценпроизводные (простые и конденсированные), алкалоиды. Эти вещества имеют компактные молекулы, не содержат функциональных групп, придающих им повышенную растворимость.

Эти свойства молекул растительных красящих веществ облегчают процессы, происходящие при крашении – диффузию из раствора к поверхности волокна, а также внутрь волокна, равномерное распределение красителя в объеме окрашиваемого материала. Меньшие размеры молекул растительных красителей способствуют тому, что эти молекулы, размещаясь внутри межмолекулярного пространства волокна, более прочно связываются с волокном. Кроме того, флавоноиды и антраценпроизводные содержат по несколько гидроксидных групп, способных к образованию водородных связей между молекулой красителя и волокном. И хотя водородные связи наименее устойчивые из всех видов химических связей, их количество обеспечивает достаточную прочность связи красителя и волокна и устойчивость окрасок к стирке.

Ожидалось, что стойкость к стирке образцов ткани, окрашенной с помощью протрав, будет выше. Действительно, результаты проведенных опытов подтвердили это. Стойкость цвета к стирке хлопковой ткани, окрашенной красителем из зверобоя в присутствии протрав, составляет 3-5 балла. Это вполне объяснимо, так как при данном способе окрашивания краситель связывается с волокном более прочной координационной связью с помощью катиона тяжелого металла.

Проведенные эксперименты по изучению стойкости цвета тканей, окрашенных красителем из зверобоя, установили, что устойчивость окраски к стирке зависит не только от способа крашения, но также и от вида протравы. Как оказалось, большей устойчивостью обладают образцы, окрашенные с сульфатом железа(II). При обработке мыльным раствором образцов, окрашенных с хлоридом магния и хлоридом железа(III), меняется оттенок цвета.

В связи с тем, что красящие экстракты из гармалы в зависимости от источника красителя (семена или все растение) содержат красящие вещества, принадлежащие к различным классам химических соединений, представлял интерес сравнение стойкости окраски к стирке образцов, окрашенных спиртовыми и водными растворами.

Результаты определения устойчивости окраски хлопчатобумажной ткани красителем, выделенным раствором этилового спирта из семян и из водного экстракта всего растения представлены в таблицах 6.12. и 6.13.

**Таблица 6.12.** - Изменение окраски исследуемых образцов, окрашенных экстрактом гармалы после стирки

	Окраска исходного образца	Окраска образца после стирки	Закрашивание образца белого материала
Образец, окрашенный спиртовым экстрактом из семян			
Образец, окрашенный спиртовым экстрактом из семян (воздейс. мыльн. раст. в течение 1 часа)			
Образец, окрашенный спиртовым экстрактом из семян (воздейс. мыльн. раст. в течение 5 минут)			
Образец, окрашенный водным экстрактом из всего растения (воздейс. мыльн. раст. в течение 5 минут)			

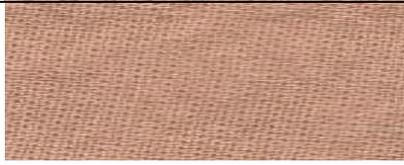
**Таблица 6.13.** - Устойчивость к стирке хлопковой ткани, окрашенной красителем из зверобоя без протрав

Образец текстильного материала	Изменение окраски исходного образца, баллы	Закрашивание белого материала, баллы
Образец, окрашенный спиртовым экстрактом из семян	3-4	1
Образец, окрашенный спиртовым экстрактом из семян (воздействие мыльного раствора в течение 1 часа)	3	1
Образец, окрашенный спиртовым экстрактом из семян (воздействие мыльного раствора в течение 5 минут)	3-4	1
Образец, окрашенный водным экстрактом из всего растения (воздействие мыльного раствора в течение 5 минут)	4	1

В таблицах 6.14 и 6.15 показаны результаты экспериментов по определению устойчивости к стирке окрасок хлопковых тканей спиртовым и водным экстрактами из семян гармалы. Из представленных данных вытекает, что устойчивость окрасок спиртовым раствором семян гармалы имеет среднюю устойчивость к воздействию воды и мыльных раствором, в то время как этот показатель для образцов, окрашенных водными экстрактами из всего растения более высок. Причину этого мы видим в том, что в спиртовых экстрактах основным красящим веществом является алкалоид гармалин, который проявляет свойства основного красителя и образует с волокном ионные и водородные связи, в то время как в водных экстрактах имеются флавоноиды и антраценпроизводные, которые за счет своей карбонильной группы образует более прочные координационные связи, а кроме того, посредством достаточно большого числа гидроксидных групп связывается с волокном водородными связями.

**Таблица 6.16.** - Устойчивость цвета хлопковой ткани, окрашенной красителем из зверобоя с применением закрепителей

Образец	Окраска исходного образца	Окраска образца после стирки
Образец, окрашенный без протрав и без закрепителя		
Образец, окрашенный с протравой - $Al_2(SO_4)_3$ и без закрепителя		
Образец, окрашенный без протравы и с закрепителем		
Образец, окрашенный с протравой - $Al_2(SO_4)_3$ и с закрепителем		

Образец, окрашенный без протравы и с закрепителем (70% уксусная кислота)		
Образец, окрашенный с протравой и с закрепителем (70% уксусная кислота)		

Рассматривая проблему устойчивости окрасок текстильных материалов природными красителями следует обратить внимание на различные технологические приемы обработки текстильных материалов, позволяющие повысить качество окрасок. Вероятно, повысить устойчивость цвета окрашенных природными красителями материалов будет возможно с помощью закрепителей.

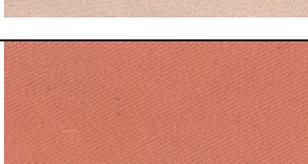
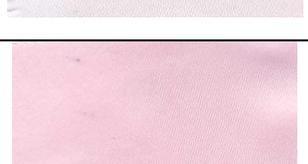
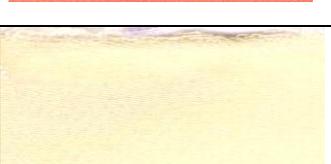
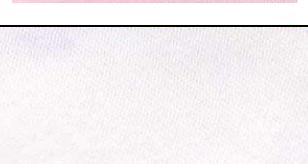
С целью определения влияния закрепителя на качество крашения мы исследовали процесс крашения хлопковой ткани красителем, выделенным из зверобоя, и последующей обработки исследуемого материала закрепителем. В качестве закрепителя были использованы препарат ДЦМ и уксусная кислота. Полученные результаты представлены в таблице 6.16.

Полученные данные, представленные в таблице 6.16. демонстрируют, что применение закрепителя повышает устойчивость цвета окрашенной ткани к стирке. Из полученных данных также вытекает, что закрепляющее действие оказывает также уксусная кислота.

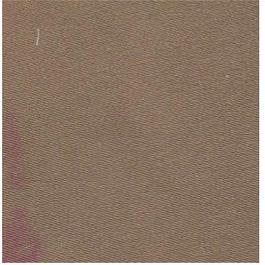
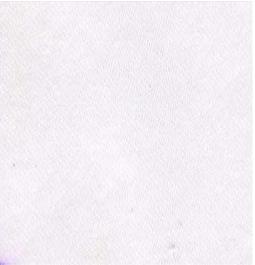
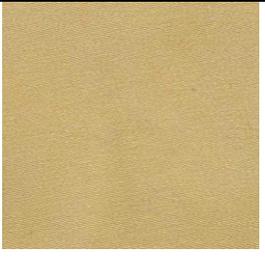
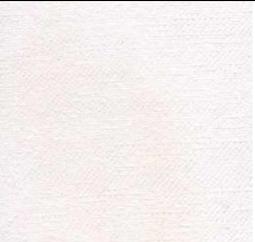
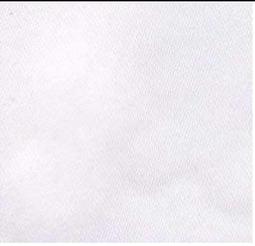
Показатель цветостойкости к мокрым обработкам белковых текстильных материалов (шелка и шерсти), окрашенных природными растительными красителями, как без протрав, так и с протравами, выше, чем целлюлозных. Полученные нами данные, представленные в таблицах 6.17 – 6.20 подтверждают сказанное (в таблицах 6.18. и 6.20. представлены только результаты изучения устойчивости окрасок образцов шелка и шерстяной пряжи красителями, выделенными из зверобоя и вайды.

Устойчивость окрасок красящими экстрактами других исследованных растений приведена в Приложении).

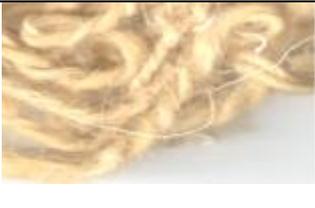
**Таблица 6.17.** - Изменение окраски образцов шелка, окрашенных красящими растительными экстрактами после стирки

Образец текстильного материала	Окраска исходного образца	Окраска образца после стирки	Закрашивание образца белого материала
Образец, окрашенный красителем из зверобоя			
Образец, окрашенный красителем из гармалы			
Образец, окрашенный красителем из вайды			
Образец, окрашенный красителем из коры чинары			
Образец, окрашенный красителем из коры барбариса			
Образец, окрашенный красителем из коры ревеня			
Образец, окрашенный красителем из корня марены			
Образец, окрашенный красителем из цветков сафлора			

**Таблица 6.18.-** Изменение окраски образцов шелка, окрашенных красящими растительными экстрактами с протравами после стирки

Образец текстильного материала	Протрава	Окраска исходного образца	Окраска образца после стирки	Закрашивание образца белого материала
Образец, окрашенный красителем из зверобоя	<b>FeSO<sub>4</sub></b>			
	<b>Al(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></b>			
	<b>MgSO<sub>4</sub></b>			
Образец, окрашенный красителем из вайды	<b>FeSO<sub>4</sub></b>			
	<b>Al(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></b>			
	<b>MgSO<sub>4</sub></b>			

**Таблица 6.19.** - Изменение окраски образцов шерстяной пряжи, окрашенных красящими растительными экстрактами после стирки

Образец текстильного материала	Окраска исходного образца	Окраска образца после стирки	Закрашивание образца белого материала
Образец, окрашенный красителем из зверобоя			
Образец, окрашенный красителем из гармалы			
Образец, окрашенный красителем из коры чинары			
Образец, окрашенный красителем из коры барбариса			
Образец, окрашенный красителем из коры ревеня			
Образец, окрашенный красителем из корня марены			
Образец, окрашенный красителем из цветков сафлора			

**Таблица 6.20.-** Изменение окраски образцов шелка, окрашенных красящими растительными экстрактами с протравами после стирки

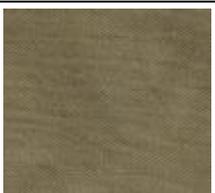
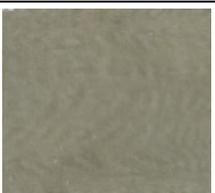
Образец текстильного материала	Протрава	Окраска исходного образца	Окраска образца после стирки	Закрашивание образца белого материала
Образец, окрашенный красителем из зверобоя	$\text{FeSO}_4$			
	$\text{Al}(\text{SO}_4)_3$			
	$\text{MgSO}_4$			
Образец, окрашенный красителем из корня чинары	$\text{FeSO}_4$			
	$\text{Al}(\text{SO}_4)_3$			
	$\text{MgSO}_4$			
Образец, окрашенный красителем из корня марены	$\text{FeSO}_4$			
	$\text{Al}(\text{SO}_4)_3$			
	$\text{MgSO}_4$			

Представленные в таблицах результаты крашения белковых текстильных материалов природными растительными красителями показывают, что устойчивость окрасок данных материалов к мокрым обработкам выше, чем устойчивость окрасок целлюлозных материалов и составляет 4-5 баллов при крашении беспротравным способом и 5-6 баллов в случае крашения с протравами. Это вполне объяснимо, так как функциональными группами волокна, участвующими в образовании связи, являются амино- и карбоксильные группы, способные образовывать прочные ионные и ковалентные связи. При использовании протрав к указанным связям добавляются и координационные связи между волокном и красителем и прочность окраски повышается.

#### **6.5.2. Устойчивость окрасок целлюлозных и белковых текстильных материалов, окрашенных природными растительными красителями к сухому и мокрому трению**

Одним из показателей качества крашения текстильных материалов является устойчивость к механическим воздействиям и к трению. Данный показатель определяется степенью обесцвечивания окрашенного материала после сухого или влажного трения. Оценка к трению производится сравнением исследуемой и белой ткани, которые совместно подвергаются сухому или влажному трению и включает значения от одного до пяти. Чем выше уровень показателя, тем больше устойчивость окрасок к трению. Устойчивость к трению цвета окрашенных исследуемых текстильных материалов рассматривается на примере хлопковой ткани, окрашенной красителем из зверобоя протравным способом. Результаты показаны в таблице 6.21.

**Таблица 6.21.-Устойчивость к трению образцов хлопковой ткани, окрашенной красителем из зверобоя**

Вид протравы	Цвет образцов	Устойчивость окраски в баллах			
		К сухому трению		К мокрому трению	
Сульфат алюминия		4/4		4/3	
Хлорид магния		3/3		3/3	
Сульфат железа(II)		4/5		4/4	
Хлорид железа (III)		3/3		3/2	
Сульфат меди		3/4		3/3	

Исходя из результатов, представленных в таблице 6.21., можно сделать следующие выводы:

- цвет окрашенной красящим водных экстрактом зверобоя хлопковой ткани, достаточно устойчив как к мокрому, так и к влажному трению;
- на устойчивость окрасок влияют природа красителя, так и вид протравы.

### 6.5.3. Устойчивость окрасок целлюлозных и белковых текстильных материалов к воздействию света

Светостойкость – еще одна важная характеристика качества крашения текстильных материалов. Эта проблема рассматривается в достаточно большом числе научных работ [360-362]. Такое качество текстильного материала, как продолжительность его эксплуатации без изменения цветовых характеристик определяется как устойчивость цвета волокон и тканей к воздействию света и погоды [360].

Светостойкость определяется по ГОСТ методом облучения солнечными лучами или искусственно, на приборах типа ксенотест. Светостойкость окрасок оценивается по 8-балльной шкале; при этом 1 баллу соответствует очень низкая светостойкость, а 8 баллам – самая высокая. Светостойкими считаются выкраски, превосходящие 4 балла.

Устойчивость окрасок к воздействию света была определена нами согласно ГОСТ при инсоляции образцов солнечным светом в естественных условиях в течение 3 летних месяцев 2021 года и оценивалась по эталонам серых шкал. Полученные данные приведены в таблице 6.22.

**Таблица 6.22.** - Устойчивость окраски хлопковой ткани, окрашенной красителями из зверобоя и гармалы к воздействию света

Условия крашения образца	Окраска исходного образца	Окраска образца после воздействия света
Окрашенный без протравы красителем из зверобоя		
Окрашенный красителем из зверобоя с сульфатом алюминия		
Окрашенный красителем из зверобоя с сульфатом железа		
Окрашенный красителем из зверобоя с сульфатом магния		

Образец, окрашенный спиртовым экстрактом из семян гармалы		
Образец, окрашенный водным экстрактом из всего растения гармалы без протравы		

Полученные данные, представленные в таблице 6.22., показывают, что цвет окрашенных целлюлозных тканей обладает достаточно высокой светостойкостью и оценивается 4-5 баллами. Согласно данным научных источников, цвет материалов окрашенных природными растительными красителями обладает высокой светостойкостью. Часть исследователей считает, что «большинство же природных красителей (например, индиго, кошениль) обладают средней светостойкостью, а "деревянные краски", получаемые из красильных тропических деревьев (сандалы), и красители из трав и цветов (сафлор, шафран), не закрепляющиеся на волокне, обладают крайне низкой светостойкостью» [363]. Полученные нами результаты согласуются с известными данными о светостойкости растительных красителей. При этом установлено, что на светостойкость окрасок влияет способ окраски. Определено, что при окрашивании текстильного материала протравным способом цвет проявляет большую устойчивость по сравнению с окраской без применения протрав. По нашему мнению, устойчивость цвета текстильного материала к воздействию света определяется типом химической связи, возникающей между молекулой красителя и волокном, которая обуславливается как строением волокна, так и строением и свойства протравы. Так, установлено, что в случае применения в качестве протравы солей железа окраски характеризуются большей цветостойкостью. Это можно объяснить тем, что при использовании протрав между волокном и красителем возникают прочные координационные связи, которые сшиваются посредством катиона переходного металла молекулу красителя с

волокном. Так как склонность к комплексообразованию у железа выражена в гораздо большей степени, чем у других солей, выбранных в качестве протрав, то и образующиеся комплексы более прочны.

#### **6.6. Устойчивость окрасок целлюлозных текстильных материалов, окрашенных природными растительными красителями к микробиологическому воздействию**

Эксплуатационные качества текстильных материалов включают и такое понятие, как устойчивость материалов к биологическому, в том числе к микробиологическому, воздействию. Разрушающему воздействию микроорганизмов подвержены все виды текстильных волокон и тканей из них. Устойчивость природных волокон к микробиологическому воздействию различна. Как известно, шелковое волокно в силу своего химического состава и строения макромолекулы практически не подвержено микробиологическому разрушению. В отличие от шелка, шерсть, также как и шелк относящийся к белковым соединениям, активно повреждается микроорганизмами. Как установлено в работах [364, 365] наибольшие разрушения на шерсть оказывают бактерии, в том числе *Asp. niger* и *Bac. subtilis*.

Не меньше чем шерсть подвергаются микробиологическому разрушению целлюлозные материалы. В целлюлозных волокнах содержится большое количество углеводов. Кроме целлюлозы, основного компонента хлопковых, льняных, джутовых и др. растительных волокон, содержатся такие углеводы, как пектины, гемицеллюлозы, азотсодержащие небелковые соединения, которые являются отличной питательной средой для микроорганизмов – бактерий и грибков. Помимо собственных углеводов волокна при технологической обработке волокон и производстве ткани используются вспомогательные материалы, в состав которых входят углеводы – шликта, различные аппреты, часть которых может сохраниться на готовой продукции, внося свой вклад в развитии микробиологического разрушения текстильных материалов [364-366].

Даже если текстильные материалы не разрушаются полностью при микробиологическом воздействии, при их поражении микроорганизмами они приобретают такие свойства, которые значительно ухудшают качество.

Так, при микробиологическом воздействии на хлопковых и других целлюлозных материалах появляются окрашенные пятна различного цвета, неприятный запах, теряется прочность материала [366]. Эти свойства являются результатом химических реакций окисления, восстановления, декарбоксилирования, этерификации, гидролиза и др. протекающих при жизнедеятельности микроорганизмов. В результате разрушения микроорганизмами текстильные материалы теряют прочность, распадаются на отдельные слои, крошатся [11].

В связи с вышесказанным, предотвращение разрушающего действия микроорганизмов на текстильные материалы считается одной из важнейших задач финальной обработки текстиля. Повышение устойчивости текстильных материалов к микробиологической порче текстильных материалов к микробиологической порче достигается несколькими методами. Например, их обрабатывают препаратами антибактериального и фунгицидного действия. Другим способом предотвращения микробиологического разрушения текстильных материалов является модификация текстильных волокон в процессе их производства.

В настоящее время наиболее эффективным способом повышения биостойкости текстильных материалов считается применение антимикробных препаратов [366].

В научной литературе освещаются исследования, направленные на проблему придания антибактериальной или противогрибковой устойчивости текстильным материалам. Как вещества, проявляющие антибактериальные или противогрибковые свойства предлагаются соли переходных металлов, органические галогенсодержащие вещества, соли органических кислот и т.д. [365], а также соединения меди, серебра, олова, ртути. Вместе с тем отмечается, что «использование солей цинка ограничено их слабым

биоцидным действием, а солей ртути, олова, мышьяка –повышенной токсичностью для человека» [366]. В литературе отмечается, что некоторые синтетические красители могут повышать устойчивость текстильных материалов к биологическому разрушению. Так, в работе [364] указывается, что такие свойства проявляют хромсодержащие красители и дисперсные красители. В настоящее время много внимания уделяется использованию указанных солей в виде нано-частиц [367-368].

Однако, следует отметить, что обладая антибактериальными или противогрибковыми свойствам, указанные препараты являются также токсическими веществами не только для микроорганизмов. Попадая в сточные воды текстильной промышленности, они могут нанести значительный урон окружающей среде и здоровью человека.

Мы считаем, что окрашивание текстильных материалов природными красителями сможет в определенной степени решить эту проблему. Этот наш вывод основывается на том, что растения, выбранные нами как источник текстильных красителей, являются широко распространенными лекарственными растениями. Они содержат большое количество разнообразных биологически активных веществ, обуславливающих широкий спектр их лечебных свойств. Особо следует отметить фенольные вещества. Фенольные соединения не только обладают красящими свойствами. Именно с фенольными веществами большинство ученых связывает терапевтические эффекты лекарственных растений - антимикробное, спазмолитическое, гепатопротекторное, сосудоукрепляющее, антиоксидантное воздействие растительных лекарственных препаратов.

На основании этого, мы предположили, что антибактериальные свойства красящих экстрактов исследуемых растений могут сохраниться при крашении текстильных волокон и влиять на устойчивость окрашенного материала к микробиологическим повреждениям.

Устойчивость природных текстильных материалов к микробиологическому воздействию изучалась нами на примере хлопковой ткани, окрашенной красящими экстрактами зверобоя и гармалы. Воздействие микроорганизмов на окрашенную ткань исследована диско- диффузионным методом.

В этом методе на питательную среду, в которую внесена бактериальная культура, накладывается бумажный или матерчатый диск, пропитанный антибактериальным препаратом. Через некоторое время в результате диффундирования антибактериального препарата с диска в питательную среду, вокруг него возникает зона, свободная от микроорганизмов. Возникновение свободной зоны связано с тем, что антибактериальный препарат подавляет или прекращает рост микроорганизмов. Эффективности данного препарата определяется по размерам зоны подавления роста [369-370].

Антибактериальная активность исследуемых красителей из зверобоя и гармалы изучалась на бактериальной культуре *Escherichcoli*. Эффективность антибактериального воздействия красителя из гармалы исследовалась также на бактериальной культуре *Staphylococcus aureus*. в наших экспериментах на питательную среду с культурой микроорганизмов мы накладывали диски из хлопковой ткани, окрашенные экстрактами гармал или зверобоя. Результаты исследования показаны в таблице 6.23. и 6.24.

В таблице 6.23. показаны результаты определения антибактериального воздействия красителя, полученного из зверобоя. Как видно из представленных данных, вокруг дисков, вырезанных из хлопковой ткани, окрашенной красителем из зверобоя, не образуется зона подавления роста бактерий. Вместе с тем, не наблюдается и зарастания образцов. Из этого следует, что краситель из зверобоя проявляет бактериостатический эффект – то есть данный краситель приостанавливает развитие бактерий.

**Таблица 6.23.-** Устойчивость к микробиологическому воздействию хлопковой ткани, окрашенной красителями из зверобоя

Краситель	Воздействие микроорганизмов	Устойчивость образца к микробиологическому воздействию (Подавление роста бактерий, мм)
<p><b>Зверобой:</b>            8 – образец, окрашенный водным экстрактом с протравой - сульфатом алюминия;            9- образец, окрашенный водным экстрактом без протравы;            24 - образец, окрашенный водным экстрактом с протравой</p>		<p>Нет зарастания образцов- эффект Бактериостатический</p>

**Таблица 6.24.-** Устойчивость к микробиологическому воздействию хлопковой ткани, окрашенной красителями из гармалы.

<p><b>Гармала:</b>            1- образец, окрашенный водно-спиртовым экстрактом семян;            2- образец, окрашенный водным экстрактом всего растения;            5 - образец, окрашенный водно- спиртовым экстрактом семян;</p>		<p>1 – 13            2 – 10            5 – 8</p>
<p><b>Гармала:</b>            1 образец, окрашенный водно-спиртовым экстрактом семян; образец, окрашенный водным экстрактом всего растения; 5-(3 в чашке);</p>		<p>1 – 5            2 – 5            5-3 – 0</p>

При исследовании антибактериальных свойств красителя, выделенного из гармалы, установлено, что вокруг окрашенных дисков образуется свободная зона, совершенно лишенная микроорганизмов. На основании этого сделан вывод о том, что красящие вещества гармалы обладают антибактериальным эффектом, проявляющимся как в отношении *Escherichcoli*, так и *Staphylococcus aureus*. Сравнение полученных результатов опытов выявило, что диаметр зоны подавления роста микроорганизмов в случае с микроорганизмами рода *Staphylococcus aureus* составляет от 13 до 8 мм, в то время для бактериальной культуры *Escherichcoli* эти величины составляют 5 мм. Следовательно, краситель из гармалы более эффективен к микроорганизмам рода *Staphylococcus aureus*.

Исходя из результатов проведенных экспериментов нами установлено, что в опытах с водно-спиртовыми экстрактами и водными экстрактами диаметр зоны подавления роста бактерий составляет соответственно 13 и 10 мм. Следовательно, эффективность антибактериального воздействия красителей, полученных экстракцией семян водно-спиртовыми растворами, больше, чем таковая у красителей, выделенных водой из всего растения. Такой результат связан с составом экстрактов. Нами определено, что водно-спиртовые экстракты содержат больше гиперицинов, тогда как в водных экстрактах преобладающими красящими веществами являются флавоноиды. Из литературы, известно, что вещества содержащие, большое число ароматических колец, а таковыми являются гиперицин, обладают большей токсичностью.

Выявление того факта, что антибактериальные свойства красящих веществ растительных экстрактов сохраняются после окрашивания ими текстильных материалов, имеют, на наш взгляд, важное практическое значение. Известно, что технологии отделки текстильных материалов предусматривают придание антибактериальных свойств после крашения.

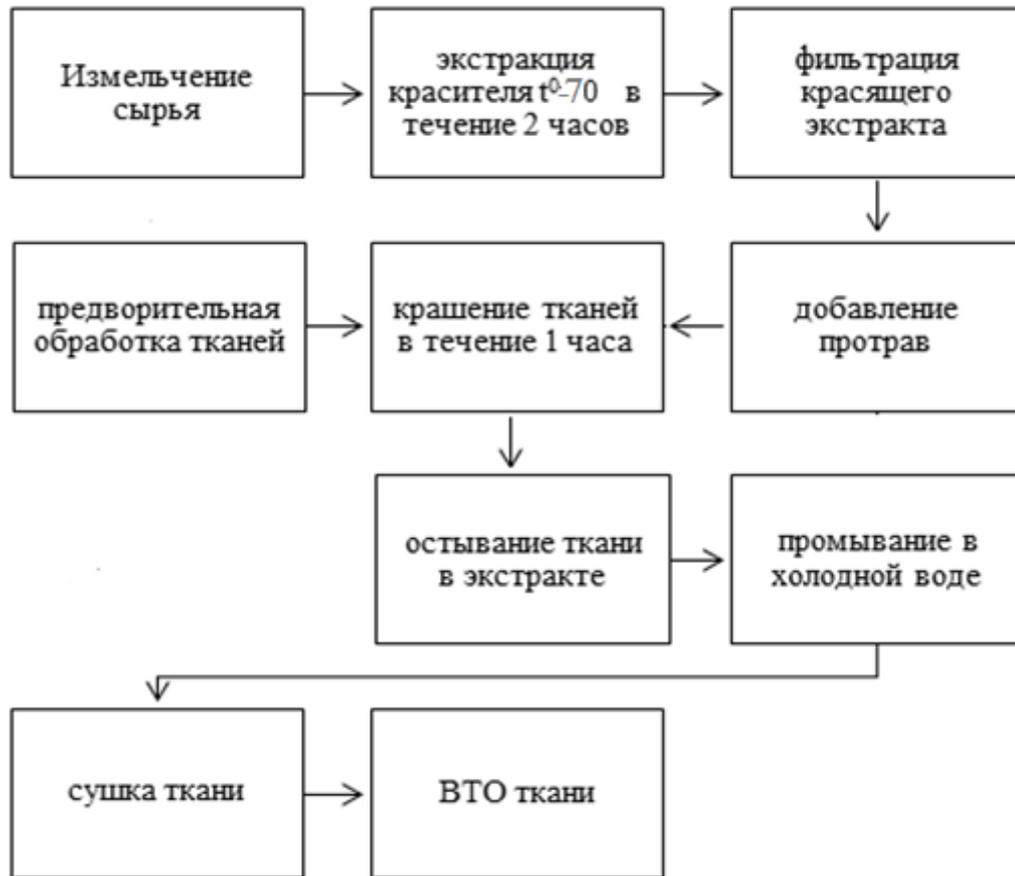
Выявленные бактериостатические и антибактериальные свойства исследованных красителей из зверобоя и гармалы позволяют совместить

операции крашения и придания микробиологической устойчивости хлопковым тканям. Это позволит повысить потребительские качества готовой ткани, сократить время отделки, упростить технологический процесс. Считаем, что указанные преимущества природных красителей могут повысить экономическую эффективность технологии отделки текстильных материалов. Кроме этого, применение природных красящих веществ не только в качестве красителей, но и антибактериальных препаратов будет способствовать повышению экологичности производства и снижению экологического вреда для окружающей среды.

#### **6.7. Разработка технологии крашения целлюлозных и белковых текстильных материалов природными растительными красителями протравным методом**

Исследование возможности крашения целлюлозных и белковых текстильных материалов природными растительными красителями, изучение физико-химических показателей качества окрасок, определение оптимальных условий крашения хлопковых, льняных, шелковых тканей и шерстяной пряжи красящими экстрактами, выделенными из некоторых растений, произрастающих в Республике Таджикистан, позволили разработать технологию крашения указанных текстильных материалов природными растительными красителями протравным и беспротравным способом.

Разработанная технология крашения целлюлозных тканей заключается в следующем: крашение хлопковой ткани протравным методом начинается в красильной ванне объемом 20л. при температуре кипения. Модуль ванны составляет 1:50. Через 15 минут добавляется нейтральный электролит (сульфат или хлорид натрия) в количестве 20 гр. По истечению 145 минут после крашения в красильный раствор добавляется растворимая соль алюминия, магния или железа в качестве протравы и ткань выдерживается в красильном растворе при кипении в течение 120 минут.

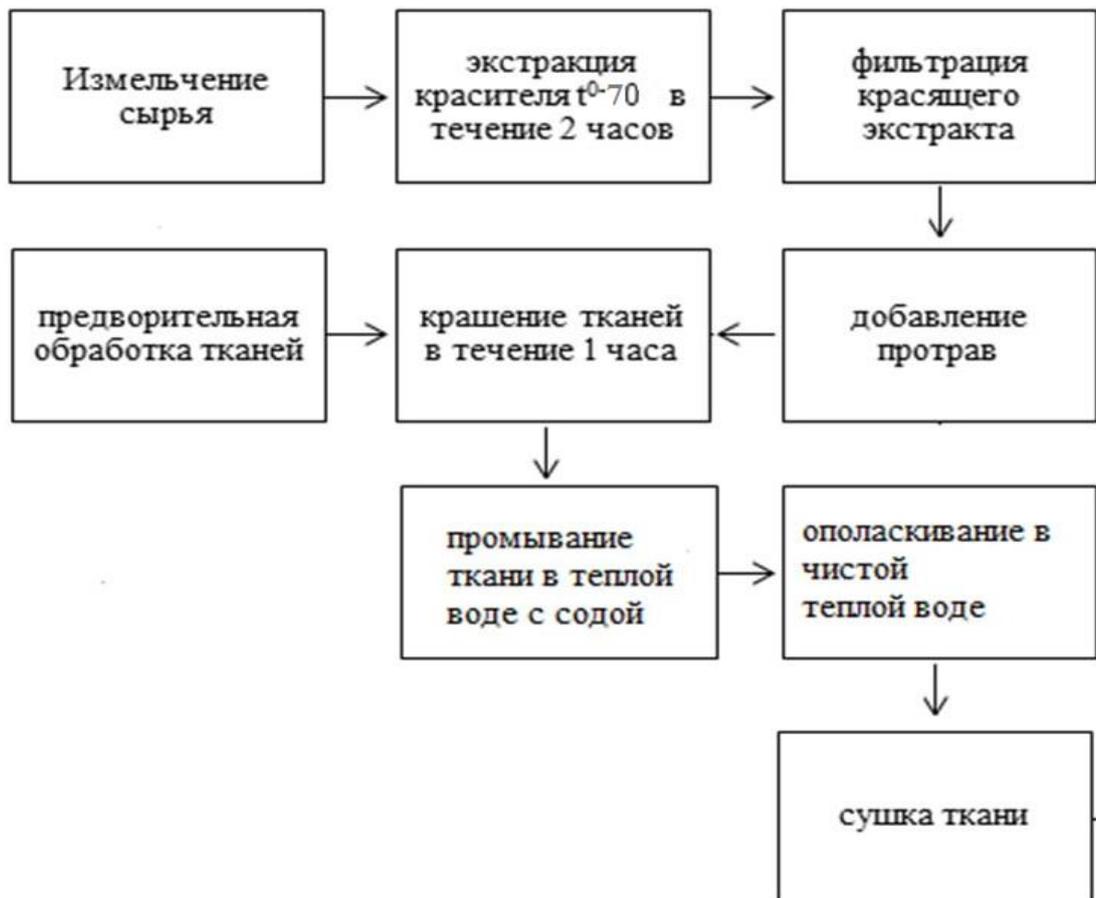


**Рисунок 6.20.** – Технологическая схема крашения целлюлозных тканей растительными красящими экстрактами протравным методом

После этого ткань постепенно остужается в красильной ванне до 30-40<sup>0</sup> С, отжимается, промывается проточной холодной водой, вновь отжимается и сушится при естественных условиях на воздухе. Технологическая схема крашения целлюлозных тканей растительными красящими экстрактами представлена на рисунок 6.20.

Крашение шелка растительными красящими экстрактами включает следующие операции: шелковая ткань, предварительно обработанная раствором мыла (2-3 % от массы ткани) при температуре не ниже 90—96° С в течение 30 минут, помещается в теплую красильную ванну, постепенно доводят температуру до 90<sup>0</sup>С и выдерживали ткань в красильном растворе при этой температуре в течение 1 часа при модуле ванны 1:40 или 1:50, при

постоянном перемешивании. Крашение проводится в нейтральной, слабокислой или слабощелочной среде. Для создания кислой среды в красильный экстракт добавляется уксусная кислота (2% раствор), для щелочной – раствор карбоната или бикарбоната натрия. Через 15 минут после погружения образцов шелковой ткани в красильный раствор добавляется сульфат натрия или хлорид натрия для получения ровной окраски. После крашения шелковая ткань тщательно промывается для теплой водой температурой около 60-70<sup>0</sup>С, в которую добавляется небольшое количество соды. После тщательного промывания данным раствором образцы ополаскивали теплой чистой водой. Промытые образцы высушивали в естественных условиях, в защищенном от солнца месте. Технологическая схема крашения шелковой ткани растительными красящими экстрактами протравным методом представлена на рисунке 6.21.



**Рисунок 6.21.** – Технологическая схема крашения шелковой ткани растительными красящими экстрактами протравным методом

Технология крашения шерсти предусматривает проведение процесса в кислой среде и заключается в следующем: в теплый красильный раствор, вводится раствор уксусной кислоты до достижения рН 5-6, в раствор погружается шерстяная ткань (модуль ванны 1:30) и, постепенно повышая температуру, красильный раствор доводится до кипения. Шерстяная ткань (пряжа) красится при слабом кипячении в течение 1 часа. Затем раствор с окрашиваемым материалом охлаждается, тщательно промывается теплой, затем проточной холодной водой. Высушенный образец окрашенной шерсти после крашения протравливается раствором сульфата железа (алюминия или магния).

Технологическая схема крашения шерсти растительными красящими экстрактами протравным методом представлена на рисунке 6.22.



**Рисунок 6.22.** – Технологическая схема крашения шерсти растительными красящими экстрактами протравным методом

## **ГЛАВА VII. ПРИДАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАПСУЛИРОВАННЫХ ТВВ**

### **7.1. Научные принципы создания капсулированных препаратов с использованием серицина**

#### **7.1.1. Обоснование выбора текстильного материала для придания антибактериальной отделки**

Новым подходом к профилактике распространения инфекционных заболеваний, предотвращению развития микроорганизмов - биодеструкторов является расширение ассортимента антимикробных или биозащищенных изделий, выполненных на текстильных носителях. Вследствие высокого уровня комфортности целлюлозосодержащих материалов, прогнозируется увеличение объемов потребления наномодифицированных текстильных изделий индивидуального длительного использования. При этом уникальный комплекс их антимикотических, антибактериальных, гигиенических и эксплуатационных свойств должен обеспечиваться сочетанием специальных свойств наномодификаторов и физико-химических и гигиенических свойств целлюлозных матриц. Особенно важно встает проблема создания антимикробных модификаторов в период пандемии COVID -19 , охватывающей все мировое сообщество.

