

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна»

# Современные достижения химической технологии в производстве текстиля, синтеза и применения химических продуктов и красителей

Всероссийская научно-практическая конференция с международным  
участием

## ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Санкт-Петербург  
2019

УДК 677.027:66(063)  
ББК 37.230.5:35я43  
С56

С56 Современные достижения химической технологии в производстве текстиля, синтеза и применения химических продуктов и красителей: тез. докл. Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием / С.-Петербургск. гос. ун-т промышленных технологий и дизайна. – СПб.: ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2019. – 102 с.

ISBN 978-5-7937-1783-0

Оргкомитет:

Демидов А. В. - председатель  
Сашина Е.С. - сопредседатель  
Киселев А. М. -зам. председателя  
Дащенко Н.В. - ученый секретарь  
Буринская А. А - Санкт-Петербург (Россия)  
Дянкова Т. Ю. - Санкт-Петербург (Россия)  
Епишкина В.А. - Санкт-Петербург (Россия)  
Зевацкий Ю. Э. - Санкт-Петербург (Россия)  
Кокшаров С.А. - Иваново (Россия)  
Кричевский Г.Е. - Москва (Россия)  
Михайловская А.П. - Санкт-Петербург (Россия)  
Морыганов А. П. - Иваново (Россия)  
Набиева И.А. - Ташкент (Узбекистан)  
Новоселов Н. П. - Санкт-Петербург (Россия)  
Одинцова О.И. - Иваново (Россия)  
Олтаржевская Н.Д. - Москва (Россия)  
Пророкова Н.П. - Иваново (Россия)  
Рамш С. М. - Санкт-Петербург (Россия)  
Сафонов В. В. - Москва (Россия)  
Тихомирова Н.А. - Санкт-Петербург (Россия)  
Федорова Н. С. - Любляна (Словения)

ISBN 978-5-7937-1783-0

УДК 677.027:66(063)  
ББК 37.230.5:35я43

©СПбГУПТД, 2019

## Оглавление

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....	4
СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ, КРАСИТЕЛЕЙ И ТЕКСТИЛЬНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ	41
РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ АДАПТИРОВАННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	63
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ.....	91

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

## БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА

Н.С. Дымникова, Е.В. Ерохина

*Федеральное государственное бюджетное Учреждение науки  
Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г.Иваново, Россия*

Практически все текстильные материалы в той или иной степени подвержены воздействию микроорганизмов, поскольку условия их эксплуатации в различных климатических зонах, особенно с влажным теплым климатом, предполагают контакт с микроорганизмами. Поэтому крайне важной задачей являются постоянные исследования микробиологической устойчивости как материалов, так и готовых изделий и разработка способов их защиты.

Одним из перспективных направлений является иммобилизация или генерирование в полимерах ультрадисперсных частиц металлов, в том числе серебра, которые, по мнению ряда исследователей, обладают высокой биологической активностью.

**Цель данной работы** заключалась в исследовании и экспериментально обоснованном выборе условий формирования биоцидов, содержащих наночастицы серебра, обеспечивающих защиту от микробиологического разрушения текстильных материалов на основе натуральных и синтетических волокон.

Синтез наночастиц осуществляли химическим и биохимическим методами восстановления серебра в растворах его солей в присутствии восстановителей, в качестве которых использовали известные препараты с разной восстанавливающей способностью и экстракты лубяных волокон.

Процесс формирования высокодисперсных частиц контролировали визуально по изменению окраски растворов, их агрегативной устойчивости, а также спектрофотометрически и путем потенциометрического титрования.

Изучены кинетические особенности сорбционно-десорбционных процессов целлюлозных и синтетических материалов по отношению к антимикробным препаратам. Доказано, что изменением свойств полимерной матрицы можно влиять на количество удерживаемого в полимере препарата, скорость его перехода во внешнюю среду и степень биозащищенности полимера.

В качестве объектов для защиты от биодеструкторов использовали ткань на основе полиэфирных волокон арт. 56341 (ПЭФ – 100 %) и трикотажные полотна, содержащие полиэфирное и хлопковое волокно.

В результате проведенных исследований разработана серия экологически безопасных препаратов с  $\text{НЧ}_{\text{Ag}}$ . Изучение их антибактериальной активности выявило высокую активность по отношению к тест-культурам *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans*.

Проведена сравнительная оценка влияния синтезированных ультрадисперсных частиц серебра на устойчивость текстильных материалов в условиях культивирования естественного комплекса микрофлоры и при воздействии почвенной микрофлоры. Показана целесообразность использования композиционных составов, включающих  $\text{НЧ}_{\text{Ag}}$  и биологически активные реагенты. Их применение позволяет обеспечить

высокую биозащищенность модифицированным полимерам при минимальном содержании в них наночастиц серебра (0,07 % масс), повысить экономичность и экологическую безопасность как технологий, так и готовых изделий.

## **БИКОМПОНЕНТНЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ БИОЗАЩИТЫ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Е.В. Ерохина, Н.С. Дымникова

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, г. Иваново, Россия*

В условиях активизации борьбы с возрастающим количеством микробных инфекций, резистентных к антибиотикам и антисептикам, особую актуальность приобретают исследования, направленные на создание биологически активных наночастиц металлов (НЧ). Одним из новых интересных направлений развития нанотехнологий является получение наночастиц «янусов» смешанного состава. Совмещение в одной частице 2-х или нескольких металлов, различающихся физико-химическими свойствами, позволяет варьировать в широком диапазоне структуру наночастиц, их размеры, состав и антимикробную активность. Использование меди и серебра при синтезе би- и трехкомпонентных металлических зольей обусловлено антибактериальным и лечебным действием их соединений, что доказано применением в медицине препаратов на основе этих металлов. Кроме того, отмечают уникальное свойство серебра, связанное с низкой адаптацией к нему патогенных микроорганизмов.

Целью данной работы является синтез стабильных биологически активных бикомпонентных наноразмерных частиц меди и серебра и оценка эффективности использования их для защиты целлюлозных материалов от биоразрушения. В литературе приводится достаточно много сведений о методах получения наночастиц серебра и меди и значительно меньше сведений об условиях синтеза биметаллических наночастиц.

Методами оптической спектроскопии изучены кинетические закономерности и стабильность синтезируемых бикомпонентных медь/серебросодержащих металлполимерных композитов в диапазоне температур 40-60 °С при рН 8-13. Дисперсии НЧ серебра и меди – типичные лиофобные коллоидные системы и нуждаются в стабилизации. В качестве стабилизаторов наночастиц использовали природные полимеры и комплексообразующие соединения - производные карбоновой и фосфонофой кислот, в качестве восстановителя - борогидрид натрия, имеющий высокий окислительно-восстановительный потенциал, благодаря чему обеспечиваются условия для появления в растворе на начальной стадии восстановления значительного числа зародышей металлической фазы. Об образовании металлических частиц судили по возникновению пиков плазмонного резонанса в видимой области спектра 350-750 нм, в соответствии с имеющимися литературными данными. Показано, что при 5% содержании серебра в спектрах золь не наблюдается полоса поглощения, характерная для НЧ серебра. Данный факт может быть объяснён образованием частиц типа «ядро-оболочка», когда серебряное «ядро» окутано плотной «оболочкой» НЧ меди

В процессе исследований определены скорость, последовательность введения компонентов и оптимальные условия образования стабильных ультрадисперсных частиц серебра и меди. С привлечением метода динамического рассеяния света на

приборе «Zetasizer Nano ZS» определён гидродинамический радиус образующихся бикомпонентных частиц, который составляет 25 -30 нм.

Методами микробиологического анализа установлена высокая биологическая активность биметаллических ультрадисперсных частиц. Выявлена возможность применения синтезированных зольей для защиты целлюлозосодержащих текстильных материалов от биоразрушения. Результаты исследований льносодержащих волокнистых материалов, функционализированных металлическими частицами типа «ядро-оболочка», показали их высокую устойчивость (до 75-95%) к микробиологическому разрушению.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН ДЛЯ ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО, САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО И КОСМЕТИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

А.П. Морыганов, Н.С. Дымникова

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, г. Иваново, Россия*

Взросшие требования современных потребителей к качеству, комфортности, экологической безопасности продукции стимулируют развитие производства высокотехнологичных биологически активных материалов для медицины, гигиены, косметологии. Это связано с ростом числа микробных инфекций, селекцией полирезистентной микрофлоры и формированием штаммов микроорганизмов с устойчивостью к антимикробным препаратам.

Перспективным направлением повышения инвестиционной привлекательности таких материалов является модификация волокон наноразмерными частицами металлов.

В докладе представлены результаты фундаментальных исследований, проводимых в ИХР РАН в течение последних 10-15 лет в рамках Федеральных целевых программ и госконтрактов с Минэкономразвития РФ, Главным военно-медицинским управлением Минобороны РФ, Минпромторгом РФ по разработке способов получения высокотехнологичных материалов для медицины и антимикробных изделий бытового использования на основе целлюлозных волокон по следующим направлениям:

- получение высокосорбционного отбеленного льноволокна для изготовления медицинской ваты, нетканых полотен малой поверхностной плотности (30-90 г/м<sup>2</sup>);
- изготовление антимикробных перевязочных средств «Биолен» (250-300 г/м<sup>2</sup>);
- разработка (совместно с ООО «НИИНМ», г. Серпухов) различных видов льносодержащих нетканых медицинских атравматичных полотен, материала гигиенического назначения (с высокой впитывающей, удерживающей способностью, повышенной воздухопроницаемостью и антимикробными свойствами) и способов иммобилизации в волокнистый материал препаратов, обеспечивающих микробонепроницаемость раны, обезболивающий и лечебный эффекты;
- создание эффективных защитных средств повседневного использования для профилактики поражения грибковыми и бактериальными микроорганизмами в течение длительного срока их эксплуатации потребителем с возможностью многократного

проведения бытовых стирок. Предполагается, что антимикробный текстильный материал нового поколения (носки, одежда первого слоя, постельное белье, скатерти, салфетки и т.д.) будет представлять целлюлозосодержащее изделие с регулируемым спектром антимикробного действия биоцидов и функционализированных ими изделий, с необходимой массоотдачей активного вещества для обеспечения эффективного и длительного защитного действия при минимизации потерь в процессе стирок. При этом полностью будет отсутствовать побочное действие на нормальную микрофлору кожи человека.

Представленные выше принципы получения материалов и изделий нового поколения с пролонгированным антигрибковым и/или антимикробным действием либо с кратковременным действием могут быть использованы для производства изделий повседневного спроса, в лечебных учреждениях, оздоровительных комплексах (санаториях, косметических кабинетах, саунах), на транспорте и в период проведения массовых мероприятий (олимпиад, фестивалей).

## **ФОРМИРОВАНИЕ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА В РАСТВОРАХ НАТРИЕВОЙ СОЛИ КАРБОКСИМЕТИЛКРАХМАЛА**

А.К. Бектурсунов, Д.С. Набиев

*Южно-Казахстанский государственный университет им. М.Ауэзова.  
г. Шымкент, Республика Казахстан*

Исследована возможность формирования стабилизированных наночастиц серебра в растворе натриевой соли карбоксиметилкрахмала (NaКМК) с целью увеличения срока хранения полученных растворов, сохранения их размеров, структуры и физико-химических свойств.

Выбор NaКМК обусловлен тем, что она широко применяется в текстильной промышленности благодаря способности к биодegradации, обладает гелеобразующими, сорбционными и другими биологическими свойствами / 1 /.

Синтез наночастиц осуществляли путем восстановления ионов серебра в водном растворе NaКМК при совместном воздействии ультрафиолетового излучения длиной волны 280–400 нм и ультразвуковых волн частотой 1,7 МГц.

Результаты электронной микроскопии полученных растворов наночастиц серебра с участием NaКМК показали, что через час после получения размер наночастиц находится в пределах 5 – 50 нм, из них примерно 20% наночастиц имеют средний размер 5 – 15 нм, 30% средний размер 15 – 20 нм, 30% средний размер 20-30 нм, а остальное свыше 30 нм. Через три месяца от момента получения наблюдается некоторое агрегирование по размерам частиц, но не существенно. Диапазон размеров приблизительно 40% частиц имели 20 – 30 нм, а доля частиц размером 15-20 нм увеличилась до 40%, при этом доля частиц размером 5 – 15 нм снизилась до 10 %. В общем, система агрегативно устойчива.

Для сравнения были получены водные растворы наночастиц серебра вышеприведенным способом, но без добавления NaКМК в качестве стабилизатора. Результаты электронной микроскопии показали, что образцы наночастиц серебра через час после получения имеют равномерное распределение по размерам частиц, примерно 60% наночастиц имеют размер частиц 5 – 20 нм, а остальное 20 – 50 нм. Спустя три

месяца после синтеза для частиц с размером более 50 нм резко выросла с образованием крупных бесформенных агрегатов. При этом имелись немало частиц размером 10 – 30 нм.

Данные фотоэлектрокалориметрии показали, что максимум оптической плотности композиционного раствора наночастиц серебра с NaКМК находится в области 455 нм и оставался неизменным по истечении трех месяцев со дня синтеза, что подтверждает минимальной агрегации наночастиц при хранении.

Результаты фотоэлектрокалориметрии наночастиц серебра, полученных без применения NaКМК, спустя три месяца после синтеза показывают, что происходило смещение максимума поглощения от 430 до 480 нм, что также говорит о коагуляции наночастиц.

