

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования

**«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»  
(«ИГХТУ»)**

пр. Шереметевский, д. 7, Иваново, 153000  
тел. (4932) 32-92-41, факс (4932) 41-79-95  
E-mail: rector@isuct.ru, <http://www.isuct.ru>

ИНН/КПП 3728012818 / 370201001

№ \_\_\_\_\_  
на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Проректор по науке и инновациям  
ФГБОУ ВО

«Ивановский государственный  
химико-технологический университет»  
доктор химических наук, доцент

\_\_\_\_\_ А.А. Гуцин

\_\_\_\_\_ 2025 г.

## **ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ**

**на диссертационную работу Серовой Нины Евгеньевны  
«Разработка интенсифицированной технологии крашения текстильных  
материалов из смеси полиэфирных и целлюлозных волокон»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата технических  
наук по специальности 2.6.16. – Технология производства изделий  
текстильной и легкой промышленности**

### **Актуальность темы**

Последние десятилетия характеризуются существенными изменениями в структуре сырья для текстильной промышленности, что обусловлено увеличением использования химических волокон в общем производстве текстиля как у нас в стране, так и за рубежом. Если в 1970 г. производство хлопка составляло более 60 % общего производства волокон, то в 1997 г.- около 50%, а в 2024 г. – около 30 %. В хлопчатобумажной промышленности в смеси с хлопковым волокном перерабатывают различные химические волокна. Наибольшее распространение получили ткани из смеси хлопковых и полиэфирных волокон с содержанием от 33 % до 67 % лавсана. Наличие в хлопкополиэфирных тканях хлопкового волокна обеспечивает хорошую гигроскопичность, мягкую фактуру, невысокий заряд статического электричества, а полиэфирное волокно придает высокие прочностные характеристики, повышенную сопротивляемость к смятию и формоустойчивость. Однако при создании технологических процессов обработки тканей из смеси волокон, и в первую очередь крашения, возникают трудности, обусловленные различием в строении и свойствах волокнистых составляющих.

Волокнообразующий полиэтилентерефталат отличается гидрофобностью, высокой кристалличностью и отсутствием функциональных групп,

способных взаимодействовать с красителями за счет образования ионных и ковалентных связей. В отличие от него, волокнообразующий полимер целлюлоза содержит 3 гидроксильные группы на одно глюкопиранозное звено и за счет этого имеет высокую гидрофильность, набухает в воде, способен образовывать прочные химические связи с красителями, например с активными. Поэтому требуются физические или химические методы интенсификации.

Это определяет **актуальность** создания новых технологических процессов для получения на полиэфирном волокне окрасок высокой интенсивности и прочности. Примером такой технологии может диссертационное исследование Серовой Н.Е., направленное на разработку однованной технологии крашения хлопколавсановой ткани для внедрения на предприятиях текстильной промышленности и бытового обслуживания. На сегодняшний день смесовые ткани (хлопок: полиэфир) окрашивают по технологии, которая включает в себя поэтапное колорирование волокнистых составляющих, что существенно усложняет процесс, повышает расход химических материалов и тепло-энергоресурсов, повышает экологическую нагрузку за счет большого количества сточных вод.

Предлагаемое соискателем применение интенсификатора крашения, с одной стороны, даст возможность снизить температуру крашения полиэфирного волокна дисперсным красителем, а с другой стороны, повысит сорбцию негидролизованной формы активного красителя на хлопковом волокне. Это позволит проводить крашение хлопколавсановой ткани из одной красильной ванны смесью водорастворимого и водонерастворимого красителей при температуре не выше 100 °С.

### **Новизна исследования, новые научные достижения**

Новизна работы заключается в том, что доказано интенсифицирующее действие четвертичных аммониевых солей определенной структуры в процессах крашения текстильных волокон, являющихся по отношению друг к другу антиподами по химическому строению и свойствам. Впервые соискателем использованы интенсификаторы такого типа для крашения хлопколавсановой ткани смесью дисперсных и активных красителей из одной ванны.

К новым научным достижениям относятся: 1) полученные изотермы сорбции и кинетические зависимости сорбции четвертичных аммониевых солей полиэфирным волокном; 2) возможность повышения химического сродства дисперсных красителей к полиэтилентерефталату за счет применения галогенидов четвертичного аммония, содержащего в своей структуре длинный алифатический радикал; 3) увеличение степени выбираемости активного красителя из красильной ванны в условиях периодического крашения волокнистых материалов из хлопка, в т.ч. и за счет увеличения степени ковалентной фиксации красителя на целлюлозе.