Инновационным подходом к созданию антимикробных текстильных материалов является применение микрокапсулированных препаратов. Технологии капсулирования биологически активных веществ (БАВ) и лекарственных препаратов постоянно совершенствуются и находят широкое применение в текстильной, пищевой и фармацевтической промышленности и медицине. Отделка волокнистых и нетканых материалов капсулированными ТВВ имеет ряд преимуществ:

1. Капсула защищает летучие БАВ или нестойкие препараты от воздействия внешней среды.

2. Возможно управление скоростью и количеством выделяемого препарата из ядра капсулы.

3. Расширяется спектр используемых для обработки текстильных материалов антимикробных веществ.

4. Увеличение устойчивости отделки к свету, тепловым воздействиям и химическим препаратам, например к восстановителям и окислителям.

5. Использование капсулированных ТВВ может позволить совмещать процессы различных видов отделок.

Недавние исследования показали возможность использования серицина в биомедицинской, фармацевтической и пищевой промышленности. Лекарства от рака, разбавители крови и добавки для культур клеток - вот некоторые примеры разработанных продуктов с использованием гранул, гелей, растворов и пленок этого белка [258]. Однако данных о применении серицина для построения архитектуры оболочки капсулы не было обнаружено.

Текстильный материал, для которого разрабатываются антибактериальная и БАВ отделки, может иметь несколько вариантов применения. Во-первых возможен пошив изделий для больниц – белье послеоперационных палат и операционных, одежда медперсонала, а во-вторых аппликационные изделия с микрокапсулированными лекарственными и биологически активными препаратами.

Необходимо выбрать из ассортимента тканей подходящие, по таким контролируемым параметрам, как гигроскопичность, воздухопроницаемость, капиллярность, сорбционная активность и другие, это особенно важно при изготовлении медицинских салфеток, а также белья для стационаров [371].

В процессе эксперимента оценен широкий спектр текстильных материалов различного волокнистого состава: хлопчатобумажные, льняные хлопкошелковые.

Полученные результаты приведены в таблице 7.1.

**Таблица 7.1.** - Характеристика свойств целлюлозных текстильных материалов

Наименование ткани	Капиллярность, мм	Гигроскопичность (при $W_{отн.} = 98\%$ )	Воздухопроницаемость $дм^3/м^2*с$
Хлопчатобумажная отбеленная бязь	165	15,5	65
Ситец, арт 47.	154	14,0	65
Хлопкошелковая Ткань	165	15,5	67
Льняная ткань(не отбеленная)	142	8,9	46
Льняная ткань (отбеленная)	157	14,8	64

Из исследованных текстильных материалов санитарно-гигиеническим требованиям в большей степени удовлетворяют хлопчатобумажная бязь, хлопкошелковая и отбеленная льняная ткани.

### **7.1.2. Исследование влияния состава полиэлектролитной оболочки на размер синтезированных капсул**

Доставка и контролируемое высвобождение лекарственных средств в организме человека является одним из основных направлений исследований нанотехнологий, применяемых в медицине. Идеальный носитель лекарственного вещества должен быть способен доставлять молекулы лекарственного вещества к месту действия и специфически взаимодействовать с клетками-мишенями. В этой связи были предложены и испытаны различные органические и неорганические наносистемы. Одним из наиболее интересных методов синтеза носителей биологически активных веществ является послойная самосборка (LbL) оболочек нанокapsул на коллоидных частицах. С точки зрения перспективного применения таких нанокapsул, использование биосовместимых и биоразлагаемых реагентов полиэлектролитов играет ключевую роль [48].

Разработка современных функциональных текстильных материалов с нанесенными на них частицами активных веществ в нанометровом и микрометровом диапазоне представляет значительный интерес, как для фундаментальных, так и для прикладных исследований, поскольку существует множество потенциальных применений этих материалов в областях биомедицины, регенеративной и профилактической медицины. Метод послойного осаждения, введенный в начале 1990-х годов Дехером, Мехвальдом и Львовом, является универсальной техникой, которая в последние годы привлекает все большее число исследователей благодаря ее широкому спектру преимуществ для биомедицинских применений: простота подготовки в «мягких» условиях, совместимых с физиологическими средами, возможность включения в пленки биоактивных молекул, компонентов внеклеточного матрикса и биополимеров, перестраиваемые механические свойства, и пространственно-временной контроль организации пленок. [372]. В связи с широким спектром потенциальных применений БАВ в регенеративной медицине их физико-химические свойства могут быть различными. Однако для того, чтобы использовать биоматериал в медицинском применении, он должен соответствовать соответствующим требованиям, таким как биосовместимость и биофункциональность:

1. Биосовместимость - это способность безопасно и без побочных эффектов интегрироваться с клетками реципиента.

2. Биофункциональность - это способность выполнять определенную биологическую функцию, основанную на соответствующих параметрах физико-механических свойств.

К другим важным свойствам биоматериалов, влияющим на их потенциальное применение в медицине, относится отсутствие токсичности, т.е. с поверхности текстильного материала или из пористого материала не элюируются никакие токсичные компоненты, такие как поверхностно-активные вещества, стабилизаторы, катализаторы, пигменты и УФ-абсорбенты, которые использовались в процессе производства и которые

несовместимы с живыми организмами.

В нашем случае наиболее важной функцией является биосовместимость, так как выпускаемый продукт контактирует с кожей человека. В связи с этим для формирования архитектуры внешних слоев капсулы были выбраны серицин и другие биосовместимые полимеры ранее применяемые в медицинской практике.

Значимым фактором при создании методик капсулирования остается экологическая составляющая процесса. Особенно важно соблюдать экологические и фармакологические требования при создании микрокапсул, используемых при изготовлении изделий профилактического и медицинского назначения. Представляется актуальным оценить процесс создания микрокапсул, содержащих биологически активное вещество (эфирное масло), оболочки которых сформированы посредством электростатического взаимодействия серицина и биodeградируемых полиэлектролитов: альгината натрия и хитозана. Данные полиэлектролиты являются экологически безопасными и подходят для применения в медицинской и косметической индустрии. Важной составляющей разрабатываемой системы серицин-биodeградируемый полиэлектролит является устойчивость в течение длительного времени.

Во время исследования проанализирована возможность использования в качестве БАВ ряда эфирных масел и витаминов, таких как: эфирные масла грейпфрута, розмарина и масло жожоба, витамин Е.

Основными компонентами масла грейпфрута являются пинен, лимонен, цитраль, линалоол, мирцен, гераниол, а также в состав входят витамины А, В<sub>2</sub>, РР, С, кальций и калий и органические кислоты, что обуславливает его антибактериальные, противовирусные, противовоспалительные, обезболивающие и антицеллюлитные свойства.

Эфирное масло розмарина отличается антисептическими свойствами и может использоваться при лечении кожных заболеваний и в некоторых случаях даже инфицированных ран и экземы. В его состав входят

борнилацетат, камфора, камфен, пинен, лимонен, цинеол, кариофиллен, смолы и дубильные вещества

Масло жожоба, основным компонентом которого является гадолеиновая кислота, как и витамин Е положительно оказывает омолаживающий эффект на кожу, увлажняет и является выраженным антисептиком[373].

Эмульсии с микрокапсулами, ядра которых содержали БАВ, серицин и полиэлектролиты, готовили следующим образом: эфирное масло смешивали с ПАВ (например, карбоксипав и синтанолом АЛМ-10), после чего добавляли растворы серицина и соответствующего полиэлектролита (альгинат натрия или хитозан или ксантановую камедь). После введения каждого компонента перемешивали на скоростной мешалке в течение 5 минут.

Серицин, используемый в данном эксперименте, получали путем водной экстракции из коконов тутового шелкопряда при варьировании условий: время, температура, гидромодуль. Проверляли наличие серицина в растворе путем его осаждения с помощью этилового спирта (выпадал осадок в виде мелкого порошка). Для визуальной оценки полученных микрокапсул, в их ядро был введен жирорастворимый краситель Судан IV. Устойчивость получаемых систем контролировали, измеряя размеры частиц методом динамического рассеяния света и определяя  $\xi$ - потенциал на приборе Photocor Compact-Z. Определение размеров частиц позволяет выявить наличие сформировавшихся полиэлектролитных микрокапсул и определить их размерный диапазон, а также процентное распределение в системе. Измерение  $\xi$ - потенциала необходимо для характеристики степени и характера взаимодействия между частицами (микрокапсулами) в дисперсии и способствует оценке устойчивости разрабатываемой системы во времени и склонности к агрегации полученных микрокапсул. Система является устойчивой, если его значение не менее  $\pm 30$  мВ. В таблице 7.2 собраны полученные результаты.

**Таблица 7.2.** Характеристика устойчивости разрабатываемых эмульсий с микрокапсулами

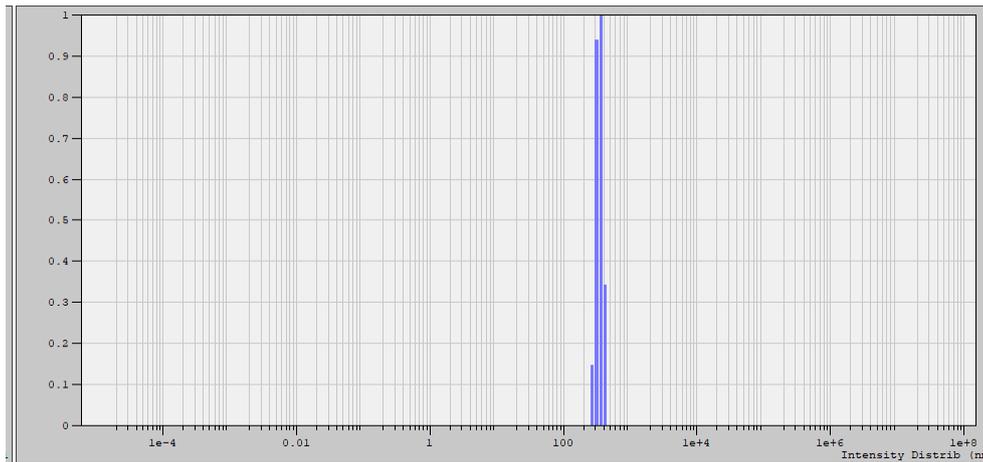
Состав	Цвет, рН	Размер частиц, нм-содержание %	ξ-потенциал, мВ	Наблюдения
Грейпфрутовое масло, карбоксипав, синтанол АЛМ-10, Серицин, кислоторастворимый хитозан ( при соотношении серицин –хитозан 1:1 по массе) <sup>×</sup>	Бледно розовый, 5,0	60 – 8,9% 374,2 - 91,1%	-	Выпал осадок через 5 дней
Масло жожоба, карбоксипав, синтанол АЛМ-10, серицин, кислоторастворимый хитозан( при соотношении серицин –хитозан 1:1 по массе) <sup>×</sup>	Бледно розовый, 5,0	82-10,1% 342,1-89,9%	5,4	Осадок
Масло розмарина, карбоксипав, синтанол АЛМ-10, Серицин, кислоторастворимый хитозан ( при соотношении серицин – хитозан 1:1 по массе)	Бледно розовый, 5,5	45- 11,9 245-89,1%	8,9	Осадок
Грейпфрутовое масло, карбоксипав, синтанол АЛМ-10, Серицин, альгинат натрия ( при соотношении серицин –альгинат натрия 4:1 по массе) <sup>xx</sup>	Бледно розовый, 3 – 3,5	349,8 – 100%	- 30, 69	Прозрачный раствор
Масло жожоба, карбоксипав, синтанол АЛМ-10, Серицин, альгинат натрия( при соотношении серицин –альгинат натрия 4:1 по массе) <sup>xx</sup>	Бледно розовый, 3 – 3,5	319,0 – 100%	- 30, 20	Прозрачный раствор
Масло розмарина, карбоксипав, синтанол АЛМ-10, Серицин, альгинат натрия ( при соотношении серицин –альгинат натрия 4:1 по массе) <sup>xx</sup>	Бледно розовый, 3 – 3,5	249,5– 98,0% 28-2,0%	- 30, 34	Прозрачный раствор

<sup>×</sup> Концентрация полиэлектролитов в системе составила 1,4 г/л.

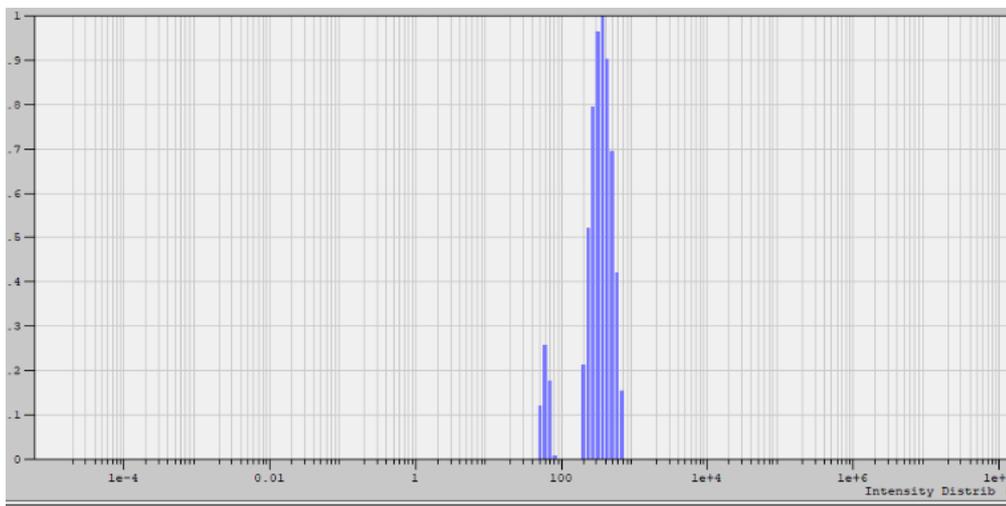
<sup>xx</sup> Концентрация полиэлектролитов составила 1г/л.

В результате эксперимента получены капсулы, оболочки которых были сформированы с применением серицина и альгината натрия, серицина и хитозана, рН лежал в области кислой среды, размеры частиц были в

нанометровом диапазоне с моно- и бимодальным распределением в системе (таблица 7.2, рис. 7.1-7.2), однако в системе серицин- хитозан выпадал осадок через 5 дней, а дисперсия, содержащая серицин и альгинат натрия оказалась устойчивой в течение длительного времени (до нескольких месяцев), ее значение  $\xi$ - потенциала лежало в пределах устойчивой системы (-30, 69 мВ--30, 20 мВ).



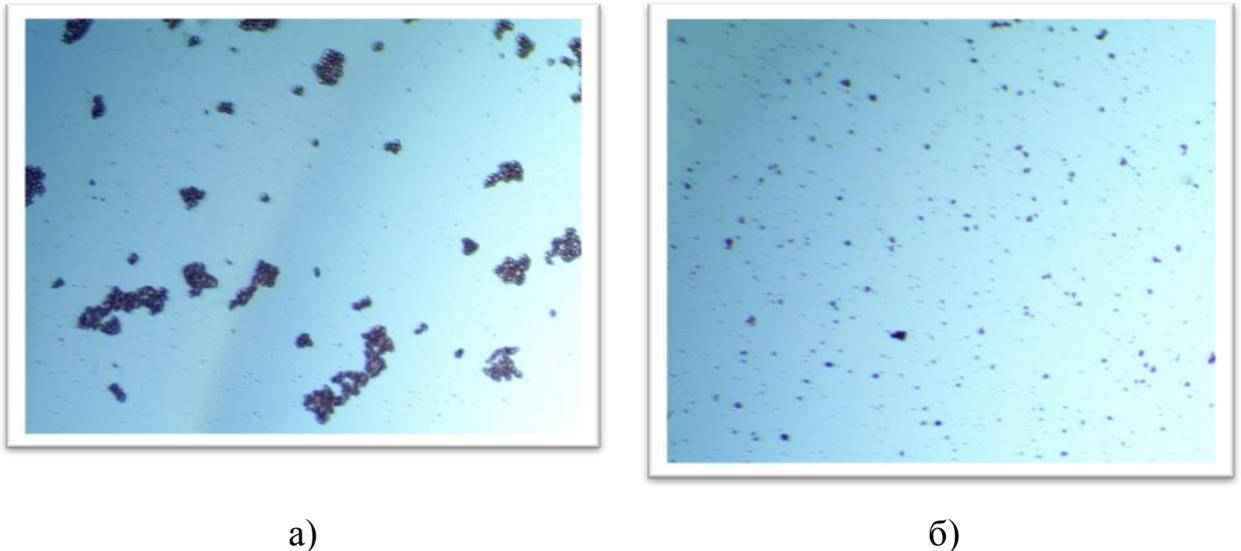
**Рисунок 7.1** Распределение частиц в дисперсии капсул, оболочки которых получены из серицина и альгината натрия (0,2 г/л), ядро-масло грейфрута.



**Рисунок 7.2** Распределение частиц в дисперсии капсул, оболочки которых получены из серицина и хитозана(0,2 г/л), ядро-масло грейфрута

Возможно, что это явление обусловлено тем, что в кислой среде серицин проявляет свойства катионного полиэлектролита и взаимодействует

соответственно с анионным альгинатом натрия формируя архитектуру оболочки капсулы. На основании проведенных исследований процесса взаимодействия серицина и биodeградируемых полиэлектролитов: альгината натрия и хитозана, отобрана система биodeградируемых полиэлектролитов серицин-альгинат натрия, позволяющая получить устойчивые во времени дисперсии с микрокапсулами. Однако существует возможность концентрационных несоответствий в системе серицин –альгинат натрия, когда образовавшийся комплекс полиэлектролитов (ИПЭК), формирующий оболочку является неустойчивым, что приводит к агрегации капсул и выпадению в осадок. На рисунке 7.1 на примере масла розмарина визуально показан процесс, происходящий с системе.



**Рисунок 7.3** Фотографии капсул с маслом розмарина в ядре: а) агрегация капсул в системе, б) система стабильна.

## **7.2.Обоснование выбора оптимальной пары полиэлектролитов для формирования оболочки капсулы**

Изучена возможность применения различных полиэлектролитов для формирования оболочки капсулы с серицином. Для этого использовали следующие полиэлектролиты: альгинат натрия, хитозан, ксантановая камедь, относящиеся к биополимерам, изменяя при этом их концентрацию в системе с целью получения стехиометрического ИПЭК. В эксперименте применяли

очищенный серицин Sericin Powder фирмы HVIK, концентрацию которого варьировали от 0,5 г/л до 1 г/л, который по составу был идентичен выделенному из коконов в процессе экспериментов.

В таблице 7.3 представлена сравнительная характеристика части полученных микрокапсул. Приведены полиэлектролиты и их соотношения, позволившие получить стабильные дисперсии капсулированных БАВ. Выбраны стабильные во времени системы с  $\xi$ - потенциалом более -30.

Для серицина, концентрация которого в системе составила 1 г/л установлено, что микрокапсулы, содержащие в составе оболочки хитозан (0,5г/л), наблюдается широкий разброс по размерам синтезированных капсул. Использование в качестве анионного полиэлектролита ксантановой камеди (0,5 г/л) не позволило увеличить однородность распределения частиц по размерам в дисперсии. Для микрокапсул, содержащих в своей оболочке альгинат натрия (0,5 г/л) и серицин (1г/л), наблюдается более однородный по размерам состав эмульсии, с меньшим размером частиц.

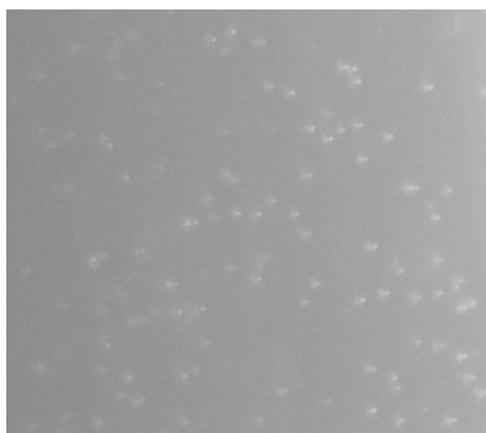
Применение серицина в концентрации 0,4 г/л для построения архитектуры оболочки совместно с ксантановой камедью (0,4 г/л), позволило получить капсулы с минимальным размером частиц – 185,6 нм при однородном распределении их по размерам (96,7%). В этом случае наблюдается высокий  $\xi$ - потенциал, рН = 5, который характерен для слабокислой среды. Для микрокапсул, содержащих альгинат натрия (0,4г/л) и серицин (0,4г/л) в оболочке капсулы, наблюдается однородность состава дисперсии, с несколько большим размером частиц.

**Таблица 7.3.** - Сравнительная характеристика полученных микрокапсул

Состав оболочки капсулы	рН	Размер частиц, нм	Соотношение размеров частиц, %	$\xi$ - потенциал, мВ
Хитозан 0,5г/л Серицин 1г/л	4,5	6,09	39	-30,4±0,5
		250,6	23,5	
		6741	37,4	
Альгинат Na 0,5 г/л	5,5	87,6 10000	53,4 46,6	-30,7±0,33

Серицин 1г/л				
Ксантановая камедь 0,5г/л Серицин 1 г/л	5,0	250 46,95 8890 3,046	89,4 6,7 3,5 0,4	-35,3±0,6
Гуаровая камедь 0,4г/л Серицин 0,4 г/л	4,8	246,1 671,3	91,1 8,9	-33,3±0,4
<b>Альгинат Na 0,4г/л Серицин 0,4 г/л</b>	<b>5,5</b>	<b>193,8 650</b>	<b>82,2 17,8</b>	<b>-40,9±1,4</b>
<b>Ксантановая камедь 0,4г/л Серицин 0,4 г/л</b>	<b>5,0</b>	<b>185,6 910</b>	<b>96,7 0,3</b>	<b>-35,1±0,6</b>

На примере сформированных микрокапсул, содержащих в оболочке серицин и альгинат натрия визуально с применением программы прибора Фотокор Компакт Z и оптической микроскопии (рис. 7.3) показано что синтезированные сферические микрокапсулы, равномерно распределены в системе, что подтверждает их успешное формирование и отсутствие склонности к агрегации. На основании полученных данных определены условия образования стабильной нанодисперсии, включающей микрокапсулы БАВ с оболочкой серицин-альгинат натрия и серицин- ксантановая камедь с массовым соотношением в системе 1:1 в концентрации 0,4 г/л.



**Рисунок 7.4.** Оптическое изображение микрокапсул, оболочки которых сформированы из серицина и альгината натрия

Показано, что наиболее стабильными с минимальными размерами капсулы образуются для альгината натрия и ксантановой камеди в кислой среде и соотношением полиэлектролитов по массе 1:1, что дает предпосылки

считать, что серицин в данном случае выступает, как катионный полиэлектролит.

Определены условия формирования микрокапсул с оболочкой включающей серицин, показано, что устойчивость полученной дисперсии зависит от кислотности среды и концентрационных соотношений полиэлектролитов в системе, характеризующих образование стехиометрического ИПЭК,

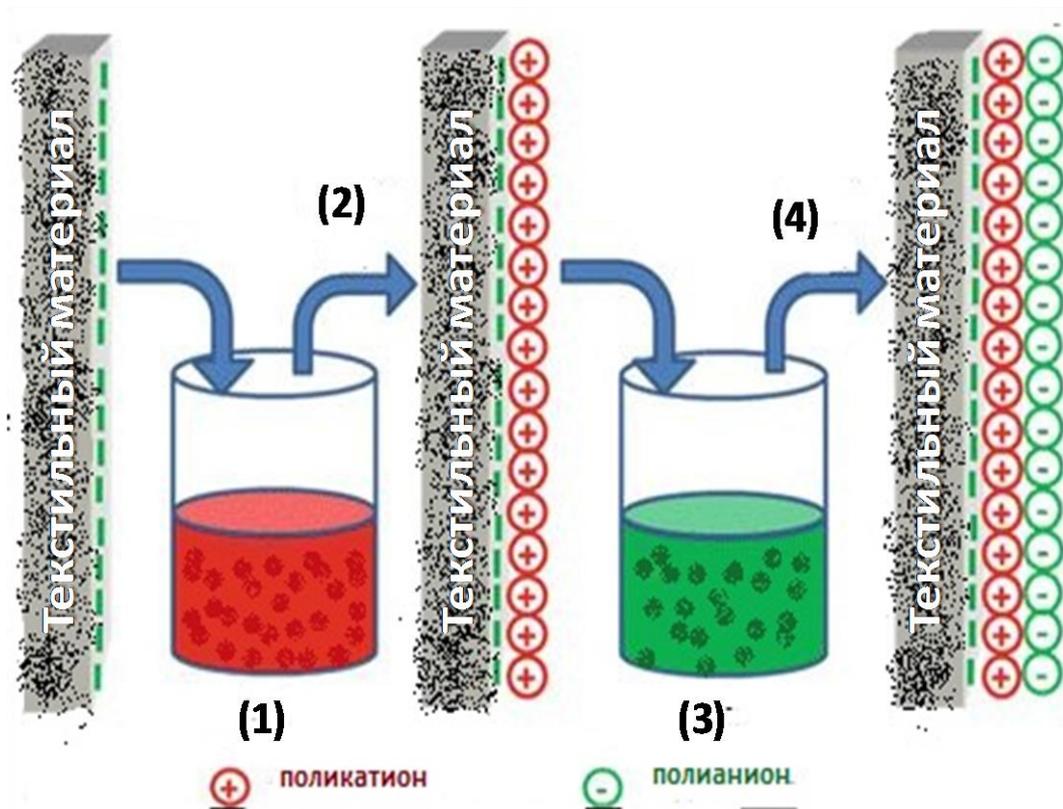
### **7.3. Разработка технологии иммобилизации капсул на текстильном материале**

В работах по капсулированию функциональных веществ для различных областей применения на последнем этапе синтеза капсул их принято выделять из дисперсии. В нашем случае полученная устойчивая дисперсия может использоваться в нативном виде для отделки текстильных материалов. Закрепление дисперсии можно осуществлять различными методами: фиксацией предконденсатами термореактивных смол, термопластичными полимерами или применяя метод Layer-by-Layer. Предконденсаты термореактивных смол фиксируют функциональное вещество в процессе ковалентного взаимодействия с целлюлозой волокна - образования поперечных связей между соседними макромолекулами целлюлозы и в смолообразующихся продуктах. В результате выделение функционального вещества может быть затруднено, а в некоторых случаях необходимо выделение функционального вещества с высокой скоростью. Применение термопластичных смол, также может негативно влиять на скорость выделения функционального вещества. Проведенные эксперименты показали, что в описанных случаях из образцов, исследованные методом газовой хроматографии практически не выделяется функциональное вещество.

Эффективным способом иммобилизации должен стать способ электростатической сборки на поверхности ткани пленки из

протиположено заряженных полиэлектролитов, в которую инкорпорируются микро- и нанокапсулы.

В теории представить формирование пленки можно следующим образом. Целлюлозное волокно, заряженное в водной среде отрицательно сорбирует катионный полиэлектролит (1 стадия), после промывки (2 стадия - для удаления излишек полиэлектролита), далее ткань опускают в раствор анионного полиэлектролита (3 стадия) и промывают (4 стадия). При последовательном повторении возможно образование многослойных покрытий (рисунок 7.4.).



**Рисунок 7.5.** - Схема электростатической самосборки полиэлектролитов на текстильном материале

Модифицируя эту технологию, вводя на промежуточных стадиях пропитку дисперсией на основе капсул можно создать покрытие с включением капсулированных БАВ. Разработано несколько режимов иммобилизации капсул на целлюлозосодержащих текстильных материалах.

### 1 режим

1 этап – получение наноэмульсии и синтез двухслойных капсул в соответствии с ранее разработанной схемой из сирицина и альгината натрия;

2 этап – обработка полученным составом образцов ткани (отбеленная бязь 0,1x0,1 м) в 100 мл полученных бислойных капсул в течение 1, 10 мин; отжим 100%. Температура обработки 40 °С

3 этап – подсушка конвективная при 60 °С до 40% влажности;

4 этап – пропитка 4% раствором полиэлектролита (сирицин) в течение 20 минут. Температура обработки 20 °С.

5 этап – пропитка 4% раствором полиэлектролита (альгината натрия) Температура обработки 20 °С;

6 этап - сушка при температуре 80-100 °С в течение 2,5-5 мин.

## **2 режим**

1 этап – синтез наноэмульсии БАВ и двухслойных капсул,

2 этапа – введение 0,4% раствора прекурсора (сирицина) при перемешивании, обработка в течение 20 минут. Температура обработки 20°С.

3 этап – введение раствора 0,4% прекурсора (альгината или ксантановой камеди) при перемешивании, обработка в течение 20 минут. Температура обработки 20°С, обработка при перемешивании в течение 20 мин.

4 этап – обработка полученным составом образцов ткани (отбеленная бязь 0,1x0,1 м) в 100 мл полученных тетраслойных капсул в течение 1, 10 мин; отжим 100%.

5 этап – конвективная сушка при 60 °С до 40% влажности;

6 этап - пропитка раствором ПДАДМАХА при 40 °С

12 этап - сушка при температуре 80-100 °С в течение 2,5-5 мин.

## **3 режим**

1 этап – синтез наноэмульсии БАВ и двухслойных капсул;

2 этапа – введение 0,4% раствора прекурсора (сирицина) при перемешивании, обработка в течение 20 минут. Температура обработки 20°С.

3 этап – введение раствора 0,4% прекурсора (альгината или ксантановой камеди) при перемешивании, обработка в течение 20 минут. Температура

обработки 20<sup>0</sup>С, обработка при перемешивании в течение 20 мин.

3 этапа – введение 0,4% раствора прекурсора (сирицина) при перемешивании, обработка в течение 20 минут. Температура обработки 20<sup>0</sup>С.

4 этап – введение раствора 0,4% прекурсора (альгината или ксантановой камеди) при перемешивании, обработка в течение 20 минут.

5 этап – обработка полученным составом образцов ткани (отбеленная бязь 0,1x0,1 м) в 100 мл полученных гексаслойных капсул в течение 1, 10 мин; отжим 100%.

6 этап – конвективная сушка при 60<sup>0</sup>С до 40% влажности;

7 этап - пропитка раствором ПДАДМАХА при 40<sup>0</sup>С, отжим 100%

8 этап – пропитка анионным полиэлектролитом при 40<sup>0</sup>С, отжим 100%

9 этап - сушка при температуре 80-100<sup>0</sup>С в течение 2,5-5 мин.

В процессе синтеза контролировали размеры капсул, образовавшихся в процессе первого этапа, а также размеры частиц перед заключительным этапом фиксации микрокапсул на волокне. Измерения вели на приборе Zetasizer Nano ZS – высокоэффективном двухугловом анализаторе размеров частиц. Анализ полученных данных показал, что в зависимости от количества заряженных слоев вокруг ядра микрокапсулы, они имеют следующие размеры: 200-400 нм у бислойных, 300-600 - у тетраслойных и 750-1000 - у гексаслойных микрокапсул. При этом наибольший размер наблюдается у частиц с оболочкой сирицин-гуаровая камедь, а минимальный - у частиц с оболочкой сирицин-ксантановая камедь (рисунки 7.5).

На рис. приведены микрофотографии хлопчатобумажных волокон с закрепленными на них методом «Layer-by-Layer» многослойными микрокапсулами полученные методом сканирующей электронной микроскопии.

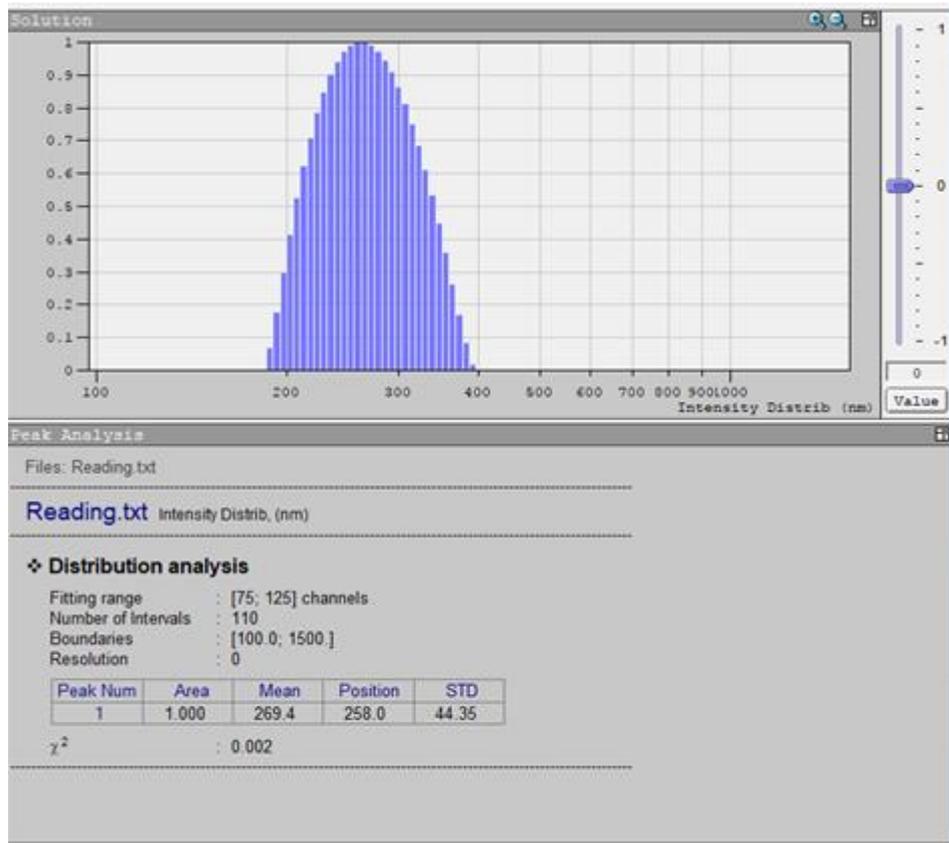


Рисунок 7.6 - Распределение частиц по размеру на этапе 1 режима 1 для бислойных капсул серицин-гуаровая камедь.