Это указывает, что с течением времени происходит агрегация частиц, если не ввести в систему стабилизаторов для усиления агрегативной устойчивости наночастиц. В нашем случае введение в композицию NaКМК позволяет получать стабильные системы наночастиц серебра с достаточно узким распределением наночастиц по размеру. Стабильность наночастиц достигается благодаря тому, что NaКМК, связываясь с частицами, создает вокруг них заряженную оболочку, препятствующую агрегации.

#### *Литература.*

1. Жушман А.И. Модифицированные крахмалы. - М.: Пищепромиздат, 2007. – 236с.

## **ОГНЕЗАЩИТНАЯ И ГИДРОФОБНАЯ ОБРАБОТКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Н.Д. Набиев, А.С. Рафиков

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности  
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Во всем мире производству текстильных материалов специального назначения (гидрофобных, огнестойких, леофобных и других) и изделий легкой промышленности на их основе уделяется особое внимание. В эпоху высокотехнологичного производства, специализации отраслей экономики, возрастания потребления природных, особенно энергетических ресурсов, объемы производства специальных текстильных материалов для защиты объектов и работающих непрерывно увеличивается. За последние годы предложены различные композиции для придания гидрофобных и огнестойких свойств текстильным материалам. Основным недостатком большинства материалов является уменьшение защитных свойств в процессе эксплуатации, особенно при мокрых обработках, из-за плохого связывания модифицирующих веществ с волокнами текстильного материала. В этом плане наиболее перспективной, способной сохранить целевые свойства материалов в процессе эксплуатации является метод химического закрепления веществ, придающих специальные свойства, к волокнам основного материала.

Предложен состав композиции для огнезащитной обработки текстильных материалов. Композиция содержит полиакриламид в качестве пленкообразователя и связующего, коллаген в качестве связующего и огнестойкого компонента, борную кислоту в качестве антипирена и персульфат калия для химического связывания компонентов с текстильным материалом. Для гидрофобной обработки текстильных материалов производят пропитку волокон неполярными веществами, к которым относятся высшие карбоновые кислоты, кремний и фторорганические соединения. Мы



произвели обработку поверхности х/б ткани гидрофобной композицией, содержащей амин высшей карбоновой кислоты, уксусную кислоту, акриловую эмульсию, персульфат калия. При взаимодействии персульфата калия с коллагеном и целлюлозой образуются радикальные активные центры, по которым происходит прививка полимерных цепей. Активные центры полимеризации образуются в атоме азота пептидной группы коллагена и в атоме кислорода гидроксильной группы целлюлозы. Полученный огнезащитный материал испытан на огнестойкость: материал не воспламеняется при воздействии горения в течении 30 секунд, потеря массы при этом составляет 4-8%.

Разработана технологическая схема нанесения композиции на материал. Определены режимы гидрофобной и огнезащитной обработки текстильных материалов, на основе привитой сополимеризации. Разработана совмещенная технология привитой сополимеризации и гидрофобной или огнезащитной обработки хлопчатобумажных и хлопко-нитроновых текстильных полотен.

Расчетное количество растворов полиакриламида, коллагена, борной кислоты и персульфата калия загружают в ёмкость для приготовления раствора. Наливают расчетное количество воды. Содержимое ёмкости тщательно смешивают до образования однородной массы без включений, комочков и недиспергировавшихся частиц. Нанесения композиции на материал осуществляется на отделочном оборудовании текстильного предприятия. Композицию вносят в пропитывающую ванну, куда подаётся текстильный материал под усилием вытягивающей установки. Пропитанный текстильный материал проходит через отжимные валики, сушится в сушильной камере, далее подвергается термической обработке, что способствует закреплению веществ композиции.

## **ЦЕЛЛЮЛОЗНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦАМИ МЕДИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ**

Б.Р. Таусарова, Ж.Е. Шаихова

*Алматинский технологический университет, г. Алматы, Республика Казахстан*

В современных условиях активно развиваются исследования по совершенствованию приемов модификации целлюлозных материалов для создания широкого ассортимента новых, высококачественных материалов, с полифункциональными свойствами как антибактериальные. Материалы с антимикробными свойствами используются для изготовления одежды, белья, перевязочных средств, санитарно-гигиенических изделий, эффективны в качестве защитных средств против инфекций. Одну из лидирующих позиций в этом направлении занимает антимикробная отделка текстильных материалов наночастицами меди [1-3]. Наночастицы меди в настоящее время представляют значительный интерес и способны заменить более дорогие благородные металлы в наноформе. Это связано с тем, что данные частицы обладают уникальным набором ценных свойств, это выраженная биологическая антимикробная активность, в отношении всех биологических объектов и имеют явное преимущество перед обычными химическими противомикробными агентами. В настоящее время для инновационной отделки текстильных материалов широко используется золь-гель технология [4]. Используя

золь-гель процесс можно получать наночастицы, нанопористые материалы с регулируемым размером пор, тонкие наноразмерные пленки.

Целью работы является синтез наночастиц меди, определение оптимальных параметров модификации целлюлозных материалов с применением золь-гель метода, исследование антибактериальных свойств.

В качестве основного компонента для приготовления золя использовали жидкое стекло. Синтез наночастиц меди проводился путем восстановления водного раствора сульфата меди. В качестве восстановителя использовали аскорбиновую кислоту. Строение и размер продукта зависит от условий реакции и концентрации сульфата меди. На сканирующих электронных микрофотографиях видно образующиеся наночастицы меди, имеют различную форму, диаметром от 20 - 132 нм. Обработку исходных материалов осуществляли двухстадийно: сначала образцы материалов пропитывали в ванне с силикатом натрия в течение 1 мин., отжим 90 %, далее сушка при 75 – 85<sup>0</sup>С. После обработки образцы тканей пропитаны водным раствором наночастиц с меди с различными концентрациями. Исследования, проведенные *методом электронно-сканирующей микроскопии*, подтвердили наличие наноразмерных частиц в структуре материала. Установлено, что модификация целлюлозных материалов подобранным составом придает антимикробные свойства обработанной ткани, улучшает прочностные характеристики.

#### *Литература*

1. Araújo I.M.S. et. al. Hydrothermal synthesis of bacterial cellulose–copper oxide nanocomposites and evaluation of their antimicrobial activity // Carbohydrate Polymers. 2018. V.179. P.341–349.
2. Tausarova B. R., Shaikhova Zh. E. Antibacterial Characteristics of Cellulose Materials Modified with Copper Nanoparticles // Fibre Chemistry. 2017. V 49. №.1.P.36-39.
3. Xu Q., Ke X., Ge N. et. al. Preparation of Copper Nanoparticles Coated Cotton Fabrics with Durable Antibacterial Properties// Fibers and Polymers 2018, V.19, P. 1004-1013.
4. Wan N., Wan I. Sol gel technology for imparting antimicrobial properties to cellulose materials using metal nanoparticles //Journal of Sol-Gel Science and Technology. 2016.V.78. P. 698–707.

## **ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА СВОЙСТВА МЕМБРАННЫХ ТКАНЕЙ**

Н.А. Климова, Н.В. Бесшапошникова, Е.А. Логинова, В.И. Бесшапошникова

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), г. Москва, Россия*

В настоящее время прогрессивной технологией придания текстилю водозащитных свойств является использование мембранных пленок, которые фиксируют на изнаночную сторону ткани клеевым или иным способом. Мембранные ткани для изделий специального назначения, дополнительно подвергают отделки гидрофобизаторами с лицевой поверхности. Российский рынок предлагает огромное количество мембранных тканей и изделий. Такой интерес к мембранным материалам продиктован их уникальными свойствами – высокая водоупорность в сочетании с

хорошей паропроницаемостью, малой массой и высокой прочностью. Однако данные об изменении структуры и свойств мембранных пленок и ткани в целом при многократном замораживании и оттаивании отсутствуют. Кроме того, нет информации об устойчивости мембраны к проколу иглой при пошиве изделий, а также изменении паропроницаемости после химчистки и стирки. Учитывая значимость этих данных для обеспечения конкурентоспособности мембранных тканей, проведение данных исследований является актуальным.

Объектами исследования являлись отечественные мембранные ткани арт. С911М с политетрафторэтиленовой мембраной фирмы «Parel», арт. 09С20-КВ с водоотталкивающей отделкой лицевой поверхности и ламинированная полиуретановой мембраной, арт.09С13-КВ ламинированная полиуретановой мембраной. Из импортных тканей исследовали: ткань арт. TSD 3008 DP2L RIP Lamination с пористой мембраной из политетрафторэтилена, ткань «Torey» TSD 7542DPF1L RIP Lamination PU с полиуретановой мембраной и ткань арт. «ALM049» с водоотталкивающей пропиткой DWR лицевой стороны и полиуретановой мембраной.

Исследование свойств тканей с мембранным покрытием позволило установить, что все образцы отвечают нормативным требованиям ГОСТ 28486-90. Все мембранные ткани характеризуются высокой устойчивостью к истиранию по плоскости 16000-19000 циклов, упругостью, несминаемостью более 83% по основе и 84% по утку, жесткость при изгибе не превышает 9000 мкН·см<sup>2</sup>, прочность 690-1000 Н и удлинение более 60-65%. Мембранные ткани обладают хорошими водозащитными свойствами, воздухопроницаемость низкая, не более 27 дм<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·с.

Образцы мембранных тканей подвергали воздействию низких температур в климатической криокамере WT-360. Испытания проводили при температуре -10 и -20 °С. Время экспонирования 12 часов замораживания и 12 часов оттаивания при комнатной температуре. Влажность мембранной ткани составляла ~ 20%. Циклы замораживания-оттаивания повторяли в течение 10, 20 и 30 суток.

Результаты исследований показали, что снижение температуры экспонирования до -10°С и увеличение количества циклов замораживания-оттаивания способствует снижению на ~6-11% разрывной нагрузки мембранных тканей с поровой мембраной и на 8-19% с беспоровой мембраной. Снижение температуры криолиза до (- 20 °С) приводит к потере прочности на 15-17% - тканей с поровой мембраной и на 20-27% - для тканей с беспоровой мембраной. Жесткость тканей при изгибе после 40 циклов криолиза снижается на 5-15 %, паропроницаемость возрастает на 47-64 %. Водоупорность снижается на 20-41%. Установлено, что поровые мембраны более устойчивы к многократному криолизу, чем беспоровые.

## **ОГНЕЗАЩИТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКОН**

Т.С. Лебедева, В.А. Штейнле, Т.В. Мерзликина, И.О. Звягинцева, В.И. Бешапошникова

*Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии.  
Дизайн. Искусство), г. Москва, Россия*

Современные инновационные и нанотехнологии позволяют получать синтетические волокна с улучшенными потребительскими свойствами, что способствует расширению области их применения и повышает конкурентоспособность отечественной продукции. В производстве спецодежды широко используют нетканые синтетические утеплители из полиэфирного волокна. Однако полиэфирное волокно

обладает повышенной горючестью, легкой воспламеняемостью с образованием расплава полимера, способного распространять процесс горения и вызывать серьезные ожоги [1]. Это ограничивает применение утеплителей данного класса в производстве спецодежды, эксплуатируемой в условиях риска воспламенения одежды. Поэтому исследования направленные на снижение горючести синтетических полиэфирных волокон и материалов на их основе являются актуальными.

В работе огнезащитную модификацию полиэфирного волокна осуществляли фосфорсодержащим замедлителем горения *Florimp K Werde (Florimp)* методом пропитки плюсованием, с предварительной обработкой в ВЧЕ плазме пониженного давления и без обработки плазмой. Концентрацию замедлителя горения изменяли от 10 до 30%. Катализатор – 70-75% фосфорная кислота, сшивающий агент Квекодур DM 70, мягчитель - октамон.

Установлено, что при модификации 10% раствором *Florimp* полиэфирных волокон, кислородный индекс возрастает с 20 до 27,5 %об. Модификация 20 и 30% раствором *Florimp*, позволяет отнести огнезащищенные волокна к трудновоспламеняемым материалам, кислородный индекс достигает 29-30%об.

С целью интенсификации процесса огнезащиты, полиэфирные волокнистые материалы подвергали обработке плазмой ВЧЕ разряда пониженного давления, с плазмообразующим газом - азотом. Исследование свойств полотен, огнезащищенных после обработки ВЧЕ плазмой азота, позволило установить, что уже при модификации 10-20% раствором *Florimp* кислородный индекс полотен из полиэфирных волокон возрастает до 32-34%об. Время остаточного тления и горения не превышает 2 секунд. Модификация из 30% раствора *Florimp*, повышает кислородный индекс незначительно на 0,5%, при этом жесткость при изгибе возрастает на 8-13%, а прочность при разрыве снижается на 10-18,5%, что нежелательно. Поэтому эффективной является огнезащитная модификация 10-20% раствором *Florimp* после обработки ВЧЕ плазмой азота пониженного давления, в течение 1 мин и мощности 1500 Вт. Огнезащитная модификация не оказывает влияние на теплозащитные свойства утеплителя Холлофайбер Софт.

Таким образом, в результате проведенных исследований разработан способ огнезащиты предварительно обработанных ВЧЕ плазмой азота полиэфирных волокнистых материалов модификацией *Florimp K Werde*, который позволяет получать материалы с кислородным индексом 32-34%об и высокими физико-механическими свойствами.