### **Обоснованность и достоверность полученных результатов и выводов**

Достоверность полученных результатов подтверждается согласованностью данных, полученных на разных объектах исследования, и применением современного оборудования. Результаты в полной степени проанализированы и обоснованы, опираясь на теоретические аспекты и практический опыт ведущих научных школ. Выводы написаны по существу и соответствуют поставленным цели и задачам. По результатам каждого этапа исследования автор имеет публикации в изданиях, входящих в международную базу данных Scopus и рекомендованных перечнем ВАК РФ, соответствующего профиля.

### **Теоретическая и практическая значимость работы**

По совокупности новые научные результаты и положения, выносимые автором на защиту, несомненно, вносят вклад в общую теорию интенсификации крашения текстильных материалов. Разработанная технология крашения хлопколавсановой ткани не только успешно апробирована в условиях Санкт-Петербургского предприятия бытового обслуживания, но и адаптирована под оборудование отелочных предприятий текстильной отрасли. Установленное интенсифицирующее действие низкотоксичных четвертичных аммониевых солей делает их привлекательными для разработки крашения смешанных текстильных материалов (ткани, трикотаж, пряжа) широкого ассортимента с составом полиэфир:хлопок, полиэфир:вискоза, полиэфир:лен и т.п.

### **Соответствие работы заявленной специальности**

Работа соответствует следующим пунктам паспорта специальности 2.6.16. – Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности:

в части п. 1 «Инновационное развитие технологий первичной обработки и переработки волокон и производства нитей, материалов и изделий текстильной и лёгкой промышленности» разработанная технология крашения хлопколавсановой ткани является инновационной, т.к. является новой, основана на результатах интеллектуальной деятельности, приводит к улучшению продукции предприятия;

в части п. 6 «Разработка малоотходных, энергосберегающих, экологических технологий производства и первичной обработки текстильных материалов и сырья» разработанная технология позволяет экономить ресурсы за счет снижения температуры крашения полиэфирной составляющей ткани и уменьшения затрат на очистку сточных вод от гидролизованной формы активного красителя. Разработанная технология является экологичной, т. к. ее внедрение позволяет снизить содержание красителей в сточных водах, а рекомендуемые интенсификаторы являются низкотоксичными веществами, что улучшает условия труда и снижает нагрузку на окружающую среду;

в части п. 10 «Развитие теоретических основ проектирования и технологий переработки волокон, производства нитей, материалов и изделий» на

основе экспериментальных результатов сформулированы теоретические аспекты, позволяющие разработать технологический режим процесса периодического крашения хлопколавсановой ткани.

### Содержание работы

Диссертационная работа структурирована внутренней логикой, содержит все необходимые разделы: введение, литературный обзор, описание объектов и методов исследования, 3 главы обсуждения результатов эксперимента, заключение, список использованных источников информации и приложение.

Введение отражает актуальность, теоретическую и практическую значимость полученных результатов. Во введении в полной мере раскрыта научная новизна, четко сформулированы цель и задачи исследования.

Глава 1 содержит сведения о структуре и свойствах волокнообразующих полимеров (целлюлозы и полиэтилентерефталата), которые оказывают влияние на крашиваемость волокнистых материалов на их основе. Дана характеристика процессов колорирования текстильных материалов и методов их интенсификации. Приведены свойства четвертичных аммониевых солей, являющихся поверхностно-активными веществами. Анализ почти 100 зарубежных и отечественных источников информации (научных статей, патентов, монографий) преимущественно за последние 25 лет в главе 1 позволили Серовой Н.Е. определить основные направления экспериментальной части диссертации.

Глава 2 содержит описание текстильных материалов, основных химических реагентов (красителей и интенсификаторов), используемых в экспериментальной части работы; технологий крашения как индивидуальных волокнистых компонентов, так и смесовой ткани; методов исследования и оценки полученных окрасок с указанием действующих ГОСТов, используемого оборудования и условий испытаний.

Глава 3 посвящена изучению процесса крашения полиэфирной составляющей хлопколавсановой ткани дисперсными красителями. На первом этапе соискатель, базируясь на литературных источниках, анализирует строение и свойства дисперсных красителей. На основе проведенного анализа для исследования выбраны три дисперсных красителя с индексом «полиэфирный», отличающиеся химическим строением. Эти красители составляет триаду цветов и близки по значению коэффициента диффузии.