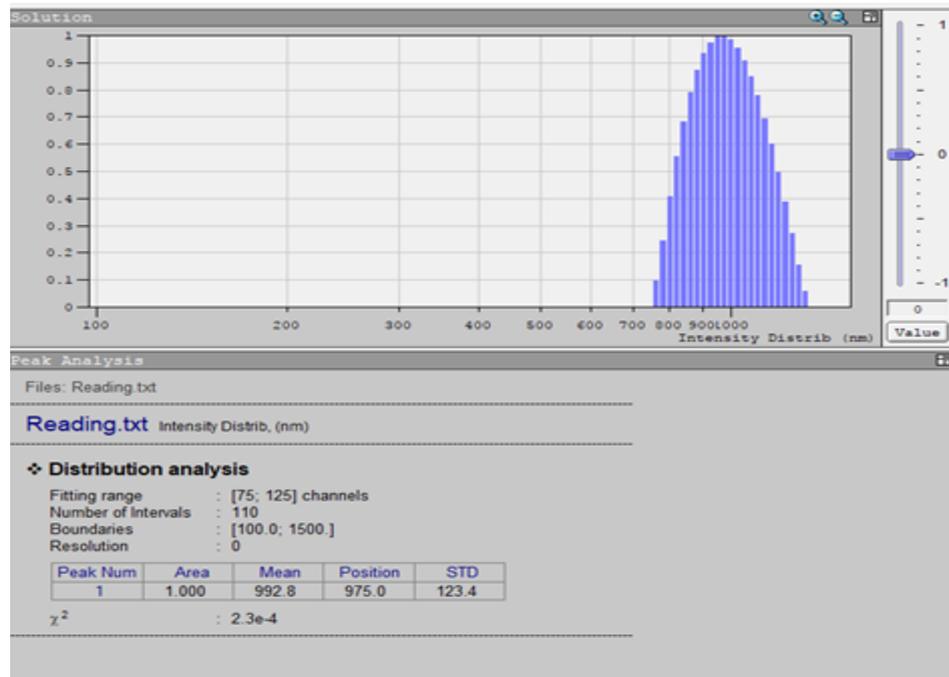
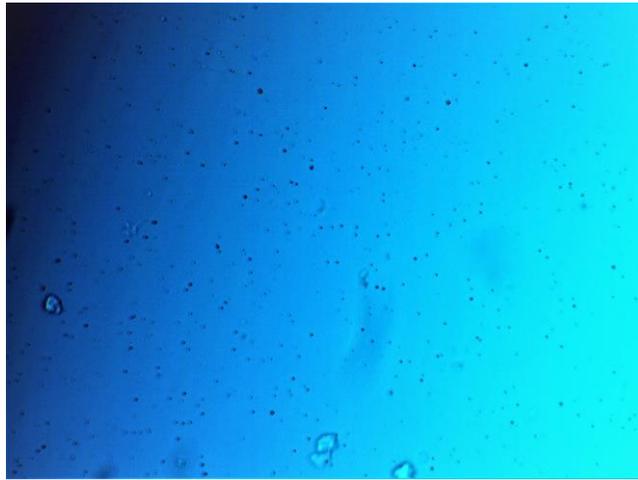


Рисунок 7.7 - Распределение частиц по размеру для гексаслойных капсул серицин-альгинат натрия

**Таблица 7.4** - Размерные характеристики микрокапсул, содержащих БАВ (масло жожоба), полученных по различным вариантам

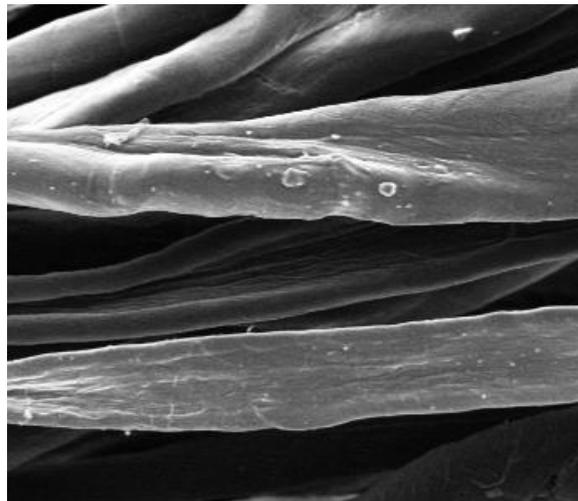
№ п/п	Режимы количество слоев	Варианты	Порядок слоев	Средний размер капсул, нм
1	Режим № 1, 2 слоя	Вариант № 1	1) сирицин 2) ксантановая камедь	149,4
2		Вариант № 2	1) сирицин 2) гуаровая камедь	205,1
3		Вариант № 3	1) сирицин 2) альгинат натрия	168,9
4	Режим № 2, 4 слоя	Вариант № 4	1) сирицин 2) ксантановая камедь 3) сирицин 4) ксантановая камедь	325,6
5		Вариант № 5	1) сирицин 2) гуаровая камедь 3) сирицин 4) гуаровая камедь	515,6
6		Вариант № 6	1) сирицин 2) альгинат натрия 3) сирицин 4) гуаровая камедь	341,8
7	Режим № 3, 6 слоев	Вариант № 7	1) сирицин 2) ксантановая камедь 3) сирицин 4) ксантановая камедь 5) сирицин 6) ксантановая камедь	775,0
8		Вариант № 8	1) сирицин 2) гуаровая камедь 3) сирицин 4) гуаровая камедь 5) сирицин 6) гуаровая камедь	987,0
9		Вариант № 9	1) хитозан 2) альгинат натрия 3) хитозан 4) альгинат натрия 5) хитозан 6) альгинат натрия	718,1



**Рисунок 7.8** - Микрофотографии частиц с четырехслойной оболочкой сирицин-альгинат натрия



**Рисунок 7.9.** - Микрофотографии частиц с четырехслойной оболочкой сирицин-ксантановая камедь



**Рисунок 7.10.** Электронная фотография хлопкового волокна обработанного дисперсией капсул

Таким образом, были разработаны режимы иммобилизации микрокапсул содержащих БАВ с многослойными оболочками на текстильных материалах методом электростатической самосборки «Layer-by-layer».

#### **7.4. Исследование скорости выделения функционального БАВ из капсул**

Извлечение содержимого ядра капсулы может проходить в различных условиях под действием физических, химических и механических факторов: в процессе трения о кожу человека при носке, потоотделении, соприкосновении с кожей, характеризующейся определенными температурой и рН.

Для формирования полиэлектролитной оболочки использовали биodeградируемые полиэлектролиты, выбранные в ранее проведенных экспериментах: хитозан, ксантановая камедь, и альгинат натрия.

В литературе отмечают несколько методов контроля скорости выделения капсулированных препаратов. В зависимости от содержания ядра капсулы предлагается метод просвечивающей электронной трансмиссионной микроскопии ультратонких срезов [374]. Для данного метода необходимым условием является использование электронно – плотного объекта исследования. Метод конфокальной лазерной сканирующей микроскопии также относится к методам определения наличия и выделения функционального вещества из микрокапсул [375]. Для наглядности используют флуоресцентно-меченное функциональное вещество. Данные методы сложны в эксплуатации, в связи с этим, для совершенствования процесса исследования кинетики выделения функционального вещества, из микрокапсулы был разработан экспресс - метод оценки миграционной способности биологически активных веществ (БАВ – эфирные масла) в составе капсул из волокнистого материала.

Биологически активное вещество – эфирные масла имеют цвет в водно-этанольном растворе слабый светло-желтый или практически не имеют цвета, отследить выделившееся БАВ довольно сложно, поэтому в работе для решения поставленной задачи проводился модельный эксперимент, где

практически бесцветные БАВ в составе капсул были окрашены Суданом красным IV для последующего спектрофотометрического анализа.

Составы содержащих БАВ микрокапсул приведены обозначены в таблице 7.5. Дисперсию наносили на отбеленный миткаль периодическим способом при температуре 40<sup>0</sup>С. Модуль ванны - 50; время обработки- 30 мин. Степень заключительного отжима составляла 100 %. Далее ткань подвергалась сушке. Для высвобождения исследуемых красителей из капсулы применяли этанол или смесь воды и органического растворителя – этилового спирта (в соотношении 1:1).

В таблице 7.5. приведены различные варианты микрокапсул, содержащих БАВ, окрашенное Суданом красным IV. Для этого эксперимента использовались капсулы, состоящие из двух слоев полиэлектролитной оболочки. На следующем этапе работы полученные микрокапсулы с включенным красителем наносили на текстильный материал. Изучали кинетику выделения функционального вещества в течение 24 часов.

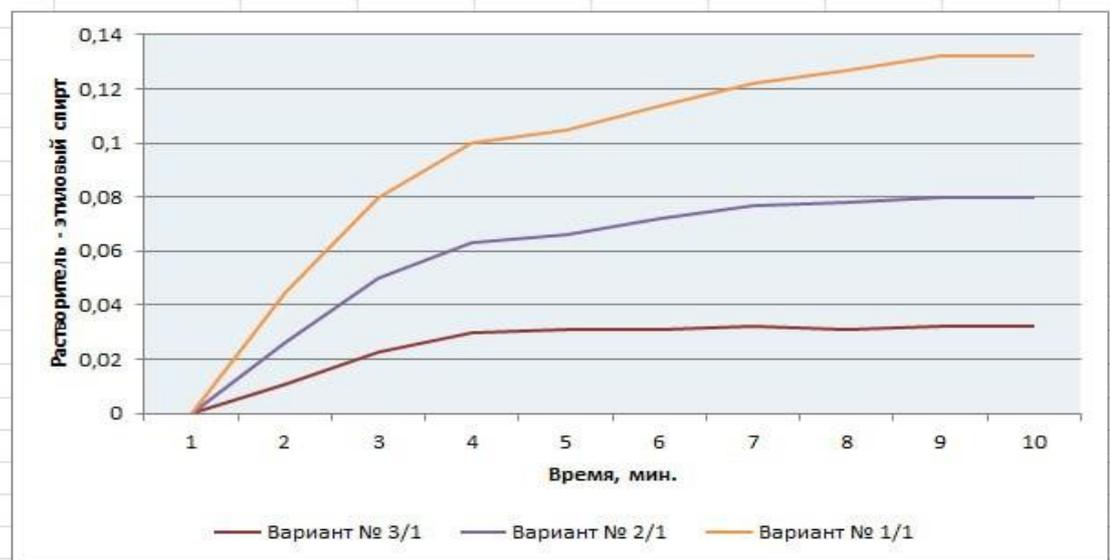
Из обработанных материалов вырезались образцы массой 1,0 г, заливались 20 мл дистиллированной воды и выдерживались до 120 мин. В растворе начинается процесс десорбции красителей во внешний раствор. Кинетика десорбции, характеризующей миграционную способность окрашенных БАВ изучалась спектрофотометрическим методом на однолучевом спектрофотометре. При этом через определенные промежутки времени отбирали пробы и спектрофотометрическим методом на фотоэлектроколориметрах типа ФЭК-56М или КФК-2 определяли оптическую плотность растворов. В соответствии с практикой применения закона Бугера-Ламберта-Бера и метода абсорбционной спектрофотометрии, для красного красителя показатели снимали на зеленом светофильтре при длине волны  $\lambda = 560$  нм. При этом длина волны соответствовала максимуму поглощения раствора красителя.

**Таблица 7.5.** - Варианты получения микрокапсул, содержащих масло розмарина, окрашенного Суданом красным IV

№ п/п	Краситель	Варианты	Порядок слоев
1	Судан красный IV	Вариант № 1/1	1) серицин 2) ксантановая камедь
2		Вариант № 2/1	1) серицин 2) гуаровая камедь
3		Вариант № 3/1	1) серицин 2) альгинат натрия

Экспериментально полученные значения оптической плотности растворов, а также кинетические данные изменения концентрации красителя во внешнем растворе представлены на рисунке 7.11.

Анализируя полученные данные, представленные на рисунках и в таблице, можно отметить, что активная миграция красителя во всех исследованных случаях во внешний раствор происходит в начальный момент времени (за первые 15 мин.). Кроме того, сравнивая варианты можно отметить, что использование альгината натрия в качестве анионноактивного полиэлектролита, способствует более длительному выделению красителя в раствор по сравнению с другими прекурсорами.



**Рисунок 7.11** Кинетика десорбции красителя Судана красного из микрокапсул различной архитектурой оболочки, нанесенных на текстильный материал

Показано, что максимальная скорость выделения функционального вещества из капсулы получена при использовании для построения оболочки серицина и ксантановой камеди.

Таким образом, разработана эффективная методика, позволяющая корректно оценить миграционную способность БАВ в окружающую среду.

Вместе с тем необходимо оценить устойчивость образцов, обработанных в соответствии с режимами 1, 2 и 3. Образцы текстильного материала подвергали физико-химическим воздействиям, проверяя устойчивость полученных окрасок к раствору мыла №1 в соответствии с нормативно-технической документацией (таблица 7.7). Анализ влияния структуры оболочки капсул показывает, что более устойчивы к мокрым обработкам капсулы с тетра- и гексаслойными оболочками. В процессе обработки использовали контактный и конвективный способ сушки. Из использованных для иммобилизации капულიрованного ТВВ полиэлектролитов высокую устойчивость отделки показали ПДАДМАХ-Акриловый полимер Д-1.

**Таблица 7.6.** - Устойчивость БАВ отделки к мокрым обработкам

Номер рецепта	Состав слоев полиэлектролитов, используемых для закрепления	Устойчивость окрасок к мокрым обработкам, балл	
		Стирке №1	Поту
Вариант 1/1	Сирицин-1% Альгинат натрия-1%	5/4	4/4
Вариант 1/2	ПДАДМАХ-1%	4/4-3	4/4
Вариант 1/3	ПДАДМАХ-1%, Акриловый полимер-1%	5/4	5/4
Вариант 2/1	Сирицин-1% Альгинат натрия-1%	5/4	4/4

Вариант 2/2	ПДАДМАХ-1%	4/4	4/4
Вариант 2/3	ПДАДМАХ-1%, Акриловый полимер-1%	4-5/5	5/5
Вариант 3/1	Сирицин-1% Альгинат натрия- 1%	5/4	4/4
Вариант 3/2	ПДАДМАХ-1%	4/4	4/4-3
Вариант 3/3	ПДАДМАХ-1%, Акриловый полимер-1%	4-5/5	5/5

Таким образом, предложен способ иммобилизации капсул на целлюлозный текстильный материал, данные технологические схемы можно рекомендовать в качестве базовых для полупроизводственных испытаний.

Оценена биоцидная эффективность образцов текстильных материалов, обработанных дисперсиями, включающими капсулы с серицином. Методом дисков определена антибактериальная активность материала по отношению к грамположительным и грамотрицательным группам бактерий. Показано, что в основном обработанные образцы характеризуются бактериостатическим эффектом.

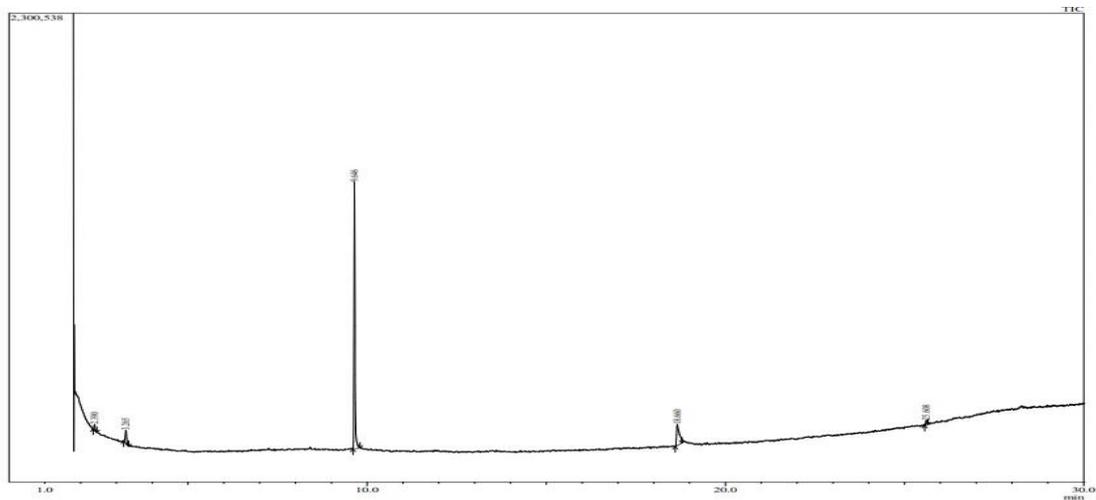
Количественное определение доли биологически активных веществ, выделившихся из обработанного текстильного материала определяли методом газовой хроматографии, гравиметрическим методом и объемным методом по ГОСТ Р 51578-2000.

Экстракцию масел из обработанных образцов проводили в этиловом спирте. На хроматограмме выделяли пики относящиеся к БАВ. С этой целью на масс-хроматографе получали исходную хроматограмму исследуемого вещества. На рисунке 7.12.-7.14. приведены хроматограммы.

**Таблица 7.7.** Характеристика антибактериальной активности тканей, обработанных капсулированным препаратом.

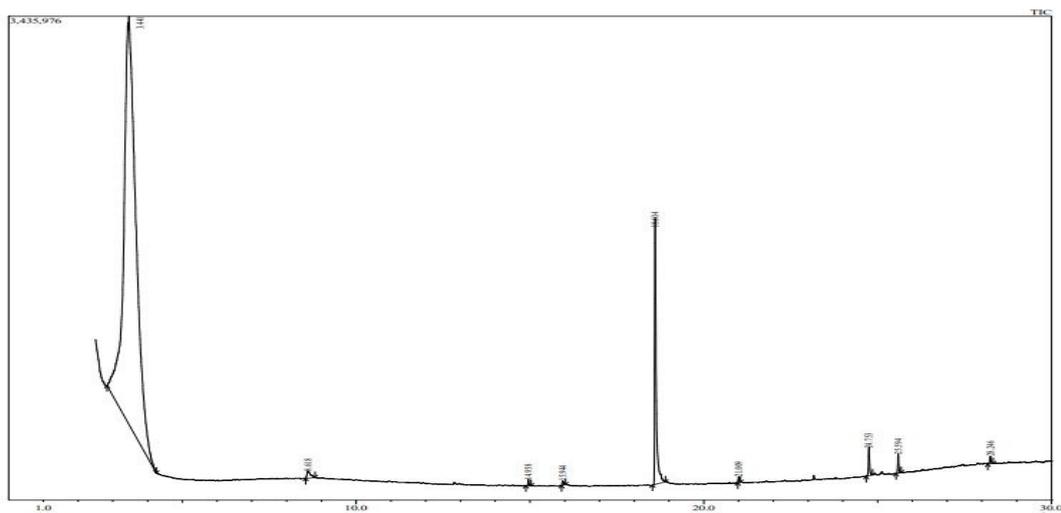
Изображения чашек Петри с образцами тканей	Используемые культуры бактерий	Наночастицы	Эффект биоцидности
	<i>E. coli</i> – Кишечная палочка (группа грамотрицательных бактерий)	1 – Серицин 1г/л + кс. кам. (погружение)	бактериостатический
		2 – Серицин 1г/л + альг. (погружение)	бактериостатический
		3 – Серицин 0.5 г/л + кс. кам. (погружение)	бактериостатический
		4 – Серицин 1г/л + альг. (послойное)	бактериостатический
		5 – Серицин 1г/л + кс. кам (послойное)	бактериостатический
		6 – Серицин 0.5 г/л + кс. кам. (послойное)	бактериостатический
	<i>Staphylococcus aureus</i> – Золотистый стафилококк (группа грамположительных бактерий)	1 – Серицин 1г/л + кс. кам. (погружение)	бактериостатический
		2 – Серицин 1г/л + альг. (погружение)	бактериостатический
		3 – Серицин 0.5 г/л + кс. кам. (погружение)	бактериостатический
		4 – Серицин 1г/л + альг. (послойное)	Бактерицидный зона лизиса 1-2 мм
		5 – Серицин 1г/л + кс. кам (послойное)	бактериостатический
		6 – Серицин 0.5 г/л + кс. кам. (послойное)	Бактерицидный зона лизиса 1-2 мм

Исходный образец грейпфрутового масла в этаноле характеризуется пиком D-Limonenes высотой 1311145 ед. и по высоте составляет 85% из всех обнаруженных на газовых хромато-масс спектрометре веществ, так же здесь присутствует Tributylacetyl citrate, высота пика которого составила 25738 ед.



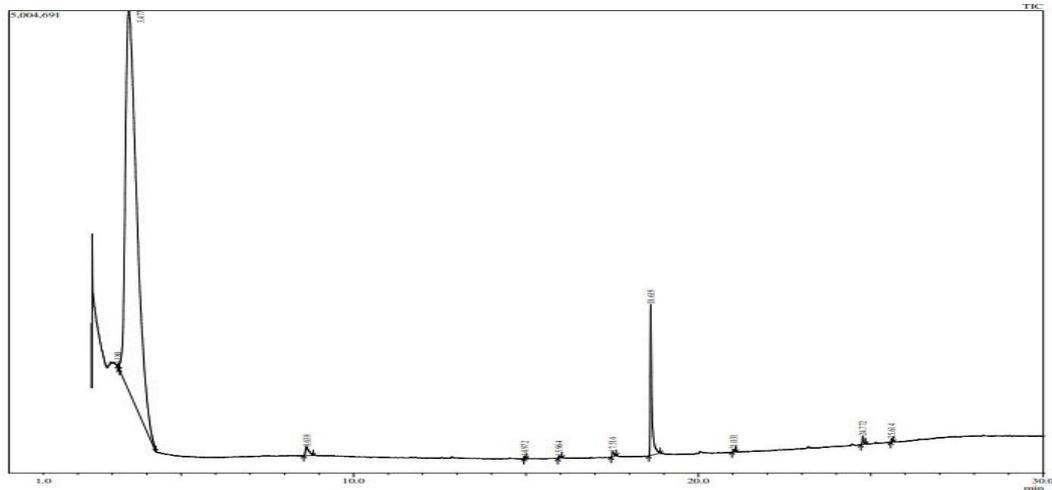
**Рисунок 7.12** .- Хроматограмма исходного раствора грейпфрутового масла в этаноле

Хроматограмма раствора, в котором выдерживали в течение 3 суток образец, пропитанный микрокапсулами, характеризуется двумя пиками: Tributylacetyl citrate, высота которого составляет 128449 ед., и производной лимонной кислоты пик высотой 193992 ед.



**Рисунок 7. 13**– Хроматограмма раствора, выделившегося функционального вещества из текстильного материала, пропитанного микрокапсулами и обработанного

Хроматография раствора, в котором выдерживали в течение 3 суток образец с послойным закреплением характеризуется пиком производной лимонной кислоты 92422 ед. и Tributylacetyl citrate 40793 ед.



**Рисунок 7.14.** Хроматограмма раствора, выделившегося функционального вещества из текстильного материала, пропитанного микрокапсулами с послойным закреплением.

В течение 3 дней из микрокапсул незакрепленного образца выделилось 14,7% капсулированного препарата.

Анализ, выделившегося масла из микрокапсул, закрепленных на текстильном материале выбранными полиэлектролитами, показал, что в течение 3 суток в спиртовой раствор мигрировало 7%.

В результате исследований получены микрокапсулы, содержащие серицин. Определены размеры синтезированных капсул на основе систем биосовместимых полиэлектролитов: серицин-хитозан, серицин-альгинат натрия, серицин-ксантановая камедь, серицин – гуаровая камедь. Выполнена сравнительная оценка влияния полиэлектролитов, составляющих оболочку капсулы, на размеры частиц микрокапсул и  $\xi$ -потенциал системы. Капсулы, содержащие ксантановую камедь в оболочке, обладают наименьшим размером, чем капсулы, в состав оболочек которых входит альгинат натрия. Значения дзетта – потенциала соответствует значениям, лежащими за пределами  $\pm 30$  мВ, что характеризует высокую агрегативную устойчивость системы.

Проведена иммобилизация капсулированных препаратов на текстильном материале с использованием метода погружения и послойного закрепления при различных временно-температурных параметров. Оценена антибактериальная активность материала по отношению к грамположительным и грамотрицательным группам бактерий. Установлено, что образцы пропитанные дисперсией капсул на основе серицина, а так же иммобилизированные методом Layer-by-Layer обладают в большинстве случаев бактериостатическим эффектом с пролонгированным выделением функционального вещества.

## ГЛАВА VIII. РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ПРЕДЛОЖЕННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

### 8.1. Расчет экономической эффективности от разработки шлихтующей композиции

Проведен расчет фактического годового экономического эффекта на 100 погонных метров. ООО «Нассочи точик». Сопоставлены показатели объема продукции и себестоимости характеризует величину прибыли и рентабельности продукции. Проведен расчет полной себестоимости для крахмальной шлихты:

1. Сырьё – 1кг. пряжи = 36 сомони

12 кг. пряжи = 432 сомони

2. Вспомогательные материалы для шлихты:

Крахмал – 1кг. = 10 сомони

45кг. = 450 омони

Каустическая сода – 1л = 8,5сомони

250 мл = 2,13 сомони

Белизна – 1л = 9 сомони

250 мл. = 2,25сомони

Масло хлопковое = 1л - 25сомони

300мл = 7,5сомони

Вода – 1л = 0,007сомони (1 куб- 6,72 сомони)

500 л = 3,5 сомони

**Итого 897,4сомони**

*Стоимость шлихты израсходованной на 100 м. ошлихтованной пряжи  
= 14,95 сомони.*

3. Основная заработная плата в зависимости от выработки продукции.

На 100 п.м.: 4,97 – заработанная плата производственных рабочих

0,60 – дополнительная заработная плата

1,45 – отчисление в фонд социальной защиты

4. Электроэнергия:

$$1\text{кВт}=0,23 \text{ сомони.}$$

Затраты на электроэнергию составляют

$$73\text{кВт}*0,23=16,73 \text{ сомони.}$$

5. Пар, топливо, вода - оставляет 0,24 сомони

6. Содержание и эксплуатация оборудования:

$$811,2 \text{ сомони в год. На одно изделие } 811,2:240=3,38 \text{ сомони}$$

7. Цеховые расходы – составляет в общем 3,20 сомони

8. Обработка – это сумма затрат (кроме сырья) =  $14,95+4,97+0,60+1,45+16,73+0,24+3,38+3,20=45,52$

9. Полная себестоимость:

$$C = C_p + O \quad (8.1)$$

$$C = 432 + 45,52 = 477,52 \text{ сомони.}$$

где  $C_p$ -сырьё,  $O$ -обработка

10 Прибыль:

$$P = Ц_{оп} - C - Дф \quad (8.2)$$

$$P = 580 - 477,52 - 3,52 = 98,96 \text{ сомони.}$$

$Ц_{оп}$  - Планово-оптовая цена;  $C$ -Себестоимость;  $Дф$ -отчисление в дорожный фонд

11. Рентабельность:  $P = P/C * 100 \quad (8.3)$

$$P = 98,96 / 477,52 * 100 = 20,7 \%$$

где  $C$ -Себестоимость;  $P$ - прибыль

12 Отчисление в дорожный фонд:

$$Дф = C * 0,02 \quad (8.4)$$

$$Дф = 477,52 * 0,02 = 9,55 \text{ сомони.}$$

13 Планово-оптовая цена:

$$Ц_{оп} = C + P + Дф = 477,52 + 98,96 + 9,55 = 586 \text{ сомони.}$$

14 Отпускная цена:

$$Ц_о = Ц_{оп} * (1 + 0,18) \quad (8.5)$$

$$Ц_о = 586 * 1,18 = 691,5 \text{ сомони.}$$

15. Объем прибыли в год:  $Пг = Ов.с. * П * 1000 / 100 = 2120 * 98,96 * 1000 / 100 = 2055976$  сомони.

### **Расчет полной себестоимости шлихты, полученной из отходов шелка**

1. Стоимость сырья– 1кг. пряжи = 36 сомони

12 кг.пряжи = 432 сомони

2. Стоимость вспомогательных материалов для производства шлихты:

Шелковые отходы – 1кг= 3,5сомони

15кг= 52,5 сомони

Вода – 1л = 0,007сомони, (1 куб – 6,72 сомони)

500л=3,5сомони

**Итого 56 сомони**

**Выход основы = 4800 п.м.**

**Расход шлихты на 100 погонных метров ткани=  $56 * 100 / 4800 = 1,17$  сомони**

3. Основная заработная плата в зависимости от выработки продукции.

На 100 погонных метров (сомони.):

4,97 – заработанная плата производственных рабочих

0,60 – дополнительная заработная плата

1,45 – отчисление в фонд социальной защиты

4. Затраты на электроэнергию:

1кВт=0,23 сомони. Затрат на электроэнергию составляет

$73кВт * 0,23 = 16,73$

5. Затраты на пар, топливо, воду - составляют 0,24 сомони

6. Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования:

811,2 сомони в год. На одно изделие  $811,2 : 240 = 3,38$ сомони

7. Цеховые расходы – составляет в общем 3,20сомони

8. Обработка – это сумма затрат (кроме сырья) =  $1,17 + 4,97 + 0,60 + 1,45 + 16,73 + 0,24 + 3,38 + 3,20 = 31,74$  сомони.

9. Полная себестоимость:  $C = C_p + O = 432 + 31,74 = 463,74$  сомони.

где  $C_p$ -сырьё,  $O$ -обработка

10. Прибыль:  $P = Ц_{оп} - C - Дф = 580 - 463,74 - 3,49 = 112,77$  сомони.

$Ц_{оп}$  -Планово-оптовая цена;  $C$ -Себестоимость;  $Дф$ -отчисление в дорожный фонд

11. Рентабельность:  $P = P/C * 100 = 112,77/463,74 * 100 = 24,3\%$

где  $C$ -Себестоимость;  $P$ - Прибыль

12. Отчисление в дорожный фонд:  $Дф = C * 0,02 = 463,74 * 0,02 = 9,27$

сомони.

13. Планово-оптовая цена:  $Ц_{оп} = C + P + Дф = 463,74 + 112,77 + 3,49 = 580$

сомони.

14. Отпускная цена:  $Ц_о = Ц_{оп} * (1 + 0,18) = 580 * 1,18 = 684,4$  сомони.

15. Объем прибыли в год:

$Пг = Ов.с. * П * 1000/100 = 2120 * 112,77 * 1000/100 = 2390724$  сомони.

**Условно годовой экономический эффект** определён как разница приведенных затрат до внедрения и после внедрения новой технологии.

Годовой экономический эффект от внедрения новой технологии определялась по формуле:

$Эг = Пг.баз. - Пг.нов = 2390724 - 2055976 = 334748$  сомони;

где  $Пг.баз.$  – приведенные затраты на 100 п.м. суровой ткани с помощью базового варианта технологии, сомони;

$Пг.нов.$  – приведенные затраты на 100 п.м. суровой ткани с помощью новой технологии, сомони;

Калькуляция затрат на выработку 100 м. суровой хлопчатобумажной ткани приведена в таблице 8.1.

**Таблица 8.1.** - Калькуляция затрат на выработку 100 пог.м. суровой хлопчатобумажной ткани Миткаль арт. 36

(в ценах на 1 сентября 2022 года)

Наименование	Шлихта крахмалом	Шлихта из шелковых отходов
Сырьё	432	432
Вспомогательные материалы, на 100 п.м.м	14,95	1,17
Зарплата производственных рабочих	4,97	4,97
Зарплата дополнительная	0,60	0,60
Отчисления в фонд соц. защиты	1,45	1,45
Электроэнергия	16,73	16,73
Пар, топливо, вода	0,24	0,24
Содержание и эксплуатация оборудования	3,38	3,38
Цеховые расходы	3,20	3,20
<b>ОБРАБОТКА</b>	<b>45,52</b>	<b>31,74</b>
<b>ПОЛНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ</b>	<b>477,52</b>	<b>463,74</b>
<b>РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ В %</b>	<b>20,7</b>	<b>24,3</b>
<b>ПРИБЫЛЬ</b>	<b>98,96</b>	<b>112,77</b>
<b>Экономический эффект</b>		<b>13,81</b>
Отчисление в дорожный фонд	9,55	9,27
Планово-оптовая цена	586	580
Отпускная цена с 18 %	691,5	684,4
Объем выработки ткани Миткаль арт. 36 по плану на 2012 год, тыс.м.	2120	2120
Объем прибыли в год, сомони	2055976	2390724
<b>Годовой Экономический эффект, сомони</b>		<b>334748</b>

## 8.2. Экономический эффект от использования разработанного препарата для промывки текстильных материалов и изделий из них

### Постановка задачи:

Для определения экономической эффективности по применению вещества в качестве промывки окрашенных тканей активными красителями в заключительном отделке необходимо учитывать следующие обоснование:

1. Произвести расчет стоимости обрабатываемого материала (ткани) после промывки с применением импортируемого веществом и разрабатываемого в

процессе исследования в заключительном отделке промывки окрашенных тканей активными красителями.

2. Определить разность стоимости вещества применяемые в процессе промывки окрашенных тканей активными красителями с учетом издержек производства.

3. Определить эффективность применения разработанной композиции, с учетом увеличения ассортимента продукции.

4. Рассчитать экономическую эффективность от применения разработанной композиции для промывки окрашенных тканей активными красителями.

5. Произвести расчет и определить годовую экономическую эффективность применение композиции в процессе промывки тканей окрашенными активными красителями за счет увеличения объема продукции и повышение ассортимента обрабатываемого материала.

**Таблица 8.2.** - Расчет экономических затрат от разрабатываемого композиционного вещества для промывки окрашенных тканей

Показатели	Ед. изм.	Импортируемый	Разработанный	Отклонение	
				+	-
Стоимость окрашенных тканей до промывки, м <sup>2</sup>	сомони	9,5	8	1,5	-
Стоимость окрашенных тканей после промывки, м <sup>2</sup>	сомони	10,7	8,5	2,2	-
Стоимость применяемых веществ для композиции, на кг/м <sup>2</sup>	сомони	7,5	4,5	3	-
Выпуск продукции	м <sup>2</sup> /час	300	300	-	-
Годовой выпуск продукции	м <sup>2</sup> /год	307200	307200	-	-

Для произведение расчета поставленных задач необходимо:

1. Произвести расчет годовую стоимость расходного вещества для промывки окрещённых тканей на предприятии:

- Существующий вариант (импортируемый) –  $300\text{м}^2/\text{час} \times 1024\text{час}/\text{год} \times 10,7\text{сом} = 3287040\text{сом}$

- С применением разработанной композиции в процессе промывки –  
 $300\text{м}^2 \times 1024\text{час/год} \times 8,5\text{сом} = 2611200\text{сом}$

2. Прирост прибыли ( $\Delta\Pi$ ) составил:

$$\Delta\Pi = 3287040 - 2611200 = 675840\text{сом}$$

3. Капитальное вложение для разработки композиции рассчитаны как разница стоимости импортируемые композиции и разработанное вещество для промывки окрашенных тканей активными красителями:

$$4. \text{Эф.и.к.} = 7,5 \times (307200/10) = 230400\text{ сом}$$

$$5. \text{Эф.р.к.} = 4,5 \times (307200/10) = 138240\text{ сом}$$

$$6. \text{Кв} = 1125000 - 675000 = 92160\text{ сом}$$

Имея вышеприведенные данные можно подсчитать коэффициент абсолютной (общей) эффективности:

$$4. \text{К}_{\text{абс.эфф.}} = \Delta\Pi / \text{Кв} = 675840 / 92160 = 7,3\text{ сом}$$

Коэффициент абсолютной (общей) эффективности должен быть выше  $\text{К}_{\text{абс.эфф.}} > 1$ , в обратном случае мероприятие не эффективно. В нашем случае этот коэффициент равен 7,3 что говорит о высокой эффективности нашего мероприятия.

Величиной абсолютной (общей) эффективности считается срок окупаемости применения новых веществ, в нашем случае разработанная композиция для промывки окрашенных тканей. Сроком окупаемости считается период время, за который реализация от производственных деятельности предприятия покрывает все затраты на приобретение или разработанное новое вещество. Сроком окупаемости обычно измеряется в годах или месяцах.

Необходимо отметить, что это один из самых простых и широко распространенных методов экономического обоснования капитальных вложений в учебно-аналитической практике, которое подсчитывается следующим образом:

5.  $\text{T}_{\text{ок.к.в.}} = \text{Кв} / \Delta\Pi = 92160 / 675840 = 0,13\text{ год}$  на  $300000\text{м}^2$  по не постоянной смене работы. Процесс отделки зависит от объёма

производимых тканей и его назначение. Если этот объем довести до  $600000\text{м}^2$ , то есть на полную рабочую смену, тогда получим  $92160/600000=0,15$  года.

В данной работе экономический эффект произошел от разработки композиционных материалов для промывки окрашенных тканей активными красителями.

Экономический эффект высчитан от разработанного вещества (композиции), что послужило увеличению ассортимента, выпускаемого продукта и повышению производительности, также подсчитан экономический эффект от повышения качества продукции.

$E_n$  - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений на предприятиях текстильной и легкой промышленности, равный 0.15:

$$6. \text{Э}_{\text{эф}} = \Delta\Pi - E_n \times Kв = 675840 - 0,15 \times 92160 = 662016 \text{ сом}$$

**Таблица 8.3.** - Показатели экономической эффективности применения композиционных материалов

Показатели	Эффект
Прирост прибыли ( $\Delta\Pi$ )	675840 сом
Коэффициент абсолютной (общей) эффективности ( $K_{\text{абс.эфф.}}$ )	7,3 сом
Капитальное вложение $Kв$	92160 сом
Срок окупаемости капитальных вложений ( $T_{\text{ок.к.в.}}$ )	0,13 год
Экономический эффект от увеличения ассортимента продукции и повышение производительности ( $\text{Э}_{\text{эф}}$ )	662016 сом

### 8.3. Экологические аспекты применения разработанных технологий получения натуральных красителей

Проведенные нами исследования и полученные результаты позволили обосновать социально-экологическую значимость разработанной технологии крашения целлюлозосодержащих текстильных материалов природными красителями из зверобоя и гармалы.

Анализ литературных данных по влиянию отделочного производства текстильного производства, приведенный в первой главе представленной диссертации, показал экологические проблемы, которые создает данная отрасль – токсичными отходами загрязняется окружающая среда – почва, вода, воздух. Окружающую среду загрязняют не только отходы текстильной промышленности. Огромное количество токсичных отходов получается при синтезе текстильных красителей и вспомогательных веществ и добыче сырья для них – нефти, газа и угля. Используемые в отделочном производстве химические вещества – синтетические красители, вспомогательные текстильные вещества (щелочи, кислоты, отбеливатели, окислители и т.д.), выделяющие в процессе крашения побочные продукты, оказывают негативное влияние на здоровье работников, иногда нанося значительный ущерб, становясь причиной возникновения различных болезней. И, наконец, текстильные материалы, окрашенные синтетическими красителями, при соприкосновении с кожей человека, могут вызвать аллергические болезни и другие негативные явления, такие, как раздражения и повреждения кожи и слизистых оболочек.