#### *Литература*

Бесшапошникова В. И. Научные основы и инновационные технологии огнезащиты текстильных материалов: Монография, РИО РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. – 188 с. <https://elibrary.ru/item.asp?id=36270318>

## **ХИМИЧЕСКАЯ ПЛАСТИФИКАЦИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ НИТЕЙ ИЗ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ**

А.В. Медведев

*АО «НПО Стеклопластик», г. Москва, Россия*

С целью совершенствования и развития возможностей текстильной переработки нитей из оксида алюминия проведены исследования закономерностей проявления

эффекта химической пластификации нитей из оксида алюминия при обработке замасливателем на основе водного раствора препарата АВИБ-Б.

Исследованы изменения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве от концентрации замасливающей эмульсии. При изменении концентрации замасливающей эмульсии от 2 до 20% прослеживается корреляция между значениями удельной разрывной нагрузки и удлинения при разрыве с изменением поверхностной активности и удельной электропроводности эмульсии. Причем удлинение более чувствительно к изменению удельной электропроводности и менее - к изменению поверхностной активности. Это указывает на большую роль в механизме адсорбционной пластификации электрофизических процессов: появление свободных электрических зарядов на поверхности нитей при их механическом нагружении.

### *Литература*

1. Ребиндер П.А. О влиянии изменений поверхностной энергии на спайность, твердость и другие свойства кристаллов/ В сб. VI съезд русских физиков.- М.: ОГИЗ, 1928. - 29 с.
2. Горюнов Ю.В., Перцев Н.В., Сумм Б.Д. Эффект Ребиндера. - М.: Наука, 1966. - 128 с.
3. Волинский А.Л. Эффект Ребиндера в полимерах//Природа. - 2006. №11 С. 11-16.
4. Щукин Е.Д. Влияние активной среды на механическую устойчивость и повреждаемость поверхности твердого тела//Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. – 2012, - Т. 53, №1. - С. 50-71.
5. Медведев А.В., Капитанов А.Ф., Курденкова А.В., Щукина Е.Л., Петраченкова А.А. О влиянии концентрации замасливающей эмульсии на разрывные характеристики кручёных нитей из тугоплавких волокон оксида алюминия// Химические волокна. - 2012. №1. - С. 13-15.

## **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТКАНЕЙ, ГИДРОФОБИЗИРОВАННЫХ ТЕЛОМЕРАМИ ТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА**

Т.Ю. Кумеева, С.Ю. Вавилова, Н.П. Пророкова

*Институт химии растворов им. Г. А. Крестова РАН, г. Иваново, Россия*

Современная одежда должна отвечать определенным требованиям удобства и комфортности в эксплуатации. В этой связи возрастает спрос на функциональную одежду, используемую в ограниченных условиях. Для производственных условий необходимо изготавливать специальную рабочую одежду, соответствующую условиям производственной деятельности работающих.

Из синтетических волокон наиболее широкое распространение при изготовлении специальной одежды получили полиэфирные волокна. По теплопроводности и несминаемости они сходны с шерстью, но примерно в три раза превосходят ее по прочности. Кроме того, эти волокна устойчивы к истиранию, действию кислот, окислителей, растворяются только в концентрированных растворах щелочей при повышенных температурах, что позволяет применять это волокно для изготовления материалов, которые могут использоваться для спецодежды некоторых категорий работников [1].

Значительный интерес представляют изделия, обладающие водоотталкивающими свойствами, которые могут быть как производственного, так и специального бытового назначения. В связи с этим, получение гидрофобных полиэфирных текстильных материалов представляется важной задачей.

Существующие способы придания текстильным материалам свойств гидрофобности основываются на нанесении покрытия из водных суспензий или эмульсий, что связано с плохой растворимостью в воде гидрофобизирующего агента. В результате покрытие, получаемое на ткани, имеет значительную толщину и изменяет гигиенические свойства ткани. При этом само покрытие имеет удовлетворительные характеристики по гидрофобным показателям и прочности.

При проведении модификации поверхности текстильного материала растворами теломеров тетрафторэтилена [2,3] становится возможным нанести гидрофобизирующий реагент на каждое отдельное волокно нити тонким слоем, что подтверждают данные сканирующей электронной микроскопии. При одно-, двукратном нанесении теломеров ТФЭ изменение воздухо- и паропроницаемости находится в пределах ошибки эксперимента. При трех- и четырехкратном нанесении теломеров ТФЭ, приводящих к отложению на поверхности волокон избытка теломеров, указанные характеристики незначительно уменьшаются.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Ивановской области в рамках научного проекта р\_центр\_а № 18-48-370005.

#### *Литература*

1. Кокеткин, П.П. Промышленное проектирование специальной одежды / П.П. Кокеткин, З.С. Чубарова, Р.Ф.Афанасьева. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 184 с.
2. Пророкова Н.П. Придание полиэфирным тканям повышенной гидрофобности: формирование на поверхности волокон ультратонкого водоотталкивающего покрытия // Н.П. Пророкова, Т.Ю. Кумеева, Д.П. Кирюхин и др. Росс. Хим. Журнал (Журнал РХО им. Д.И. Менделеева), 2011, т. LV, №3, С. 14 – 23.
3. Kiryukhin D.P. Radiation-Chemical Synthesis of Tetrafluoroethylene Telomeres in Butyl Chloride and Their Use for Imparting Superhydrophobic Properties to a Polyester Fabric / D.P. Kiryukhin, N.P. Prorokova, T.Yu. Kumeeva et ect. // Inorganic Materials: Applied Research, 2014, Vol. 5, No. 2, p. 173–178.

## **ПРИДАНИЕ ПОЛИЭФИРНЫМ ВОЛОКНИСТЫМ МАТЕРИАЛАМ ПОВЫШЕННОЙ ГИДРОФОБНОСТИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ И ОЛИГОМЕРОВ**

Н.П. Пророкова<sup>1,2</sup>, Т.Ю. Кумеева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук,  
г. Иваново, Россия*

<sup>2</sup>*Ивановский государственный политехнический университет,  
г. Иваново, Россия*

Согласно современным воззрениям, придание высокой гидрофобности ткани, также как и любому твердому телу, можно обеспечить за счет совместного действия

двух факторов. К ним относятся понижение поверхностной энергии с помощью изменения химического состава поверхности, чаще всего, за счет нанесения на поверхность вещества с более низкой поверхностной энергией (гидрофобизатора), а также текстурирование поверхности для придания ей многомодальной шероховатости.

Задача придания волокнистому материалу гидрофобных свойств осложняется высокими требованиями, предъявляемыми к качественным характеристикам готовых тканей. В частности, важно, чтобы готовая ткань сохраняла хорошие воздухо- и паропроницаемость, т.е. способность «дышать». Это означает, что покрытие не должно перекрывать межниточные и межфиламентные пространства.

Кроме того, ткань с водоотталкивающими свойствами должна характеризоваться не только высоким краевым углом смачивания, но и низким водопоглощением. Водопоглощение оценивается количеством воды, удерживаемой образцом ткани после полного погружения его в жидкость в течение одного часа. Ясно, что для достижения низкого водопоглощения ткани необходимо, чтобы вода не проникала под покрытие. Этого можно добиться в случае формирования сплошного покрытия, имеющего минимальное количество дефектов. Кроме того, чтобы покрытие приобрело шероховатость за счет повторения микрорельефа ткани, оно должно быть ультратонким.

На практике для снижения поверхностной энергии тканей используют обработку их эмульсиями или дисперсиями препаратов, наиболее эффективными из которых являются фторированные углеводороды. Формируемые покрытия характеризуются большой толщиной, неравномерностью, обладают дефектами структуры, через которые проникает вода. Поэтому обработанные ткани характеризуются высоким водопоглощением. Кроме того, нанесенные покрытия недостаточно устойчивы к эксплуатационным воздействиям.

В Институте химии растворов РАН развиваются новые, лишенные отмеченных недостатков, способы поверхностного модифицирования синтетических тканей, в основу которых положены материалы, облегчающие процесс нанесения фторполимерных покрытий (разработки исследователей из организаций, входящих в состав консорциума «Фторполимерные материалы и нанотехнологии»). В частности, используются растворы низкомолекулярной фракции ультрадисперсного порошка политетрафторэтилена марки «Форум» в сверхкритическом диоксиде углерода и растворы теломеров тетрафторэтилена в различных растворителях, синтезированные с использованием метода радиационной теломеризации. Эти подходы позволяют избежать указанных недостатков благодаря тому, что формирование покрытий осуществляется не из эмульсий или дисперсий, а из растворов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Ивановской области в рамках научного проекта р\_центр\_а № 18-48-370005.*

# ПОЛУЧЕНИЕ ГРАДИЕНТНО АРМИРОВАННЫХ ПРОКЛАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПЕЧАТИ

С.А. Кокшаров<sup>1</sup>, Н.Л. Корнилова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук,*

<sup>2</sup> *Ивановский государственный политехнический университет  
Иваново, Россия*

Обоснованы подходы к наноструктурной модификации полимерно-волоконистых композитов, которые позволяют решать важную технологическую проблему швейного производства, связанную с созданием требуемой объемной формы продукции и обеспечением ее сохранности в процессе эксплуатации изделий. Метод позволяет на базе небольшого набора базовых текстильных носителей создать широкий ассортимент модифицированных прокладочных материалов для обеспечения регулируемого уровня упруго-деформационных свойств дублированных пакетов формообразующих деталей одежды с учетом проектируемого силуэтного решения и свойств основного материала.

Разработка предусматривает модификацию типовых термоклеевых прокладочных материалов армирующей полимерной композицией с целью формирования высокоразветвленного межфазного слоя связующего в структуре дублированного пакета с проникновением боковых ответвлений сополимера в поровую структуру текстильных полотен. Комплекс реализуемых методов наноконструирования композиционных материалов предполагает рациональное сочетание следующих взаимодополняющих приемов:

- ультрадиспергирование армирующих полимерных дисперсий для проникновения их в нанопоровую структуру волокнистого носителя;
- нанослойная химическая модификация структуры волокнистого носителя для регулирования глубины проникновения полимеризующихся композиций и зоны образования гибридных формирований;
- управление процессами полимеризации и образования полиблочных, нанопористых и пространственно ориентированных структур;
- введение рационального количества нанодисперсных упрочняющих модификаторов.

Подбор армирующих дисперсий осуществляется по результатам исследования размера наночастиц в гидрозолях (метод динамического светового рассеяния), реакций сополимеризации с макромолекулами термопластичного адгезива (метод ИК-спектроскопии) и температурных интервалов их протекания в соответствии с технологическими ограничениями (метод ДСК). Армирование прокладочных материалов позволяет до 20 раз повысить жесткость дублированных формообразующих деталей, используемых в конструкции одежды, кожгалантереи или обуви. Дополнительное применение нанодисперсных упрочняющих добавок позволяет до 10 раз повысить степень дискретности в регулировании упруго-деформационных свойств композита и обеспечить соответствие прокладочного материала проектируемому объемно-силуэтному решению продукции.

Использование методов трафаретной и термоструйной печати армирующей полимерной композицией обеспечивает получение эффектов зонного изменения показателя жесткости в пределах одной заготовки армированного прокладочного материала. Это является альтернативой традиционному использованию многослойных пакетов формообразующих деталей изделия. Выявлены закономерности, описывающие влияние количества наносимых на прокладочный материал армирующих полимерных



дисперсий и добавок нанодисперсных упрочняющих модификаторов. Получена система регрессионных зависимостей для проектирования жесткости, упругости, прочности соединения слоев пакета, формообразующей способности полуфабрикатов и формоустойчивости готовых изделий, исходя из свойств базовых материалов и регулируемой топологии нанесения армирующей композиции.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЕ КРУТКИ НА СТРУКТУРНО-СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ШЕЛКОВОЙ НИТЕЙ

Д.Б. Худайбердиева, К.Э.Сабилов<sup>1</sup>

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности  
г. Ташкент, Узбекистан*

<sup>1</sup>*Ургенчский государственный университет  
г.Ургенч, Узбекистан*

Свойства волокнистого материала, имеющего ориентированные надмолекулярные образования обусловлены такими структурными факторами как, морфология, взаимное расположение элементов структуры, их взаимодействие энергетические или силовыми характеристиками. Влияние обработок на изменение первоначальной структуры волокнистого материала при механической переработке вызванное деформацией при нагружении определяются особенностями их структуры. Обратимые и необратимые изменения структурных элементов волокнистого материала, приводящие к изменению объемных и сорбционных свойств, окажет существенное влияние на процессы его химической отделки (таблица) [1-2].

В связи с этим исследовано влияние степени крутки и сложения шелковой нити на ее структуру и физико-механические свойства. Изучено изменение надмолекулярной структуры нити в процессе её формирования рентгенографическим, сорбционным и растрово-электронно микроскопическим методами. На основе полученных результатов установлено следующее:

Таблица

Поверхностные и объемные свойства шелковых нитей

Образец нити для ткани	Крутка, кр/м	n	$S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /г	$W_0$ , см <sup>3</sup>	$r_n$ , Å	$C_{кр}$ , %
Исходная не крученая нить	0	1	83,712	0,108	25,8	62,0
Хан-атлас	338	2	78,177	0,139	35,56	64,0
Сорочечная	700	2	84,763	0,075	17,7	61,0
	700	6	36,034	0,076	42,18	67,0
Креповая	2000	2	102,990	0,109	21,1	58,7
	2000	4	54,093	0,085	25,8	68,8

- С увеличением крутки прочность нити возрастает до некоторого критического значения и приводит к существенным поверхностным изменениям.