Для выбора интенсификатора крашения полиэфирного волокна дисперсными красителями при температуре не выше 100 °С проведен предварительный эксперимент с ПАВ различной ионной природы. В результате экспериментально доказана и теоретически (с предположением механизма) обоснована возможность использования катионных ПАВ на основе галогенида аммония. Теоретическая значимость результатов, полученных автором в этой главе, состоит в установлении, что значения скорости диффузии интен-

сификатора выше скорости диффузии дисперсного красителя. Изучение изотерм сорбции исследуемых интенсификаторов (хлорида бензилдиметилцетиламмония и бромиды триметилцетиламмония) позволили рекомендовать его концентрацию в красильной ванне на уровне 1 г/л. Далее методом динамического рассеяния света определены размеры частиц в водной системе «краситель-интенсификатор».

На основании полученных результатов рекомендовано при периодическом крашении хлопколавсановой ткани сначала вводить интенсификатор, а затем дисперсный краситель. В таких условиях возможно достижение интенсивности окрасок с прочностными показателями на уровне полученных с использованием традиционных токсичных интенсификаторов ( $\beta$ -нафтола и салициловой кислоты).

На заключительном этапе исследования определены технологические параметры крашения: температура - 95 °С, время - 50 мин. Крашение полиэфирного волокна в рекомендуемых условиях позволяет сохранить физико-механические показатели текстильного материала. Так, применение традиционного интенсификатора – салициловой кислотой, - снижает прочность окрашенной ткани на 10,8 % по основе и на 6,3 % - по утку, а применение катионных аммониевых соединений, соответственно, на 5-8 и 2-3 %.

Глава 4 посвящена исследованию процесса крашения целлюлозной составляющей хлопколавсановой ткани активными красителями. На первом этапе выбран класс красителей и определено строение четвертичных аммониевых солей для окрашивания целлюлозной составляющей хлопколавсановой ткани. На основе экспериментальных данных с применением активных красителей монохлортриазинового и винилсульфонового типа и четвертичных аммониевых солей, содержащих в своей структуре алифатический и ароматический радикалы, представлены практические рекомендации. Так же, как и в случае крашения полиэфирного волокна, показана необходимость предварительной модификации целлюлозного волокна при введении в красильную ванну интенсификатора (1 г/л) при 40 °С. Апробированы различные способы крашения: периодический, плюсовочно-роликовый, плюсовочно-запарной, непрерывные способы с запариванием.

Теоретическая значимость результатов, представленных в главе 4, заключается в предложении возможного механизма интенсифицирующего действия солей аммония определенной структуры при крашении целлюлозных волокон активными красителями за счет взаимодействия целлюлозы с четвертичной аммониевой солью. В результате увеличивается сорбционная способность целлюлозных волокон, что приводит к росту концентрационного градиента, скорости внутренней диффузии активных красителей и повышению степени их ковалентной фиксации на волокне.

Высокая эффективность действия рекомендуемых интенсификаторов доказана глубоким и равномерным прокрашиванием волокон, показателями высокой устойчивости окрасок к стирке, трению, химчистке. Отмечено со-

хранение физико-механических показателей окрашенных материалов, улучшение их потребительских и эксплуатационных свойств.

В главе 5 на основании результатов, полученных в главах 3 и 4, разработана технология интенсифицированного крашения хлопколавсановых тканей, выбран наиболее эффективный способ колорирования и необходимое оборудование при его практической реализации. Стоит отметить, что реализация разработанной технологии интенсифицированного крашения смесовой хлопколавсановой ткани по режиму периодического однованного окрашивания с модификацией волокнистого материала хлоридом бензилдиметилцетиламмония позволяет при применении смеси дисперсных и активных красителей сформировать окраски с высокими колористическими и прочностными (уровень 4-5 баллов) показателями. Более того установлено, что значения разрывной нагрузки полиэфирной волокнистой составляющей увеличиваются на 50-70 %. Сделано предположение, что это связано с гидролизом олигомеров полиэтилентерефталата в щелочной среде на этапе крашения целлюлозной составляющей. Гидролиз олигомеров вызывает в свою очередь ориентацию макромолекул полимера.

Таким образом, разработанная технология обеспечивает высокие потребительские и эксплуатационные свойства готовых изделий из смеси полиэфирных и целлюлозных волокон, которые в настоящее время получили широкое распространение на рынке текстильной продукции.

В заключении даны основные выводы по каждому разделу работы, на основе экспериментальных данных сформулированы теоретические закономерности и даны в общем виде практические рекомендации.