В связи с этим в последние годы ряд ученых и специалистов видят один из путей решения экологических проблем отделочного производства текстильной промышленности в использовании натуральных природных красителей. Проведенные нами исследования подтверждают эти выводы.

Во - первых, на примере красящих экстрактов зверобоя и гармалы показана возможность крашения хлопчатобумажных и полушелковых текстильных материалов природными красителями этих растений и показана их достаточная устойчивость к различным физико-химическим обработкам – к стирке, свету, поту, сухому и мокрому трению.

Во-вторых, исследованные красители обладают биоцидными свойствами, воздействуя на основные элементы клетки микроорганизма, они способны их дезактивировать, предотвращая микробиологическую порчу целлюлозных материалов и защищая кожу человека от негативного

воздействия микроорганизмов, грибов и некоторых вирусов; при крашении натуральными красителями не потребуется дополнительная обработка антисептическими препаратами, что приведет к экономии средств, а также воды и других вспомогательных веществ.

В- третьих, природные красители не оказывают негативного влияния на биосферу, они относятся к биоразлагаемым веществам, что является их неоспоримым достоинством. При использовании синтетических красителей необходимы сложные системы регенерации сточных вод, очистка почвы и воздуха.

В-четвертых, разработанная технология достаточно проста в техническом исполнении, не требует дополнительного оборудования.

И, наконец, в Таджикистане достаточно большая сырьевая база - здесь произрастает свыше 120 красильных растений, которые могут быть потенциальным источником возобновляемого сырья для получения природных, экологически чистых красителей.

Таким образом, для оценки эколого-экономической эффективности применения натуральных красителей для крашения текстильных материалов нами было оценено три показателя:

1) экологичность – отсутствие выброса или минимизация вредных, токсичных веществ как в окружающей среде, особенно в сточных водах, так и в производственных условиях;

2) экономичность – применение натуральных красителей из растений, произрастающих на территории Республики Таджикистан, в качестве красителей для крашения текстильных материалов взамен синтетических, импортируемых из-за рубежа;

3) эффективность - надежность, стабильность, доступность, технологичность, качество крашения, материалоемкость.

Эффективность нами была определена как совокупность параметров, сравнивающих затраты при использовании синтетических красителей,

импортируемых из- за рубежа, и натуральных красителей из растений, собранных на территории Республики Таджикистан.

В таблице 8.3. показан расчёт стоимости текстильных изделий, окрашенных натуральными и синтетическими красителями. Расчеты проведены при крашении хлопчатобумажных материалов в производстве носков.

**Таблица 8.4.** Минимальные затраты процесса крашения текстильных материалов (носки)

Наименование затрат	Для крашения с натуральными красителями	Для крашения с синтетическими красителями
Сырьё (пряжа трикотажная для производства носков) кг/сом	30	30
Стоимость красителей кг/сом ( $C_k$ )	50	200
Расход на энергоресурсы кВт/ч. (на 1000 пар) ( $P_{э.э}$ )	250	150
Расход на заработную плату 15 сом/ч ( $P_{з.п}$ )	150	150
Стоимость готовой продукции на 1000 пар носков	6075	8600

Для определения эффективности производства носков необходимо рассчитывать все затраты и расходуемое материальное сырьё .

**Таблица 8.5.** - Стоимость сырья

Наименование сырья	Количество	Стоимость, сомони
Натуральный краситель	1 кг	50
Синтетический краситель	1 кг	200
Пряжа	1 кг	30
Пряжа	28 кг	840

1.Рассчитываем расход на производство крашения натуральными красителями:

$$Э_{расход} = Ц_{сырья} + Ц_{кр} + P_{э.эн} + P_{з.п} = 840 + 75 + 250 + 150 = 1215 \text{ сомони}$$

$$6075 - 1215 = 4860$$

2.Рассчитываем расход на производство крашения синтетическими красителями:

$$\mathcal{E}_{\text{расход}} = \mathcal{C}_{\text{сырья}} + \mathcal{C}_{\text{кр}} + P_{\text{э.эн}} + P_{\text{з.п}} = 840 + 200 + 150 + 150 = 1340$$

$$8600 - 1340 = 7260$$

Экономическая эффективность от применения натуральных красителей:

$$\mathcal{E}_{\text{эф.}} = 7260 - 4860 = 2400 \text{ сомони}$$

Таким образом, на основании проведенных экспериментов, описанных в предыдущих разделах, показана экологичность, а на основании расчетов, приведенных в данном разделе, определена экономичность применения натуральных красителей для крашения текстильных материалов.

#### **8.4. Социальный эффект от создания капсулированных препаратов с использованием серицина**

В настоящее время в текстильной отрасли работают десятки миллионов людей в мире, и данная отрасль является одной из мировых отраслей, обеспечивающих основные повседневные потребности человека [1]. Это неудивительно, учитывая его природу как вторую по важности основную потребность в жизни человека после еды и воды [2]. Процесс производства также сложен, начиная от переработки волокон, пряжи и заканчивая производствами тканями и его отделки, которые включают в себя различные операции и производят различные виды специфической продукции. Текстильная промышленность производит разнообразную продукцию, в том числе продукции для аграрного сектора, автомобильной, строительной, геологической, медицинской, защитной и спортивной продукции. [3, 4]. В 2021 г. мировая текстильная промышленность будет стоить более 10,04 трлн сомони (эквивалентно 1,04 трлн долларов США) [5]. Несмотря на падение некоторого процента производимой продукции, вызванное пандемией, спрос на текстиль, уверенно растет и будет расти в будущем, особенно с ростом потребности на функциональные продукты, а также потребительского спроса на различные товары из этой отрасли [6].

Несмотря на большой вклад текстильной отрасли в мировую экономику существует различные проблемы связанные с экологией и

социальными проблемами в данной отрасли. Больше всего в текстильной промышленности экологическая и социальная проблема связано с отделкой или заключительной стадией переработки текстильной промышленности.

Производство текстильных материалов медицинского и гигиенического назначения имеет множество узких мест, таких например: достаточно быстрое загрязнение микробами медицинской униформы работников медучреждений, постельного белья для больных, медицинских халатов и возможная передача микроорганизмов.

В дополнение к халатам ткани, используемые пациентами в службах здравоохранения, представляют собой серьезную угрозу как источник микробного перекрестного загрязнения и передачи. Это побуждает отрасли инвестировать в технологии для внедрения альтернативных ресурсов и вариантов тканей с антимикробной обработкой.

В настоящее время доступны текстильные материалы с расширенными функциональными возможностями для широкого спектра применений. Они представляют большой интерес в области здравоохранения из-за их способности предотвращать или подавлять рост микроорганизмов, ингибировать образование биопленок или препятствовать размножению микробов, тем самым устраняя источники инфекции. Однако существует разрыв между научными знаниями об использовании этих различных тканей в службах здравоохранения, их потенциале или неэффективности для снижения микробного загрязнения и их связи с потенциальной применимостью.

Разработка метода капсулирования, как средства отделки для антимикробной и противовирусной защиты тканей с расширенными характеристиками, таких как пропитанные противомикробными препаратами халаты для медицинских работников, а также использование тканей с такими свойствами госпитализированными пациентами, может стать альтернативой смягчению последствий нынешней пандемии, вызванной коронавирусной болезнью 2019 (COVID-19). Причиной этой респираторной инфекции

является этиологический агент корона вируса тяжелого острого респираторного синдрома, который по состоянию на 2 августа 2020 года привел к 680 894 смертельным исходам. Этот вирус может распространяться воздушно-капельным путем, загрязняет поверхности, в том числе ткани.

Жизнеспособность вирусов от COVID-19 варьируется в зависимости от характеристик поверхностей, в то время как вирусная нагрузка не определяется на второй день контакта с текстильными материалами. Таким образом, халаты пациентов и униформа медицинских работников являются носителями вирусов от COVID-19, даже если использованы в течение относительно короткого периода времени.

Эти причины побудили нас к разработке технологий капсулирования антимикробных БАВ и иммобилизации их на текстильных материалах, которые характеризуются пролонгированным антимикробным действием более устойчивым к внешним воздействиям из-за использования белка серицина при построении архитектуры оболочки капсул.

Эффективность капсулирования с применением белка серицина заключается в:

- защите летучих БАВ или нестойких препаратов от воздействия внешней среды;
- показанной возможности управлять скоростью и количеством выделяемого препарата из ядра капсулы;
- расширение спектра используемых для обработки текстильных материалов антимикробных веществ;
- росте устойчивости отделки к свету, тепловым воздействиям и химическим препаратам, например к восстановителям и окислителям.
- возможности использования капсулированных ТВВ при совмещении процессов различных видов отделок.

**ВЫВОДЫ:**

1. Теоретически и практически **обоснован** новый подход к глубокому использованию неutilizированных отходов шелкового производства. Предложен метод эффективной поэтапной очистки шелковых отходов от механических примесей для получения волокнистой массы и экстрактов серицина. Разработана технология получения промышленной порошковой формы шликты на основе извлеченного раствора серицина [А-1-7, А-17, А-28-30, А-32-53, А-67-73, А-78].

2. **Исследованы** комплекс коллоидных и технологических свойств зеленых ПАВ, определяющих эффективность их применения для интенсификации процесса колорирования целлюлозных тканей активными красителями. Спектрофотометрическим методом выявлены закономерности влияния ПАВ на состояние красящего вещества в водном растворе. **Разработан интенсификатор** процесса крашения целлюлозных тканей активными красителями увеличивающий степень его полезного использования в среднем до 99%, что значительно снижает содержание красителей в сточных водах [А-10-11, А-19, А56, А-58, А-60, А-79].

3. **Теоретически обоснованы** составы моющей композиции посредством исследования поверхностной активности, константы адсорбционного равновесия и поверхностного натяжения растворов широкого спектра ПАВ различного химического строения и их комбинаций. Получена выпускная форма новой моющей композиции. [А-20, А-31, А-23, А-75, А-79].]

4. **Обоснованы и оптимизированы** условия экстракции красящих веществ из выбранных растений (вайда, кора чинара, корень барбариса, марена, роза, ревень, гармала, зверобой, сафлор) в водной среде. **Выявлены** наиболее благоприятные условия извлечения соответствующих веществ из натурального сырья: кипячение в воде в течение 120 или 180 минут при соотношении сырья и растворителя 1:20. Разработанный метод позволяет

получать красители из зверобоя и гармалы в виде жидкой и твердой фазы [А-16, А-18, А-57, А-61, А-63].

5. **Изучены** составы экстрактов растений вайды, коры чинара, корня барбариса, марены, розы, ревеня, гармалы, зверобоя, сафлора и определены условия их применения в качестве красителей для текстиля [А-14, А-15, А-54, А-59].

6. **Исследован** процесс крашения натуральных тканей без протрав красителями, полученными экстракцией водой из растений - вайды, коры чинара, корня барбариса, марены, розы, ревеня, гармалы, зверобоя и сафлора. **Разработан** оптимальный периодический способ крашения текстильных материалов из натуральных волокон при использовании электролита - хлорида или сульфата натрия. **Определены** оптимальные температурно-временные параметры процесса периодического крашения тканей и требуемый модуль ванны. [А-24-26, А-64].

7. **Выявлены** бактериостатические свойства и антибактериальная активность натуральных красителей. **Рассчитаны и оценены** цветовые характеристики окрасок текстильных материалов, окрашенных выделенными природными красящими веществами. **Определено** местоположение цветов на цветовом пространстве CIE Lab в системе координат  $a^*, b^*$  [А-21-22, А-66].

8. **Разработаны** технологические схемы выделения природных красителей и их применения для крашения белковых и целлюлозных тканей [А-74, А-76, А-77].

9. **Разработаны** способы беспротравного и протравного крашения натуральных тканей красителями, извлеченными из вайды, коры чинара, корня барбариса, марены, розы, ревеня, гармалы, зверобоя, сафлора [А-80, А-8].

10. **Предложена** технология микрокапсулирования биологически активных веществ с использованием для построения архитектуры капсулы серицина. **Теоретически обоснован** выбор пары биополиэлектролитов для синтеза оболочки капсулы и получения агрегативно устойчивой дисперсии

наночастиц. **Показано** влияние состава и строения оболочки капсулы на скорость выделения БАВ из ядра капсул [А-9, А12-13].

11. **Разработана** технология иммобилизации капсулированного БАВ на текстильном материале, обеспечивающая высокие технические характеристики отделанной ткани [А-65, А-27].

12. На основе проведенных лабораторных и промышленных испытаний, **определены** годовые экономические эффективности от применения разработанных технологий и препаратов, суммарный экономический эффект составляет 996164 сомони в год.

### ***Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы***

*Разработанные технологии получения шлихты и хлопкошелковой пряжи прототипированы в условиях производства и готовы к применению на текстильных предприятиях Республики Таджикистан. Интенсификатор крашения целлюлозных, шелковых, шерстяных тканей активными красителями и моющий препарат рекомендуется использовать в отделочных производствах, что обеспечит экологизацию технологических режимов и минимизацию красящих веществ в стоках. Натуральные красители имеют бактериостатические свойства и антибактериальную активность, что позволит совместить операции крашения и заключительной бактериостатической отделки, что особенно важно для детского ассортимента одежды. Разработка технологии синтеза и фиксации капсулированного БАВ на текстильном материале позволяет придавать текстильным материалам антибактериальную отделку, совмещенную с косметическим и профилактическим эффектом против кожных заболеваний человека. Развитие темы создания экологически ориентированных технологий будет направлено на разработку новых ТВВ на основе зеленых ПАВ и полиэлектролитов в капсулированной форме.*

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Национальная стратегия развития Республики Таджикистан на период до 2030 года. -Душанбе, 2016г.
2. Послание Президента Республики Таджикистан, Лидера нации Эмомали Рахмон в Маджлиси Оли Республики Таджикистан от 21.12.2021г. - Душанбе, 2021г.
3. Статистический сборник Республики Таджикистан Агентства по статистике при Президенте Республики Таджикистан. -Душанбе, 2021г.
4. YashasGowda, Sanjay Mavinkere ,JyotishkumarParameswaranpillai and SuchartSiengchin / Natural Fibers as Sustainable and Renewable Resource for Development of Eco-Friendly Composites: A Comprehensive Review// Front. Mater., 27 September 2019 Sec. Polymeric and Composite Materials.
5. Ignatyev, Igor; CharlieVanDoorslaer, Pascal G.N.Mertens, KoenBinnemans, Dirk. E. deVos. Synthesis of glucose esters from cellulose in ionic liquids (АНГЛ.) // Holzforschung : journal. — 2011. — Vol. 66, no. 4. — P. 417—425. — doi:10.1515/hf.2011.161
6. Juliana Cruz, Raul Fanguero Procedia Surface modification of natural fibers Engineering 155 ( 2016 ) 285 – 288.
7. Rafael Garcia Candido,17 - Recycling of textiles and its economic aspects,Editor(s): Md. Ibrahim H. Mondal,In The Textile Institute Book Series,Fundamentals of Natural Fibres and Textiles,Woodhead Publishing,2021,Pages 599-624.
8. Properties of fibers and fabrics that contribute to human comfort S.A. Hosseini Ravandi, M. Valizadeh, in Improving Comfort in Clothing, 2011].
9. Libo Yan, Nawawi Chouw, Krishnan Jayaraman. Flax fibre and its composites – A review.//Composites Part B: Engineering,V. 56,2014,P. 296-317].
10. Томилова О.В. Исследование и анализ строения льняных тканей в процессах их изготовления и эксплуатации: дисс. канд. техн. наук. – М., 2005. 131 С.

11. Н.С Дымникова, Е.В Ерохина, А.П Морыганов Исследование эффективности придания антимикробных свойств элементаризованному льняному волокну/ Химия растительного сырья 2018 №2, С. 191 -197
12. Роговин, З.А. Химия целлюлозы / З.А. Роговин. – М.: Химия, 1972. – 520 с.
13. Роговин, З.А. Химические превращения и модификация целлюлозы / З.А. Роговин, Л.С. Гальбрайт. – М.: Химия, 1979. – 205 с.
14. Bshena O. Antimicrobial fibers: therapeutic possibilities and recent advances/ O. Bshena // Future medicinal chemistry. – 2011. – V. 3. – №. 14. – p. 1821-1847.
15. Lujerdean, C.; Baci, G.M. The Contribution of Silk Fibroin in Biomedical Engineering. *Insects* 2022, 13, 286.].
16. Dash, R. Purification and biochemical characterization of a 70-kDa sericin from tropical tasar silkworm, *Antheraea mylitta* / R. Dash, S.K. Ghosh, D.L. Kaplan, & S.C. Kundu // *Comparative Biochemistry and Physiology*. – 2007. – N147 – V.1. – P. 129-134.
17. Silva, A.S.; Costa, E.C.; Reis, S.; Spencer, C.; Calhelha, R.C.; Miguel, S.P.; Ribeiro, M.P.; Barros, L.; Vaz, J.A.; Coutinho, P. Silk Sericin: A Promising Sustainable Biomaterial for Biomedical and Pharmaceutical Applications. *Polymers* 2022, 14, 4931. <https://doi.org/10.3390/polym14224931>.
18. Kunz, R.I.; Brancalhão, R.M.C.; Ribeiro, L.D.F.C.; Natali, M.R.M. Silkworm Sericin: Properties and Biomedical Applications. *Biomed Res. Int.* 2016, 2016, 8175701.
19. Silva, S.S.; Fernandes, E.M.; Pina, S.; Silva-Correia, J.; Vieira, S.; Oliveira, J.M.; Reis, R.L. 2.11 Polymers of Biological Origin. In *Comprehensive Biomaterials II*; Ducheyne, P., Ed.; Elsevier: Oxford, UK, 2017; pp. 228–252.
20. Qi, Y.; Wang, H.; Wei, K.; Yang, Y.; Zheng, R.Y.; Kim, I.S.; Zhang, K.Q. A Review of Structure Construction of Silk Fibroin Biomaterials from Single Structures to Multi-Level Structures. *Int. J. Mol. Sci.* 2017, 18, 237.

21. Fatahian, A.; Fatahian, E.; Fatahian, H. A critical review on application of silk sericin and its mechanical properties in various industries. *J. Res. Appl. Mech. Eng.* 2021, 9, 1–11.]
22. Fatahian, R.; Hosseini, E.; Fatahian, A.; Fatahian, E.; Fatahian, H. A Review on Potential Applications of Sericin, and its Biological, Mechanical, and Thermal Stability Characteristics. *Eng. Sci. Technol. Int. J.* 2022, 9, 1–9.
23. Lamboni, L.; Gauthier, M.; Yang, G.; Wang, Q. Silk sericin: A versatile material for tissue engineering and drug delivery. *Biotechnol. Adv.* 2015, 33, 1855–1867.
24. Gilotra, S.; Chouhan, D.; Bhardwaj, N.; Nandi, S.K.; Mandal, B.B. Potential of silk sericin based nanofibrous mats for wound dressing applications. *Mater. Sci. Eng. C* 2018, 90, 420–432.
25. Kumar, S.S.D.; Abrahamse, H. Sericin-based nanomaterials and their applications in drug delivery. In *Bio-Based Nanomaterials*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2022; pp. 211–229.
26. Shitole, M.; Dugam, S.; Tade, R.; Nangare, S. Pharmaceutical applications of silk sericin. *Ann. Pharm. Fr.* 2020, 78, 469–486.
27. Chengchen Guo,6 - Insect and animal-originated fibres: silk and wool, Editor(s): Md. Ibrahim H. Mondal, In *The Textile Institute Book Series, Fundamentals of Natural Fibres and Textiles*, Woodhead Publishing, 2021, Pages 153-178.
28. Новорадовская, Т.С.. Химия и химическая технология шерсти/ Т.С. Новорадовская, С.Ф. Садова. - М.: Легпромбытиздат, 1986.-200 с.
29. ДарвишД. М. и др. Особенности деформационных свойств увлажненного шерстяного волокна //Технология текстильной промышленности. – 2008. – №. 2. – С. 39-43.
30. Гафуров, Б. Г. Таджики. / Б. Г. Гафуров.// –2- ое, изд., – Душанбе.: Ирфон, 1983. – 380 с.
31. Дустов, Х.Д. Очерк истории текстильной промышленности Таджикистана. / Х.Д. Дустов.// – Душанбе.:Ирфон, 1987. – 273 с.

32. Иброхимов, М.Ф. Шелководство и текстильная обработка шелка в центральной Азии в IX – X вв. / М.Ф. Иброхимов, А.Б. Ишматов, Д.К. Раджабова. // Изв. вузов. Технология текстил. пром-сти. – 2012, – № 5.
33. Ишматов, А.Б. Технология шелкоткацкого производства в государстве Саманидов./ А.Б. Ишматов, М.Ф. Иброхимов, Д.К. Раджабова. // Изв. вузов. Технология текстил. пром-сти. – 2012, – № 6.
34. Перепелкин, К.Е. Физико-химические особенности формирования природных фиброиновых нитей. возможности применения принципов биомиметики в перспективных технологиях получения химических волокон / К.Е. Перепелкин// Изв. Вузов Химия и химическая технология 2007 том 50 вып. 11. С 3-13.
35. Костюк, С. О. О структуре натурального шелка. / С. О Костюк //В сб.- «Вопросы физико-химии и технологии натурального шелка». – Ташкент: ТПИ, – 1978. – С.23-40.
36. Гецонок Б.И. Влияние свойств и строения нитей шелка-сырца на процессы ткачества : Автореферат дис. на соискание учен.степени кандидата техн. наук /Моск. текстильный ин-т. - Ташкент, 1966. - 20 с.
37. *Энциклопедический словарь Ф.А. Брокгауза и И.А. Ефрона.* — С.-Пб. Брокгауз-Ефрон. Издательство: Семеновская Типолитография. Год издания: 1890-1907. Рубрика: Химия.
38. Aramvit, P. Monitoring of inflammatory mediators induced by silk sericin / P. Aramvit, S. Kanokpanont, V. De-Eknamkul, T. Srichana// Journal of Biology and Bioengineering. – 2009. –N 107.– V. 5. –P. 556-561.
39. Kato, N. Silk protein, sericin, inhibits lipid peroxidation and tyrosinase activity / N. Kato, S.Sato, YamanakaA., YamadaH., FuwaN., M. Nomura// Biology, biotechnology and biochemistry. –1998. –N 52 –V. 1. –P. 145-147.
40. Wu, J.-H. Preparation and Characterization of Sericin Powder Extracted from Silk Industry Wastewater / J.-H. Wu, Z. Wang, S.-Y. Xu // Foodchemistry. –2007. –N 103.–V.4. –P. 1255-1262.

41. Kodama, K. The drug and physico-chemical properties of sericin / K. Kodama // *Biochemical*. –1926. –N20 – V. 6. –P. 1208-1222.
42. Yang, M. Tuning Bombyxmori V.B. mori silk-sericin molecular weights to modify its assembly structures and material formation / M. Yang, Yu. Shuai, G. Zhou, N. Mandal, L. Zhu, S. Mao // *Application materials and interfaces ACS*. –2014. –N6 – V. 16. –P. 13782-13789.
43. Takasu, Y. Isolation of the three main components of sericin from the cocoon of the silkworm Bombyxmori / Y. Takasu, H. Yamada, K. Tsubuchi // *Biology, biotechnology and biochemistry*. –2002. –N66 – V. 12. –P. 2715-2718.
44. Aramvit, P. Properties and antityrosinase activity of sericin from various extraction methods / P. Aramvit, S. Damrongsakkul, S. Kanokpanont, T. Srichana // *Biotechnology and Applied Biochemistry*. –2010. –N55 – V. 2. –P. 91-98.
45. Onsa-ard, A. Hypotensive and vasodilating effects of sericin-derived oligopeptides in rats / A. Onsa-ard, D. Shimbhu, J. Tocharus, M. Suthiravattananonda, R. Pantan, S. Tocharus // *ISRN Pharmacology*. –2013. –P. 8.
46. DaSilva, T.L. Estimation of the molecular weight distribution of sericin in solutions concentrated by ethanol precipitation and freeze/thaw precipitation / T.L. DaSilva, A.S. Da Silva Junior, M. Ribani, M.G.A. Vieira, M.L. Gimenez // *Chemical engineering deals*. –2014. –N38. –P. 103-108.
47. Sasaki, M. Silk protein, sericin intake increases intestinal absorption of zinc, iron, magnesium and calcium in rats / M. Sasaki, H. Yamada, N. Kato // *Nutrition Research*. –2000. –N20 – V. 10. –P. 1505-1511.
48. Zhaorigetu, S. An additional silk protein, sericin, suppresses colon tumorigenesis in 1,2-dimethylhydrazine-treated mice by reducing oxidative stress and cell proliferation / S. Zhaorigetu, M. Sasaki, H. Watanabe, N. Kato // *Biology, biotechnology and biochemistry*. –2001. –N65 – V. 10. –P. 2181-2186.
49. Okazaki, Y. Sericin intake lowers serum lipids, improves glucose tolerance, and increases serum adiponectin in rats fed a high-fat diet / Y. Okazaki, S. Kakehi, Y. Xu et al. // *Biology, biotechnology and biochemistry*. –2010. –N74 – V. 8. –P. 1534-1538.

50. Kim, H. Dietary silk protein, sericin, improves epidermal hydration with increased levels of filaggrins and free amino acids in NC/Nga mice/ H.Kim, Y.-J. Lim, J.-H. Park, Y. Cho // *British Journal of Nutrition*. –2012. –N108 – V.10. –P. 1726-1735.

51. Terada, S. Sericin, a silkworm-derived protein, accelerates the proliferation of several mammalian cell lines, including hybridoma /S. Terada, T. Nishimura, M. Sasaki, H. Yamada, M. Miki // *Cytotechnology*. –2003. –N40 – V.1-3. –P. 3-12.

52. Li, Yu.-G. Protective effects of sericin protein in alcoholic liver injury in mice / Yu.-G. Li, D.-F. Ji, S. Chen, G.-Y. Hu // *Alcohol and Alcoholism*. –2008. – N43 — V.3. –P. 246-253.

53. Keokorn, V. Effects of dietary sericin on rats / V. Keokorn, N. Limpeanchob, V. Tiyabonchai, S. Poncharoen, M. Suthiravattananond // *Science of Asia*. –2013. –N39 – V.3. –P. 252-256.

54. Gimenez, M.L. High molecular weight sericin from *Bombyx mori* cocoons: extraction and recovery by ultrafiltration/ M.L. Gimenez, V.R. Silva, M.G. Vieira, M.G.K. Da Silva, A.P. Sheer // *International Journal of Chemical Engineering and Applications*. –2014. –N5 –V.3. –P. 266-271.

55. Terada, S. Preparation of silk protein sericin as a mitogenic factor for improving mammalian cell culture / S. Terada, M. Sasaki, K. Yanagihara, H. Yamada // *Journal of Biology and Bioengineering*. –2005. –N100 –V.6. –P. 667-671.

56. Sonjui, T. Recovery of sericin from wastewater after degumming silk cocoons using a membrane process / T. Sonjui, K. Noomhorm, A. Prombun // *Kasetsart Journal – Natural Sciences*. –2009. –N43 –V.3. –P. 538-549.

57. Li, Y.-G. Protective effect of sericin peptide against alcohol-induced gastric injury in mice/ Y.-G. Li, D.-F. Ji, T.-B. Lin, S. Zhong, G.-Y. Hu, S. Chen // *Chinese Medical Journal*. –2008. –N121 –V.20. –P. 2083-2087.

58. Kaewkorn, W. Effect of silk sericin on proliferation and apoptosis of colon cancer cells / W. Kaewkorn, N. Limpeanchob, W. Tiyaboonchai, S.

Pongcharoen, M. Sutheerawattananonda// Biological research. –2012. –N45 – V.1. –P. 45-50.

59. Aramvit, P.SilkSericin Improves Wound Healing and Its Clinical Efficacy in Burn Wounds / P.Aramvit, S.Palapinho,T. Srichana, S.Shottanapund, P.Muangman// Dermatological Research Archive. –2013. –N305 – V.7. –P. 585-594.

60. Kitisin, T.Characterization of silk sericin as an anti-aging agent in vitro/T.Kitisin, P.Manikan, N.Luplertlop// Journal of Agricultural Sciences. –2013. –N5 –V.3. –P. 54-62.

61. Song, C.J. Sericin protects against diabetes-induced damage to the sciatic nerve and associated nerve cells/ C.J. Song, Z.J. Yang, M.R. Zhong, Z.H. Chen // Research on neural regeneration. –2013. –N8 –V.6. –P. 506-513.

62. Sasaki, M.Silk protein, sericin, inhibits 1,2-dimethylhydrazine-induced colon carcinogenesis in mice / M.Sasaki,N. Kato, H.Watanabe, H.Yamada // Oncology Reports–2000. –N7 – V.5. –P. 1049-1052.

63. Zhaorigetu, S.Sericin intake suppresses colonic oxidative stress and aberrant crypt foci in 1,2-dimethylhydrazine-treated rats with undigested colonic sericin / S.Zhaorigetu,M. Sasaki, N.Kato // Journal of Dietetics and Vitaminology. –2007. –N53 –V.3. –P. 297-300.

64. Okazaki, Y. Intake of a stable protein, sericin, increases fecal immunoglobulin A, mucins, and caecal organic acids in rats fed a high-fat diet / Y.Okazaki, H.Tomotake, K.Tsujimoto, M.Sasaki, N.Kato // Nutrition Journal. – 2011. –N141 – V.11. –P. 1975-1981.

65. Ali ,M.M.Effect of raw Bombyxmori cocoon extract on hyperlipidemia and atherosclerosis / M.M.Ali, B.A. ArumugamSarasa// Journal of Ayurveda and Integrative Medicine. –2011. –N2 – V.2. –P. 72-18.

66. Sasaki, M.Resistant protein, sericin, improves atropine-induced constipation in rats / M.Sasaki, H.Yamada, N. Kato // Food and technology research. –2000. –N6 – V.4. –P. 280-283.

67. Jaorigetu, S.Silk protein, sericin, inhibits DMBA-TPA-induced mouse skin carcinogenesis by reducing oxidative stress, inflammatory responses, and the

endogenous tumor promoter TNF- $\alpha$ / S.Jaorigetu, N.Yanaka, M.Sasaki,H. Watanabe, N.Kato // *Oncology Reports*. –2003. –N10 – V.3. –P. 537-543.

68. Ogawa, A. Improvement of islet culture with sericin/ A.Ogawa, S.Terada, T.Kanayama et al. // *Journal of Biology and Bioengineering*. –2004. – N98 –V.3. –P. 217-219.

69. Chlapanidas, T.Sericins exhibit ROS trapping, antityrosinase, antielastase, and immunomodulatory activities in vitro/ T.Chlapanidas, S.Faragò, G.Lucconi, et al. // *International Journal of Biological Macromolecules*. –2013. – N58. –P. 47-56.

70. Saete, S. Synthesis and study of sericin-g-PLA / S.Saete, R. Magarafan// *Materials of the conference AIP*.–2015. –P. 1664.

71. Khampieng, T. Sericin-loaded silk alginate nanoparticles: preparation and anti-inflammatory efficacy / T.Khampieng, P.Aramvit, P. Supaphol// *International Journal of Biological Macromolecules*. –2015. –N80.

72. Aramvit, P. Development of non-toxic ion-crosslinked microspheres based on chitosan as carriers for the controlled release of silk sericin / P.Aramvit, S.Ekasit, R.Yamdek// *Biomedical microdevices*.–2015. –N17 –V.5. –P. 9.

73. Purwar, R.Flexible films made from sericin/polyvinyl alcohol/clay blend/ R.Purwar, S.Sharma,P. Sahu, S.M.Srivastava // *Fibers and polymers*. –2015. –N16 –V.4. –P. 761-768.

74. Siritentong, T.Characteristics of carboxymethylcellulose/sericin hydrogels and influence of carboxymethylcellulose molecular weight / T.Siritentong,P. Aramvit// *Macromolecular research*. –2015. –N23 – V.9. –P. 861-866.

75. Sprague, K.U. Bombyxmon silk proteins: characterization of large polypeptides / K.U. Sprague // *Biochemistry*. –1975. –N14 –V.5. –P. 925-931.

76. Lee, K.G. Effect of methyl alcohol on the morphology and conformational characteristics of silk sericin / K.G. Lee, H.Y. Kweon, J.H. Yeo, et al.// *International Journal of Biological Macromolecules*. –2003. –N33–V.1-3. –P. 75-80.

77. Martinez-Mora C. Bombyxmori silk fibroin and sericin stimulate cell migration through c-Jun activation and phosphorylation/ C.Martinez-Mora,A. Mrovets,E.M. Garcia-Viscaino, A.Alcaraz, J.L.Senis, F.J. Nicholas //PLoS ONE. –2012. –N7.
78. Panilaitis B. Macrophage responses to silk / B.Panilaitis,G.H. Altman, J.Chen,H.-J. Jean, V.Karageorgiou, D.L. Kaplan // Biomaterials. –2003. –N24 – V.18. –P. 3079-3085.
79. Ogino, M. Interfacial Behavior of Fatty-Acylated Sericin Produced by Solid-Phase Synthesis Catalyzed by Lipase / M.Ogino, R.Tanaka, M.Hattori,T. Yoshida, Y.Yokote, K. Takahashi // Biology, biotechnology and biochemistry. – 2006. –N70 – V.1. –P. 66-75.
80. Turbiani, F.R.B. Properties and Structure of Sericin Films: Influence of the Degree of Crosslinking/ F.R.B.Turbiani, J.Tomadon Junior, F.L.Seixas, M.L.Gimenes// Chemical engineering deals. –2011. –N24. –P. 1489-1494.
81. Zhang, Y.-Q. Bioconjugates of Sericin and Silk Insulin: Synthesis, Characterization and Biological Activity / Y.-Q.Zhang,Y. Ma, Y.-Y.Xia, W.-D.Shen, J.-P.Mao, R.-Y. Xue// Controlled Release Journal. –2006. –N115 –V.3. – P. 307-315.
82. DaSilva, T.L. Investigation of the biosorption of copper and zinc by particles obtained from a mixture of sericin and silk alginate: evaluation of the proportion of the mixture and the process of thermal crosslinking in the production of particles / T.L.DaSilva,A.S. DaSilva, MGA Vieira, M.L. Gimenez, MGCDaSilva// Journal of Cleaner Production. –2016. –N137. –P. 1407-1478.
83. Рябина, И.В. Структурообразование в водных растворах полисахаридов и создание на их основе композиционных шлихтующих материалов: дис. ... канд. тех. Наук. 05.19.02/ И.В. Рябина. Иваново. 2003г.
84. Думитраш П.Г, Савней П.А., Болога М.К., Гимза А.В., -влияние ультразвуковой кавитации на свойства крахмальной шлихты-(Думитраш П.Г., Болога М.К., Кучук Т.В., Луца И.Ф., Шемякова Т.Д., Электронная обработка материалов, 2011, 47(5), 111–115).

85. Шлихта для целлюлозной и хлопкополиэфирной пряжи / Н.В. Проворова, Л.К. Дымокова. –№ 4724491/-05; заявл. 31.07.89; опубл. 23.01.92.

86. Быкова И.В. Улучшение режима шлихтования хлопчатобумажных основ / И.В. Быкова, В.А.Куринова, И.В. Смирнова // Текстильная промышленность. – 1976. – № 10.

87. Применение композиций на основе термопластичных полимеров для шлихтования пряжи / Г.В.Васильева, Н.И. Зуева, Л.А. Гарцева, В.К. Васильев // Технология текстильной промышленности. – 1988. –№ 3. – С. 58– 61.

88. Разработка и оптимизация способа холодного шлихтования пряжи / О.Е. Белокурова, Т.П. Щеглова, М.А. Кириллова, Ф.Ю. Телегин // Технология текстильной промышленности. – 1999. – № 2. – С. 65– 69.

89. Амонов М.Р., Равшанов К.А., - Влияние компонентов композиции на свойства шлихты.

90. Назаров С.И.,- Использование модифицированного крахмала в печати с активными красителями.

91. Сафоева М.М., С.И. Назаров, - Изучение свойства загущающих композиций на основе карбоксиметилкрахмала - С.И. Назаров 1 , М.М. Сафоева.