- В результате кручения происходит увеличение значения  $S_{уд}$ , в то же время показатель  $r_n$  волокна уменьшается. Характер изменения  $S_{уд}$  и  $r_n$  несколько отличается в зависимости от числа сложений нитей. В случае высокой степени крутки (2000 кр/м) значения  $S_{уд}$  и  $W_0$  снижаются, а  $r_n$  для нитей изменяется незначительно.

- Степень кристалличности нити с увеличением крутки при одинаковом сложении снижается. Однако интенсивная крутка с большим числом сложения нитей приводит к заметному увеличению степени кристалличности, что затрудняет диффузию красителя вглубь волокна.

#### *Литература*

1. Алимова Х. Безотходная технология переработки шелка. Ташкент: Фан, 1994. – С. 309 с
2. Dönmez Kretschmar S., Özgüney A.T., Özçelik G., Özerdem A. The Comparison of cotton knitted fabric properties made of compact and conventional ring yarns before and after the dyeing process. Textile Research Journal. vol. 77, no. 4, 2007, pp. 233-241.

## **УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАНОМЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ В СТРУКТУРЕ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА**

Ш.Н. Расулова

*Ташкентский государственный технический университет, ГУП «Фан ва таракиет», г.Ташкент, Узбекистан*

Многочисленные исследования показали, что при переходе от микро- к наночастицам происходит качественное изменение многих физико-химических свойств веществ, растворимости, характера кинетики химических процессов, протекающих на поверхности частиц и т.д.

Исследованиями установлено, что среди комплексных соединений для крашения наибольший интерес представляют внутрикомплексные или так называемые «хелатные» соединения. Внутрикомплексные соединения имеют интенсивную окраску, отличающуюся от окраски ионов металлов комплексообразователей.

Высокие требования устойчивости окраски тканей на основе целлюлозных волокон не только к мокрым обработкам, но и к химической чистке, при хорошей растворимости внутримолекулярных соединений в органических растворителях, вызывает необходимость разработки способов прочного связывания внутрикомплексных соединений с полимерным субстратом. В связи с этим формирование нанометаллокомплексов проводили в структуре аминированной хлопчатобумажной ткани со степенью замещения ( $\gamma$ ) 15.

Свойства образовавшихся в волоке внутрикомплексных соединений определяются как природой и свойствами вводимого катиона поливалентного металла и органического компонента, так и условиями процесса комплексообразования (рН, температуры, продолжительности).

Окрашены комплексы только таких металлов, которые имеют хромофорные свойства. В связи с этим для получения в полимерной матрице хлопка окрашенных комплексных соединений были выбраны соли железа, никеля, меди и кобальта.

Для получения окрашенных хелатных комплексных соединений особенно важны реактивы содержащие в *o*-положении две ОН группы или ОН- и СООН группы. Такие реактивы образуют с металлами хелатные соединения, где металл связан с двумя близко лежащими группами реактива, образуя пяти или шести – членные кольца. Типичными примерами таких соединений являются комплексы с пирокатехином (*o*-диоксибензолом) и резорцином (*n*-диоксибензолом).

Изучено влияние природы и концентрации кислоты на процесс формирования нанометаллокомплексов в структуре хлопчатобумажной ткани. О количестве

образовавшихся в хлопчатобумажной ткани комплексов судили по ее цветовым характеристикам (светлоте –  $\rho$ , насыщенности –  $P$ , цветовому тону-  $\lambda$ ).

Исследованиями установлено, что наиболее оптимальной для образования комплексов является pH 3,5-4,0; природа кислоты оказывает существенное влияние на количество образовавшихся нанометаллокомплексов, хотя цвет образовавшихся комплексных соединений для одного и того же комплексообразователя остается неизменным.

Изучено влияние температуры и продолжительности обработки. Экстремальное значение количество образовавшихся нанометаллокомплексов наблюдается при температуре 98<sup>0</sup>С. Малые размеры ионов и молекул соединений, находящихся в обрабатываемой ванне и образующих нанометаллокомплексы, способствуют высокой скорости проникновения их в структуру волокна. При температуре 98<sup>0</sup>С равновесное количество комплексных соединений образуется в течение 5-7 минут.

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ОКРАШИВАНИЯ ШЕРСТИ ПРИРОДНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ**

Н.С. Амирова, З.Ш. Исламова, И.А. Набиева

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности  
г.Ташкент, Узбекистан*

Происходящие экономические, социальные и экологические изменения мирового масштаба, а также уровень здоровья и жизни человечества предъявляет текстильным продукциям высокие качественные и экономические требования. При решении данных проблем, в последнее время все большее внимание уделяется возможности использования в производстве природного сырья местного происхождения. Как известно в текстильных продукциях одним из главных составляющих является краситель. В связи с большим объемом производства текстильной продукции для их колорирования больше века применяются синтетические красители, которые почти полностью вытеснили природные красители, добываемые из растений. Но дороговизна, экологическая вредность производства синтетических красителей заставляет нас вернуться к былым рецептам предков и проводить работы по исследованию возможности применения их в малых и частных производствах.

В настоящей работе изучалась возможность использования в качестве красителя водный красильный раствор луковой шелухи для крашения шерстяных волокон местного производства. Для интенсификации выделения природного красителя из красящего растительного вещества использовали раствор щелочного электролита  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . На структуру красящего вещества эти соли не влияют, а создают благоприятное влияние выделению их из целлюлозного окружения растений, при этом интенсивность цвета сравнивали с крашением в водном отваре. Для сохранения экологичности данного процесса количество протравных солей металлов сократили в 3-5 раз по сравнению с традиционно применяемыми способами [1,2].

При исследовании влияния концентрации красящего вещества на интенсивность цвета были взяты концентрации 3 и 10% от массы шерсти. Также было изучено влияние природы комплексообразующих металлов на крашиваемость шерсти отваром луковой шелухи. Визуальное сравнение показало, что цвета, полученные при крашении протравленных образцов в водном отваре луковой шелухи более светлые,

чем при крашении исходной ткани, в красильном растворе в присутствии электролита  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ .

Результаты определения прочности окрасок к действию мыла и пота образцов, окрашенных в водных отварах луковой шелухи, полученные без и в присутствии электролита, показали, что в обоих случаях обеспечивается достаточно прочная и сочная окраски. В образцах, окрашенных в красильном растворе, в присутствии  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  были получены более темные и насыщенные цвета. Прочность окраски к мокрому и сухому трению в среднем оценивается как хорошая.

Таким образом, используя для крашения водные отвары луковой шелухи, показана возможность получения насыщенных и прочных окрасок на шерстяном волокне. Результаты данного исследования дают возможность расширить ассортимент экологически окрашенных, высококачественных текстильных изделий.

*Литература:*

1. Амирова Н.С. «Разработка эффективных процессов получения насыщенных и прочных окрасок на натуральном шелке», диссертация кандидата технических наук.: Автореф. дис. ... канд.тех.наук. – Т.: 2010. - 17 с.
2. Patel.B.I., «Sustainable Materials and Technologies» Sustainable dyeing and printing with natural colours vis-à-vis preparation of hygienic viscose rayon fabric Volume 22, December 2019, Номер статьи e00116

## **ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЕРАТИНА ШЕРСТИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ**

З.Ш. Исламова, А.А. Миратаев, И.А. Набиева

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г.Ташкент, Узбекистан*

В республике Узбекистан сформирована необходимая правовая база и удобная среда для развития текстильной и швейно-трикотажной промышленности [1]. В исследованиях в качестве объекта использовались шерстяные волокна из местных породистых овец, которые характеризуются грубостью и в большинстве случаев темными тонами различных цветов. В работе анализируются результаты исследований по изучению влияющих факторов на процессы промывки, беления и обесцвечивания шерстяных волокон с использованием различных химических реагентов. При этом изучалось изменение кератина шерсти под воздействием основных факторов процессов подготовки. Степень белизны и интенсивность цвета первично обработанных шерстяных волокон определялись на спектроколориметре «Minolta», деструкция кератина определялась растворимостью материала в растворе 0,1 н. едкой щелочи при 65°C, в течение 1 часа, при модуле ванны 100.

Обычно тонковолокнистое шерстяное волокно бывает бесцветным и из него можно изготавливать assortименты тканей различного цвета. Грубые шерстяные волокна местного происхождения имеют цвет от желтовато-коричневого до темно-коричневого, серого или черного. При этом пигментные вещества придающие волокну цвет химически связаны кератином шерсти, при подготовительных процессах шерсти, особенно при белении и обесцвечивании необходимо учитывать сохранения кератина без его повреждения [2].

Проведены процессы промывки, беления-обесцвечивания овечьего шерстяного волокна местного происхождения с помощи различных реагентов. В состав белящего раствора входили: перекись водорода – в качестве отбеливателя, силикат натрия в качестве стабилизатора, различные ПАВ. Также изучены влияние температуры и продолжительности процессов на качество шерсти.

Также было исследовано влияние различных органических растворителей (перхлорэтилен, гептан с ацетоном, тетрахлорэтилен) на эффективность удаления жира. Установлено, что самым эффективным растворителем шерстяного жира является перхлорэтилен, т.к. в образцах шерстяного волокна в этом случае обнаружено 1,8% остаточного жира без уменьшения длины волокон, которая соответствует нормам для грубой шерсти.

Таким образом, по результатам исследований установлены концентрационные, температурные и временные условия проведения подготовительных процессов шерстяных волокон местного происхождения, которые раньше считались не текстильными волокнами из-за их грубости и темных тонов различных цветов. Доказана возможность использования их в текстильной промышленности с раскраской обесцвеченных волокон в различные необходимые цвета.

#### *Литература*

1. Постановление Президента республики Узбекистан №ПФ-5285 от 14 декабря 2017 г. «О мерах интенсивного развития текстильной и пошивочно-трикотажной промышленности». Prezident.uz.

2. Буринская А.А., Киселев А.М. Применение окислительно-восстановительных систем для повышения эффективности отделки шерстяных материалов // Технология текстильной промышленности, №1 (305), 2013.

## **ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ К ОТДЕЛКЕ СМЕСОВЫХ ТКАНЕЙ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

М.Б. Ирматова, И.А. Набиева, С.А. Умурзокова

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г.Ташкент, Узбекистан*

Классические методы подготовки текстильных материалов к отделке дают возможность их высококачественной подготовки. Но для выполнения технологических процессов этими методами требуется 1,5 – 2,0 ч., что снижает эффективность подготовки текстильных материалов к отделке [1].

В последующих годах к технологическим процессам с источниками нетрадиционной энергии, то есть, высока- и сверх высокочастотным диапазонным радиоволнам обоснованными ускоренными методами уделяется особое внимание.

На первом этапе экспериментов были проведены исследования по изучению процесса подготовки под воздействием высокочастотного излучения тканей из хлопкополиэфирных волокон в соотношении 44/56. В исследованиях в качестве генератора высокочастотного излучения использовалась лабораторная установка марки MSD-242. На этой установке получают электромагнитное поле с вибрацией колебаний 2450 МГц ( $2450 \cdot 10^6$  Гц). Данная установка воспроизводит излучения в трех мощностях – 350,

500 и 750 Вт. В роли качественных показателей изучались степень белизны, капиллярность, воздухопроницаемость и физико-механические свойства.

При обработке образцов под воздействием высокочастотного излучения с мощностью 350 Вт при увеличении продолжительности процесса с 5 до 30 мин. можно наблюдать соответственное повышение их степени белизны и капиллярности, а прочность образцов оставалась почти постоянной. И хотя воздухопроницаемость обработанных образцов повышается, их капиллярность и степень белизны имели значения ниже, чем у образцов, полученных по классическому способу. Следовательно, мощность излучения была недостаточной для достижения требуемых качественных показателей. В последующих исследованиях изучались процессы подготовки ткани из смесовых волокон в условиях высокочастотного излучения с мощностью 500 и 750 Вт.

В результате бурного кипения рабочего раствора в условиях мощности 750 Вт высокочастотного излучения возникают некоторые трудности при проведении эксперимента и управлении им. В процессе проведения эксперимента в условиях высокочастотного излучения с мощностью, равной 500 Вт, уже за 15 мин. его протекания образец ткани из смесовых волокон имел максимальные значения капиллярности и степени белизны. При проведении экспериментов под высокочастотным излучением эффективность процесса подготовки ткани повышается в 6 – 8 раз по сравнению с классическим методом.

Таким образом, в результате экспериментов установлена возможность проведения процесса подготовки образцов содержащих 44% хлопкового и 56% полиэфирного волокон, за 15 мин. на основе использования высокочастотного излучения с мощностью 500 Вт.

#### *Литература:*

1. Набиева И.А., Эргашев К.Э., Межлумян Л.Г. Изучение степени денатурации белка в отходах переработки натурального шелка в условиях высокочастотного поля // Химия природных соединений. – 2006. – №1. – С.96.