Список использованных источников насчитывает 125 библиографических описаний и содержит преимущественно современные отечественные и зарубежные научные статьи и патенты. Большое внимание уделено научным статьям, опубликованным в рецензируемых журналах, учеными ведущих российских научных школ (Иваново, Москва, Санкт-Петербург).

В приложении приведены акты производственных испытаний в условиях ОАО «Вологодский текстиль» и Санкт-Петербургского объединения бытового обслуживания «Лотос».

#### **Общие замечания по содержанию и оформлению работы:**

1. На стр. 80 из изложенного в пояснении к таблице 3.6 («Колористические и прочностные показатели окрасок ПЭ ткани, окрашенной в присутствии ПАВ разной ионной природы») материала не ясно, что явилось исходным образцом (эталоном) для оценки показателей  $\Delta L$  и  $\Delta E$ ? Значок  $\Delta$  подразумевает сравнение.
2. К этой же таблице – отмечено, что показатель  $\Delta E$  характеризует разнооттеночность, а в методической части он указан как показатель ровноты ок-

раски. В зависимости от выбора эталона  $\Delta E$  может служить характеристикой в обоих вариантах, но в пояснениях эталон не указан.

3. Желательно уточнить критерии оценки качества крашения на хлопколавсановой ткани с точки зрения ровноты окраски. Это важно, поскольку применение ЧАС при крашении смешанных тканей ограничивается именно высокой неравномерностью окраски. Для смешенного материала эти показатели не приведены ни для традиционной, ни для разработанной технологий.
4. К таблицам 3.6-3.8 - не совсем корректно оценивать интенсивность окраски по показателю «Светлота» ( $\Delta L$ ). В цветовом пространстве Lab значение светлоты отделено от значения хроматической составляющей цвета (тон, насыщенность). Кроме того, некоторые цвета изначально (спектрально) светлее - (например, желтый), а другие темнее (синий).
5. К таблице 3.8 – непонятно, как оценивалась интенсивность окраски - по показателю «Светлота» ( $\Delta L$ ) (пояснение под таблицей) или функции ГKM (пояснение над таблицей). Во втором случае полученные результаты нельзя сравнивать с данными таблиц 3.6 и 3.7.
6. На рис. 3.2-3.8 представляющих гистограммы распределения частиц ЧАС с красителями в растворе по размерам отсутствуют подписи по оси ординат.
7. На стр. 98, рис. 3.12, приведены спектры отражения образцов ПЭ ткани. Из заголовка следует, что образцы окрашены дисперсным алым ПЭ. Однако на рисунке явно представлены спектры 2-х красителей красного и, вероятно, синего цветов.

Отмеченные замечания по тексту диссертации не снижают общего положительного впечатления от представленной работы. Объем и результаты выполненных исследований и разработок свидетельствуют о высоком уровне научной квалификации автора, умении проводить исследования на высоком профессиональном уровне.

### **Заключение**

Диссертационная работа Серовой Нины Евгеньевны «Разработка интенсифицированной технологии крашения текстильных материалов из смеси полиэфирных и целлюлозных волокон» по актуальности, научной новизне, объему и обоснованности научных результатов отвечает всем требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Работа соответствует требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г. (с изменениями и дополнениями), является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные технологические решения в области крашения смесовых тканей из хлопковых и полиэфирных волокон и рекомендации для их внедрения на российских предприятиях текстильной

промышленности, имеющие существенное значение для развития страны. Автор диссертации, Серова Нина Евгеньевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.16. – Технология производства изделий текстильной и легкой промышленности.

Диссертация обсуждена, и отзыв на диссертацию утвержден на заседании кафедры химической технологии волокнистых материалов (протокол №11 от 04.02.2025 г.).

Отзыв составлен:

Профессор кафедры химической технологии  
волокнистых материалов ФГБОУ ВО «ИХТУ»,  
доктор технических наук (05.19.02 –Технология  
и первичная обработка текстильных материалов  
и сырья), доцент  
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный хи-  
мико-технологический университет»

Владимирцева  
Елена Львовна

04.02.2025г.

Подпись заверяю:

Кандидат экономических наук,  
доцент, ученый секретарь  
Ученого совета

Хомякова  
Анна Александровна

04.02.2025г.

Сведения об организации.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет».

Адрес: 153000, Центральный федеральный округ, Ивановская область, г.  
Иваново, пр. Шереметевский, 7  
телефон: +7 (4932) 32-92-41  
e-mail: rector@isuct.ru