92. Раззоков Х.К., -Исследование физико-механических свойств композиции на основе природных и синтетических водорастворимых полимеров и их применение.

93. Батурина И. Ю., Кочкина Н.Е., Калинин Ю. А. Гуминовые кислоты как средство модификации крахмальных шлихтующих композиций. // Текстильная химия. - 2004. - №1. - С.72-76.

94. Кочкина Н.Е., Батурина И. Ю., Калинин Ю. А. Влияние гуминовых кислот на свойства крахмальных шлихтующих композиций. // Изв. вузов. Технол. текст, пром. -2004. -№1.-С.41-43.

95. Кочкина Н.Е., Батурина И. Ю., Калинин Ю. А. Природные гуминовые кислоты как средство совершенствования шлихтования

хлопчатобумажной пряжи. // Изв. вузов. Технол. текст, пром. - 2004. - №2. - С.39-43.

96. Думитраш П.Г, Савней П.А., Болога М.К., Гимза А.В., - влияние ультразвуковой кавитации на свойства крахмальной шлихты-Думитраш П.Г., Болога М.К., Кучук Т.В., Луца И.Ф., Шемякова Т.Д., Электронная обработка материалов, 2011, 47(5), 111–115).

97. Михайлова М.Л., Удачина Г.Б., Шурунова В.И. Исследование шлихты на основе модифицированного крахмала с расщеплением ее различными реагентами. // В кн.: Современные технологии производства хлопчатобумажных тканей, М., 1980. С. 3 - 6.;

98. Жушман А.И. Производство модифицированного крахмала. // Пищ.пром., 1993, №9. С. 11.

99. Прусов А.Н., Алексеева О.В., Рожкова О.В. и др. Реологические модификаторы - регуляторы физико-химических и физико-механических свойств водно-дисперсионных систем. // Текст, химия, 2000, № 1 (17). С.40 - 44.

100. Ганзюк Л.И., Евланова Е.М., Корчинская М.А. Крахмалоакрилатный препарат для шлихтования хлопчатобумажной пряжи. // Лег. пром., 1988, № 1.с. 23..

101. Глубиш П.А. Применение полимеров акриловой кислоты и ее производных в текстильной легкой промышленности. - М.: Лег. индустрия, 1975. С. 35

102. Шлихта для целлюлозной и хлопкополиэфирной пряжи / Н.В. Проворова, Л.К. Дымокова. –№ 4724491/-05; заявл. 31.07.89; опубл. 23.01.92.

103. Быкова И.В. Улучшение режима шлихтования хлопчатобумажных основ / И.В. Быкова, В.А.Куринова, И.В. Смирнова // Текстильная промышленность. – 1976. – № 10.

104. Применение композиций на основе термопластичных полимеров для шлихтования пряжи / Г.В.Васильева, Н.И. Зуева, Л.А. Гарцева, В.К. Васильев // Технология текстильной промышленности. – 1988. –№ 3. – С. 58– 61.

105. Разработка и оптимизация способа холодного шлихтования пряжи / О.Е. Белокурова, Т.П. Щеглова, М.А. Кириллова, Ф.Ю. Телегин // Технология текстильной промышленности. – 1999. – № 2. – С. 65– 69.

106. Киселев, А.М. Основы пенной технологии отделки текстильных материалов. А.М. Киселев. – СПб.: СПГУТД, 2003.-551с.

107. Амонова Х.И. , Назаров И.И., Эшанкулов А.Х., Сафарова Н.С.- Журнал «Наука, техника и образование 2018 №10 под ред. Вальцева – Применение серицина для повышения эффективности шлихтования хлопчатобумажной пряжи.

108. Михайлова М.Л., Удачина Г.Б., Шурунова В.И. Исследование шлихты на основе модифицированного крахмала с расщеплением ее различными реагентами //Современные технологии производства хлопчатобумажных тканей. М., 1980. С. 3-6.

109. Патент №2186894 Российская Федерация, МПК D06M15/11. Способ получения крахмальной шлихты. / Ю.А. Калинин, И.Ю. Вашурина, Н.Е. Шарова; Заявители Ю.А. Калинин, И.Ю. Вашурина, Н.Е. Шарова; Патентообладатели: Ю.А. Калинин, И.Ю. Вашурина, Н.Е. Шарова; заяв. 10.08.2002.

110. Патент №2017877(13), Российская Федерация, МПК D06M15/11, D06M15/09, D06M101:06. Способ получения шлихты для хлопчатобумажных нитей. / Е.И. Беренштейн, Ф.А. Ахмедов, Э.Б. Авакян. Заявитель(и): Научно-исследовательский институт химии и технологии хлопковой целлюлозы; Патентообладатель Научно-исследовательский институт химии и технологии хлопковой целлюлозы; заяв. 07.08.1991; опубл. 15.08.1994.

111. Патент №2129178 Российская Федерация. МПК D06M15/11, D06M15/055. Состав для шлихтования хлопчатобумажных основ / И.В. Куликова, Б.Н. Мельников, И.А. Леднева, Л.П. Лосева, О.К. Смирнова, А.П. Гаврилов, В.М. Новиков; Заявители и патентообладатель Ивановская государственная химико-технологическая академия; заяв. 20.02.1996; опубл. 20.04.1999.

112. Патент № 2206651, Российская Федерация. МПК D06M15/11, D06M16/11. Способ приготовления шлихты для целлюлозосодержащей пряжи / С.А. Кокшаров, И.В. Куликова, С.В. Алиева, Л.Ф. Шевченко, А.П. Морыганов; Заявители и патентообладатель Институт химии растворов РАН; заяв. 12.07.2001; опубл. 20.06.2003.

113. Смирнова, С.В. Оценка эффективности ряда производных крахмала в качестве клеящего компонента шлихты. / С.В. Смирнова. // Ив. Вузов. Химия и химическая технология. 2014г.-т 57, №3-С.102-106.

114. Тихановская, Л.Б. Оптимизация процесса шлихтования хлопчатобумажной пряжи: дис. ... канд. тех. наук: 15.19.03/ Тихановская Людмила Борисовна. – Иваново., 2000. – 183с.

115. Ишматов А.Б. Совершенствование технологии получения и подготовки нитей натурального шелка к ткачеству: дис. ... докт. тех. наук: 15.19.02/ Ишматов Аскарали Базарович. – Кострома., 2012. – 410с.

116. Чарыкин, А. К. Математическая обработка результатов химического анализа /А. К. Чарыкин. // Л.: Издательство ЛГУ, 1977. – 92 с.

117. Обзор шелковой промышленности Китая (КНР). Optim-consult – оптимальные решения для работы Китая. Сылка: *Optim-consult.com*.

Технология производства вьетнамского шелка. Сылка: *metropolesaigon.com*

118. Мухаммедов, М.М. Важный резерв повышения эффективности производства натурального шелка /М.М. Мухаммедов// Бюл. науч-техн. инф. НТКРУз., науч-техн. сб. «Шёлк» –№ 6, 1999.– С. 15-17.

119. Линде, В.В. Учение о шелке. /В.В. Линде// 2-е, перер. и доп. изд. Утв. ВКВШ при СНК СССР. Учеб. для вузов текстилпром-сти. М-Л. Гизлегпром. 1940.-336с/

120. Патент №2385649, Российская Федерация, МПК A23L1/30, A23L1/305, A23L1/00. Способ получения серицина и фиброина. / Р.Х. Очилова.(UZ); заявитель Очилова Рахима Хакимовна, патентообладатель Очилова Рахима Хакимовна; заявл. 09.07.2008; опубл. 10.04.2010 Бюл. № 107.

121. Авторское свидетельство на изобретение №80982 Государственный комитет СССР, МПК D01C3/02. Способ удаления серицина с шелка. / М.Б. Аймухомедова, В.Н. Крестинская; заявители М.Б. Аймухомедова, В.Н. Крестинская; патентообладатели: М.Б. Аймухомедова, В.Н. Крестинская; заяв. 3.11.1948; Опубл. 01.01.1949.

122. S.N. Sreelakshmi, Anuja Paul, N.S. Vasanthi, D. Saravanan-Low-temperature acidic amylases from *Aspergillus* for desizing of cotton fabrics- Pages 59-66 Received 19 Feb 2013, Accepted 28 May 2013, Published online: 27 Jun 2013.

123. D Saravanan<sup>a</sup>, A Arul Prakash & D Jagadeeshwaran-Optimization of thermophile *Bacillus licheniformis*  $\alpha$ -amylase desizing of cotton fabrics- Indian Journal of &Textile Research Vol. 36, September 2011, pp. 253-258.

124. Курилова В.А., Волков Н.В. Оценка качества шлихты по величине поверхностного натяжения // Новые полимерные материалы и материаловедение в легкой промышленности. М., 1978. Т. 1. С. 14-17.

125. Михайлова М.Л., Удачина Г.Б., Шурунова В.И. Исследование шлихты на основе модифицированного крахмала с расщеплением ее различными реагентами //Современные технологии производства хлопчатобумажных тканей. М., 1980. С. 3-6.

126. Takasu, Y.; Yamada, H.; Tsubouchi, K. Isolation of three main sericin components from the cocoon of the silkworm, *Bombyx mori*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 2002, 66, 2715–2758.

127. Barajas-Gamboa, J.A.; Serpa-Guerra, A.M.; Restrepo-Osorio, A.; lvarez-López, C.Ã. Sericin applications: A globular silk protein. Ing. Competitividad. 2016, 18, 193–206.

128. .Zhu, L.J.; Arai, M.; Hirabayashi, K. Gelation of silk sericin and physical properties of the gel. J. Sericult. Sci. Jpn. 1995, 64, 415–419.

129. Padamwar, M.; Pawar, A. Silk sericin and its applications: A review. J. Sci. Ind. Res. 2004, 63, 323–329.

130. Silva, A.S.; Costa, E.C.; Reis, S.; Spencer, C.; Calhelha, R.C.; Miguel, S.P.; Ribeiro, M.P.; Barros, L.; Vaz, J.A.; Coutinho, P. Silk Sericin: A

Promising Sustainable Biomaterial for Biomedical and Pharmaceutical Applications. *Polymers* 2022, 14, 4931. <https://doi.org/10.3390/polym14224931>.

131. Авторское свидетельство на изобретение № 699040<sup>(11)</sup> Государственный комитет СССР, МПК D01C3/02. Состав для обесклеивания натурального шелка. Заявители: Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности. патентообладатель: И.З. Закиров, Б.Э. Геллер, А.Л. Хамраев.; заяв. 01.03.1978; Оpubл. 25.11.1979. Бюл.43

132. Патент № 2385649 , Российская Федерация, МПК A23L1/30, A23L1/305, A23L1/00. Способ растворения натурального шелка. / Е.С. Сашина (RU), Клаус Хайнеман (DE), Бюргер Хорст (DE), Н.П. Новоселов (RU), Майстер Франк (DE); патентообладатели: Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна (RU), Тюрингский институт исследований текстиля и пластмасс (DE).заявл. 09.07.2008; опубл. 10.04.2010 Бюл. № 107.

133. Авторское свидетельство на изобретение № 544713, Государственный комитет СССР, Способ регенерации серицина из технологической жидкости. МПК C02 F/46 /А. Арестова, К. Дадаходжаев, Н.М. Мухтасимов. Заявители: А. Арестова, К. Дадаходжаев, Н.М. Мухтасимов. Патентообладатель: Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности; заяв. 18.06.1987; опуб. 23.02.1990.

134. Патент № 2446711, Российская Федерация, МПК A23L1/30, A23L1/305, A23J3/30, A23J3/04. Функциональный биологически активный продукт (варианты) и способ его получения / И.И. Агапов, М.М. Мойсенович, А.А. Казюлина. Патентообладатели: И.И. Агапов, М.М. Мойсенович, А.А. Казюлина. заявл. 29.03.2011; опубл. 10.04.2012.

135. Патент №2011697 , Российская Федерация, МПК A23L1/30, A23L1/305, A23L1/00. Способ получения порошка из натурального шелка . / А.М. Карпов, С.И. Колинко, В.И. Воронов. Патентообладатели: А.М. Карпов, С.И. Колинко, В.И. Воронов.заявл. 09.07.2008; опубл. 10.04.2010 Бюл. № 107.

136. Патент № 2217530, Российская Федерация, МПК D01C3/02, D01F4/02. Способ растворения натурального шелка. Е.С. Сашина (RU), Клаус Хайнеман (DE), Хорст Бюргер (DE), Н.П. Новоселов (RU), Франк Майстер (DE). Заявители: Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна (RU), Тюрингский институт исследований текстиля и пластмасс (DE). Патентообладатель: Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна (RU), Тюрингский институт исследований текстиля и пластмасс (DE). заяв.25.03.2002; Оpubл. 27.11.2003

137. Авторское свидетельство на изобретение № 1633033, Государственный комитет СССР, Способ получения раствора для формирования химического волокна. МПК D01 F6/18, 4/02 / В.И. Гольданский, Б.Х. Исламов, И.А. Красоткина, В.Г. Никольский, Ф.Н. Мухтасимов, В.В. Филиппов, А.С. Чеголя. Заявители: / В.И. Гольданский, Б.Х. Исламов, И.А. Красоткина, В.Г. Никольский, Ф.Н. Мухтасимов, В.В. Филиппов, А.С. Чеголя; Патентообладатель: Институт химической физики АН СССР заяв. 22.12.1987; опуб. 07.03.1991. Бюл. №9

138. Патент № 2495165, Российская Федерация, МПК D 01 C 3/02. Способ получения нитей шелка-сырца. / А.Б. Ишматов (TJ), П.Н. Рудовский (RU), Е.П. Погонщикова (RU). Патентообладатели: А.Б. Ишматов (TJ), П.Н. Рудовский (RU), Е.П. Погонщикова (RU). заявл. 13.03.2012; опубл. 10.10.2013 Бюл. № 28

139. Набиев И.А. Модификация волокна нитрон отходами натурального шелка и разработка технологии отделки смесовых материалов на его основе: дис. докт. техн. наук: 06.19.03/. Ташкент, - 2010.- 36 с.

140. J. M. Strother, A. K. Niyogi/ Раздел по крашению переработан в 3-ем издании EncyclopaediaofOccupationalHealthandSafety.

141. Логинов С. В. О возможностях интенсификации процесса крашения сернистыми красителями / С. В. Логинов, Л. А. Гарцева, М. Н Герасимов // Современные наукоемкие технологии и перспективные

материалы текстильной и легкой промышленности (ПРОГРЕСС -2004): тез.докл межд. науч.-техн. конф / ИГТА. - Иваново, 2004 -С .153-154.

142. Экспериментальная оценка целесообразности использования озона в процессах отделки текстильных материалов / Л Л . Гарцева, М Н. Герасимов, В. П. Денисенко, С. В Логинов // Изв. Вузов. Технол текст, пром-сти - 2002. - №1 . С. 65-68/

143. Шкурихин, Илья Михайлович.Разработка технологии крашения текстильных материалов из природных волокон с использованием ферментов: авторефератдиссер канд. техн. наук : 05.19.02 : Москва, 2003г.16 с.)

144. Кокорина, Лариса Юрьевна. Разработка совмещенной технологии химической котонизации и крашения льноволокна: автореферат дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 : Москва, 2002,16с.

145. Хассан Сулейман Али.Разработка эффективных технологий крашения и печатания хлопчатобумажных тканей бифункциональными активными красителями: автореферат Дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 : Санкт-Петербург, 2007,16с.).

146. Чалая Н.Е.Разработка технологии крашения текстильных материалов с использованием циклодекстринов: автореферат Дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 : Москва, 2007,16 с.

147. Погорелова А.С. Разработка теоретических основ применения гуминовых кислот в крашении и печатании тканей кубовыми красителями: Дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 : Москва, 2002,16 с.

148. Романовская, Ольга Александровна.Разработка и теоретическое обоснование технологии устойчивого крашения текстильных материалов из целлюлозных волокон прямыми азокрасителями: авторефератДис. ... канд. техн. наук : 05.19.03: Москва, 2000,16 с.

149. Догадкина, Наталья Александровна.Выявление роли и оценка эффективности действия антимигрантов в процессах крашения текстильных материалов дисперсными красителями: автореферат Дис. ... канд. техн. наук : 05.19.03: Москва, 2002,16 с.).

150. Кононова И.А. Разработка интенсифицированного низкотемпературного процесса крашения шерстяных материалов : автореферат Дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 : Санкт-Петербург, 2003, 16 с.

151. Петрова, О.В. Влияние окислительно-восстановительных систем на процесс крашения шерстяных текстильных материалов при пониженной температуре: автореферат Дис. ... канд. хим. наук : 02.00.04 и 05.19.02 : Санкт-Петербург, 2005, 16 с.

152. Никифоров А.Л., Одинцова О.И., Циркина О. Г., Новоселова Е.П. Фиксация активных красителей в поле токов высокой частоты при печатании целлюлозосодержащих текстильных материалов // Сб. тез. докл. I Международной научно-технической конференции "Актуальные проблемы химии и химической технологии", г. Иваново, ИГХТА, 1997г., с. 138.)

153. Новоселова Е.П., Полякова Н.В., Никифоров А.Л. Использование высокочастотной энергии в процессах закрепления активных красителей на целлюлозосодержащих тканях // Сб. тез. докл. Мегквузовской научно-технической конференции аспирантов, магистров и студентов "Молодые ученые - развитию текстильной и легкой промышленности", "Поиск-2000", г. Иваново, ИГТА, 2000 г., с. 66-67.

154. Муравьев И.А., Кротова М.Н., Куваева Е.Ю., Одинцова О.И. Обоснование выбора поверхностно-активных веществ для интенсификации процесса промывки текстильных материалов // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2012. Т. 55. № 9. С. 63-65.

155. Хассан С.А., Киселев А.М. Применение бифункциональных активных красителей при колорировании хлопчатобумажных тканей // Известия ВУЗов технология текст. пром-сти. - 2007 -N 1-С С. 68-70.

156. Циркина, Ольга Германовна Фиксация активных красителей на хлопчатобумажных тканях в поле токов высокой частоты // Автореферат дис... кан. тех. наук. 1994. Иваново 16 с.

157. Одинцова, О.И. Использование катионных препаратов для упрочнения окрасок текстильных материалов / О.И. Одинцова, М.Н. Кротова,

Б.Н. Мельников // Прикладная химия, Санкт-Петербург.- 2009.- т. 82.- № 3.- С. 467-471.

158. Myers, D. Surfactant Science and Technology, 2nd Edn, Wiley-VCH, New York, 1999.

159. Холмберг, К. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах/Холмберг К., Йёнссон Б., Кронберг Б., Линдман Б.: пер. с англ. – 4-е изд. –Москва: Лаборатория знаний,2020.-531с.

160. Ланге, К.Р., Поверхностно-активные вещества:синтез, свойства, анализ, применение/К.Р.Ланге.

161. Whallty, G.R., NAPPI(1997), pp.98-101.

162. Bersch, H., Pueschel, R, Ulsperger, E., Ternside Surf, Del,(1965)2,p.397.

163. Hoffman, P., ludders,H., Ref,[4],vol.1(1988)67,p.996

164. Balzer, D., Tenside Surf. Del.(1991)28,p.419.

165. Piggo, H.,US 1 985 424(1934)

166. Connor, D.S., Sheibel, J/J., Kao, J., US 5 338 486 (1994); US 5 338 487 (1994); US 5 380 891 (1995); Scheibel, J.J, Reilman, R.T., Sherman, J.F.,WO 95/22519.

167. Пилипенко О П, ПАВ-фундамент рецептур жидких средств для мытья и чистки, с. 5.

168. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе этиленоксида. — М.: Химия, 1982.-749с.

169. Prieto N.E., Lilienthol W., Tortorici P.L. Spray cleaning perfomance of nonionic surfactants// INFORM: Int. News Fats, Oils and Relat. Mater.- 1994.- V.5; №4.- P.546-547.

170. Симоненко Л.С., Певзнер Н.С. Моющая способность оксиэтилированных алкилфенолов// Химия и технология топлив и масел.- 1990.-№3.-С.35-36.

171. Бочаров В.В. Биоразлагаемость оксиэтилированных алкилфенолов и их производных// Бытовая химия.- 2002.- №8.- С.4-8.

172. Стрельцова Е.А., Мунтян О.Г. Мицеллообразование в водных растворах бинарных смесей поверхностно- активных веществ//Украинский химический журнал.-2002.- Т.68; №3-4.- С.91-94.

173. Das Burman A., Dey T., Mukhejee B. Solution properties of the binary and ternary combination of sodium dodecyl benzene sulfonate polyoxyethylene sorbitan monolaurate and polyoxiethylene lauryl ether// Langmuir.- 2000 V.16; №26.-P. 10020-10027.

174. Hayashi, S. Micelle size and shape of the sodium dodecyl sulfate in concentrated NaCl solutions / S. Hayashi, S. Ikeda. // J.Phys. Chem.- 1980.- V. 84.- 7. - P.744-751.

175. Evans, D. F. The colloidal domain - where physics, chemistry, biology and technology meet / D. F. Evans, H. Wennerstrom // John Wiley and Sons. - NY. - 1999.- 258 с.

176. Podo, F. Structure and hydration of nonionic detergent micelles. High resolution nuclear magnetic resonance study / F. Podo, A. Ray, G. Nemethy // J. Am. Chem. Soc. – 1973. - V. 95. - P.6164-6171.

177. .Laurent, T.C. Molecular weight fractionation of polyanions by cetylpyridinium chloride in salt solutions / T.C. Laurent, J.E. Scott // Nature – 1964.- V. 202. - P.661-662

178. Шенфельд Н. Поверхностно-активные вещества на основе оксида этилена. М.: Химия, 1982, 748 с.

179. Волков В.А. Поверхностно-активные вещества. Синтез и свойства. Часть 1. Синтез и свойства поверхностно-активных веществ. Электронная книга.

180. Shore J. Der EinflubtechnischerEntscheidungen auf die FarbekostenbeimFarbenmitReaktivfarbstoffen//Text. – Prax.Int. – 1981. – Bd.36, №6. – S. 581-590.

181. Giles Charles H. The surface properties of dyes/Rev. Prgr. Color. andrelat. top. – 1981. - №1. – P. 89-100.

182. Бухштаб З.И., Мельник Л.П., Ковалев В.М. Технология синтетических моющих средств М.: Легкая промышленность, 1988.-320 с.

183. Ковалев В.М., Петренко Д.С. Технология производства синтетических моющих средств М.: Химия, 1992.-272 с.
184. Prieto N.E. Compact detergents in Europe/Int. News Fats Oils and Relat. Mater.- 1992.- V.3; №5.- P.600-601.
185. Мюллер-Куршбаум Т.Х. Инновация в области моющих и чистящих средств. Шансы для Восточной Европы/Химическая промышленность Украины-2001.-№1.- С.10-13
186. Лбрамзон А.А., Зайченко Л.П., Файпгольд С.И. Поверхностно-активные вещества.- Л.: Химия, 1988.-200 с.
187. Паронян В.Х., Гринь В .Т. Технология синтетических моющих средств.- М.: Химия, 1984.-223 с.
188. Бакшеева М.С. Исследование кинетики фиксации активных красителей и их смесей при печати на целлюлозных материалах: автореф. дис...канд. техн. наук: 05.19.13. – 14, 1975. – С. 30.
189. Шварц А., Перри Дж., Бери Дж. Поверхностно-активные вещества и моющие средства. – М.: Издательство иностранной литературы, 1960. С. 365.
190. Паранян В.Х., Гринь В.Т. Технология синтетических моющих средств. – М.: Химия, 1984. – С. 24-27.
191. Тимохин И.М., Лыжина Н.И. Влияние химического строения эфиров целлюлозы на их антиресорбционные свойства//Масло-жировая промышленность. – 1972. - №6. – С. 22-24
192. Новиков А.Я. Химические товары бытового назначения. М.: Легкая индустрия. 1968. - С. 21.
193. Агеев, А.А. Коллоидно-химические аспекты современных нанотехнологий моющего действия // Наука — сервису: сборник тезисов пленарных докладов и информационных материалов по круглым столам XII международной научно-практической конференции, ФГОУВПО «РГУТиС». М. 2007. С. 18—20.

194. Агеев А.А., Волков В.А. Зависимость поверхностного натяжения водных растворов от строения молекул поверхностно-активных веществ и состава адсорбционных слоев//Вестник ассоциации вузов туризма и сервиса 2008. № 4, 56-61.

195. Jonsson, B. Surfactant and Polymers in Aqueous Solution / B. Jonsson, B.Lindman, K. Holmberg // John Wiley & Sons Ltd., Chichester, England, 1998.- P. 2-133.

196. Средства для очистки и ухода в быту. Химия, применение, экология и безопасность потребителей/Под ред. Германа Г. Хауталя и Гюнтера Вагнера. Перевод с английского/Под ред. д.х.н. М.Ю. Плетнева. – М.: ООО «Фирма Клавель»/Издательский дом «Косметика и медицина»,2007. – 440 с.

197. Jacobi,G, Lochr, A. Detergents fndTextilWashing,VCH Verlag,Weinheim,Germani-1987, p.115

198. . Mohle, H.L., Ohlerich,U. Effective alternatives to NonylphenolEthoxylates and Isotridecyl Alcohol Ethoxylates,SOFW J.-2001. - 127 (6), 24-29

199. . U.Zoller (Ed.), Handbook of Detergents (in six parts), Part A: Properties (Ed.:G. Broze), Part B: Productionh (P.Sosis),Part C:Analysis (H.Waldhoff,R.Spilker, Eds.), Surfactant Science Series, Vol. 82, Marcel Dekker, New York, 2004.

200. D. Balzer, H.Lüders (Ed.), Nonionic Surfactants –Alkyl Polyglucosides, Surfactant Science Series, Vol. 91, Marcel Dekker, New York, 2000.

201. . K. Holmberg (Ed.), Novel Surfactants –Preparation, Applications, and Biodegradability, 2nd ed.,Rev. and Exp., Surfactant Science Series, Vol 114, Marcel Dekker, New York, 2003.

202. A.Bach, Hydrotrope Tenside – Funktion and Anwendung, presentation at the Ist Intern. Fresenius Fachtagung Wasch – nd Reinigungsmittel, Darmstadt, 15./16.02.2000 – ref. in SOFW J. 2000, 126(5), 22-28.

203. H.R.Motson, The Systematic Formulation of New Multi-Functional Hydrotropes into High Electrolyte Cleaners, SOFW J.2000, 126(3), 13-18.

204. H. Denutte, personal communication, Procter & Gamble European Technical Center, Brussel, March 2002.
205. Плетнев М.Ю. Успехи коллоидной химии, JL, Химия, 1991, с. 60.
206. Волков В.А. Поверхностно-активные вещества в синтетических моющих средствах и усилителях химической чистки. М.: Легпромбытиздат, 1985, 200с.
207. Экологически безопасные компоненты современных низкофосфатных СМС- Толстая М.В., журнал «Бытовая химия».
208. T. Greindl, A. Oftring, I. Siggel, presentation at the 44th SEPAWA-Kongress 1997, Bad Dürkheim – ref. in SÖFM J. 1997, 123, 938-940.
209. Krizova H. Natural dyes. In: Kryštůfek M, Vik W, editors. Chapter 18: Textile Dyeing—Theory and Applications. 1st ed. TUL: Vysokoškolský podnik Liberec s.r.o., Studentská 2. Liberec. pp. 317-334.
210. Paul R, Jayesh M, Naik SR. Natural dyes: Classification, extraction and fastness properties. *Textile Dyer & Printer*. 1996;29(22):16.
211. Bechtold T. Natural colourants. In: Thomas B, Mussak R, editors. *Handbook of Natural Colourants*. United Kingdom: John Wiley and Sons Ltd.; 2009. p. 154.
212. Сингх К., Карр В., Мехра С., Махаджан А. Окрашивание полиэстера хной с помощью растворителя. *Окрашивание*. 2006;53(10):60.
213. Oda H. Improvement of light fastness of natural dyes. Part 2: Effect of functional phenyl esters on the photo fading of carthamin in polymeric substrate. *Coloration Technology*. 2001;117(5):257.
214. Samanta AK, Priti A. Application of natural dyes on textiles. *International Dyer*. 2008;193(3):37.
215. Rita M, Bechtold T. Natural colourants in dyeing. In: Thomas B, Mussak R, editors. *Handbook of Natural Colourants*. United Kingdom: John Wiley and Sons Ltd.; 2009. p. 316.
216. Grierson S, Duff DG, Sinclair RS. Natural dyes of the Scottish high lands. *Textile History*. 1985;16:23.

217. Samanta AK, Priti A, Siddhartha D. Studies on color interaction parameters and color fastness properties for dyeing of cotton fabrics with binary mixtures of jackfruit wood and other natural dyes. *Journal of Natural Fibers*. 2009;6:171.

218. Samanta AK, Priti A. Application of natural dyes on textiles. *Indian Journal of Fibre and Textile Research*. 2009;34:384.

219. Kharbade BV, Agarwal OP. Identification of natural red dyes in old Indian textiles. *Journal of Chromatography*. 1985;347:447.

220. Cardon D. *Natural Dyes, Tradition, Technology and Science*. London: Archetype Publications; 2007.

221. Ibrahim NA, El-Zairy WM, El-Zairy MR, Ghazal HA. Enhancing the UV-protection and antibacterial properties of polyamide-6 fabric by natural dyeing. *Textiles and Light Industrial Science and Technology (TLIST)*. 2013;2(1):31-46.

222. Katti MR, Kaur R, Shrihari N. Dyeing of silk with mixture of natural dyes. *Colourage*. 1996;43(12):37.

223. Gill M, Steglich W. In: Herz W, Grisebach H, Kirby GW, Ch T, editors. *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*. Vol. 51. 1987. p. 125.

224. Raisanen R. Dyes from lichens and mushrooms. In: Bechtold T, Mussak R, editors. *Handbook of Natural Colourants*. United Kingdom: John Wiley and Sons Ltd.; 2009. p. 2003.

225. P. Zini, *Polymers in Detergents*, in *Handbook of Detergents Part A: Properties* (Ed.: G. Broze), *Surfactant Science Series*, Vol. 82, Marcel Dekker, New York, 1999, pp. 559-595.

226. H. Denutte, personal communication, Procter & Gamble European Technical Center, Brüssel, March 2002.

227. J. Raamsbotham, *Perfumes in Detergents*, in: *Handbook of Detergents, Part A: Properties* (Ed.: G. Broze), *Surfactant Science Series*, Vol. 82, Marcel Dekker, New York, 1999, pp. 691-720.

228. S. Reuter, personal communication, Bell Fragrances Europe, Miltitz, May 2002.

229. Айвазов, Б. В. Практическое руководство по хроматографии /Б. В. Айвазов. - М.: Высшая школа, 1968. –102с.

230. Трегубова А.А., Дербишер Е.В., Веденина Н.В., Овдиенко Е.Н., Дербишер В.Е. Современные экологические проблемы текстильной технологии // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 10. – С. 103-104

231. Мельников Б.Н. Применение красителей. Издательство: М.: Химия. Иваново – 1986. С. 240.

232. Ф. Гатти. Стандарт Оeko-Тех 100: знак характеризующий конечную продукцию и ее токсичность для человека и новое направление связанное с развитием экологически чистого текстильного производства в Европе. Препринт Текстильного центра хлопка и одежды, Бусго-Арсизио, Италия, стр. 1-9.

233. Ф. Гатти. Некоторые аспекты применения международных стандартов ISO 9001-2-3 в текстильной промышленности. Тезисы докладов Международной научно-технической конференции "Современные наукоемкие технологии и перспективные материалы текстильной и легкой промышленности (Прогресс-98)", Иваново, 1998, доклад ПЛ-1.

234. Кричевский Г.Е. Возрождение природных красителей. / Г.Е. Кричевский. - Москва: Паблит, 2017. – 563 с.

235. Икрами М.Б., Шарипова М.Б., Тураева Г.Н. Закономерности накопления фенольных соединений растениями семейства яснотковых. Сборник статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции "Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования" Москва, май, Москва, 2019, с.20-23

236. Ковтун, Л.Г. Применение природных красителей для колорирования текстильных материалов / Л.Г. Ковтун, Е.Л. Маланкина // Текстильная химия. – 1999. - №1 (16). – С. 69 – 74.

237. Шагина Н.А. Разработка экологичной технологии использования природных красителей растительного происхождения в колорировании текстиля. Дисс. к.т.н., М., 2015, 134 с.

238. Тасымбекова А.Н., Логинова Л.В., Нурмаханкызы Н. Крашение шерстяных материалов природными красителями. Технология текстильной промышленности, 2018, №5 (377), с.120-124

239. Киселёв А. М. Экологические аспекты процессов отделки текстильных материалов // Рос.хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2002, т. XLVI, № 1 с.20-30

240. Ковтун Е.Г., Маланкина Е.Л., Артамонцева Л.В., Люлько Н.И. Влияние процесса крашения шерсти природными красителями на растворимость шерстяного волокна в мочевино-гидросульфитном и щелочном растворах. //Технология текстильной промышленности, 2007, № 3 (298) с.67-69.

241. Голиков В. П. Органические хроматические материалы на основе природных красителей в произведениях искусства: природа, технологии приготовления и применения, методы исследования. — М. : Институт Наследия, 2020. — 296 с.

242. Неборако О.Ю. Химическая модификация и исследование свойств природных красителей растительного происхождения: дисс. канд. хим.наук: 02.00.03. М., 2005. 120 с.

243. Кобраков К.И., Кузнецов Д.Н., Ручкина А.Г., Надырбаев И.А., Кляузова А.В. Синтез и исследование свойств азокрасителей и азопигментов на основе полифенолов различного генезиса. // НефтеГазоХимия, №1, 2018, с.25-28.

244. Segnal, F. Prospects for the practical use of silk sericins / F.Segnal//Entomological research. –2008. –N38 –V.1. –P. 1-8.

245. Lamboni, L.SilkSericin: A Versatile Material for Tissue Engineering and Drug Delivery/ L.Lamboni, M.Gauthier,G. Yang, Q. Wang// Achievements in biotechnology. –2015. –N33 –V.8. –P. 1855-1867/

246. Иванова Н.В. Характеристические параметры процесса экстракции коры лиственницы этилацетатом / Н.В. Иванова, Ю.А. Малков, В.А. Бабкин // Химия растительного сырья. - 2008. - №2. - С. 39-42.

247. Dash, R. Purification and biochemical characterization of a 70-kDa sericin from tropical tasar silk worm, *Antheraea mylitta* / R. Dash, S.K. Ghosh, D.L. Kaplan, & S.C. Kundu // Comparative Biochemistry and Physiology. –2007. – N147 –V.1. –P. 129-134.

248. Aramwit, P. Potential applications of silk sericin, a natural protein from textile industry by-products. Waste Management & Research: The Journal of the International Solid Wastes and Public Cleansing Association/ P. Aramwit, T. Siritientong, & T. Srichana // ISWA. –2012. –N30 –V.3. –P. 217-224

249. Циркина, О.Г. Влияние параметров поля токов высокой частоты на электрофизические характеристики тканей при реализации химико-текстильных процессов/ О.Г. Циркина, А.Л. Никифоров // Известия вузов. Технология легкой промышленности. -2014. -Т.23. - №1 .-С. 12-15.

250. Циркина, О.Г. Расчет удельной мощности для процессов обработки текстильных материалов в поле токов высокой частоты /О.Г. Циркина, А.Л. Никифоров // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. -2013. -№5. -С.60-64.

251. Чешкова, А.В. Перспективы маломодульных ферментативных экотехнологий котонизации / А.В. Чешкова, В.А. Логинова, И.М. Захарова, Т.С. Фролова // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2019. – Т. 46. –№ 4. – С. 20 – 26.

252. Прохорова, А.А. (Липина А.А.) Применение метода LAYER-BY-LAYER для иммобилизации акарицидных веществ на целлюлозных текстильных материалах / А.А. Прохорова (А.А. Липина), О.И. Одинцова, Е.О. Авакова, В.А. Кузьменко // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2016. – Т.59. – №7. –С. 42-46.

253. Одинцова, О.И. Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных

свойств / О.И. Одинцова, А.А. Прохорова (А.А. Липина), Е.Л. Владимирцева, Л.С. Петрова // Изв.вузов. Технология Текстильной промышленности. – 2017. –Т. 367. – №1.– С.332-336.