2. Набиева И.А., Эргашев К.Э. Использование высокочастотной технологии в процессе переработки натурального шелка // Тўқимачилик муаммолари. – 2007. №4. – С.65.

## **СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКАПСУЛИРОВАННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ОТДЕЛКЕ ТЕКСТИЛЯ**

О.И. Одинцова, Л.С. Петрова, Т.Р.Усачева

*Ивановский государственный химико-технологический университет  
г. Иваново, Россия*

Инновационным способом придания текстильным материалам функциональных свойств является использование текстильных вспомогательных (ТВВ) и биологически активных веществ (БАВ) в капсулированном виде. Существующие методы капсулирования делятся на три основные группы. К физическим методам, основанным на способах формирования оболочек капсул механическим путем, входят: капсулирование в псевдооживленном слое, капсулирование экструзией и капсулирование вакуумным напылением. Физико-химические методы капсулирования включают в себя образование новой фазы при использовании дисперсных систем с

жидкой средой, а также методы, осуществляемые в жидких средах без химического превращения составляющих пленкообразующего материала. В основе химических методов создания капсул лежат те или иные химические превращения, приводящие к получению пленкообразующего материала. [1].

Методы микрокапсулирования позволяют получить частицы различных размеров - от долей микрона до сотен микрон [2]. Среди микрокапсулированных систем, особо следует отметить полиэлектролитные микрокапсулы (ПЭМ), значимым свойством которых является полупроницаемость оболочки, которая может пропускать небольшие молекулы, но задерживает высокомолекулярные соединения. Причем существуют приемы, позволяющие регулировать проницаемость полиэлектролитной оболочки капсулы.

Обоснован выбор биосовместимых биodeградируемых полиэлектролитов для процессов микрокапсулирования БАВ и синтетических полиэлектролитов - для капсулирования текстильных вспомогательных веществ. Определены термодинамические характеристики межмолекулярных взаимодействий в процессе образования интерполиэлектролитного комплекса (ИПЭК). Установлены концентрационные условия образования стехиометрического ИПЭК.

Экспериментально обоснована возможность применения способа включения водорастворимых БАВ в капсулы с использованием темплатов. Изготовлены образцы капсулированных водорастворимых БАВ.

Для маслорастворимых ТВВ предложен метод капсулирования с использованием прямых эмульсий масло в воде. Полученные стабильные составы, содержащие ТВВ в капсулированном виде, использованы для придания текстильным материалам бактерицидных и репеллентных свойств. Предложен ряд технологических решений для реализации отделки целлюлозных материалов инкапсулированными БАВ.

#### *Литература*

1. Ramos J. Cationic polymer nanoparticles and nanogels: From synthesis to biotechnological applications / J. Ramos, J. Forcada, R. Hidalgo-Alvarez // Chemical Reviews. – 2014. – V. 114. – P. 367-428.
2. Mayya S. Preparation and organisation of nanoscale polyelectrolyte-coated gold nanoparticles / S. Mayya , B. Schoeler, F. Caruso// Adv. Funct. Mater.- 2003.- v. 13(3).- p.183-188.

## **ОЦЕНКА СОВМЕСТИМОСТИ ДИСПЕРСНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ В ТРИАДЕ КЗС ПРИ СУБЛИМАЦИОННОЙ ПЕЧАТИ**

О.В. Козлова, О.А. Маноли, А.А. Прохорова

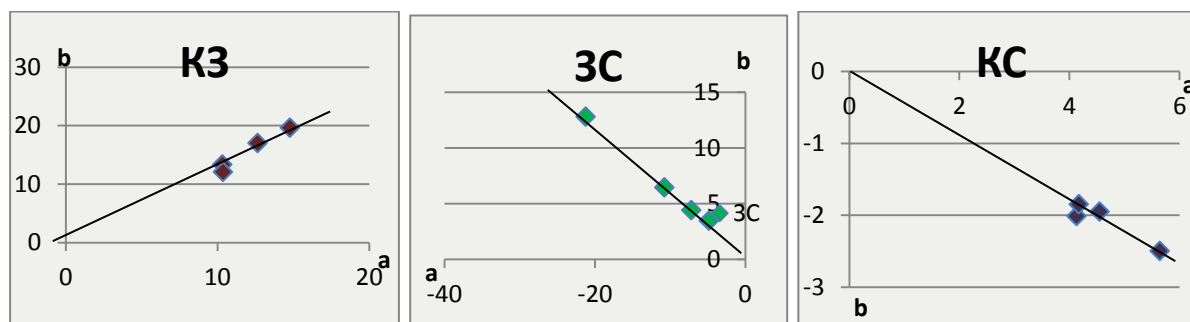
*Ивановский государственный химико-технологический университет  
г. Иваново, Россия*

Целью работы явилась разработка методики проверки совместимости дисперсных красителей, выбранных в триаду, для использования в переводной печати по синтетическим тканям. Необходимость решения такой задачи исходила из актуальности и насущной потребности возрождения в России переводной печати, возможности которой широки и позволяют добиться высокого качества многоцветных фотографических рисунков, в том числе рисунков под «камуфляж» [1].

Совместимость компонентов смеси красителей в процессе печати определяется отсутствием разнооттеночности между образцами, обработанными при различных условиях термообработки, а, следовательно, близостью показателей цветового тона. Равномерная сублимация красителей и диффузия их в текстильный материал в процессе термопереноса обеспечивают стабильность технологических режимов обработки и прочную фиксацию красителей в ткани.

Дисперсные красители из триады КЗС, взятые попарно, и при осуществлении термопереноса на ткань при различном времени переноса (от 20 до 60 сек) показывают хорошую совместимость друг с другом.

На рисунках представлены результаты колориметрических исследований окрасок, полученные с помощью спектрофотометра, и на графиках  $a^*$ ,  $b^*$  наглядно видно, что существует линейная зависимость изменения интенсивности окрасок без изменения цветового тона.



Дисперсные красители: дисперсный алый п/э, дисперсный темно-зеленый и дисперсный синий К явились составляющими триады КЗС, на основе которой создана база цветов, включающая более 50 оттенков.

С помощью спектральных характеристик, снятых с камуфлированных текстильных рисунков, произведен расчет рецептур для получения аналогичных цветов с использованием подобранной триады дисперсных красителей. Полученные цвета очень близко отвечают колористическим свойствам эталонов.

#### *Литература*

1. Зеленкова, Т.Н. Использование акриловых полимеров в переводной печати по хлопчатобумажным тканям // Т.Н. Зеленкова, О.В. Козлова, В.В. Ширманова, С.Н. Хахин / Рос.хим.ж.(Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2018, т.LXII, №3, стр.18-23

## **КАЧЕСТВО ОКРАСКИ ПРИ ТЕРМОПЕРЕВОДНОЙ ПЕЧАТИ ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ**

Т.Ю. Дянкова, Э.Ю. Дорджиева

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия*

Условием снижения десорбции дисперсного красителя с тканей из гидрофильных волокон, напечатанных термопереводным способом, может быть предварительная гидро- и олеофобизирующая обработка материала, препятствующая увеличению объема пор под влиянием внешних факторов.



В работе исследованы зависимости интенсивности окраски, устойчивости к стирке и мокрому вытиранию, краевых углов смачивания и показателей жёсткости льняных тканей от условий гидро- и олеофобизации, технологических параметров воспроизведения рисунков.

В качестве средств гидро-, олеофобизации использовали фторуглеродную водную эмульсию, а также перфторированный силановый олигомер в растворе изопропилового спирта.

Исследования проводили на двадцати пяти артикулах льняных тканей различных поверхностных плотностей и переплетений, пестротканей, относящихся к сорочечной группе, а также к группам столового и постельного белья.

Для оценки цветности текстильного материала после отделки предложена система координат *CIELab*, которая позволяет охарактеризовать цветовую гамму и интенсивность окрасок, полученных на льняных тканях, предварительно обработанных модифицирующими агентами, в координатах цветности равноконтрастной системы  $-a \div +a$  (зелёный  $\div$  красный),  $-b \div +b$  (синий  $\div$  жёлтый) и *L* (светлота); интенсивность окраски  $f(R)$ , коэффициенты отражения *R* в спектрах видимой области.

Выявлены оптимальные условия придания материалу гидрофобности и достижения максимально интенсивных окрасок. Показан идентичный ступенчатый характер зависимостей значений функции Гуревича-Кубелки-Мунка  $f(R)$  и краевых углов смачивания  $\Theta$  от концентрации плёнообразующего препарата. Максимальные значения  $f(R)$  и  $\Theta$  достигаются при одной и той же концентрации плёнообразующего препарата. Устойчивости окраски на льняной отбеленной ткани бельевой группы 14с260, полученной с помощью сублимационной бумаги Суан 100%, соответствуют показателям 5/5/5 баллов к ручной стирке в мыльно-содовом растворе и 5 баллов – к трению и мокрому вытиранию. При этом краевой угол смачивания изменяется в пределах 100÷120 град., а показатель драпируемости (мягкости-жёсткости по консольному бесконтактному методу на приборе ПТ-1) соответствует максимальному значению отклонения от горизонтали 70 мм. Даны рекомендации по реализации разработанных составов и режимов в условиях предприятия химчистки-прачечной.

### *Литература*

1. Дянкова Т.Ю. Колорирование термостойких текстильных материалов // Т.Ю. Дянкова, А.В. Останен, Н. С. Фёдорова / Химические волокна. – 2018, № 4. – с. 89 – 92.
2. Баскова О. Ю. Влияние предобработки на качество термопереводной печати тканей из термостойких волокон // О. Ю. Баскова, Т.Ю., Дянкова, Н. А. Тихомирова, Фёдорова, С. Ю. Баскова / Дизайн. Материалы. Технология. – 2014, № 2 (32). – с. 51 – 55.

## **КРАШЕНИЕ ПОЛИАМИДСОДЕРЖАЩЕГО ТРИКОТАЖА ПРЯМЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ**

С.В. Смирнова, Е.Л. Владимирцева, З. Асхабова

*Ивановский государственный химико-технологический университет  
г. Иваново, Россия*

В настоящее время значительный объем трикотажных и чулочно-носочных изделий вырабатывается из пряжи, состоящей из хлопка в смеси с полиамидными волокнами. Улучшение физико-механических показателей таких изделий за счет

включения в пряжу полиамидных нитей создает дополнительные проблемы при их колорировании прямыми красителями. В результате окрашенные изделия не имеют однотонной окраски и отбраковываются по красильному пороку "зебристость". Крашение смесовых материалов одним классом красителей делает обязательным применение средств, позволяющих нивелировать разницу в окраске составляющих смеси. Наиболее удачным решением задач, стоящих перед трикотажным производством текстильной промышленности является разработка новых технологий, основанных на широком использовании текстильно-вспомогательных веществ (ТВВ).

Целью настоящего исследования была оценка и поиск эффективных ТВВ отечественного производства, позволяющих получать однотонные, и вместе с тем интенсивные окраски смесового хлопкополиамидного материала при крашении их одним классом красителей – прямыми красителями.

В работе спектрофотометрическим методом исследовано состояние прямых красителей в растворе. Проведено исследование влияния концентрации прямого красителя в красильной ванне на величину поглощения сорбированного красителя текстильным материалом (хлопчатобумажным или полиамидным полотном). Полученные результаты позволили все исследованные прямые красители по способности окрашивать хлопок и полиамид из одной ванны разделить на две группы. первая группа - красители, окрашивающие хлопчатобумажный материал интенсивнее, чем полиамидный; вторая группа - красители, окрашивающий полиамид интенсивнее, чем хлопок.

Таким образом, чтобы достичь однотонного окрашивания хлопка и полиамида красителями первой группы необходимо подобрать специальные препараты, позволяющие повысить окрашиваемость полиамидного полотна прямыми красителями. Для достижения однотонного крашения смесового полотна красителями второй группы необходимо использовать резервирующие препараты, которые уменьшают сорбцию красителя азотсодержащим волокном, и позволяют снижать окрашиваемость полиамидной составляющей. В случае крашения прямыми красителями, при которых интенсивность окраски одной составляющей компонента смеси по отношению к другой изменяется с изменением концентрации красителя в растворе необходимо применение ТВВ, позволяющих нивелировать разницу в окраске, связанную с различием свойств компонентов смеси: хлопка и полиамида.

Дана комплексная оценка влияния целого ряда ТВВ различной природы на колористические показатели хлопкополиамидного трикотажного полотна. Для каждой группы красителей подобраны ТВВ, позволяющие получать одновременно однотонные и интенсивные окраски как на хлопке, так и на полиамиде. Оптимизированы концентрационные, временные и температурные параметры процесса крашения хлопкополиамидного трикотажа прямыми красителями.

## **ВНЕДРЕНИЕ В ПРОИЗВОДСТВО ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОТДЕЛКИ ТКАНЕЙ**

Е.Н. Чернова, Д.С. Королев, Е.Л. Владимирцева

*Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г. Иваново, Россия*

В исследовании на примере «Шуйско-Тезинской фабрики «Тезинка» (г.Шуя), представлено решение проблем, возникающих при практической реализации инновационных научных разработок в условиях производства.

На предприятии готовятся к выпуску изделия, новизна которых заключается в том, что для придания им различных функциональных свойств, на ткани наносятся активные вещества (бактерицидные, обладающие лечебным действием, репелленты и пр.). Имобилизация их на материалах осуществляется методом управляемого ионного наслаивания разнозаряженных ионов полиэлектролитов на поверхность волокон – микрокапсулированием или методом «Layer-by-Layer» [1]. При эксплуатации этих изделий происходит постепенное, растянутое во времени выделение активных веществ из материала, что обеспечивает пролонгированный функциональный эффект [2].

Известно, что успешная апробация технологии в лаборатории не означает беспрепятственного переноса ее в условия реального производства. В первую очередь это касается правильного выбора оборудования, масштабирования технологических параметров и рецептуры. При этом необходима корректная оценка экономической составляющей проекта, позволяющая сократить расход энергии, воды, сырья и материалов. Специфика выпуска нового продукта требует доработки и модификации технологических процессов под имеющееся на предприятии оборудование с учетом мощности конкретного производства, особенностей используемого сырья, требований к конечной продукции.

В ходе проведенных исследований, с последующей реализацией в условиях производства были отработаны технологии и подготовлены к выводу на рынок три ассортиментных группы продукции, обладающие тремя основными видами эффектов: 1) антибактериальным, обеспечивающим задержку роста и развития микроорганизмов; 2) вентоническим и сосудорасширяющим, предназначенные для профилактики проявлений варикозной болезни; 3) ухода за кожей, используемый для профилактики функциональных нарушений, связанных с повышенной сухостью кожи в результате перенесённых заболеваний и негативных воздействий окружающей среды.

Создаваемая инновационная функциональная текстильная продукция, обладающая уникальными свойствами, позволит «Тезинке» быть конкурентоспособной не только на российском рынке, но и обеспечит возможность выхода на новые рынки, в том числе и зарубежные.

### *Литература*

1. Прохорова А.А.. Применение метода Layer-by-Layer для иммобилизации антибактериальных веществ на целлюлозных текстильных материалах / А.А. Прохорова, О.И. Одинцова, Е.О. Авакова, В.А. Кузьменко // Изв. вузов. серия: Хим. и хим. технология. – 2016, Т. 59, № 7. - С. 42-46.

2. Одинцова О.И. Микрокапсулирование биологически активных веществ и их использование для функционализации текстильных материалов / О.И. Одинцова, Л.С. Петрова, О.В. Козлова // Изв. вузов. серия: Технол. текст. пром-сти. – 2018, №4 (376). - С.85-89

*Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть), проект № 4.1929.2017/4.6*

# НЕРАСТВОРИМЫЕ АЛЮМОСИЛИКАТЫ КАК МОДИФИКАТОРЫ СВОЙСТВ ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА

Е.Л. Владимирцева, Л.В. Шарнина

*Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г. Иваново, Россия*

Облагораживание шерстяного волокна является одним из наиболее сложных и многостадийных процессов текстильного отделочного производства, требующим использования разнообразных химических реагентов. Альтернативой ему может стать обработка шерсти в водной дисперсии природных и промышленно выпускаемых нерастворимых алюмосиликатов [1, 2]. Возможность их фиксации на поверхности шерстяного волокна обусловлена его строением: наличием наружного чешуйчатого слоя, позволяющего захватить и удержать мелкодисперсные частицы алюмосиликатов. Такая обработка позволяет в широких пределах изменять свойства шерстяного материала: светостойкость, устойчивость к гниению, мягкость и свойлачиваемость. В работе использованы глинистые минералы отличающиеся цветом и наличием примесей (глины Лежневская, Часов-Ярская, Малоступкинская и пр.), а также промышленно выпускаемое сырье (Бентонит, Каолин, фторированный алюмосиликат). Величина эффекта модификации свойств определяется типом используемого минерала. Из всех представленных глин только Часов-Ярская и Веселовская имеют устойчивое положительное влияние на свойства шерсти (Табл.).

Таблица - Изменение свойств шерсти при действии алюмосиликатов

Глины	Свойства волокна*				
	Противо-гнилостные свойства	Валкособность**		Мягкость	Устойчивость к УФ-излучению
		5 мин	25 мин		
Лежневская	-	-	+	+	0
Никифоровская	-	-	-	++	++
Коноховская	-	-	+	++	0
Малоступкинская	0	0	+	-	0
Бентонит	++	-	+	+	0
Веселовская	+	-	+	+	++
Часов-Ярская	++	-	+	++	++

\*Показатели: «+» – улучшаются; «0» – не изменяются; «-» – ухудшаются

\*\*Валкособность волокна оценивалась в зависимости от времени обработки дисперсией алюмосиликатов.

В результате, выбор минерала в каждом конкретном случае будет определяться условиями эксплуатации шерстяных изделий, т.е. требованиями к качественным показателям модифицированной шерсти.

## *Литература*

1. Владимирцева Е.Л. Исследование сорбции алюмосиликатов шерстяным волокном / Е.Л. Владимирцева, Л.В. Шарнина, И.Б. Блиничева И.Б. // Технология текстильной промышленности сер.: Изв. вузов. – 2010, № 8. - С.50-54

2. Владимирцева Е.Л. Улучшение потребительских свойств шерсти / Е.Л. Владимирцева, Л.В. Шарнина Л.В., М.А. Вельбой // Технология легкой промышленности, сер.: Изв. вузов. – 2012, Т.17, № 3.-С.91-95

*Работа выполнена в рамках Государственного задания (проектная часть),  
проект № 4.1929.2017/4.6*

## **ВЛИЯНИЕ ТОЛЩИНЫ ОБОЛОЧКИ МИКРОКАПСУЛ НА СКОРОСТЬ ВЫДЕЛЕНИЯ АКАРИЦИДНО-РЕПЕЛЛЕНТНЫХ ВЕЩЕСТВ**

А.А. Липина, О.И. Одинцова, О.А. Есина, А.С. Смирнова

*Ивановский государственный химико-технологический университет  
г. Иваново, Россия*

В современном мире создание текстильных изделий, обладающих противомоскитными и противоклещевыми свойствами является одним из прогрессивных путей защиты человека от болезней, передающихся кровососущими насекомыми [1]. Актуальной является разработка акарицидно-репеллентной отделки на основе смеси натуральных и синтетических акарицидно – репеллентных веществ (АРВ), что снизит их токсичность для человека. Современным методом решения поставленной задачи является разработка протокола микрокапсулирования АРВ для создания условий пролонгированного выделения данных веществ из текстильных материалов [2-3].

Цель работы заключалась в выявлении условий влияния толщины оболочки на скорость выделения АРВ из микрокапсул. В качестве синтетического акарицидно-репеллентного вещества для исследования был выбран альфациперметрин (АЦП) – пиретроид отечественного производства. Этот препарат малотоксичен и активнее импортного аналога - перметрина. В качестве натурального репеллентного вещества и растворителя АЦП было выбрано эфирное масло Розмарина.

В процессе исследования были получены дисперсии, содержащие капсулы с различной толщиной оболочки, включающие природное масло и репеллент, стабилизированные неорганической солью. Разработанным составом пропитывали образцы ткани, сушили, после чего обрабатывали послойно анионным и катионным полиэлектролитом и проводили контактную сушку. Часть образцов подвергали циклам мокрых обработок.

Методом газовой хроматографии проведено количественное определение доли АЦП, экстрагированного из обработанного текстильного материала. Полученные данные подтверждают высокую степень сорбции данного вещества целлюлозой, а также его свободную десорбцию в изопропиловый спирт. Определено влияние толщины оболочки на скорость выделения АЦП. Установлено, что максимальное количество альфациперметрина десорбируется из образцов, содержащих капсулы с гексаслойной оболочкой. Сделано предположение, что в процессе стирки часть оболочек капсул деформируются, что облегчает процесс последующей десорбции пиретроида. Разработанная технология внедряется на предприятиях ООО «Объединение «Специальный текстиль» г. Шуя.

### *Литература*

1. Nath Roy D. The insect repellents: A silent environmental chemical toxicant to the health // D. Nath Roy, R. Goswami, A. Pal / Journal of Environmental Toxicology and Pharmacology. – 2017, V. 50. – P. 91–102.
2. Katz T.M. Insect repellents: historical perspectives and new developments // T.M. Katz, J.H. Miller, A.A. Hebert / J. Am. Acad. Dermatol. – 2008, V. 58 (5). – P. 865 – 871.
3. Одинцова О.И. Использование метода микроэмульсионного капсулирования для придания текстильным материалам акарицидных свойств // О.И. Одинцова, А.А. Прохорова, Е.Л. Владимирцева, Л.С. Петрова / Известия высших учебных заведений. Технология Текстильной промышленности. – 2017, № 1. - с. 332-336.

## **СПЕЦИФИКА ЦИФРОВОЙ СУБЛИМАЦИОННОЙ ПЕЧАТИ НА СОВРЕМЕННЫХ ПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЯХ**

Маракова К.С.<sup>1</sup>, Маракова А.С.<sup>1</sup>, Акуличева К.А.<sup>1</sup>, Чешкова А.В.<sup>1</sup>,  
Тихомирова Н.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ивановский государственный химико-технологический университет,  
г.Иваново, Россия*  
<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных  
технологии и дизайна  
г Санкт-Петербург, Россия*

Выявлены технологические аспекты цифровой печати на современных полиэфирных материалах с использованием текстильных плоттеров, а также корреляции позволяющие прогнозировать колористику и качество печатного рисунка методом сублимационной печати дисперсными чернилами в зависимости от фактуры текстильного материала .

Печатный орнамент получен на промышленном текстильном плоттере фирмы НПФ «Тексмарк» на 20 артикулах полиэфирных тканей и трикотажных полотен.

Установлены зависимости влияния на цветопередачу и восприятие цвета таких факторов как: фактура ткани (переплетение, шероховатость-гладкость, объемность пряжи или нитей, мягкость), поверхностная плотность и число нитей на площадь, степень подготовки (желтизна-белизна, %), впитываемость (сек). Установлены характеристики цвета при использовании различных систем RGB, HSB, L\*a\*b и СМУК, СМУК, позволяющие прогнозировать получаемый колористический результат с учетом фактуры ткани (таб.).

Таблица

Характеристики цвета печатного рисунка сублимационными чернилами на различных полиэфирных материалах.

Ткань	Координаты цвета в системе RGB					
	Синие чернила			Фон (без чернил)		
	R	G	B	R	G	B
Оксфорд	115	164	168	254	245	240
Шифон	152	191	198	246	244	247
Велюр	128	175	181	254	253	251
Координаты цвета в системе В системе HSB						
	Синие чернила			Фон ( без чернил)		
	H	S	B	H	S	B
Оксфорд	185	32	65	42	5	98
Шифон	186	29	67	40	2	94
Велюр	186	27	77	300	1	100

Таблица 2

Характеристики цвета печатного рисунка в системе L\*a\*b и CMYK.

Образец, артикул	Координаты цвета в системе L*a*b					
	Синий			Фон		
	L	a	b	L	a	b
Оксфорд	64	-16	-8	97	0	5
Шифон	65	-15	-8	93	2	0
Велюр	74	-16	-8	99	1	-1

## ПОЛУЧЕНИЕ КАМУФЛИРОВАННЫХ РИСУНКОВ НА ПАРАРАМИДЕ СПОСОБОМ СУБЛИМАЦИОННОЙ ПЕЧАТИ

Е.Г. Полушин, А. Р. Зимнуров, О. В. Козлова

*Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново, Россия*

До настоящего времени продолжает оставаться до конца нерешенной проблема колорирования арамидсодержащих тканей. Если способы печати пигментами возможны для любых тканей, то для параaramида, который сам по себе является плотным и предназначен для верхней рабочей или спецодежды, они не удовлетворяют всем требованиям качества получаемых материалов, т.к. повышается вероятность ухудшения грифа ткани и, из-за большого количества полимерных связующих на ткани, ухудшаются свойства негорючести. В этом случае прогрессивный метод колорирования сублимирующимися дисперсными красителями более эффективен, особенно при создании рисунков «под камуфляж», т.к. позволяет получить отпечатки без дополнительных реактивов и токсичных интенсификаторов и при этом не ухудшить ценные эксплуатационные свойства параaramида.

Однако осуществить печать сублимирующимися красителями на параарамидной ткани представляется возможным только после предварительной модификации ткани полимерными препаратами, которые легко проникают в межволоконное пространство и создают среду для диффузии и закрепления красителей на волокнах.

При правильном научном подходе к выбору модификаторов и параметров технологического процесса достигаются положительные результаты печати [1,2].

Модификацию ткани проводили различными методами: распылением полимера, печатью загущенным полимером через сетчатый шаблон и путем ракельного нанесения полимера. Последний метод выбран как наиболее эффективный с точки зрения последующих обработок и получаемого результата сублимационной печати.

Оценена эффективность и целесообразность использования отечественных акриловых полимеров для модификации текстильных материалов любого волокнистого состава, в т.ч. из параарамидных волокон и смесей их с натуральными и искусственными волокнами.

Отработаны технологические параметры печати, выявлены условия эффективного закрепления красителей на параарамидной ткани, обеспечивающие получение прочных и качественных рисунков. Показано, что для получения ИК-ремиссии на тканях с рисунком под «камуфляж», дополнительно в модифицирующую композицию должны быть введены специальные компоненты; причем концентрации этих добавок должны быть оптимальными и обеспечивающими не только требуемый эффект ремиссии, но и необходимые качественные показатели окрасок.