254. Петрова, Л.С. Использование наночастиц серебра для придания текстильным материалам бактерицидных свойств / Л.С. Петрова, А.А. Липина., А.О. Зайцева, О.И. Одинцова // Известия высших учебных заведений. Технология Текстильной промышленности. – 2018. – Т. 378. – №6 – С. 81-85.;

255. Одинцова, О.И. Микрокапсулирование биологически активных веществ и их использование для функционализации текстильных материалов / О.И. Одинцова, Л.С. Петрова, О.В. Козлова // Известия высших учебных заведений. Технология Текстильной промышленности. – 2018. – Т. 376. – №4. – С. 85-89.

256. Фидоровская Ю.С., Медушева Е.О., Коровина М.А., Кричевский Г.Е., Олтаржевская Н.Д. Особенности технологии получения раневых покрытий с протеолитическим и антимикробным действием//Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2021. №5 (395) С.137-142;

257. Фидоровская Ю.С., Медушева Е.О., Коровина М.А., Кричевский Г.Е., Олтаржевская Н.Д. Разработка композиционного материала с комплексным действием для лечения ран//Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022-№6 (396). С.153-160.

258. Kundu, S.C. Natural protective glue protein, sericin bioengineered by silksilk worms: Potential for biomedical and biotechnological applications / S.C. Kundu, B.C. Dash, R. Dash, & D.L. Kaplan// ProgressinPolymerScience. –2008. – N33 – V.10. –P. 998-1012.

259. Арамвит П., Сиритиентонг Т., Сричана Т. Возможные применения серицина шелка, природного белка из побочных продуктов текстильной промышленности. Управление отходами и исследования . 2012; 30 (3): 217–224. DOI: 10.1177 / 0734242X11404733

260. Kaewkorn, W. Effects of silk sericin on the proliferation and apoptosis of colon cancer cells/ W. Kaewkorn, N. Limpeanchob, W. Tiyaboonchai, S. Pongcharoen, & M. Sutheerawattananonda// *Biological Research*. –2012. –N45 – V.1. –P. 45-50/

261. Aramwit, P. The effect of sericin from various extraction methods on cell viability and collagen production/ P. Aramwit, S. Kanokpanont, T. Nakpheng, & T. Srichana// *International Journal of Molecular Sciences*. –2010. –N11–V.1. –P. 2200-2211

262. Siritientong, T. Clinical potential of a silk sericin-releasing bioactive wound dressing for the treatment of split-thickness skin graft donor sites / T. Siritientong, A. Angspatt, J. Ratanavaraporn, & P. Aramwit// *Pharmaceutical Research*. –2014. –N31– V.1.–P. 104-116

263. Физико-химические свойства растворов полиэлектролитов. [Электронный ресурс] URL: [https://studopedia.su/10\\_146098\\_fiziko-himicheskie-svoystva-rastvorov-polielektrolitov.html](https://studopedia.su/10_146098_fiziko-himicheskie-svoystva-rastvorov-polielektrolitov.html)] (дата обращения 23.03.19

264. Sandra C. C. Nunes, Confined polyelectrolytes: The complexity of a simple system/ Sandra C. C. Nunes, Marie Skepö, Alberto A. C. C. Pais// *Journal of Computational Chemistry*. – 2015. – P. 1579-1586.

265. Мондаль М., Триведи К., Кумар С.Н. Белки шелка, серицин и фиброин у тутового шелкопряда, *Bombyx mori* Linn., - обзор. *Каспийский журнал экологических наук*. 2007; 5 (2): 63–76.

266. T. Mauser, C. Déjugnat, and G. B. Sukhorukov, “Reversible pH-dependent properties of multilayer microcapsules made of weak polyelectrolytes,” *Macromol. Rapid Commun.*, vol. 25, no. 20, pp. 1781–1785, 2004.; C. Déjugnat and G. B. Sukhorukov, “pH-Responsive Properties of Hollow Polyelectrolyte Microcapsules Templated on Various Cores,” *Langmuir*, vol. 20, no. 17, pp. 7265–7269, Aug. 2004

267. A. A. Antipov, G. B. Sukhorukov, S. Leporatti, I. L. Radtchenko, E. Donath, and H. Möhwald, “Polyelectrolyte multilayer capsule permeability

control,” *Colloids Surfaces A Physicochem. Eng. Asp.*, vol. 198–200, pp. 535–541, Feb. 2002

268. M. Bédard, A. G. Skirtach, and G. B. Sukhorukov, “Optically driven encapsulation using novel polymeric hollow shells containing an azobenzene polymer,” *Macromol. Rapid Commun.*, vol. 28, no. 15, pp. 1517–1521, 2007

269. H. Y. Koo, H. J. Lee, J. K. Kim, and W. S. Choi, “UV-triggered encapsulation and release from polyelectrolyte microcapsules decorated with photoacid generators,” *J. Mater. Chem.*, vol. 20, no. 19, pp. 3932–3937, 2010

270. L. Shao and J. L. Lutkenhaus, “Thermochemical properties of free-standing electrostatic layer-by-layer assemblies containing poly(allylaminehydrochloride) and poly(acrylic acid),” *Soft Matter*, vol. 6, no. 14, pp. 3363–3369, 2010.

271. X. Gong and C. Gao, “Influence of salt on assembly and compression of PDADMAC/PSSMA polyelectrolyte multilayers,” *Phys. Chem. Chem. Phys.*, vol. 11, no. 48, pp. 11577–11586, 2009

272. K. Köhler, D. G. Shchukin, H. Möhwald, and G. B. Sukhorukov, “Thermal Behavior of Polyelectrolyte Multilayer Microcapsules. 1. The Effect of Odd and Even Layer Number,” *J. Phys. Chem. B*, vol. 109, no. 39, pp. 18250–18259, Oct. 2005

273. B. Jianhao, B. Sebastian, T. S. Yein, and T. Dieter, “Self-assembly of polyamines as a facile approach to fabricate permeability tunable polymeric shells for biomolecular encapsulation,” *ACS Appl. Mater. Interfaces*, vol. 3, no. 5, pp. 1665–1674, 2011

274. A. Yu, Y. Wang, E. Barlow, and F. Caruso, “Mesoporous silica particles as templates for preparing enzyme-loaded biocompatible microcapsules,” *Adv. Mater.*, vol. 17, no. 14, pp. 1737–1741, 2005

275. G. F. Luo, X. D. Xu, J. Zhang, J. Yang, Y. H. Gong, Q. Lei, H. Z. Jia, C. Li, R. X. Zhuo, and X. Z. Zhang, “Encapsulation of an adamantane-doxorubicin prodrug in pH-responsive polysaccharide capsules for controlled release,” *ACS Appl. Mater. Interfaces*, vol. 4, no. 10, pp. 5317–5324, 2012

276. D. G. Shchukin, A. A. Patel, G. B. Sukhorukov, and Y. M. Lvov, "Nanoassembly of Biodegradable Microcapsules for DNA Encasing," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 126, no. 11, pp. 3374–3375, 2004

277. A. N. Zelikin, A. L. Becker, A. P. R. Johnston, K. L. Wark, F. Turatti, and F. Caruso, "A general approach for DNA encapsulation in degradable polymer microcapsules," *ACS Nano*, vol. 1, no. 1, pp. 63–69, 2007

278. O. S. Sakr and G. Borchard, "Encapsulation of enzymes in layer-by-layer (LbL) structures: Latest advances and applications," *Biomacromolecules*, vol. 14, no. 7, pp. 2117-2135, 2013

279. Одинцова, О.И., Румянцев Е.В., Смирнова А.С., Петрова Л.С., Румянцева В.Е. Микрокапсулирование биологически активных веществ с использованием биосовместимых полиэлектролитов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – Т. 391. – № 1. – 2021. – С. 60-65. DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_1\_60

280. I.D. Rosea, F. Watari, M. Uo. Microparticle formation and its mechanism in single and double emulsion solvent evaporation. - *J. Control. Release*, 2004, v. 99, N 2, p. 271-280

281. C.H. Chang, S.M. Tung, D.W. Lu, M.K. Yeh. In vitro and in vivo evaluation of an ocular delivery system of 5-fluorouracil microspheres. - *J. Ocul. Pharmacol. Ther.*, 2001, v. 17, N 6, p. 545-553.

282. Sh. Takada, Y. Yamagata, M. Misaki, K. Taira, T. Kurokawa. Sustained release of human growth hormone from microcapsules prepared by a solvent evaporation technique. - *J. Control. Release*, 2003, v. 88, p. 229-242.; Castellanos I.J, Carrasquillo K.G, de Jesus Lopez J, Alvarez M, Griebnow K. Encapsulation of bovine serum albumin in poly(lactide-co-glycolide) microspheres by the solid-in-oil-in-water technique. - *J. Pharm. Pharmacol*, 2001, v. 53, p. 167-178.

283. F. Ahmed, D.E. Discher Self-porating polymersomes of PEG-PLA and PEG- PCL: hydrolysis-triggered controlled release vesicles. *JControlRelease*. 2004; 96(1): 37-53

284. Zhaogang, Liu. One-step synthesis of natural silk sericin-based microcapsules with bionic structures / LiuZhaogang, CaiYurong, YaoJuming// Macromolecular rapid communications. – 2014.

285. Справочник отделка хлопчатобумажной ткани: Справочник/ Под. ред. Б.Н. Мельникова – Иваново: изд-во «Талка», 2003.-484с.-ISBN-5-87596-051-5

286. Назарова, М.В. Лабораторный практикум по технологии подготовки нитей к ткачеству, Часть II. / М.В. Назарова, В.Ю. Романов. //Учебное пособие, РПК «Политехник» Волгоград 2006.

287. Методы исследование углеводов - Под ред. А.Я. Хорлина- М: Мир, 1975, -445 с.

288. Справочник хлопчатобумажной ткани: Справочник/ Под. ред. Б.Н. Мельникова. – Иваново: изд-во «Талка», 2003.-484с.-ISBN-5-87596-051-5.

289. Дмитриевич И.Н., Пругло Г.Ф., Фёдорова О. В., Комиссаренков А.А. Физико-химические методы анализа. Ч.II. Оптические методы анализа: учебное пособие для студентов заочной формы обучения/СПбГТУРП. - СПб., 2014.- 39 с.

290. Казицина, Л.А. Применение ИК-, УФ-, ЯМР- и масс-спектропии в органической химии/ Л.А. Казицина, Н.Б. Куплетская. // М., изд-во московского госуниверситета. 1979.- 240 с.

291. Тураева Г.Н. Применение природных фенольных соединений качестве антиоксидантов в технологии жиросодержащих пищевых продуктов. //Дисс. на соискание уч.степ. к.танд.техн.наук, Душанбе 2018, 148 с.

292. ГОСТ 28692-90 Материалы текстильные. Метод определения устойчивости окраски к воздействию светопогоды.

293. Пехташева Е.Л. Биоповреждения и защита непродовольственных товаров: Учеб. для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. А. Н. Неверова. — М. : Мастерство, 2002. — 224 с.

294. Ермолаев, М.Б. Эконометрика: учеб. пособие / М.Б. Ермолаев; Иван. Гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2011. – 98с

295. Ермолаев, М.Б. Эконометрика: учеб. пособие / М.Б. Ермолаев; Иван. Гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2011. – 98с
296. Чарыкин, А. К. Математическая обработка результатов химического анализа /А. К. Чарыкин// – Л.: Издательство ЛГУ, 1977. – 92 с.
297. Гарцева, Л.А., Химическая технология текстильных материалов:/ Л.А. Гарцева, В.В. Васильев // Текст лекций. – Рязань, филиал ИГТА: ИГТА, 2004. – 124 с.
298. Кричевский, Г.Е. Химическая технология текстильных материалов/ Кричевский, Г.Е. // т.1, Москва. 2000.- 436 с.
299. Бранд, Дж.Применение спектроскопии в органической химии / Дж.Бранд, Г.Эллингтон// Мир.:М. 1967.- 279 с.
300. Васильев, Е.В. Инфракрасная спектроскопия органических и природных соединений: / Васильев, Е.В. Гриненко, А.О. Щукин, Т.Г. Федулina. //Учебное пособие. СПб.:СПбГЛТА. 2007.-54с.
301. Беллами, Л. Инфракрасные спектры сложных молекул/ Л. Беллами// Изд-во иностранной литературы. 1963. -590 с.
302. Кросс, А. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию/ А. Кросс// М. Изд-во Иностранная литература. 1961.- 111 с.
303. Казицина, Л.А. Применение ИК-, УФ-, ЯМР- и масс-спектроскопии в органической химии/ Л.А. Казицина, Н.Б. Куплетская. // М., изд-во московского госуниверситета. 1979.- 240 с.
304. Мельникова, Б.Н. Применение красителей./Б.Н. Мельников, Г.И. Виноградова// М.: Химия. 1986. - 240 с.
305. Патент ТД № 459. Республика Таджикистан, МПК(2011.01) D02G 3/04; Способ получения комбинированной пряжи / Яминова, З.А.; Ишматов А.Б.; заявитель Яминова Заррина Акрамовна, патентообладатель Технологический университет Таджикистана; заявл. 23.05.2011; опубл. 26.09.2011; Бюл. № 65.

306. Назарова, В. Теория процессов подготовки нитей к ткачеству. Часть II. / В. Назарова, В. Ю. Романов. // МРПК «Политехник». Волгоград, 2006г.

307. Патент ТД № 492 Республика Таджикистан, МПК(2011.1) D06 M23/00; Способ получения шлихты для хлопчатобумажной пряжи / Яминова, З.А.; Ишматов А.Б.; заявители Яминова, З.А.; Ишматов А.Б.; патентообладатель Технологический университет Таджикистана; заявл. 23.05.2011; опубл. 29.12.2011; Бюл. № 68.

308. Уткин, Ю.М. Исследование процесса шлихтования с целью получения наилучших качественных показателей основной пряжи: дис. ... канд. техн. наук. 05.19.02/ Уткин, Ю.М.// Кострома, 1977. - 226 с.

309. Потягалов, А.Ф. Шлихтование основ / А.Ф. Потягалов// М: Легкая индустрия, 1965.

310. Назарова, В. Оценка напряженности процесса шлихтования хлопчатобумажной пряжи./ В. Назарова, В. Ю. Романов.//Технология текстильной промышленности. Изв. Вузов. №5, 2012г.

311. Ганзюк, Л.И. Новые препараты в технологии шлихтования / Л.И. Ганзюк// Киев.: Техника, 1991.-166с.

312. ИвНИТИ, Нормативы шлихтовального процесса. Иваново: Изд-во ИвГОРНИТО (текст.), 1947.

313. Кларк, Э.Р. Микроскопические методы исследования материалов / Э.Р. Кларк, К.Н. Эберхардт// Техносфера, 2007 – 376 с.

314. Жихарёв, А.П. Материаловедение./А.П. Жихарёв, Г.П. Румянцева, Е.А. Кирсанова// Учеб. пособие для нач. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия». 2005-240с.

315. Гурусова, А.А. Строение, состав и свойства целлюлозных волокон./А.А. Гурусова, А.Г. Ивлев, Е.В. Шаповалюк. // Кострома, КГТУ, 2005. - 34 с.

316. Кирюхин, С.М. Текстильное материаловедение. / С.М. Кирюхин, Ю.С. Шустов. // Уч. пос. для студентов вузов -М.: КолосС, 2011. – 360с.

317. Зыков, И.С. Технология получения крученой пряжи сокращенным способом прядения/ дис. ... кан. тех. Наук/ 05.19.02/ Зыков, И.С.. М. - 2010г.
318. Кукин, Г.Н. Изменения механических свойств нитей в процессах шелкоткачества/ Г.Н. Кукин, В.В. Гриднева.// Текстильная промышленность, 1968. №4, с.68-71.
319. Панкова, Е.А. Механическая технология текстильных материалов /Фед.Агентстворл образ. Казан. Гос. Технол. Ун-т. 200г. 110с.
320. Коган, А.Г. Получение пряжи из восстановленного сырья. / А.Г. Коган, В.Г. Буткевич// Ж. Текстильная промышленность. 2000, №3.
321. Широков, В.П. Справочник по хлопкопрядению. 5-е изд. перераб. и доп.-М.: Легкая и пищевая промышленность. 1985-472 с.
322. Труевцев, Н.И. Прядение (сравнительный курс) учебник для техникумов-М.: ГНТИЛП 1952.-277с.
323. Emil J. Burcik Effect of electrolytes on the rate of the surface tension lowering: the rate of surface aguilitrium attainment as a factor in detergency//J. Coll. Sci. 1953. - V.8. – P. 520-528.
324. Baumgartner F.N. Relation of molecular structure to detergency of some alkylbenzene sulfonates//Industrial and Engineering chemistry. – 1954. V.46 №6. – P. 1349-1352.
325. Kling Walter. Zur Kenntnis des Waschvorganges VII/Uber den Zustand von Waschmitteln in wasserigen Losungen und seine Bedeutung fur die Waschwirkung//Meland Teztilberichte. – 1949. – Bd.30. – S. 412-419.
326. Kling Walter. Der Waschvorgang als Umnetzung//Kolloid Zeitschrift. – 1949. – Bd.115, №1-3. – S. 37-44.
327. Малкин, А.И. «Закономерности и механизмы эффекта Ребиндера» (Обзор) Коллоидный журнал, 2012, том 74, № 2, с. 239-256.
328. Нестеров, Л.А. Влияние органических соединений на диффузионносорбционные свойства галогенпиримидиновых активных красителей/ Л.А. Нестеров, Н.С. Скалозубова, Г.С. Сарибеков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий.–4/6.– ( 58 ).– 2012.– с.32-34

329. Русанов А. И., Щёкин А. К. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ. 2-е изд., доп. СПб.: Издательство «Лань». - 2016.- 612 с.

330. Ланге К. Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение. Под науч. ред. Л. П. Зайченко. Справочник. СПб.: Издательство «Профессия», -2007.- 240 с.

331. Иброхимов М.Ф. Текстильные промыслы таджикского народа в конце 19 века – начале 20 в. – Душанбе: «Ирфон», 2013. – 200с.

332. Королюк Е.А. Красильные растения Алтая и сопредельных территорий. Химия растительного сырья, 2003.№1. С. 101–135.

333. Ю.Нуралиев. Лекарственные растения Таджикистана Душанбе, Маориф, 1989, с.183

334. Правдивцева О.Е., Куркин В.А. Сравнительное исследование химического состава надземной части некоторых видов растения рода *Nurericum*L. // Химия растительного сырья, 2009, №1, с.79-82.

335. Ногид И.Л. Естественные органические красители, применявшиеся в России для окраски тканей // Сообщения ВЦНИЛКР: Приложение IV.-М., 1969. - С. 111-128 .

336. Лекарственные свойства сельскохозяйственных растений / Под ред. М. И. Борисова. — Минск: Ураджай, 1974. — С. 179. — 336 с.

337. Кароматов И.Д., Акрамова Н.Ш. Перспективное лекарственное растение - сафлор красильный. // Электронный научный журнал «Биология и интегративная медицина»– 2018, №6, с.68-95.

338. Исаева Н.В., Самылина И. А. Биологически активные вещества плодов и настойки барбариса.//Фармация.-2006.-№1 .-С.22-23.

339. Семенюта К.Н. Сравнительное фармакогностическое исследование корней ревеня тангутского (*RHEUM PALMATUM* L.) и ревеня лекарственного (*RHEUM OFFICINALE* B.)// Дисс. канд фарм.наук.Самара, 2020, 180 с.

340. Валиева А.И. Вторичные метаболиты растений / А.И.Валиева, И.Р. Абдурахимова // физиологические и биохимические аспекты (часть 3.Фенольные соединения) Казань, КФУ.- 2010.- 40 с.
341. Кретович В.Л. Биохимия растений. / В.Л. Кретович // М., 1980.- 445с.
342. Тараховский Ю.С. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина / Ю.С. Тараховский, Ю.А. Ким, Б.С.Абдрасилов, Е.Н.Музафаров // Пушкино: Synchronobook. 2013. – 310 с.
343. Кобраков К.И., Кузнецов Д.Н., Ручкина А.Г., Надырбаев И.А. Теория и практика использования красителей, извлекаемых из растительного сырья, для колорирования текстильных материалов. // История науки и техники, 2018, №1, с.21-28.
344. Выделение и анализ природных биологически активных веществ. Под ред. Сироткиной Е.Е.,Изд-во Томского ун-та, Томск. – 1978. - 184 с.
345. Минина С.А. , Каухова И.Е. Химия и технология фитопрепаратов. – М., ГЭОТАР-МЕД, 2004, -560 с.
346. Стасевич О. В., Коваленко Н. А., Супиченко Г. Н., Леонтьев В. Н., Экстракционное выделение гиперидинов из некоторых сортов травы зверобоя продырявленного. // Труды БГТУ. Химия и технология органических веществ и биотехнология, 2012, № 4, с.180-182
347. Шарипова М.Б. Особенности выделения флавоноидов и каротиноидов из растительного сырья. // Дисс. кандхим.наук, Душанбе, 2010, 145 с.
348. Мирзорахимов К.К. Фенольные соединения травы зверобоя и их применение. // ДАН, 2012, т.55, №8, с. 659-663
349. Голиков В. П. Органические хроматические материалы на основе природных красителей в произведениях искусства: природа, технологии приготовления и применения, методы исследования. — М. : Институт Наследия, 2020. — 296 с.

350. Блажей А. Шутый Л. Фенольные соединения растительного происхождения, М., Мир, 1968 с.
351. М. Ходжиматов. Дикорастущие лекарственные растения Таджикистана. Душанбе. 1989 , с.137-144.
352. Хомидов И.И., Раззаков Н.А. Алкалоиды из *Berberis densiflora* // *Universum: Химия и биология : электрон. научн. журн.* 2020. № 7(73).с.48-50).
353. Негматова К.С. Икрамова М.Э. Негматова М.Н. Набиева И.А. Негматов С.С. Бабаджанова М.А. Лапасова Ф.А. Исследование механизма и физико-химических свойств красящих композиций в процессе крашения белковых волокон // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* Негматова К.С. [и др.]. 2022. 3(96).
354. А.Н. Зяблов, Ю.А. Жиброва, В.Ф. Селеменев. Цифровая обработка изображений. Достоинства и недостатки. Сорбц. и хроматограф. процессы. 2006. Т.6. Вып.6. С.1424-1429.
355. Сумская, О. П. Применение системы объективного измерения цвета для решения задач промышленной колористики. Материалы Всеукр. науч.-практ. конф. «Научно- технический прогресс в переходный период развития Украины» / О. П. Сумская; МОН Украины. — Херсон: Херсон. гос. техн. ун-т, 1995. — 152 с.
356. Байдичева О. В., Рудакова Л.В., Рудаков О.Б. Применение цифровых технологий в цветных тестах биологически активных веществ. // *Электронный журнал Бутлеровские сообщения.* 2008. Т.13. №2. 50-61.
357. В.М.Иванов, О.В.Кузнецова. Химическая цветометрия: возможности метода, области применения и перспективы *Успехи химии.* 2001. Т.70. №5. С.411-428.
358. Третьякова А.С. Разработка научных основ и экологической технологии колорирования текстильных материалов из природных волокон: дисс. док. техн. наук.(05.19.02) – М., 2017. 416 С.

359. Д.Ю. Корулькин, Ж.А. Абилов, Р.А. Музычкина, Г.А. Толстиков; Рос.акад. наук, Сиб. отд., Новосиб. ин-т органической химии. - Новосибирск: Академическое изд-во "Гео", 2007.- 232 с.
360. Колонтаров И. Я. Устойчивость окрасок текстильных материалов к физико-химическим воздействиям. - М.: Легпромбытиздат, 1985;
361. Кричевский Г. Е., Гомбкёте Я. Светостойкость окрашиваемых текстильных изделий. - М.: Легкая индустрия, 1976
362. Венкатараман К. Химия синтетических красителей. - Т.1У. - Л.: Химия, Ленингр. отд., 1975.
363. Семечкина Е.В. Выбор технологии окрашивания тканей в зависимости от светостойкости красителя // Скульптура. Прикладное искусство: Реставрация. Исследования: Сборник научных трудов. - М.: Изд. ВХНРЦ, 1993.
364. Пехташева Е.Л. Влияние микроорганизмов на структуру тонкого мериносового волокна // Технология текстильной промышленности. Известия ВУЗов, – 2001. – №2(260). – С. 18–20.
365. Пехташева Е.Л., Сапожникова А.И., Неверов А.Н., Сеницин Н.М. Оценка степени микробной обсемененности шерстяных волокон // Технология текстильной промышленности. Известия ВУЗов, 2003. – № 2(271). С. 18–20.
366. Ермилова И.А. Теоретические и практические основы микробиологической деструкции химических волокон. – М.: Наука, 1991. – 248 с.
367. А.М. Михаилиди, Н.Е. Котельникова, Н.Н. Сапрыкина, В.К. Лаврентьев Получение и свойства льняных материалов, содержащих частицы меди нано- и микрометровых размеров// Известия ВУЗов. Технология легкой промышленности. –2009. –Т. 3, –№1. С. 61–65.
368. 142. Кулахметова М.Т., Атаханов А.А. Нанотехнология в придании антибактериальных свойств текстильным материалам // Материалы международной конференции «Современные достижения

химической технологии в производстве текстиля, синтеза и применения химических продуктов и красителей». Санкт-Петербург 2019, с 78-79.

369. Anon. Preservative treatments for textiles // Part I. Specification for treatments. British Standard 2087. London: British Standards Institution, 1981.

370. Дмитриева М.Б. Разработка технологии биозащиты волокнистых материалов музейного назначения и методы ее оценки. // Дисс. канд.техн. наук, М., 2016, 179 с.

371. Назаренко, Г. И. Рана. Повязка. Большой. Современные медицинские технологии / Г. И. Назаренко, И. Ю. Сугурова, С. П. Глянцев. – М.: Медицина, 2002. – 472 с.

372. Kowalczyk, A. Loading of polymer nanocarriers: Factors, mechanisms and applications / A. Kowalczyk, R. Trzcinska, B. Trzebicka, A. Müller, A. Dworak, C. Tsvetanov // Prog. Polym. Sci. – 2014. - №39 (1), P. 43-86.

373. Солдатенкова, А. Т. Основы органической химии душистых веществ для прикладной эстетики и ароматерапии: уч. пособие для вузов/Н. М. Колядина, ЛеТуан Ань, А.Т. Солдатенкова. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. – 240 с.

374. Electron Probe Microanalysis in Biology / D. A. Erasmus, ed. - London.: Chapman and Hall, 1978. – 678 p.

375. Лазерная конфокальная микроскопия: метод. указания /сост. П.Е. Тимченко, Е.В. Тимченко.– Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, 2014. – 76 с.

**ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ ОТРАЖЕНО В  
НИЖЕСЛЕДУЮЩИХ ПУБЛИКАЦИЯХ АВТОРА:**

[А-1] Яминова З.А. Применение серицина для шлихтования основ/Ишматов А.Б., Яминова З.А., Рудовский П.Н.//изв. ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – № 6. -с. 110-113

[А-2] Яминова З.А. Об утилизации некоторых отходов шелкомотальных фабрик/ Яминова З.А., Ишматов А.Б.//Вестник Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими.- 2013.- № 4(24).-с. 31-36.

[А-3] Яминова З.А. Разработка рецепта шлихты из шелковых отходов для шлихтования х/б основ/ Яминова З.А.//Вестник Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими. - 2013. - № 2 (22). - с. 64-69.

[А-4] Яминова З.А.Обоснование режимов получения серицина в виде порошка для приготовления шлихты/ Ишматов А.Б., Яминова З.А., Рудовский П.Н.//Изв. ВУЗов. Технология текстильной промышленности.- 2015.-№6(360).-с.79-83.

[А-5]Яминова З.А.Исследование физико-механических свойств хлопкошелковой пряжи/ Яминова З.А., Ишматов А.Б.//Научный журнал. ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО. №2 (38) (до 2016 года “Вестник КГТУ”). С.– 16-18. ISSN-2587-6147. Кострома.-2017.

[А-6] Яминзода З.А.Разработка технологии приготовления основы из хлопчатобумажной пряжи с использованием экстракта серицина полученного из отходов шёлка /Яминзода З.А., Плеханов А.Ф., Одинцова О.И., Федорова Н.Е.//“Текстильная и лёгкая промышленность”. № 3-4., 2018. с. 45-48. – Москва 2019 / ISSN 2541-8033.

[А-7] Яминзода З.А. Исследование технологии приготовления основы из хлопчатобумажной пряжи с использованием экстракта серицина полученного из отходов шёлкашёлка / Яминзода З.А., Плеханов А.Ф., Одинцова О.И., Федорова Н.Е.//“Текстильная и лёгкая промышленность”. № 2-3., 2019. с. 39-41. – Москва 2020 / ISSN 2541-8033.

[А-8] Яминзода З.А. Протравное крашение целлюлозных текстильных материалов экстрактами зверобоя// Яминзода З.А., Олимбойзода П.А., Икромии М.Б.//Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2020. – №3(42)2020. – с. 46-52. ISSN-2707-8000.

[А-9] Яминзода З.А. Новые текстильные материалы с улучшенными свойствами / Мухиддинов З.К., Яминзода З.А., Анушервони Ш.//Вестник

Технологического университета Таджикистана. – 2020. –№3(42)2020. – с. 69-75. ISSN-2707-8000.

[A-10] Яминзода З.А. Оптимизация технологии «холодного» способа беления хлопчатобумажных тканей с помощью новых ПАВ/ Яминзода З.А., Анушервони Ш., Одинцова О.И.// Научно технический журнал. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования - 2021.- № 1(53). ISSN-2520-2227 -с. 43-47.

[A-11] Яминзода З.А.Роль ПАВ в процессах подготовки текстильных материалов/ Яминзода З.А., Анушервони Ш., Одинцова О.И.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2021. –№1(44)2021. – с. 28-35. ISSN-2707-8000 .

[A-12] Яминзода З.А.Перспективные способы антибактериальной отделки текстильных материалов/ Петрова Л.С., Яминзода З.А., Одинцова О.И., Смирнова А.С.//Российский химический журнал ( Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева), 2021, т. 65. LXV, №2. ISSN: 1024-6215. С. 74-86.

[A-13] Yaminzoda Z.A. Promising Methods of Antibacterial Finishing of Textile Materials/ Petrova L.S., Yaminzoda Z.A., Odintsova O.I., SmirnovaA.S. //Russian Journal of General Chemistry, 2021, Vol. 91, No. 12, pp. 2758–2767. Pleiades Publishing, Ltd., 2021. Russian Text © The Author(s), 2020, published in RossiiskiiKhimicheskiiZhurnal, 2021, Vol. 65, No. 2, pp. 67–82. ISSN 1070-3632.

[A-14] Яминзода З.А. О химизме крашения целлюлозных материалов экстрактами зверобоя/Икромии М.Б., Олимбойзода П., Яминзода П.А.//Научно технический журнал. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования - 2021.- № 2(54). ISSN-2520-2227 с. 46-49.

[A-15] Яминзода З.А. Физико – химические методы извлечения натуральных красителей из растений и их применение для окрашивания хлопчатобумажных тканей/Яминзода З.А.// Научно технический журнал. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования - 2021.- № 2(54). ISSN-2520-2227 с. 61-65.

[A-16] Яминзода З.А. Обоснование крашения целлюлозных текстильных материалов экстрактами зверобоя/ Яминзода З.А.//Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2021. –№3(46)2021. – с. 163-172. ISSN-2707-8000.

[A-17] Яминзода З.А.Способы выделения серицина из шелковых отходов и перспективы его использования/ Яминзода З.А.//Вестник Таджикского национального университета Серия естественных наук 2021. № 3. – с. 213-223. ISSN 2413-452X.

[A-18] Яминзода З.А.Перспективные крашения натуральными красителями текстильных материалов/ Яминзода З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2021. –№4(47)2021. – с. 131-138. ISSN-2707-8000.

[A-19] Яминзода З.А. Исследование влияния природы поверхностно-активных веществ на поверхностное натяжение и их адсорбцию на границе раздела раствор-воздух / Яминзода З.А., Одинцова О.И., Анушервони Ш.// Научно технический журнал. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования - 2021.- № 3(55). ISSN-2520-2227 с. 46-53.

[A-20] Яминзода З.А. Изучение свойств поверхностно-активных веществ, определяющих эффективность крашения и промывки текстильных материалов / Яминзода З.А.// Научный журнал. ТЕХНОЛОГИИ и КАЧЕСТВО / TECHNOLOGIES & QUALITY. 2022. № 1(55). (до 2016 года “Вестник КГТУ”). С.–29-35. ISSN-2587-6147. Кострома.-2022. doi 10.34216/2587-6147-2022-1-55-29-34.

[A-21] Яминзода З.А.Биоустойчивость хлопковых тканей, окрашенных природными красителями / Яминзода З.А.// Наука и инновация Таджикского национального университета Серия геологических и технических наук наук 2022. № 1. – с. 188-197. ISSN 2664-1534.

[A-22] Яминзода З.А. Устойчивость окраски хлопковых тканей, окрашенных природными красителями зверобоя и гармалы к мокрым обработкам / Олимбойзода П.А., Икромим.Б., Яминзода З.А.// Наука и

инновация Таджикского национального университета Серия геологических и технических наук 2022. № 1. – с. 147-156. ISSN 2664-1534.

[A-23] Яминзода З.А. Разработка состава моющей композиции/ Одинцова О.И., Яминзода З.А., Анушервони Ш., Петрова Л.С.//Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. –№2(49)2022. – с. 10-17. ISSN-2707-8000 ISBN978-99947-0-022-6.

[A-24] Яминзода З.А. Крашение тканей из природных волокон экстрактами вайды / Яминзода З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. –№2(49)2022. – с. 121-127. ISSN-2707-8000.

[A-25] Яминзода З.А. Анализ состояния текстильных производств республики Таджикистан/ Яминзода З.А., Олимбойзода П.А., Джалилов Ф.Р.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. –№3(50)2022. – с. 121-129. ISSN-2707-8000.

[A-26] Яминзода З.А. Получение красящего экстракта из коры чинара для крашения текстильных натуральных материалов/Яминзода З.А., Икромии М.Б., Олимбойзода П., Бобиев О.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. –№4(50)2022. Часть 2 – с. 96-105. ISSN-2707-8000.

[A-27] Яминзода З.А. Исследование состава полиэлектролитной оболочки капсул из серицина для придания антибактериальной отделки / Яминзода З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. –№4(50)2022. Часть 1 – с. 96-106. ISSN-2707-8000.

[A-28] Yaminova Z.A. Physical and chemical aspects of obtaining of sericin from silk waste to size cotton yarn./Yaminova Z.A.//Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. Vienna. - 2015.-№ 1–2.-p.121-123.

[A-29] Яминова З.А. Эффективность применения бикомпонентной пряжи при выработке тканей/ Яминова З.А., Ишматов А.Б.//European Applied Sciences is an international. German. №3-2018.p.11-16. 500 copies/ ISSN 2195-2183.

[A-30] Yaminova Z.A. Designing the silk waste output in a local production/ Yaminova Z.A., Odincova O.I., Plekhanov A.F.// European journal Annalid'Italia (Italy's scientific journal)/ #1 2019. ISSN 3572-2436. Florence, Italy. p/ 26-29.

[А-31] Яминзода З.А. Пути совершенствования технологий подготовки целлюлозных материалов/ Яминзода З.А., Анушервони Ш., Одинцова О.И. // American Scientific Journal № (49) / 2021. “ASJ” ( American Science Review) / 2021 Vol.1. DOI: 10.31618/asj.2707-9864.2021.1.49. / ISSN – 2707-9864// с. 52-57.

[А-32] Яминова З.А. Совершенствование технологии переработки натурального шелка /Ишматов А.Б., Яминова З.А.// «Труды ТУТ» Технологического университета Таджикистана. – 2008. – с. 142-149.

[А-33] Яминова З.А. Анализ существующего технологического процесса приготовления основ из нитей натурального шелка / Ишматов А.Б., Яминова З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2010. –№2(16). – с. 45-52. ISBN978-99947-0-022-6.

[А-34] Яминова З.А. Производство шелковой пряжи/ Ишматов А.Б., Яминова З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2012. – с. 128-129. ISBN978-99947-0-022-6.

[А-35] Яминова З.А. Шлихтование хлопчатобумажной пряжи с клеящим свойством экстракта кокона/ Яминова З.А.//«Вестник ТУТ». – 2014. -№2(23). – с. 29-31. ISBN978-99947-0-022-6.

[А-36] Яминова З.А.Использование шлихты из шелковых отходов / Яминова З.А.//Научно-практический журнал «Промышленная собственность и рынок» Национального патентно-информационного центра. - 2015. – с.45-47.