В работе с помощью специально подобранной триады сублимирующихся дисперсных красителей отечественного производства, отвечающих требованиям совместимости в смесях по диффузионным и сорбционным свойствам, создана база цветов красно-коричневой, оливково-зеленой (в т.ч. хаки) и желто-коричневой гаммы.

#### *Литература*

1. R.B. Chavan and M. Hanif Lange. Sublimation Transfer Printing of Polyester/Cotton Blends, Textile Research Journal, 1988, 58, 51-56.

2. J. Bemskal, J. Szkudlarek. Surface modification of cotton fabrics for sublimation printing. AUTEX Research Journal, Vol. 13, No 3, September 2013, 67-70.

## **РАЗРАБОТКА СПОСОБА КОЛОРИРОВАНИЯ ПАРААРАМИДНЫХ ТКАНЕЙ**

А.Р. Зимнуров, О.В. Козлова

*Ивановский государственный химико-технологический университет, г. Иваново,  
Россия*

Для обеспечения комплекса необходимых свойств изделия из арамидных текстильных материалов помимо основных свойств негорючести и прочности должны быть прочно и интенсивно окрашены. Экономически и технологически эффективным способом колорирования, как показано авторами [1], является крашение пигментно-полимерной композицией с использованием акриловых и уретановых полимеров. В работе предложен способ крашения параарамида способом ракельного нанесения на поверхность ткани пигментно-полимерной загущенной композиции с последующей сушкой и фиксацией.



Проведен сравнительный анализ двух вариантов крашения тканей пигментами – классического плюсовочного и путем ракельного нанесения пигментно-полимерной композиции. Анализ показал значительные преимущества второго варианта крашения в сравнении с первым.

Характер спектральных характеристик в сравниваемых вариантах остается аналогичным (характеристические длины волн неизменны). Однако существенная разница заключается в том, что абсолютные значения показателя интенсивности окраски (K/S) во втором случае достигают значительно больших величин. И если в первом случае интенсивность окраски достигает от 2,0 до 3,5 ед (для различных полимеров), то во втором случае значения K/S увеличивается до 6 - 12. Существенное отличие в оптических свойствах связано и с различием в распределении пигмента на стадии приготовления краски, и с большим количеством наносимого пигмента, а также с разными механизмами фиксации пигмента в полимерном слое на текстильном субстрате.

Показано, что уровень интенсивности окраски, полученный при окрашивании по классическому варианту с концентрацией пигмента 30 г/л, достигается во втором варианте при концентрации пигмента в композиции 7,5 г/л. При этом соотношение пигмент-полимер в первом случае составляло 1:2, во втором 1:10, а интенсивность окрасок во втором варианте крашения повышается в 3 раза.

Цветовые характеристики					Координаты цвета		
R	G	B	L	C	H	a	b
Крашение пигментами по классическому способу							
248	66	50	84	77	26	87	44
Ракельное нанесение пигментно-полимерной композиции							
248	67	40	95	101	29	85	55

Оценена эффективность и целесообразность использования отечественных акриловых полимеров в качестве связующих для крашения пигментами параарамидных тканей из волокон и смесей их с натуральными и искусственными волокнами.

### *Литература*

1. Козлова О.В. Использование полимеров-модификаторов при колорировании параарамидных тканей / О.В. Козлова, Е.В. Меленчук //Изв. вузов. Химия и химическая технология. - 2013, Т. 56, №. 8.- стр. 90-92.

## **ОГНЕЗАЩИТНАЯ ОТДЕЛКА ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ТКАНЕЙ**

А.С. Федоринов<sup>1</sup>, О.И. Одинцова

*Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России<sup>1</sup>;  
Ивановский государственный химико-технологический университет  
г. Иваново, Россия*

Хлопковое волокно является одним из самых распространенных природных волокон и относится к легковоспламеняющимся полимерным материалам, поэтому придание хлопчатобумажным тканям огнестойкости имеет большое практическое значение. Изменения функциональных характеристик текстильных материалов и

придания им новых свойств можно наиболее осуществить посредством модификации поверхности тканей композиционными антипиренами комплексного действия. В качестве основы для разработки таких препаратов были использованы жидкие силоксановые каучуки холодного отверждения выпускаемые фирмой Dow Corning (США).

Полиорганосилоксаны имеют высокую термическую стабильность, хорошо переносят действие низких температур, солнечного света и влаги, атмосферные воздействия и т.д. Они характеризуются также способностью работать в экстремальных условиях и малым изменением физико-химических показателей в широком диапазоне температур [1].

Современные успехи нанотехнологий позволяют прогнозировать создание композиционных многофункциональных антипиренов посредством введения в силоксановые каучуки наночастиц порошков неорганических соединений, окисленного графита или капсулированного хладона и получать силоксановые композиции, обладающие уникальными свойствами.

Изучена возможность применения полиорганосилоксанов фирмы Dow Corning для огнезащитной отделки текстильных материалов. Исследовано влияние наночастиц активирующих добавок хладона и углерода на теплофизические характеристики хлопчатобумажных и хлопкополиэфирных тканей. Установлено, что введение в состав огнезащитной композиции хладона и наночастиц углерода в определенных соотношениях, позволяет придавать текстильным материалам свойства трудновоспламеняемости. Оптимизирован состав отделочной композиции.

Проведен анализ изменения критериев термоокислительной деструкции текстильных материалов, модифицированных полиорганосилоксанами фирмы DowCorning (DowCorning 3605, Silastic 9252/250 P). Исследовано влияние активирующих добавок капсулированного хладона 23 ( $\text{CHF}_3$ ) и нанодисперсного углерода на кинетические характеристики термолиты целлюлозных тканей.

Определены технические результаты огнезащитной отделки хлопчатобумажных и хлопколавсановых тканей. Выявлено, что нанесение композиции на основе полиорганосилоксанов способствует увеличению прочности текстильных материалов, а так же позволяет придать им комплекс высоких потребительских свойств: водо- и маслоотталкивания, морозостойкости и пониженной пожарной опасности.

### *Литература*

Долгов, О.Н. Кремнийорганические жидкие каучуки и материалы на их основе/ О.Н. Долгов, М.Г. Воронков, М.П. Гринблат. – Ленинград: Химия. –1975. –112 с.

## **СОЗДАНИЕ ТОВАРНОГО МАРКИРОВОЧНОГО ЭЛЕМЕНТА С ПОВЫШЕННОЙ СТЕПЕНЬЮ ЗАЩИТЫ**

Н.А. Мальгунова, Н.М. Сафьянников, И.П. Блинов, А.М. Киселев

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

В настоящее время для маркировки различных товаров используются специальные элементы в виде этикетки, содержащей кодированную информацию. Однако, их изготовление требует сложного электронного оборудования с проверкой по

криптографическим алгоритмам. При этом сохранение информации является нестабильным в условиях высоких температур [1].

Другой способ маркировки и идентификации товаров предусматривает наличие информации в цифровом виде, которая преобразована в форму штрих-кода [2]. Данный способ обеспечивает надежное сохранение информации в стандартных условиях эксплуатации, но имеет недостаток, который заключается в возможности ее потери при воздействии огня.

Известна структура огнестойкого текстильного материала с изнаночной и лицевой сторонами, на которой расположен печатный узор, формирующий совместно с поверхностью материала его цвет. Такой материал предназначен, главным образом, для изготовления защитной огнестойкой одежды [3].

С целью устранения указанных недостатков создан объемный маркировочный элемент с использованием двух контрастных ахроматических цветов (черный, белый), воспринимаемый электронными средствами телекоммуникаций. В этом случае элемент выполнен в виде тканой ленты, образованной переплетением основных нитей, изготовленных из тонкой тугоплавкой проволоки и уточных нитей, представляющих собой белое стекловолокно и черное углеродное волокно идентичной толщины, расположенных одна над другой и формирующих 100 %-но заполненные лицевые и подкладочные слои. Заданная комбинация нитей с определенным переплетением (четырёхремизный сатин) создает черные и белые информационные элементы различной ширины и их комбинация соответствует штрих-коду, воспринимаемому средствами телекоммуникаций [4].

Разработанные маркировочные элементы являются составной частью структуры ткани, они надежны, долговечны и сохраняются в любых условиях эксплуатации товара, включая экстремальные ситуации (пожары, стихийные бедствия, техногенные катастрофы и др.).

#### Литература

1. Патент РФ 2199781, G 1, G06GK, опубл. 27.02.2003
2. Патент РФ 2345412, C 1, G06K 5/04, 2006
3. Патент РФ 2451775, C 2, D03D15/12, 2007
4. Решение о выдаче патента на изобретение по заявке № 2014102181/12 (003279) от 23.01.2014

## **ФОРМИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФНЫХ РИСУНКОВ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ**

К.В. Четвериков, Т.В. Ковалева, А.М. Киселев

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

При художественном проектировании текстильных изделий и изделий на основе искусственных кож с поливинилхлоридным пленочным покрытием широкое распространение получила технология фотофильмпечати и высокой печати. С целью расширения возможностей узорчатой расцветки исследован процесс рельефной печати, позволяющий формировать на поверхности материала объемные изображения за счет использования специальных газовыделяющих веществ. Основой печатного состава

служит пигментная композиция, включающая органический или неорганический пигмент, связующее вещество, сшивающий агент, катализатор и смягчитель. При проведении вискозиметрических измерений оптимизированы значения эффективной вязкости печатных красок, показано, что они обладают необходимой степенью структурированности и тиксотропного восстановления структуры. Это позволяет получать четкие печатные рисунки с окрасками, имеющими высокие колористические и прочностные показатели.

Для сообщения эффекта рельефности рисунка в печатную композицию рекомендуется введение гелеобразующего агента и газовыделяющего вещества, в качестве которого наиболее эффективен азодикарбонамид, способный в условиях термической обработки напечатанного материала при 140-160° С к разложению с выделением нескольких газов (N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO), обеспечивающих микровспенивание желированного слоя печатной краски с образованием объемного изображения. Эффект рельефности (высота рельефного слоя рисунка) может регулироваться изменением концентрации азодикарбонамида и температуры тепловой обработки. С целью улучшения внешнего вида рисунка предложено введение в печатный состав пластификаторов типа алкилфталатов.

Практическое применение технологии рельефной печати на предприятиях текстильной и легкой промышленности позволит при использовании перспективного способа пигментной узорчатой расцветки дополнительно получить новые оригинальные эффекты художественно-колористического оформления выпускаемой продукции.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ГИДРОФИЛЬНЫХ НАНОЭМУЛЬСИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОЛОРИРОВАНИЯ И ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А.Ю. Галактионова, Н.В. Дашенко, А.М. Киселев

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

Отличительной особенностью наноэмульсионных отделочных препаратов является их способность к гидрофилизации гидрофобных поверхностей полимерных и, в частности, текстильных синтетических материалов. В результате повышаются показатели гигроскопичности и сорбционной способности субстрата, что обуславливает возможность интенсификации процессов колорирования и отделки текстиля. Действие таких препаратов имеет комплексный характер, то есть в условиях однократной обработки материала можно обеспечить получение нескольких отделочных эффектов в соответствии с назначением и целевыми функциями готовых изделий. При этом эффективность применения наноразмерных препаратов определяется спецификой свойств сформированных на полимерных материалах покрытий [1].

Экспериментально доказано, что обработка различных материалов гидрофильными наноэмульсиями повышает показатели их влагопоглощения, отмечено, что данный эффект объясняется спецификой процесса самосборки гиперразветвленных структур с образованием ультратонких поверхностных пленок, а также наличием в составе таких эмульсий полимеров, содержащих в своей структуре атомы фтора и

гидрофильные группы (-COOH; -OH; -NHR; EO, (CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O)<sub>n</sub> и др.) с определенной ориентацией на границе раздела фаз. В результате гидрофилизации поверхности субстрата достигается повышение коэффициентов диффузии красителей (на примере полиэфирной ткани и дисперсных красителей), уровня показателей интенсивности и прочности полученных окрасок, в частности, при реализации процесса сублимационной печати.

В результате предварительного аппретирования полиэфирной мебельной ткани наноэмульсиями «Rucostar E<sup>3</sup>» и «Microcill IDRO» обеспечивается высокая качество термопереводной печати с сообщением комплекса устойчивых специальных свойств (несминаемость, водо-масло-грязеотталкивание, огнестойкость, антистатический эффект, ароматизация и др.) [2].

Применение гидрофильных наноэмульсий позволяет создать более совершенные схемы построения технологических процессов, расширить спектр потребительских и специальных свойств готовых изделий.

### *Литература*

1. Новоселов Н.П., Иванов В.А., Валуева С.В., Боровикова Л.Н. //Химические волокна, 2008, № 4.- С. 42-45
2. Блинов А.Н., Киселев А.М., Ковалева Т.В. //Технология текст. пром-сти (сер.: Известия вузов), 2008, № 3.- С. 60-62

## **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРНОЙ ОКРАСКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Н.А. Евдокимова, Н.В. Дашенко, А.М. Киселев

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных  
технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

В настоящее время известны примеры создания природной окраски за счет специфических свойств упорядоченных структур, имеющих размеры лежащие в наноинтервале. Механизм ее образования основан, главным образом, на оптических принципах и состоит в возникновении интерференционных эффектов (дифракция, рассеяние) при отражении световых лучей от элементов, структурированных в нанослои, размер которых соизмерим с длиной световой волны. Окраска оптического происхождения получила название «структурной» и достаточно часто реализуется в природной расцветке птиц, рыб, моллюсков, насекомых и некоторых растений [1].