[А-37] Яминова З.А.Замена пищевых продуктов при шлихтовании нитей/ Ишматов А.Б., Яминова З.А., Норматова З.//«Вестник ТУТ». – 2015.-№1(24). – с. 23-27. ISBN978-99947-0-022-6.

[А-38] Яминова З.А. Совершенствование шелковой отрасли в Республике Таджикистан/ Ишматов А.Б., Рахматова Г.А., Яминова З.А.//«Вестник ТУТ». – 2018. -№1(32). – с. 41-48. ISBN978-99947-0-022-6.

[А-39] Яминова З.А.Исследование клеящих свойств экстракта/ Яминова З.А., Ишматов А.Б. //Материалы международной научно-практической конференции «Перспективы развития научных исследований в 21 веке». -г. Махачкала РФ. – 2013. – с. 88-91.

[А-40] Яминова З.А. Физико-механические свойства хлопчатобумажной пряжи ошлихтованной с экстрактом серицина полученной из шелковых отходов/ Яминова З.А., Ишматов А.Б., Анушервони Ш.//Материалы Республиканской научно-практической конференции «Наука и инновационная среда». – 2014.– с.71-74.

[А-41] Яминова З.А. Технология шлихтования хлопчатобумажной пряжи композициями на основе серицина/ Яминова З.А.//Материалы международной научно-практической конференции «Инновационное развитие РТ: проблемы науки и образования» (18-19 декабря 2015г.) Технологического университета Таджикистана. – 2015. - с. 29-32.

[А-42] Яминова З.А. Получения порошка серицина из шелковых отходов при разных соотношениях/ Яминова З.А., Ишматов А.Б., Горшкова Р.М.//Материалы первого международного молодежного форума «Молодежь – интеллектуальный потенциал развития страны».- 2015.- с. 410-412.

[А-43] Яминова З.А. Получение экстракта серицина из шелковых отходов в лабораторных условиях/ Яминова З.А.//Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX).-2015.- Т313№1-1(1).-с. 235-238.

[А-44] Яминова З.А. Получение раствора из серицина и КМЦ в лабораторных условиях для рассмотрения нового рецепта шлихты/Яминова З.А.//Сборник статей и тезисов республиканской научно-практической конференции АН РТ «Роль молодёжи в развитии отечественной науки».- 2015.- с. 189-191.

[А-45] Яминова З.А. Шлихта из раствора экстракта шелковых отходов/ Ишматов А.Б., Яминова З.А.//Материалы международной научно-практической конференции «Инновации в науке, образовании и производстве Казахстана» 17-18 ноября 2016 г. Евразийский технологический университет. Казахстан.-2016.- с. 151-153.

[А-46] Яминова З.А. Шлихта из шелковых отходов/ Яминова З.А.//Материалы научно-практической конференции «Наука, образование,

инновации: апробация результатов исследований». - г. Прага, Чехия. – 2017. – с. 209-213

[А-47] Яминова З.А. Вязкостные характеристики экстракта серицина/Яминова З.А., Горшкова Р.М.//Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Текстильная химия: традиции и новации» 27-28 февраля 2017. Ивановский государственный химико-технологический университет. Иваново. РФ. С. 69-70

[А-48] Яминова З.А.Рецепт шлихты для хлопчатобумажных пряж, позволяющий возможность исключения расшлихтовки/ Яминова З.А., Ишматов А.Б.//Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Текстильная химия: традиции и новации» 27-28 февраля 2017. Ивановский государственный химико-технологический университет. Иваново. РФ. С. 21-22.

[А-49] Яминова З.А. Study of physical and mechanical properties of cotton-silkyarn /Яминова З.А.// Материалы №59 научно-технической конференции «Молодой ученый-вызовы и перспективы», Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова Часть 2. Бишкек -2017. С.-325-330.

[А-50] Яминова З.А.Исследование фиксации красителя волокном, при крашении хлопчатобумажных тканей/Яминова З.А., Ишматов А.Б., Одинцова О.И.//Материалы №59 научно-технической конференции «Молодой ученый-вызовы и перспективы», Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова Часть 2. Бишкек -2017. С.-317-320.

[А-51] Яминова З.А.Оптимизация шлихтующего состава на основе экстракта серицина/ Яминова З.А., Ишматов А.Б., Икромии М.Б.//Материалы Международной научно-практической конференции «Новые вопросы в современной науке». 28 ноября 2017. г. София, Болгария.-2017. С.-70-76.

[А-52] Яминзода З.А. Разработка технологии производства бикомпонентной пряжи из экстрагированной волокнистой массы/Яминзода З.А.// Международная научно-практическая конференция «Текстильная химия:

традиции и новации-2019» (Мельниковские чтения) 2-4 апреля 2019 г.. ИГХТУ. - 2019. Иваново. С.- 96-101.

[А-53] Яминзода З.А. Влияние серицина как шликта на крашение целлюлозной ткани/ Яминзода З.А., Икромии М.Б.//Международная научно-практическая конференция «Текстильная химия: традиции и новации-2019» (Мельниковские чтения) 2-4 апреля 2019 г.. ИГХТУ. -2019. Иваново. С.- 102-106.

[А-54] Яминзода З.А. Спектроскопическое исследование крашения хлопчатобумажных тканей активными красителями/ Икромии М.Б., Яминзода З.А.// Международная научно-практическая конференция «Текстильная химия: традиции и новации-2019» (Мельниковские чтения) 2-4 апреля 2019 г.. ИГХТУ. - 2019. Иваново. С.- 124-131.

[А-55] Яминзода З.А. Исследование технологии приготовления основы с использованием экстракта серицина полученного из отходов шёлка/ Яминзода З.А., Плеханов А.Ф., Одинцова О.И., Федорова Н.Е.// Сборник научных трудов Международного Косыгинского форума-2019 «Современные задачи инженерных наук». Международный научно-технический симпозиум «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности». Москва. 2019 г.– С. 28-32. ISBN 978-5-87055-813-4.

[А-56] Яминзода З.А. Особенности активных красителей и крашения хлопковых волокон / Бобиев О.Г., Яминзода З.А.// Материалы международной научно-практической конференции «Обеспечение импортозамещающей отечественной продукцией в условиях устойчивого развития Республики Таджикистан в сотрудничестве со странами Средней Азии» (29-30 ноября 2019 года). Часть 1. – 173, С.-11-13.

[А-57] Яминзода З.А. Перспектива колорирования текстильных материалов природными растительными красителями/ Яминзода З.А., Икромии А.Б., Анушервони Ш.// Сборник материалов международной научно-практической конференции “Инновации и новые технологии в индустрии моды”. 23 ноября 2019 г. Ташкент. 378с. С. 191-194.

[A-58] Яминзода З.А. Активные красители –конкурентоспособные красители в процессе крашения текстильных материалов/ Бобиев О.Г., Яминзода З.А.//Сборник материалов республиканской научно-практической конференции “Конкурентные преимущества национальной экономики на пути к новой модели экономического роста”. 24-25 апреля 2020 года. Ч.-1. С.11-13. ТУТ. Душанбе.

[A-59] Яминзода З.А. Перспектива натуральных красителей из местных растений/ Олимбойзода П.А., Яминзода З.А., Икромии М.Б.//Сборник материалов республиканской научно-практической конференции “Конкурентные преимущества национальной экономики на пути к новой модели экономического роста”. 24-25 апреля 2020 года. Ч.-1. С.73-76 ТУТ. Душанбе.

[A-60] Яминзода З.А.Исследование влияния поверхностно-активных веществ на состояние активных красителей в растворе/ Анушервони Ш., Яминзода З.А.// The 5th International scientific and practical conference “European scientific discussions” (March 28-30, 2021) Potere della ragione Editore, Rome, Italy. 2021. 683 p. UDC 001.1, ISBN 978-88-32934-02-1.

[A-61] Яминзода З.А. О перспективности крашения текстильных материалов природными красителями/ Олимбойзода П.А., Яминзода З.А., Икромии М.Б.//Сборник статей Международной научно-практической конференции «Перспективы развития и применения современных технологий» 22 апреля 2021 г. Петрозаводске. РФ. МЦНП «Новая наука». С. 15-21. DOI 10.46916/26042021-3-978-5-00174-206-7.

[A-62] Яминзода З.А.Пути интенсификации процесса крашения целлюлозных тканей активными красителями/ Яминзода З.А., Одинцова О.И., Анушервони Ш.//Сборник XI Международной научно-практической конференции “THE WORLD OF SCIENCE AND INNOVATION”, 2-4 июня 2021г. Лондон, Великобритания. 1020 стр. ISBN-978-92-9472-197-6 с. 231-236.

[A-63] Яминзода З.А.Изучение возможности колорирования хлопковых тканей красящими экстрактами гармалы / Яминзода З.А., Олимбойзода П., Икромии М.Б.//Материалы IX Международной науч-прак. Конф. «Science and

education in the modern world: challenges of the xxi century». (Техническиенауки)/– Нур-Султан, Казахстан. 2021г. ISBN 978-601-332-271-1. С.35-37.

[А-64] Яминзода З.А. Физико-химическое обоснование крашения хлопковых текстильных материалов красителем из гармалы / Яминзода З.А., Олимбойзода П., Икромид М.Б.// The 4th International scientific and practical conference “Modern directions of scientific research development” (September 28-30, 2021) Во Science Publisher, Chicago, USA. 2021. 493 p. ISBN 978-1-73981-126-6// home page: <https://sci-conf.com.ua>. с. 106-111.

[А-65] Яминзода З.А. Выбор поверхностно-активных веществ для микрокапсулирования витаминов / Одинцова О.И., Яминзода З.А., Липина А.А.// Международная научно-практическая конференция «Отечественный и зарубежный опыт при подготовке высококвалифицированных кадров для промышленных предприятий». Часть 2. Ташкент. Узбекистан. 2022. С. 122-126.

[А-66] Яминзода З.А. Экологические аспекты применения растительных красителей для колорирования текстильных материалов/ Яминзода З.А., Олимбойзода З.А., Одинцова О.И.// Международная научно-практическая конференция «Отечественный и зарубежный опыт при подготовке высококвалифицированных кадров для промышленных предприятий». Часть 2. Ташкент. Узбекистан. 2022. С. 126-129.

[А-67] Способ получения порошка серицина из шелковых отходов. Евразийский патент №029384 Российская Федерация, МПК D06M23/00 (2006.01); / патентообладатель Яминова Заррина Акрамовна; Бюл. № 3. Дата выдачи 30.03.2018. Авторы: Яминова З.А. Ишматов А.Б., Горшкова, Р.М., Хакимов Г.К.

[А-68] Шлихта из карбоксилметилцеллюлозы и экстракта серицина, полученного из шелковых отходов. Евразийский патент №023784 Российская Федерация, МПК D06M23/00 (2006.01); / патентообладатель Яминова Заррина Акрамовна; Бюл. № 7. Дата выдачи 30.11.2017. Авторы: Яминова З.А., Ишматов А.Б., Горшкова Р.М.

[А-69] Способ получения комбинированной пряжи. Малый патент ТД 459. Республика Таджикистан, 2012. Авторы: Яминова З.А., Ишматов А.Б.

[А-70] Способ получения шлихты для хлопчатобумажной пряжи. Малый патент ТД 492. Республика Таджикистан, 2012. Авторы: Яминова З.А., Ишматов А.Б.

[А-71] Способ получения порошка серицина. Малый патент ТД 625. Республика Таджикистан 2014. Авторы: Яминова З.А. Ишматов А.Б.; Горшкова, Р.М.; Хакимов Г.К.

[А-72] Шлихта из КМЦ и экстракта серицинаполученной из шелковых отходов. Малый патент ТД 641 Республика Таджикистан, 2014. Авторы: Яминова З.А.,Ишматов А.Б.; Горшкова, Р.М.

[А-73]Крашение композиционных материалов с нанесением экстракта серицина. Малый патент ТД. №1020, Республика Таджикистан, 2020. Авторы: Яминова З.А., Ишматов А.Б., Одинцова О.И., Икромии М.Б.

[А-74] Способ крашения природных текстильных волокон растительными красителями. Малый патент ТД. №1150, Республика Таджикистан, 2021. Авторы: Яминова З.А.,Икромии М.Б., Олимбойзода П.А.

[А-75] Моющее средство для промывки окрашенных хлопчатобумажных тканей. Способ крашения природных текстильных волокон растительными красителями. Малый патент ТД. №1259, Республика Таджикистан, 2022. Авторы: Яминова З.А.,ИкромииМ.Б.,Одинцова О.И., Анушервони Ш. Олимбойзода П.А.

[А-76] Способ получения красителя из коры чинара для крашения текстильных тканей без протравами. Малый патент № 2201761, 2023. Авторы: Яминова З.А., ИкромииМ.Б., Олимбойзода П.А., Бобиев О.Г., Анушервони Ш.

[А-77] Способ получения красителя из вайды для крашения текстильных тканей с протравами. Малый патент № 2201760, 2023. Авторы: Яминова З.А., ИкромииМ.Б., Олимбойзода П.А., Бобиев О.Г., Анушервони Ш.

[А-78] Яминова З.А. Применение шелковых отходов в ткачестве/ Яминова З.А., Ишматов А.Б.//:-Монография. – Германия: «LAMBERT Fcademic

Publishing», 2018. – 167 с. ISSN 978-613-9-90774-8. (2-й печать. – Душанбе: «ПРОМЭКСПО», 2018. – 167 с.)

[А-79] Яминова З.А. Применение красителей для крашения текстиля/ Бобиев О.Г., Яминова З.А., Одинцова О.И., Анушервони Ш.//: -Монография – Душанбе: «Типография ТУТ», 2021. – 197 с. ISSN 978-999-8-59537-8.

[А-80] Яминзода З.А., О.Г. Крашение природных текстильных волокон натуральными растительными красителями/ Олимбойзода П.А., Яминзода З.А., Бобиев.//: Монография. – Душанбе: ООО «АРШАМ», 2023. – 222 с.



**ЕВРАЗИЙСКАЯ ПАТЕНТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО**

**ЕВРАЗИЙСКИЙ ПАТЕНТ**



**ЕВРАЗИЙСКИЙ ПАТЕНТ**

№ 028435

**Название изобретения:**

**«ШЛИХТА ИЗ КАРБОКСИЛМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ И  
ЭКСТРАКТА СЕРИЦИНА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ШЕЛКОВЫХ  
ОТХОДОВ»**

**Патентовладелец (льцы):**

**ЯМИНОВА ЗАРРИНА АКРАМОВНА (ТJ)**

**Изобретатель (и):**

**Яминова Заррина Акрамовна, Ишматов Аскарали Бозорович,  
Горшкова Раиса Михайловна (ТJ)**

**Заявка №:**

**201500161**

**Дата подачи заявки:**

**29 января 2015 г.**

**Дата выдачи патента:**

**30 ноября 2017 г.**

Настоящим удостоверяется, что евразийский патент выдан на изобретение с формулой, опубликованной в Бюллетене Евразийского патентного ведомства «Изобретения (евразийские заявки и патенты)» № 11 / 2017 год.

При уплате установленных годовых пошлин патент действует на территории государств - участников Евразийской патентной конвенции - Азербайджанской Республики, Кыргызской Республики, Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Республики Таджикистан, Российской Федерации, Туркменистана.

**ТЛЕВЛЕСОВА Сауле Январбековна**  
Президент Евразийского патентного ведомства





**ЕВРАЗИЙСКАЯ ПАТЕНТНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ЕВРАЗИЙСКОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО**

ЕВРАЗИЙСКИЙ ПАТЕНТ



**ЕВРАЗИЙСКИЙ ПАТЕНТ**

№ 029384

**Название изобретения:**

**«СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА СЕРИЦИНА ИЗ  
ШЕЛКОВЫХ ОТХОДОВ»**

**Патентовладелец (льцы):**

**ЯМИНОВА ЗАРРИНА АКРАМОВНА (ТJ)**

**Изобретатель (и):**

**Яминова Заррина Акрамовна, Ишматов Аскарали Бозорович,  
Горшкова Раиса Михайловна, Хакимов Гафурджон Косимджонович (ТJ)**

**Заявка №:** 201500066

**Дата подачи заявки:** 14 января 2015 г.

**Дата выдачи патента:** 30 марта 2018 г.

Настоящим удостоверяется, что евразийский патент выдан на изобретение с формулой, опубликованной в Бюллетене Евразийского патентного ведомства «Изобретения (евразийские заявки и патенты)» № 3 / 2018 год.

При уплате установленных годовых пошлин патент действует на территории государств - участников Евразийской патентной конвенции - Азербайджанской Республики, Кыргызской Республики, Республики Армения, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Республики Таджикистан, Российской Федерации, Туркменистана.

**ТЛЕВЛЕСОВА Сауле Январбековна**  
Президент Евразийского патентного ведомства



<b>ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН</b>		<b>ИДОРАИ ДАВЛАТИИ ПАТЕНТИ</b>
<b>НАХУСТПАТЕНТ</b>		
№ ТҶ 459		
<b>БА ИХТИРОИ</b>		
<i>Тарзи ҳосилкунии нахи муштарақ</i>		
Дорандаи нахустпатент	Яминова З.А., Ишматов А.Б.	
Сарзамин	Ҷумҳурии Тоҷикистон	
Муаллиф(он)	Яминова Заррина Акрамовна, Ишматов Аскаралӣ Бозорович	
Аввалияти ихтироъ	23.05.2011	
Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза	23.05.2011	
Аризаи	№ 1100596	
<b>Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои</b>		
<b>Ҷумҳурии Тоҷикистон</b> 26 сентябри с. 2011 ба қайд гирифта шуд		
<b>Нахустпатент</b> эътибор дорад аз 23 майи с. 2011 то 23 майи с. 2021		
	<b>ДИРЕКТОР</b>	
		Негматуллаева Н.Б.

<p>ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН</p>		<p>ИДОРАИ ДАВЛАТИИ ПАТЕНТӢ</p>
<h1>НАХУСТПАТЕНТИ</h1>		
<p>№ ТҶ 492</p>		
<p>БА ИХТИРОИ</p>		
<p><i>Тарзи ҳосилкунии оҳор барои нахи пахтагӣ</i></p>		
<p>Дорандаи нахустпатент</p>	<p>Яминова З., Ишматов А.Б.</p>	
<p>Сарзамин</p>	<p>Ҷумҳурии Тоҷикистон</p>	
<p>Муаллиф(он)</p>	<p>Яминова З., Ишматов А.Б.</p>	
<p>Аввалияти ихтироъ</p>	<p>23.05.2011</p>	
<p>Таърихи рӯзи пешниҳоди ариза</p>	<p>23.05.2011</p>	
<p>Аризаи №</p>	<p>1100597</p>	
<p>Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои</p>	<p>Ҷумҳурии Тоҷикистон 29 декабри с. 2011</p>	
<p>ба кайд гирифта шуд</p>		
<p>Нахустпатент</p>	<p>эътибор дорад аз 23 майи с. 2011 то 23 майи с. 2021</p>	
	<p>ДИРЕКТОР</p>	<p>Негматуллаева Н.Б.</p>

<b>ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН</b>		<b>ИДОРАИ ДАВЛАТИИ ПАТЕНТИ</b>
<b>НАХУСТПАТЕНТ</b>		
№ ТҶ 641		
<b>БА ИХТИРОИ</b>		
<i>ОҲОР АЗ КАРБОКСИЛМЕТИЛСЕЛЮЛОЗА ВА ҶАВҲАРИ СЕРИТСИНИЙ АЗ ПАРТОВҲОИ АБРЕШИМИЙ</i>		
Дорандаи нахустпатент	Яминова З.А., Ишматов А.Б., Горшкова Р.М.	
Сарзамин	Ҷумҳурии Тоҷикистон	
Муаллиф(он)	Яминова З.А., Ишматов А.Б., Горшкова Р.М.	
Амалдиёти ихтироъ	17.03.2014	
Таърихи рузи пешниҳоди ариза	17.03.2014	
Аризаи №	1400840	
Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои	Ҷумҳурии Тоҷикистон	
Нахустпатент	аз 17 марти с. 2014 то 17 марти с. 2024	
этибор дорад	аз 17 марти с. 2014 то 17 марти с. 2024	
<b>ДИРЕКТОР</b>		Қурбоналӣ Ч.Ҷ.
		

<b>ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН</b>		<b>ИДОРАИ ДАВЛАТИИ ПАТЕНТӢ</b>
<b>НАХУСТПАТЕНТ</b>		
№ ТҶ 625		
<b>БА ИХТИРОИ</b>		
<i>ТАРЗИ ҲОСИЛ КАРДАНИ ҲОКАИ СЕРИТСИН АЗ ПАРТОВҲОИ АБРЕШИМИ</i>		
Дорандаи нахустпатент	Яминова З.А., Горшкова Р.М., Ишматов А.Б., Ҳакимов Ғ.К.	
Сарзамин	Ҷумҳурии Тоҷикистон	
Муаллиф(он)	Яминова З.А., Горшкова Р.М., Ишматов А.Б., Ҳакимов Ғ.К.	
Аввалияти ихтироъ	16.01.2014	
Таърихи рузи пешниҳоди ариза	16.01.2014	
Аризаи №	1400834	
Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои		
Ҷумҳурии Тоҷикистон	24 июли	с. 2014 ба қайд гирифта шуд
Нахустпатент		
этибор дорад аз	16 январи	с. 2014 то 16 январи с. 2024
<b>ДИРЕКТОР</b>	 Курбонов Ч.Ч.	
		

<p>ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН</p>		<p>ИДОРАИ ПАТЕНТИ</p>
<h1>НАХУСТПАТЕНТ</h1>		
<p>№ ТҶ 1020</p>		
<p>БА ИХТИРОИ</p>		
<p><i>Тарзи рашгуборкушии маснуоти композитсионии насосӣ</i></p>		
<p>Дорандаи нахустпатент</p>	<p>Яминзода Заррина Акрам</p>	
<p>Сарзамин</p>	<p>Ҷумҳурии Тоҷикистон</p>	
<p>Муваддиф(он)</p>	<p>Яминзода З.А., Одинов О.И., Ишмаилов А.Б., Икромӣ М.Б., Чураев О.О.</p>	
<p>Аввалияти ихтироъ</p>	<p>03.12.2018</p>	
<p>Таърихи рузи пешниҳоди арза</p>	<p>03.12.2018</p>	
<p>Арзан</p>	<p>№ 1801258</p>	
<p>Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои</p>	<p>Ҷумҳурии Тоҷикистон</p>	
<p>17 сентябри</p>	<p>с. 2019</p>	<p>ба қайд гирифта шуд</p>
<p>Нахустпатент</p>	<p>таъбир дорад аз 3 декабри</p>	<p>с. 2018 то 3 декабри с. 2028</p>
	<p>ДИРЕКТОР</p>	<p>М. Исмоилова</p>

<p>ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН</p>		<p>ИДОРАИ ПАТЕНТИ</p>
<h1>НАХУСТПАТЕНТ</h1>		
<p>№ ТҶ 1150</p>		
<p>БА ИХТИРОИ</p>		
<p><i>Тарзи раштқуловии нахсон табии насосҷӣ бо рантқунандаҳои табии</i></p>		
<p>Дорандаи нахустпатент</p>	<p>Яминзода З.А., Икромӣ М.Б., Олимбойзода П.А., Бобиев О.Ғ.</p>	
<p>Сарзамин</p>	<p>Ҷумҳурии Тоҷикистон</p>	
<p>Муаллиф(он) Бобиев О.Ғ.</p>	<p>Яминзода З.А., Икромӣ М.Б., Олимбойзода П.А., Бобиев О.Ғ.</p>	
<p>Аввалияти ихтироъ</p>	<p>13.08.2020</p>	
<p>Табриқи рузи пешниҳоди ариза</p>	<p>13.08.2020</p>	
<p>Ариза</p>	<p>№ 2001457</p>	
<p>Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои</p>	<p>Ҷумҳурии Тоҷикистон 14 апрели с. 2021 ба қайд гирифта шуд</p>	
<p>Нахустпатент</p>	<p>этибор дорад аз 13 августи</p>	<p>с. 2020 то 13 августи с. 2030</p>
	<p>ДИРЕКТОР</p>	<p>Исмомилзода М.</p>

ҶУМҲУРИИ  
ТОҶИКИСТОН



ИДОРАИ  
ПАТЕНТӢ

# НАХУСПАТЕНТ

№ ТҶ 1259

БА ИХТИРОИ

*Воситаи шӯянда барои шустани матоъҳои рангшудаи пахтагин*

Дорандаи нахустпатент Яминзода Заррина Акрам

Сарзамин Ҷумҳурии Тоҷикистон

Муаллиф(он) Яминзода З.А., Анушервони Ш., Одинцова О.И.,  
Икромӣ М.Б., Бобиев О.Е., Олимбойзода Ш.А.

Аввалияти ихтироъ 15.09.2021

Таърихи рузи пешниҳоди ариза 15.09.2021

Аризаи № 2101589

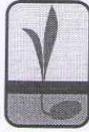
Дар Феҳристи давлатии ихтироъҳои

Ҷумҳурии Тоҷикистон 5 майи с. 2022 ба қайд гирифта шуд

Нахустпатент  
эътибор дорад аз 15 сентябри с. 2021 то 15 сентябри с. 2031

ДИРЕКТОР

Исмоилзода М.



ВАЗОРАТИ РУШДИ ИҚТИСОД ВА САВДОИ  
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН  
**Муассисаи давлатии**  
**Маркази миллии патенту иттилоот**

Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе,  
734042, кӯчаи Айни 14а

Тел: (992-37) 2214760; факс: (992-37) 2222138;  
E-mail: tajpatent.info@gmail.com; www.tajpatent.tj

№ \_\_\_\_\_

Ба Яминзода З. А.  
ш. Душанбе, кӯч.  
Хувайдуллоев 272/2, х 41  
Тел: 900-28-10-85

**ХАБАРНОМА**

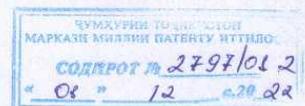
дар бораи натиҷаи мусбати экспертизаи расмӣ

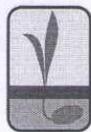
№ ариза: 2201761
Номи ихтироъ: Тарзи ҳосилкунии маҳлули ранг аз пусти чинор барои рангуборкунии матоъҳои нассочӣ берангсоби́ткунандаҳо
Аризадиҳанда (гон): Яминзода З.А. (ТҶ); Икромӣ М. Б. (ТҶ); Олимбойзода П.А. (ТҶ); Бобиев О.Ф. (ТҶ); Анушервони Ш. (ТҶ)
Ба маълумоти шумо мерасонем, ки экспертизаи расмӣ ариза бо натиҷаи мусбат ба охир расид.
Маълумоти иловагӣ ба аризадиҳанда:
<input checked="" type="checkbox"/> аввалият мувофиқи банди якуми моддаи 17 Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи ихтироъ» аз санаи «25» ноябри соли 2022 муқаррар карда шуд
<input type="checkbox"/> хоҳиши Шумо оид ба муқаррар намудани аввалият аз рӯи санаи дар дархост нишондодашуда, дар рафти экспертизаи моҳиятии ариза дида баромада мешавад.
<input type="checkbox"/> хоҳиши Шумо оид ба муқаррар намудани аввалият аз рӯи санаи дар дархост нишондодашуда, дар рафти экспертизаи пешакии ариза дида баромада мешавад.
<input checked="" type="checkbox"/> экспертизаи пешакии ариза пас аз ворид шудани дархост ба Идораи патентӣ ва пардохт намудани бочи дахлдор, гузаронида мешавад.
<input type="checkbox"/> экспертизаи моҳиятии ариза пас аз ворид шудани дархост ба Идораи патентӣ ва пардохт намудани бочи дахлдор, гузаронида мешавад.
<input type="checkbox"/> маводи иловагӣ (Рақами воридотиаш № _____ аз «_____» _____ соли 20 __) дар ҳолати тағйирдиҳии моҳияти ихтироъ, дар асоси қисми чоруми моддаи 20-и Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи ихтироъ» ҳангоми дида баромадани ариза ба назар гирифта намешавад
<input type="checkbox"/> Ариза бо вайрон намудани талаботи ягонагии ихтироъ пешниҳод карда шудааст. Дар давоми ду моҳ аз санаи гирифтани хабарномаи мазкур Шумо метавонед хабар расонед, ки кадоме аз объектҳои ошкоршуда бояд дида баромада шавад ва дар ҳолати зарурӣ, ба ҳуҷҷатҳои ариза ислоҳот дароред. Дар ҳолати дар санаи муқарраршуда хабар надодани Шумо, пешниҳоди аввалини дар формулаи ихтироъ овардашуда, дида баромада мешавад (қисми ҳаитум ва нуҳуми моддаи 19-и Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи ихтироъ»)

Муовини аввали Директор

Вализода Ш.Ш.

Иҷрокуанда: Назаров Б.  
Тел: 222-21-53





ВАЗОРАТИ РУШДИ ИҚТИСОД ВА САВДОИ  
ҶУМҲУРИИ ТОҶИКИСТОН

**Муассисаи давлатии  
Маркази миллии патенту иттилоот**

Ҷумҳурии Тоҷикистон, ш. Душанбе,  
734042, кӯчаи Айни 14а

Тел: (992-37) 2214760; факс: (992-37) 2222138;  
E-mail: tajpatent.info@gmail.com; www.tajpatent.tj

№ \_\_\_\_\_

Ба Яминзода З. А.  
ш. Душанбе, кӯч.  
Ҳувайдуллоев 272/2, х 41  
Тел: 900-28-10-85

**ХАБАРНОМА**

дар бораи натиҷаи мусбати экспертизаи расмӣ

№ ариза: 2201760
Номи ихтироъ: Тарзи ҳосилкунии маҳлули ранг аз усма барои рангуборкунии матоъҳои насочӣ бо рангсобиҷкунандаҳо
Аризадиханда (гон): Яминзода З.А. (ТҶ); Икромӣ М. Б. (ТҶ); Олимбойзода П.А. (ТҶ); Бобиев О.Ғ. (ТҶ); Анушервони Ш. (ТҶ)
Ба маълумоти шумо мерасонем, ки экспертизаи расмӣ ариза бо натиҷаи мусбат ба охир расид.
Маълумоти иловагӣ ба аризадиханда:
<input checked="" type="checkbox"/> аввалият мувофиқи банди якуми моддаи 17 Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи ихтироъ» аз санаи «25» ноябри соли 2022 муқаррар карда шуд
<input type="checkbox"/> хохиши Шумо оид ба муқаррар намудани аввалият аз рӯи санаи дар дархост нишондодашуда, дар рафти экспертизаи моҳиятии ариза дида баромада мешавад.
<input type="checkbox"/> хохиши Шумо оид ба муқаррар намудани аввалият аз рӯи санаи дар дархост нишондодашуда, дар рафти экспертизаи пешакии ариза дида баромада мешавад.
<input checked="" type="checkbox"/> экспертизаи пешакии ариза пас аз ворид шудани дархост ба Идораи патентӣ ва пардохт намудани бочи дахлдор, гузаронида мешавад.
<input type="checkbox"/> экспертизаи моҳиятии ариза пас аз ворид шудани дархост ба Идораи патентӣ ва пардохт намудани бочи дахлдор, гузаронида мешавад.
<input type="checkbox"/> маводи иловагӣ (Рақами воридотиаш № _____ аз «_____» _____ соли 20 __) дар ҳолати тағйирдиҳии моҳияти ихтироъ, дар асоси қисми чоруми моддаи 20-и Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи ихтироъ» ҳангоми дида баромадани ариза ба назар гирифта намешавад
<input type="checkbox"/> Ариза бо вайрон намудани талаботи ягонагии ихтироъ пешниҳод карда шудааст. Дар давоми ду моҳ аз санаи гирифтани хабарномаи мазкур Шумо метавонед хабар расонед, ки кадоме аз объектҳои ошкоршуда бояд дида баромада шавад ва дар ҳолати зарурӣ, ба ҳуҷҷатҳои ариза ислоҳот дароред. Дар ҳолати дар санаи муқарраришуда хабар наёвондан Шумо, пешниҳоди аввалини дар формулаи ихтироъ овардашуда, дида баромада мешавад (қисми ҳаитум ва нуҳуми моддаи 19-и Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи ихтироъ»)

Муовини аввали Директор

Вализода Ш.Ш.

Ичрокунанда: Назаров Б.  
Тел: 222-21-53



«УТВЕРЖДАЮ»  
 Генеральный директор ООО «Нассочи точик»  
 Чомахмадов Х.Х.  
 «01» Октября 2012г.

АКТ № 2

«01» Октября 2012г.

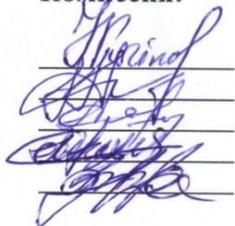
г. Душанбе

Мы, нижеподписавшиеся комиссия, Каримов И.Х. - главный инженер фабрики «Бофанда 2» ООО «Нассочи точик», Сунатов А.М. - начальник планового отдела ООО «Нассочи точик», Шехов Р.М. - начальник ткацкого цеха фабрики «Бофанда 2» ООО «Нассочи точик», Алиев З. - начальник подготовительного отдела фабрики «Бофанда 2» ООО «Нассочи точик» и Сафаров И.С. - главный бухгалтер ООО «Нассочи точик» составили настоящий акт о том, что разработанная технология «Рецепт шлихты из шелковых отходов для шлихтования хлопчатобумажных основ», внедрена в ткацком цеху ООО «Нассочи точик».

Разработка рецепта шлихты из шелковых отходов, позволит получить шлихту из натуральных волокон отходов шелкомотания. Использование шлихты из шелковых отходов, улучшает качество суровой ткани, т.е. путем внедрения данной разработки предприятие получит более прочную ткань и гладкую пряжу. Применение шлихты, дает возможность переработать все шелковые отходы.

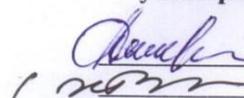
Получен экономический эффект в размере 40167 сомони.

**ПРИНЯЛА  
Комиссия:**



Каримов И.Х.  
 Сафаров И.С.  
 Сунатов А.М.  
 Шехов Р.М.  
 Алиев З.

**Разработчики из Технологического  
университета Таджикистана:**

 Яминова З.А.  
 к.т.н., доцент Ишматов А.Б.

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор ООО «Нассоджи тоджик»

Джонмахмадов Х.Х.

«29» января 2014г.



АКТ № 1

«29» января 2014г.

г. Душанбе

Мы, нижеподписавшиеся представители заказчика, начальник прядильного производства ООО «Нассоджи тоджик» - Каримов И.Х., заведующий производственной лабораторией ООО «Нассоджи тоджик» - Гафурова М.Н., начальник планового отдела ООО «Нассоджи тоджик» Суннатов - А.М., главный бухгалтер ООО «Нассоджи тоджик» - Сафаров И.С с одной стороны и представитель исполнителя соискатель кафедры «Технология текстильных изделий и конструирования одежды» Технологического университета Таджикистана Яминова З.А., д.т.н., и.в., проф. Ишматов А.Б. и к.т.н., и.в., проф. Хакимов Г.К. с другой стороны, составили настоящий акт в том, что в результате внедрения работы по получению хлопкошелковой пряжи из шелковых отходов и хлопкового волокна 5 типа 2 сорта линейной плотности 18 текса и использована в утке при выработке опытной ткани платьевого назначения. Получен экономический эффект от снижения обрывности основных нитей и себестоимости пряжи в размере 1827,5 сомони на 1000 кг. смеш. пряжи.

От заказчика:

Каримов И.Х.

Гафурова М.Н.

Суннатов А. М.

Сафаров И.С.

От исполнителя:

Яминова З.А.

Ишматов А.Б.

Хакимов Г.К.

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Проректор по науке и внедрению  
 Технологического университета  
 Таджикистана  
 д.т.н., проф. Гафаров А.А.  
 « 2 » 02 2022

«УТВЕРЖДАЮ»  
 Генеральный директор ООО  
 «ПО Нассочи точик» г. Душанбе  
 Джумахмадов Х.Х.  
 « 08 » февраля 2022

### АКТ

#### производственных испытаний технологии крашения текстильных материалов природными красителями, выделенными из растений Таджикистана

Мы, нижеподписавшиеся представители Технологического университета соискатель кафедры «Технология текстильных изделий» Олимбойзода Парвина; к.х.н., доцент Икромии М.Б.; к.т.н., доцент Яминзода З.А.; к.т.н., и.о. доцента Бобиев О.Г. с одной стороны и представители ООО «ПО Нассочи точик» города Душанбе директор фабрики отделочного производства и главный инженер Азимов Д.М., начальник планового отдела Сунатов А. главный технолог и заведующий производственной лаборатории Хасанов С.М. с другой стороны составили настоящий акт о производственных испытаниях технологии беспротравного и протравного крашения целлюлозных и белковых текстильных материалов природными красителями, разработанной на кафедре кафедры «Технология текстильных изделий» Технологического университета Таджикистана.

Технологический процесс крашения в производственных условиях проводили периодическим способом на производственной линии с использованием красителей, выделенных из растительного сырья, произрастающего в Таджикистане, по способу, также разработанному на кафедре «Технология текстильных изделий» Технологического университета Таджикистана. Крашение проводили без протрав и с использованием протрав.

При крашении без протрав в полученный кипящий красильный экстракт помещали предварительно смоченные образцы расплихтованной отбеленной хлопчатобумажной или шелковой ткани и проводили крашение в течение 2 часов при постоянном помешивании при температуре 95-100°C и модуле ванны 1:25, соответствующем оптимальным условиям крашения, когда ткань полностью погружается в раствор и легко перемешивается. Для улучшения выбирания красителя волокном и умягчения воды в красильную ванну вводили нейтральный электролит и соду через 30 минут после начала процесса.

При крашении с использованием протрав, обработку протравами проводили перед крашением. Для протравливания использовали 1% растворы хлоридов и сульфатов алюминия, магния, железа. Для протравливания образцы ткани погружали в 1%-ный раствор соли металла при температуре раствора не выше 60°C в течение 20 мин и постоянном перемешивании. После протравливания ткань тщательно промывали и высушивали.

Окрашенные по испытуемой технологии ткани были подвергнуты физико-химическим обработкам. Полученные результаты показали, что ткани, окрашенные природными красителями по предлагаемой технологии, имеют удовлетворительный цвет, устойчивость окрасок к мокрым обработкам отвечают требованиям ГОСТов.

**Заключение:** Промышленная апробация показала, что предлагаемый способ окрашивания хлопчатобумажных и шелковых тканей не представляет технологических сложностей и не требует специального оборудования, по цвету и физико-химическим показателям соответствуют требованиям, предъявляемым к текстильной продукции. Предлагаемые природные красители, способ их применения и использованные протравы (соли алюминия, магния, железа) и позволяют значительно повысить экологическую безопасность, как самих тканей, так и производства. Разработанная технология, предлагаемые природные красители и протравы имеют востребованность во многих направлениях текстильной и швейной промышленности, и имеет экологическую важность так и для организма человека, также уменьшение токсичности сточных вод.

**От ТУТ**

Соискатель кафедры «ГТИ»

 Олимбойзода П.А.

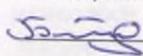
К.х.н., доцент

 Икромии М.В.

К.т.н., доцент

 Яминзода З.А.

К.т.н., и.о. доцента

 Бобиев О.Г.



**От ООО «ПО Нассочй точик»**

Директор фабрики и главный инженер

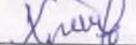
 Азимов Д.А.

Начальник планового отдела

 Сунатов А.

Главный технолог и зав. пр.

лабораторией

 Хасанов С.М.



«СОГЛАСОВАНО»

Проректор по науке и внедрения  
Технологического университета  
Таджикистанад.т.н., профессор Гафаров А.А.  
«17» 05 2022г

«УТВЕРЖДАЮ»

генеральный директор  
ООО «ВАХДАТ - ТЕКСТИЛЬ»  
Хатлонская область, Яванский районМирзоев Б.  
«17» 05 2022г

## АКТ О ВНЕДРЕНИИ

### Результатов научно-исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся представители Технологического университета Таджикистана, соискатель кафедры технологии текстильных изделий Олимбойзода П.А.; к.х.н., профессор кафедры химии Икромии М.Б.; к.т.н., доцент кафедры технологии текстильных изделий Яминзода З.А.; к.т.н., и.о. доцента кафедры технологии текстильных изделий Бобиев О.Г. и представители ООО «Вахдат-текстиль» Яванского района главный технолог и заведующий производственной лабораторией Мирзоев С. с другой стороны, составили настоящий акт в том, что внедрены результаты научных исследований по разработке крашения носочных изделий растительными красителями местного происхождения. Использование природных красителей растительного происхождения позволяет повысить качественные показатели продукции и экологическую безопасность продукции

Расчетно – экономический эффект от внедрения результатов научно-исследовательской работы по указанной теме на данном предприятии на 1000 пар носков составляет 2400 сомони.

Данный акт внедрения не ведет к взаимным финансовым расчетам.

От ТУТ

Соискатель кафедры «ТТИ»

Олимбойзода П.

К.х.н., доцент

Икромии М.Б.

К.т.н., доцент

Яминзода З.А.

К.т.н., и.о. доцента

Бобиев О.Г.



От ООО «ВАХДАТ-текстиль»

Главный технолог и зав. пр. лабораторией

Мирзоев С.



«СОГЛАСОВАНО»

Проректор по науке и внедрения  
Технологического университета  
Таджикистана  
д.т.н., профессор Гафоров А.А.  
«3» 03 2022г

«УТВЕРЖДАЮ»  
генеральный директор  
ООО «ПО Нассочи точик»  
города Душанбе  
Джомомадодов Х.Х.  
«3» 03 2022г

### АКТ О ВНЕДРЕНИИ результатов научно – исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся представители Технологического университета Таджикистана, к.т.н., доцент Яминзода З.А.; к.т.н., и.о. доцента Бобиев О.Г.; к.х.н., доцент Икромии М.Б. соискатель кафедры «Технология текстильных изделий» Анушервони Шовалихон с одной стороны и представители ООО «ПО Нассочи точик» города Душанбе директор фабрики отделочного производства и главный инженер Азимов Д.М., начальник планового отдела Сунатов А. главный технолог и заведующий производственной лабораторией Хасанов С.М. с другой стороны, составили настоящий акт об использовании результатов научно - исследовательской работы по теме **«Разработка моющего средства для промывки окрашенных хлопчатобумажных тканей»** в производстве.

В соответствии с выбранными критериями оценки: изменением моющей способности ПАВ, степени десорбции активного красителя с текстильного материала, пенообразования пропиточного раствора и устойчивости окрасок промытых тканей к мокрым обработкам и сухому трению обоснован состав нового моющего препарата. Разработанная композиция использована на текстильном предприятии отделочной фабрики в качестве экологического безопасного моющего средства для мыловки текстильных материалов, колорированных активными красителями.

Расчетно-экономический эффект от внедрения результатов научно-исследовательской работы по указанной теме на одном предприятии при оптимизации процесса составляет 662016 сомони, или 5259193,20 рублей.

Данный акт о внедрении не ведет к взаимным финансовым расчетам.

*Научные консультанты данной исследовательской работы:*  
Д.т.н., профессор Одинцова О.И.

От ТУТ

К.т.н., доцент  
Яминзода З.А.  
К.т.н., и.о. доцента  
Бобиев О.Г.  
К.х.н., доцент  
Икромии М.Б.  
Соискатель кафедры «ТТИ»  
Анушервони Ш.



От ООО «ПО Нассочи точик»

Директор фабрики и главный инженер  
Азимов Д.А.  
Начальник планового отдела  
Сунатов А.  
Главный технолог и зав. пр. лабораторией  
Хасанов С.М.



“СОГЛАСОВАНО”

проректор по науке и внедрению  
Технологического университета  
Таджикистана  
д.т.н., профессор Гафаров А.А.  
“ 2 ” *март* 2022г

“УТВЕРЖДАЮ”  
Генеральный директор ООО  
“НОХИД” г. Истаравшан  
Фозилов М.Р.  
“ 5 ” *март* 2022г



### АКТ О ВНЕДРЕНИИ

#### результатов научно – исследовательской работы

Мы, нижеподписавшиеся представители Технологического университета Таджикистана, к.т.н., доцент Яминзода З.А.; к.т.н., и.о. доцента Бобиев О.Г.; к.х.н., доцент Икрами М.Б., соискатель кафедры «Технология текстильных изделий» Анушервони Шовалихон с одной и представители ООО “НОХИД” г. Истаравшан, главный технолог – Атхамов К. с другой стороны, составили настоящий акт об использовании результатов научно - исследовательской работы по теме «**Разработка моющего средства для промывки окрашенных хлопчатобумажных тканей**» в производстве.

В соответствии с выбранными критериями оценки: изменением моющей способности ПАВ, степени десорбции активного красителя с текстильного материала, пенообразования пропиточного раствора и устойчивости окрасок промытых тканей к мокрым обработкам и сухому трению обоснован состав нового моющего препарата. Разработанная композиция использована на текстильном предприятии отделочной фабрики в качестве экологически безопасного моющего средства для мыловки текстильных материалов, колорированных активными красителями.

Расчетно-экономический эффект от внедрения результатов научно-исследовательской работы по указанной теме на одном предприятии при оптимизации процесса составляет 662016 сомони, или 5259193,20 рублей.

Данный акт о внедрении не ведет к взаимным финансовым расчетам.

Научные консультанты данной исследовательской работы:

Д.т.н., профессор Одинцова О.И.

От ТУТ

соискатель кафедры “ТТИ”  
*Анушервони Ш.* Анушервони Ш.  
Доцент кафедры “ТТИ”  
*Яминзода З.А.* Яминзода З.А.  
Профессор кафедры химии  
Икрами М.Б.  
доцента кафедры “ТТИ”  
Бобиев О.Г.



От ООО “Нохид”

Главный технолог  
*Атхамов К.* Атхамов К





В соответствии с рассчитанными коллоидными характеристиками и выбранными практическими критериями оценки: изменением моющей способности ПАВ, степени десорбции активного красителя с текстильного материала, пенообразования пропиточного раствора и устойчивости окрасок промытых тканей к мокрым обработкам и сухому трению **обоснован и разработан** состав нового моющего препарата).

- **Обоснованы и оптимизированы** условия экстракции красящих веществ из выбранных растений (вайда, кора чинара, корень барбариса, марена, роза, ревень, гармала, зверобой, сафлор) в водной среде. **Установлены** оптимальные условия выделения указанных веществ из растительного сырья – наиболее полно красящие вещества извлекаются при кипячении водой в течение 2 или 3 часов при соотношении сырья и экстрагента 1:20. По разработанному методу получены красители из зверобоя и гармалы в виде жидкого экстракта и в виде порошка.
- **Изучены** составы экстрактов растений вайды, коры чинара, корня барбариса, марены, розы, ревеня, гармалы, зверобоя, сафлора и определены условия их применения в качестве красителей для текстиля.
- **Исследован** процесс крашения натуральных тканей без протрав красителями, полученными из растений вайда, кора чинара, корень барбариса, марена, роза, ревень, гармала, зверобой и сафлор экстракцией водой. Установлено, что текстильные натуральные ткани можно окрашивать указанными красителями без протрав периодическим способом в присутствии электролита - хлорида или сульфата натрия. **Установлены** оптимальные параметры процесса крашения – модуль ванны, время и температура крашения.
- **Выявлены** бактериостатические свойства и антибактериальная активность натуральных красителей. **Оценены** колористические характеристики окрасок текстильных материалов, полученных из экстрактов зверобоя и гармалы, на основе которых построены цветовые охваты и обоснована экологическая эффективность.
- **Разработаны** технологические схемы выделения природных красителей и их применения для крашения белковых и целлюлозных тканей.
- **Разработаны** способы беспротравного и протравного крашения натуральных тканей красителями, извлеченными из вайды, коры чинара, корня барбариса, марены, розы, ревеня, гармалы, зверобоя, сафлора.
- **Предложена** технология микрокапсулирования биологически активных веществ с использованием для построения архитектуры капсулы серицина. **Теоретически обоснован** выбор пары биополиэлектролитов для синтеза оболочки капсулы и получения агрегативно устойчивой дисперсии наночастиц. **Показано** влияние состава и строения оболочки капсулы на скорость выделения БАВ из ядра капсул.
- **Разработана** технология иммобилизации капсулированного БАВ на текстильном материале, обеспечивающая высокие технические характеристики отделанной ткани.

#### **Реализация материалов диссертации Яминзода Заррина Акрам в учебном процессе:**

В учебных процессах кафедры технологии текстильных изделий при изучении дисциплин «Химия волокон и красителей», «Текстильное материаловедение», «Химическая технология текстильных материалов», «Технология и оборудования отделочного производства», выполнении курсовых работ, при подготовке ВКР бакалавров и диссертации магистрантов, научно-исследовательских работ по направлению крашение и отделка тканей, а также при выполнении научно-исследовательских работ студентами. Использование указанных инновационных разработок и результатов внедрения позволяет повысить качество освоения вышеуказанных дисциплин с учетом современных научных и практических требований.

**Материалы диссертации использованы в следующих документах, материалах и разработках:**

***Статьи, опубликованные в изданиях из перечня ведущих рецензируемых журналов, рекомендованных ВАК при Президенте Республики Таджикистан, ВАК Российской Федерации, Скопус:***

1. Яминова З.А. Применение серицина для шлихтования основ/ Ишматов А.Б., Яминова З.А., Рудовский П.Н.// изв. ВУЗов. Технология текстильной промышленности. – 2012. – № 6. -с. 110-113.
2. Яминова З.А. Об утилизации некоторых отходов шелкомотальных фабрик/ Яминова З.А., Ишматов А.Б.// Вестник Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими.- 2013.- № 4(24).-с. 31-36.
3. Яминова З.А. Разработка рецепта шлихты из шелковых отходов для шлихтования х/б основ/ Яминова З.А.// Вестник Таджикского технического университета им. акад. М.С. Осими. - 2013. - № 2 (22). - с. 64-69.
4. Яминова З.А. Обоснование режимов получения серицина в виде порошка для приготовления шлихты/ Ишматов А.Б., Яминова З.А., Рудовский П.Н.// Изв. ВУЗов. Технология текстильной промышленности.-2015.-№6(360).-с.79-83.
5. Яминова З.А. Исследование физико-механических свойств хлопкошелковой пряжи/ Яминова З.А., Ишматов А.Б.// Научный журнал. ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО. №2 (38) (до 2016 года “Вестник КГТУ”). С.–16-18. ISSN-2587-6147. Кострома,-2017.
6. Яминзода З.А. Разработка технологии приготовления основы из хлопчатобумажной пряжи с использованием экстракта серицина полученного из отходов шёлка / Яминзода З.А., Плеханов А.Ф., Одинцова О.И., Федорова Н.Е.// “Текстильная и лёгкая промышленность”. № 3-4., 2018. с. 45-48. – Москва 2019 / ISSN 2541-8033.
7. Яминзода З.А. Исследование технологии приготовления основы из хлопчатобумажной пряжи с использованием экстракта серицина полученного из отходов шёлка / Яминзода З.А., Плеханов А.Ф., Одинцова О.И., Федорова Н.Е.// “Текстильная и лёгкая промышленность”. № 2-3., 2019. с. 39-41. – Москва 2020 / ISSN 2541-8033.
8. Яминзода З.А. Протравное крашение целлюлозных текстильных материалов экстрактами зверобоя// Яминзода З.А., Олимбойзода П.А., Икроми М.Б.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2020. –№3(42)2020. – с. 46-52. ISSN-2707-8000.
9. Яминзода З.А. Новые текстильные материалы с улучшенными свойствами /-Мухиддинов З.К., Яминзода З.А., Анушервони Ш.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2020. –№3(42)2020. – с. 69-75. ISSN-2707-8000.
10. Яминзода З.А. Оптимизация технологии «холодного» способа беления хлопчатобумажных тканей с помощью новых ПАВ/ Яминзода З.А., Анушервони Ш., Одинцова О.И.// Научно-технический журнал. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования - 2021.- № 1(53). ISSN-2520-2227 -с. 43-47.
11. Яминзода З.А. Роль ПАВ в процессах подготовки текстильных материалов/ Яминзода З.А., Анушервони Ш., Одинцова О.И.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2021. –№1(44)2021. – с. 28-35. ISSN-2707-8000.
12. Яминзода З.А. Перспективные способы антибактериальной отделки текстильных материалов/ Петрова Л.С., Яминзода З.А., Одинцова О.И., Смирнова А.С.// Российский химический журнал ( Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева), 2021, т. 65. LXV, №2. ISSN: 1024-6215. С. 74-86.

13. Yaminzoda Z.A. Promising Methods of Antibacterial Finishing of Textile Materials/ Petrova L.S., Yaminzoda Z.A., Odintsova O.I., Smirnova A.S. // Russian Journal of General Chemistry, 2021, Vol. 91, No. 12, pp. 2758–2767. Pleiades Publishing, Ltd., 2021. Russian Text © The Author(s), 2020, published in Rossiiskii Khimicheskii Zhurnal, 2021, Vol. 65, No. 2, pp. 67–82. ISSN 1070-3632.
14. Яминзода З.А. О химизме крашения целлюлозных материалов экстрактами зверобоя/ Икроми М.Б., Олимбойзода П., Яминзода П.А.// Научно технический журнал. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования - 2021.- № 2(54). ISSN-2520-2227 с. 46-49.
15. Яминзода З.А. Физико – химические методы извлечения натуральных красителей из растений и их применение для окрашивания хлопчатобумажных тканей/Яминзода З.А.// Научно технический журнал. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования - 2021.- № 2(54). ISSN-2520-2227 с. 61-65.
16. Яминзода З.А. Обоснование крашения целлюлозных текстильных материалов экстрактами зверобоя/ Яминзода З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2021. – №3(46)2021. – с. 163-172. ISSN-2707-8000.
17. Яминзода З.А. Способы выделения серицина из шелковых отходов и перспективы его использования/ Яминзода З.А.// Вестник Таджикского национального университета Серия естественных наук 2021. № 3. – с. 213-223. ISSN 2413-452X.
18. Яминзода З.А. Перспективные крашения натуральными красителями текстильных материалов/ Яминзода З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2021. –№4(47)2021. – с. 131-138. ISSN-2707-8000.
19. Яминзода З.А. Исследование влияния природы поверхностно-активных веществ на поверхностное натяжение и их адсорбцию на границе раздела раствор-воздух / Яминзода З.А., Одинцова О.И., Анушервони Ш.// Научно технический журнал. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования - 2021.- № 3(55). ISSN-2520-2227 с. 46-53.
20. Яминзода З.А. Изучение свойств поверхностно-активных веществ, определяющих эффективность крашения и промывки текстильных материалов / Яминзода З.А.// Научный журнал. ТЕХНОЛОГИИ И КАЧЕСТВО / TECHNOLOGIES & QUALITY. 2022. № 1(55). (до 2016 года “Вестник КГТУ”). С.–29-35. ISSN-2587-6147. Кострома.-2022. doi 10.34216/2587-6147-2022-1-55-29-34.
21. Яминзода З.А. Биоустойчивость хлопковых тканей, окрашенных природными красителями / Яминзода З.А.// Наука и инновация Таджикского национального университета Серия геологических и технических наук 2022. № 1. – с. 188-197. ISSN 2664-1534.
22. Яминзода З.А. Устойчивость окраски хлопковых тканей, окрашенных природными красителями зверобоя и гармалы к мокрому обработкам / Олимбойзода П.А., Икроми М.Б., Яминзода З.А.// Наука и инновация Таджикского национального университета Серия геологических и технических наук 2022. № 1. – с. 147-156. ISSN 2664-1534.
23. Яминзода З.А. Разработка состава моющей композиции/ Одинцова О.И., Яминзода З.А., Анушервони Ш., Петрова Л.С.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. –№2(49)2022. – с. 10-17. ISSN-2707-8000 ISBN978-99947-0-022-6.
24. Яминзода З.А. Крашение тканей из природных волокон экстрактами вайды / Яминзода З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. –№2(49)2022. – с. 121-127. ISSN-2707-8000.
25. Яминзода З.А. Анализ состояния текстильных производств республики Таджикистан/ Яминзода З.А., Олимбойзода П.А., Джалилов Ф.Р.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. –№3(50)2022. – с. 121-129. ISSN-2707-8000.

6. Яминзода З.А. Получение красящего экстракта из коры чинара для крашения текстильных натуральных материалов/Яминзода З.А., Икроми М.Б., Олимбойзода П., Бобиев О.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. –№4(51)2022. Часть 2 – с. 96-105. ISSN-2707-8000.
27. Яминзода З.А. Исследование состава полиэлектролитной оболочки капсул из серицина для придания антибактериальной отделки / Яминзода З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2022. –№4(51)2022. Часть 1 – с. 96-106. ISSN-2707-8000.

*Статьи в международных журналах*

28. Yaminova Z.A. Physical and chemical aspects of obtaining of sericin from silk waste to size cotton yarn./ Yaminova Z.A. // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. Vienna. - 2015.-№ 1–2.- p.121-123.
29. Яминова З.А. Эффективность применения бикомпонентной пряжи при выработке тканей/ Яминова З.А., Ишматов А.Б.// European Applied Sciences is an international. German. №3-2018. p.11-16. 500 copies/ ISSN 2195-2183.
30. Yaminova Z.A. Designing the silk waste output in a local production/ Yaminova Z.A., Odincova O.I., Plekhanov A.F. // European journal Annali d'Italia (Italy's scientific journal)/ #1 2019. ISSN 3572-2436. Florence, Italy. p/ 26-29.
31. Яминзода З.А. Пути совершенствования технологий подготовки целлюлозных материалов/ Яминзода З.А., Анушервони Ш., Одинцова О.И.// American Scientific Journal № (49) / 2021. "ASJ" (American Science Review) / 2021 Vol.1. DOI: 10.31618/asj.2707-9864.2021.1.49. / ISSN – 2707-9864// с. 52-57.

*Статьи в других журналах*

32. Яминова З.А. Совершенствование технологии переработки натурального шелка /Ишматов А.Б., Яминова З.А.// «Труды ТУТ» Технологического университета Таджикистана. – 2008. – с. 142-149.
33. Яминова З.А. Анализ существующего технологического процесса приготовления основ из нитей натурального шелка / Ишматов А.Б., Яминова З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2010. –№2(16). – с. 45-52. ISBN978-99947-0-022-6.
34. Яминова З.А. Производство шелковой пряжи/ Ишматов А.Б., Яминова З.А.// Вестник Технологического университета Таджикистана. – 2012. – с. 128-129. ISBN978-99947-0-022-6.
35. Яминова З.А. Шлихтование хлопчатобумажной пряжи с клеящим свойством экстракта кокона/ Яминова З.А.// «Вестник ТУТ». – 2014. -№2(23). – с. 29-31. ISBN978-99947-0-022-6.
36. Яминова З.А. Использование шликты из шелковых отходов / Яминова З.А.// Научно-практический журнал «Промышленная собственность и рынок» Национального патентно-информационного центра. - 2015. – с.45-47.
37. Яминова З.А. Замена пищевых продуктов при шлихтовании нитей/ Ишматов А.Б., Яминова З.А., Норматова З.// «Вестник ТУТ». – 2015.-№1(24). – с. 23-27. ISBN978-99947-0-022-6.
38. Яминова З.А. Совершенствование шелковой отрасли в Республике Таджикистан/ Ишматов А.Б., Рахматова Г.А., Яминова З.А.// «Вестник ТУТ». – 2018. -№1(32). – с. 41-48. ISBN978-99947-0-022-6.

*Статьи в материалах конференций*

39. Яминова З.А. Исследование клеящих свойств экстракта/ Яминова З.А., Ишматов А.Б. // *Материалы международной научно-практической конференции «Перспективы развития научных исследований в 21 веке»*. -г. Махачкала РФ. – 2013. – с. 88-91.
40. Яминова З.А. Физико-механические свойства хлопчатобумажной пряжи ошлихтованной с экстрактом серицина полученной из шелковых отходов/ Яминова З.А., Ишматов А.Б., Анушервони Ш.// *Материалы Республиканской научно-практической конференции «Наука и инновационная среда»*. – 2014.– с.71-74.
41. Яминова З.А. Технология шлихтования хлопчатобумажной пряжи композициями на основе серицина/ Яминова З.А.// *Материалы международной научно-практической конференции «Инновационное развитие РТ: проблемы науки и образования» (18-19 декабря 2015г.) Технологического университета Таджикистана*. – 2015. - с. 29-32.
42. Яминова З.А. Получения порошка серицина из шелковых отходов при разных со отношениях/ Яминова З.А., Ишматов А.Б., Горшкова Р.М.// *Материалы первого международного молодежного форума «Молодежь – интеллектуальный потенциал развития страны»*.- 2015.- с. 410-412.
43. Яминова З.А. Получение экстракта серицина из шелковых отходов в лабораторных условиях/ Яминова З.А.// *Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX)*.-2015.-Т313№1-1(1).-с. 235-238.
44. Яминова З.А. Получение раствора из серицина и КМЦ в лабораторных условиях для рассмотрения нового рецепта шлихты/Яминова З.А.// *Сборник статей и тезисов республиканской научно-практической конференции АН РТ «Роль молодёжи в развитии отечественной науки»*.- 2015.- с. 189-191.
45. Яминова З.А. Шлихта из раствора экстракта шелковых отходов/ Ишматов А.Б., Яминова З.А.// *Материалы международной научно-практической конференции «Инновации в науке, образовании и производстве Казахстана» 17-18 ноября 2016 г. Евразийский технологический университет. Казахстан*.-2016.-с. 151-153.
46. Яминова З.А. Шлихта из шелковых отходов/ Яминова З.А.// *Материалы научно-практической конференции «Наука, образование, инновации: апробация результатов исследований»*. - г. Прага, Чехия. – 2017. – с. 209-213.
47. Яминова З.А. Вязкостные характеристики экстракта серицина/Яминова З.А., Горшкова Р.М.// *Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Текстильная химия: традиции и новации» 27-28 февраля 2017. Ивановский государственный химико-технологический университет. Иваново. РФ. С. 69-70.*
48. Яминова З.А. Рецепт шлихты для хлопчатобумажных пряж, позволяющий возможность исключения расшлихтовки/ Яминова З.А., Ишматов А.Б.// *Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Текстильная химия: традиции и новации» 27-28 февраля 2017. Ивановский государственный химико-технологический университет. Иваново. РФ. С. 21-22.*
49. Яминова З.А. Study of physical and mechanical properties cotton-silk yarn /Яминова З.А.// *Материалы №59 научно-технической конференции «Молодой ученый-вызовы и перспективы»*, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова Часть 2. Бишкек - 2017. С.-325-330.
50. Яминова З.А. Исследование фиксации красителя волокном, при крашении хлопчатобумажных тканей/Яминова З.А., Ишматов А.Б., Одинцова О.И.// *Материалы №59 научно-технической*

- конференции «Молодой ученый-вызовы и перспективы», Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова Часть 2. Бишкек -2017. С.-317-320.
51. Яминова З.А. Оптимизация шлихтующего состава на основе экстракта серицина/ Яминова З.А., Ишматов А.Б., Икроми М.Б.// Материалы Международной научно-практической конференции «Новые вопросы в современной науке». 28 ноября 2017. г. София, Болгария.- 2017. С.-70-76.
  52. Яминзода З.А. Разработка технологии производства бикомпонентной пряжи из экстрагированной волокнистой массы/Яминзода З.А.// Международная научно-практическая конференция «Текстильная химия: традиции и новации-2019» (Мельниковские чтения) 2-4 апреля 2019 г.. ИГХТУ. -2019. Иваново. С.- 96-101.
  53. Яминзода З.А. Влияние серицина как шлихта на крашение целлюлозной ткани/ Яминзода З.А., Икроми М.Б.// Международная научно-практическая конференция «Текстильная химия: традиции и новации-2019» (Мельниковские чтения) 2-4 апреля 2019 г.. ИГХТУ. -2019. Иваново. С.- 102-106.
  54. Яминзода З.А. Спектроскопическое исследование крашения хлопчатобумажных тканей активными красителями/ Икроми М.Б., Яминзода З.А.// Международная научно-практическая конференция «Текстильная химия: традиции и новации-2019» (Мельниковские чтения) 2-4 апреля 2019 г.. ИГХТУ. -2019. Иваново. С.- 124-131.
  55. Яминзода З.А. Исследование технологии приготовления основы с использованием экстракта серицина полученного из отходов шёлка/ Яминзода З.А., Плеханов А.Ф., Одинцова О.И., Федорова Н.Е.// Сборник научных трудов Международного Косыгинского форума-2019 «Современные задачи инженерных наук». Международный научно-технический симпозиум «Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности». Москва. 2019 г.– С. 28-32. ISBN 978-5-87055-813-4.
  56. Яминзода З.А. Особенности активных красителей и крашения хлопковых волокон / Бобиев О.Г., Яминзода З.А.// Материалы международной научно-практической конференции «Обеспечение импортозамещающей отечественной продукцией в условиях устойчивого развития Республики Таджикистан в сотрудничестве со странами Средней Азии» (29-30 ноября 2019 года). Часть 1. – 173, С.-11-13.
  57. Яминзода З.А. Перспектива колорирования текстильных материалов природными растительными красителями/ Яминзода З.А., Икроми А.Б., Анушервони Ш.// Сборник материалов международной научно-практической конференции “Инновации и новые технологии в индустрии моды”. 23 ноября 2019 г. Ташкент. 378с. С. 191-194.
  58. Яминзода З.А. Активные красители –конкурентоспособные красители в процессе крашения текстильных материалов/ Бобиев О.Г., Яминзода З.А.// Сборник материалов республиканской научно-практической конференции “Конкурентные преимущества национальной экономики на пути к новой модели экономического роста”. 24-25 апреля 2020 года. Ч.-1. С.11-13. ТУТ. Душанбе.
  59. Яминзода З.А. Перспектива натуральных красителей из местных растений/ Олимбойзод П.А., Яминзода З.А., Икроми М.Б.// Сборник материалов республиканской научно-практической конференции “Конкурентные преимущества национальной экономики на пути к новой модели экономического роста”. 24-25 апреля 2020 года. Ч.-1. С.73-76 ТУТ. Душанбе.
  60. Яминзода З.А. Исследование влияния поверхностно-активных веществ на состояние активных красителей в растворе/ Анушервони Ш., Яминзода З.А.// The 5th International scientific and

- practical conference "European scientific discussions" (March 28-30, 2021) Potere della ragione Editore, Rome, Italy. 2021. 683 p. UDC 001.1, ISBN 978-88-32934-02-1.
61. Яминзода З.А. О перспективности крашения текстильных материалов природными красителями/ Олимбойзода П.А., Яминзода З.А., Икромии М.Б.// Сборник статей Международной научно-практической конференции «Перспективы развития и применения современных технологий» 22 апреля 2021 г. Петрозаводске. РФ. МЦНП «Новая наука». С. 15-21. DOI 10.46916/26042021-3-978-5-00174-206-7.
  62. Яминзода З.А. Пути интенсификации процесса крашения целлюлозных тканей активными красителями/ Яминзода З.А., Одинцова О.И., Анушервони Ш.// Сборник XI Международной научно-практической конференции "THE WORLD OF SCIENCE AND INNOVATION", 2-4 июня 2021г. Лондон, Великобритания. 1020 стр. ISBN-978-92-9472-197-6 с. 231-236.
  63. Яминзода З.А. Изучение возможности колорирования хлопковых тканей красящими экстрактами гармалы / Яминзода З.А., Олимбойзода П., Икромии М.Б.// Материалы IX Международной науч-прак. Конф. «Science and education in the modern world: challenges of the XXI century». (Технические науки)– Нур-Султан, Казахстан. 2021г. ISBN 978-601-332-271-1. С.35-37.
  64. Яминзода З.А. Физико-химическое обоснование крашения хлопковых текстильных материалов красителем из гармалы гармалы / Яминзода З.А., Олимбойзода П., Икромии М.Б.// The 4th International scientific and practical conference "Modern directions of scientific research development" (September 28-30, 2021) Bo Science Publisher, Chicago, USA. 2021. 493 p. ISBN 978-1-73981-126-6// home page: <https://sci-conf.com.ua>. с. 106-111.
  65. Яминзода З.А. Выбор поверхностно-активных веществ для микрокапсулирования витаминов / Одинцова О.И., Яминзода З.А., Липина А.А.// Международная научно-практическая конференция «Отечественный и зарубежный опыт при подготовке высококвалифицированных кадров для промышленных предприятий». Часть 2. Ташкент. Узбекистан. 2022. С. 122-126.
  66. Яминзода З.А. Экологические аспекты применения растительных красителей для колорирования текстильных материалов/ Яминзода З.А., Олимбойзода З.А., Одинцова О.И.// Международная научно-практическая конференция «Отечественный и зарубежный опыт при подготовке высококвалифицированных кадров для промышленных предприятий». Часть 2. Ташкент. Узбекистан. 2022. С. 126-129.
- Патенты.**
67. Способ получения порошка серицина из шелковых отходов. **Евразийский патент №029384** Российская Федерация, МПК D06M23/00 (2006.01); / патентообладатель Яминова Заррина Акрамовна; Бюл. № 3. Дата выдачи 30.03.2018. Авторы: **Яминова З.А.**, Ишматов А.Б., Горшкова, Р.М., Хакимов Г.К.
  68. Шлихта из карбоксиметилцеллюлозы и экстракта серицина, полученного из шелковых отходов. **Евразийский патент №023784** Российская Федерация, МПК D06M23/00 (2006.01); / патентообладатель Яминова Заррина Акрамовна; Бюл. № 7. Дата выдачи 30.11.2017. Авторы: **Яминова З.А.**, Ишматов А.Б., Горшкова Р.М.
  69. Способ получения комбинированной пряжи. Малый патент TJ 459. Республика Таджикистан. 2012. Авторы: **Яминова З.А.**, Ишматов А.Б.
  70. Способ получения шликты для хлопчатобумажной пряжи. Малый патент TJ 492. Республика Таджикистан, 2012. Авторы: **Яминова З.А.**, Ишматов А.Б.
  71. Способ получения порошка серицина. Малый патент TJ 625. Республика Таджикистан 2014. Авторы: **Яминова З.А.**, Ишматов А.Б.; Горшкова, Р.М.; Хакимов Г.К.

2. Шлихта из КМЦ и экстракта серицина полученной из шелковых отходов. Малый патент ТД 641 Республика Таджикистан, 2014. Авторы: **Яминова З.А.**, Ишматов А.Б.; Горшкова, Р.М.
73. Крашение композиционных материалов с нанесением экстракта серицина. Малый патент ТД №1020, Республика Таджикистан, 2020. Авторы: **Яминова З.А.**, Ишматов А.Б., Одинцова О.И., Икромии М.Б.
74. Способ крашения природных текстильных волокон растительными красителями. Малый патент ТД №1150, Республика Таджикистан, 2021. Авторы: **Яминова З.А.**, Икромии М.Б., Олимбойзода П.А.
75. Моющее средство для промывки окрашенных хлопчатобумажных тканей. Способ крашения природных текстильных волокон растительными красителями. Малый патент ТД №1259, Республика Таджикистан, 2022. Авторы: **Яминова З.А.**, Икромии М.Б., Одинцова О.И., Анушервони Ш. Олимбойзода П.А.

#### Монографии

76. **Яминова З.А.**, Ишматов А.Б. Применение шелковых отходов в ткачестве. – Германия: «LAMBERT Academic Publishing», 2018. – 167 с. ISBN 978-613-9-90774-8. (2-й печать. – Душанбе: «ПРОМЭКСПО», 2018. – 167 с.
77. Бобиев О.Г., **Яминова З.А.**, Одинцова О.И., Анушервони Ш. Применение красителей для крашения текстиля. – Душанбе: «Типография ТУТ», 2021. – 197 с. ISBN 978-999-8-59537-8.
78. Олимбойзода П.А., **Яминзода З.А.**, Бобиев О.Г. Крашение природных текстильных волокон натуральными растительными красителями: Монография. – Душанбе: ООО «АРИШАМ», 2023. – 222 с. ISBN 978-99985-0-571-1.

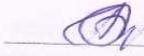
Практические результаты диссертационной работы прошли апробацию на ООО «СП Нассочи тоҷик» города Душанбе, ООО «Вахдат-текстиль» Яванского района Хатлонской области и ООО «Нохид» г. Истаравшан.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ КОМИССИИ

ЧЛЕНЫ КОМИССИИ:

 Негматова Г.Д.  
 Хасанов А.Р.  
 Иброгимов Х.И.  
 Джалилов Ф.Р.

СОИСКАТЕЛЬ

 Яминзода З.А.

Подписи Негматовой Г.Д., Хасанова А.Р., Иброгимова Х.И., Джалилова Ф.Р. и Яминзода З.А. заверяю:

Начальник отдела кадров  
и специальных работ  
Технологического университета  
Таджикистана



 Бухориев Н.А.