В области колорирования текстиля имеется тенденция к проведению изысканий в направлении имитации структурной окраски, для образования которой не требуется проводить энергоемкий и экологически проблемный синтез красителей и которая, в отличие от традиционных способов применения красящих веществ, обладает высокой светостойкостью [2, 3]. В настоящей работе рассмотрены принципы образования структурной окраски на текстильных материалах. Обоснована перспективность использования нового поколения наноразмерных неорганических интерференционных пигментов, способных к образованию структурной окраски для художественно-колористического оформления текстильных материалов. Экспериментально доказана целесообразность совмещения способов вытравной и пигментной печати с целью расширения приемов оформления текстильных материалов. Установлено, что печатные

рисунки с лучшими показателями структурной окраски формируются в том случае, когда печатная краска содержит восстановительный агент (ронгалит) при применении различных серий интерференционных наноразмерных пигментов. Отмечено, что независимо от цвета фона текстильного материала, высокое качество структурной окраски обеспечивают интерференционные пигменты «золотой» серии (КС-300, КС-306), содержащие в структуре два последовательно нанесенных нанослоя оксидов железа и титана. Из «серебристо-белой» серии на основе диоксида титана максимальной кроющей способностью по отношению к фоновой окраске ткани обладают марки со средним размером частиц (КС-100) [4].

В результате специально проведенных испытаний установлено, что структурные окраски на тканях и трикотажных полотнах из натуральных и синтетических волокон и их смесей имеют высокий уровень колористических и прочностных показателей.

### *Литература*

1. Кричевский Г.Е. Нано-био-химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды.- М.: 2011.- 528 с.
2. Бородкин В.Ф. Химия красителей.- М.: Химия, 1975
3. Венкатараман К. Химия синтетических красителей.- Л.: Гостехиздат.- 1956.
4. Патент РФ 2258107. Способ колорирования по окрашенному фону текстильного материала.- D 06 P. 3/16, опубл. 2014.

## **НЕТОКСИЧНЫЕ ИНТЕНСИФИКАТОРЫ КРАШЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПОЛИЭФИРНЫХ ВОЛОКОН**

Н.Е. Серова, А.П. Михайловская, А.М. Киселев

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

Обоснована и доказана возможность использования катионоактивных азотсодержащих поверхностно-активных веществ (четвертичных аммониевых солей) в качестве интенсификаторов крашения полиэфирных материалов дисперсными красителями по периодическому способу при температуре, не превышающей 100°C.

Исследован механизм интенсифицирующего действия четвертичных аммониевых солей, установлено их активизирующее влияние на структуру полиэтилентерефталата преимущественно в аморфных зонах полимера. Показано, что более высокая скорость диффузии интенсификатора по сравнению с красителем обуславливает первоочередную сорбцию аммониевых солей на поверхности субстрата, что способствует повышению сродства дисперсных красителей и снижению скорости их внутренней диффузии с улучшением окрашиваемости полиэфирного волокна и ровноты полученных окрасок.

Исследовано состояние азо- и антрахиноновых дисперсных красителей в водных растворах четвертичных аммониевых солей (на примере хлорида триэтилбензиламмония). С использованием метода динамического рассеяния света определены размеры частиц дисперсных красителей, интенсификатора и их комплексов в водной среде. Доказано наличие межмолекулярного взаимодействия между дисперсным красителем и четвертичной аммониевой солью. Установлено, что

нагревание раствора приводит к повышению доли мономолекулярной фракции дисперсного красителя. При приготовлении красильной ванны рекомендовано введение, в первую очередь, интенсификатора, а затем красителя.

На основании анализа термодинамических и кинетических параметров сорбции дисперсных красителей полиэфирным волокном оптимизированы значения температуры (95°C) и продолжительности (60 мин) процесса периодического крашения в присутствии нетоксичного интенсификатора (хлорид триэтилбензиламмония, 5 г/л) с получением на полиэфирной ткани окрасок с более высокими колористическими и прочностными показателями по сравнению с применением традиционных «переносчиков» на основе полярных органических веществ (бета-нафтол, салициловая кислота, алкиленкарбонаты и др.).

Даны рекомендации по реализации разработанной технологии крашения в условиях производства.

## **ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТИ ТЕКСТИЛЯ**

Н.А. Тихомирова, В.М. Надточеева

*Санкт-Петербургский государственный университет  
промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

Химическая технология текстильных материалов начала формироваться как наука с середины 19 века. Развитие химии синтетических красителей, применение печатных машин с цилиндрическими гравированными валами в этот период способствовало изучению теоретических основ химических, физико-химических и коллоидно-химических явлений, лежащих в основе процессов отделочного производства [1, 2, 3].

Многовековой опыт узорчатой расцветки текстильных материалов в 21 веке обогатился применением цифровых технологий. Появление компьютерного управления процессом формирования рисунка на субстрате с применением капле-струйной технологии позволило успешно применить, разработанные в 20 веке научные основы измерения цвета и воспроизведения окраски полихромных орнаментов на текстильном материале в соответствии с дизайн-проектом в автоматизированном режиме..

Широкие возможности цифровой технологии печати и успешное применение ее в текстильной практике создало предпосылки к разработке принтеров адаптированных к свойствам текстильных изделий, конструктивные особенности которых продолжают активно совершенствоваться [4]. Развитие аппаратного оформления процесса печатания текстиля: ручная набойка, механическая печать, цифровая печать, как ранее, так и сейчас влечет за собой корректировку технологической реализации процессов.

Изучение химико-технологических подходов при цифровой текстильной печати позволило выделить ряд особенностей по сравнению с традиционной печатью. К важнейшим химико-технологическим особенностям можно отнести комплекс физико-химическим свойствам печатных составов для струйной печати и специфику процесса фиксации красителей на текстильном изделии. Для совершенствования данной технологии узорчатой расцветки было исследовано влияние структуры текстильных материалов и характеристик электронного файла на качество печати, влияние текстильно-вспомогательных веществ на состояние красителя в растворе

чернил с учетом конструктивных особенностей печатающей головки текстильного принтера, возможность универсального применения красителей и интенсификации процесса фиксации их на текстильном материале.

#### *Литература*

1. Руггли П. Практикум по крашению и анализу красителей: пер. с нем. Д.Н.Грибоедова с предисловием А.Е. Порай-Кошица / П.Руггли – Ленинград: Научное химико-техническое издательство, 1929 г. – 268 с.
2. Викторов П.П., Химическая технология волокнистых веществ/ П.П. Викторов. – Ленинград: Гос. издательство легкой промышленности, 1940 г. – 535 с.
3. Виккерстаф Т. Физическая химия крашения: пер. с англ. Б.Н. Мельников и П.В. Морыганов под ред. П.В. Морыганова/ Т. Виккерстаф. – М.: Гос. научно-технич. изд. министерства легкой промышленности СССР, 1956 г. – 574 с.
4. Пат. 2630286 РФ, МПК В41J 2/01 (2006.01). Система и способ для подготовки поверхности формирования изображения в струйном принтере для печати чернилами на водной основе /Дирубио Кристофер А., Макконвиль Пол Дж., Линн Кристофер, Конделло Энтони С. патентообладатель Ксерокс Корпорейшн (US). – № 2014101128; заявл. 15.01.2014,опубл. 06.09.2017, Бюл.№25



# СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ, КРАСИТЕЛЕЙ И ТЕКСТИЛЬНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

## СИНТЕЗ ИОННЫХ ЖИДКОСТЕЙ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Е. С. Сашина, Д. А. Каширский

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

Ионные жидкости (ИЖ) представляют собой соли, состоящие из органического катиона и неорганического, органического или металлокомплексного аниона, температура плавления ИЖ обычно не превышает 100 °С. ИЖ с азотсодержащими катионами – имидазолия, аммония, пиридиния – способны растворять целлюлозу, фиброин, хитозан и другие природные полимеры. В качестве анионов для этой цели нужны гидрофильные – галогениды, ацетаты, тиоцианаты. Возможность широкого варьирования пар «катион-анион», а также введения в катион разного количества и размеров заместителей открывает перспективу разработки научного подхода к выбору наиболее эффективного растворителя.

Для выявления взаимосвязи между строением молекул ионных жидкостей и их растворяющей способностью по отношению к природным полимерам синтезирован ряд ионных жидкостей на основе галогенидов алкилпиридина. Галогениды 1-алкил-3-метилпиридиния получали по реакции алкилирования 3-пиколина соответствующим алкилгалогенидом по следующей процедуре. В двугорлую колбу с обратным холодильником и магнитной мешалкой загружали растворитель (толуола) и при перемешивании растворяли 3-метилпиридин, в полученный раствор добавляли соответствующий алкилгалогенид в небольшом избытке по отношению к метилпиридину (1:0.8 мольн). Полученный раствор перемешивали в атмосфере азота при комнатной температуре в течение 1 ч, нагревали при перемешивании до температуры 130°C и вели реакцию в течение 24 часов. По завершении реакции полученный продукт расслаивался, толуол декантировали с плотного слоя ионной жидкости. Целевой продукт промывали толуолом. Перекристаллизацию проводили растворением в ацетонитриле с последующим осаждением в избытке диэтилового эфира, летучие органические вещества удаляли с использованием роторного испарителя *Rotavapor R-215* (Buchi, Швейцария) в течение 6 часов, при этом давление постепенно понижали от атмосферного до 20 мБар, а температуру повышали от 60°C до 140°C.

Идентификацию синтезированных ИЖ после очистки и высушивания проводили с помощью ядерного магнитного резонанса на ядрах <sup>1</sup>H на спектрометре *Bruker Avance II Plus* (США), инфракрасной спектроскопии на *Nicolet 6700* (США) и хромато-масс-спектрометрии на *GCMS-QP2010 Plus Shimadzu* (Япония). Содержание воды определяли с помощью термогравиметрического анализа на *Mettler Toledo* (Германия). Температуру плавления ионных жидкостей определяли методом термического анализа с использованием дифференциальной сканирующей калориметрии на калориметре *Netsch DSC 204* (Германия).

Экспериментально изучены физико-химические свойства, а также растворяющая способность синтезированных ИЖ по отношению к целлюлозе и другим природным полимерам, выявлены основные тенденции изменения растворяющей способности с возрастанием количества и длины заместителей катиона.

*Исследования проведены при финансовой поддержке Министерства Науки и Высшего образования Российской Федерации (госзадание № 4.5718.2017/8.9).*

## СИНТЕЗ 4,4'-ДИАМИНОФЕНИЛОВОГО ЭФИРА

Е. С. Сашина, Д. Ю. Пярниц

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия*

Задачей исследования является аналитический обзор литературы по синтезу 4,4'-диаминодифенилового эфира, используемого в полимерной химии, например в качестве сшивающего агента. Синтез 4,4'-диамино дифенилового эфира включает две стадии:

- получение 4,4'-динитродифенилового эфира;
- восстановление нитрогрупп.

Классическим способом синтеза диарилловых эфиров служит арилирование фенола с помощью соединений меди, известное под именем реакции Ульмана [1]. Это нуклеофильная  $S_N$  реакция взаимодействия *n*-нитрогаллоидбензола с *n*-нитрофенолятом щелочного металла, последний образуется в ходе реакции добавлением карбоната калия или натрия. В качестве галлоидпроизводных используются производные фтора, брома, хлора [2, 3]. Реакция ведется в среде апротонного растворителя – диметилформамида, диметилсульфоксида, нитробензола [2-4].

Восстановление полученного динитропродукта может быть проведено с использованием различных восстановителей при разных условиях. В качестве восстановителей применимы газообразный водород, гидразингидрат, железо. Восстановление газообразным водородом проходит при повышенном давлении в присутствии катализаторов (металлов VIII группы или их смесей, никеля Ренея). Восстановление гидразингидратом проходит в более мягких условиях, также в присутствии никеля Ренея. Восстановление нитрогруппы железными стружками широко описано в литературе [5].

4,4'-Диаминодифениловый эфир представляет собой бесцветное кристаллическое вещество с температурой плавления 188-190°C,  $pK_a$  5.41 [6]. Растворим в спиртах, диэтиловом эфире, бензоле, хлороформе, разбавленных минеральных кислотах, ледяной уксусной кислоте. ПДК 5 мг/м<sup>3</sup>.

### *Литература*

1. Ullman F. Ueber eine neue Darstellungsweise von Phenylathersalicylsäure // F. Ullman / Chem. Ber. – 1904, V.37. – 853-854.
2. Li F. Microwave-Assisted Synthesis of Diaryl Ethers without Catalyst // F.Li, Q.Wang, Z.Ding, F.Tao / Org. Lett. – 2003, V.5. – 2169-2171.
3. Ramanathan S. Oxygen bridged nitroanilines for quadratic nonlinear optics // S.Ramanathan, C.Srinivasan, R.Kumar / Mol. Struct. – 2003, V. 645. – 51-59.
4. Pilyugin V.S. Synthesis and Structure of Di[methoxy(ethoxy)carbonylamino-1H-benzimidazol-5-yl] Ethers // V.S.Pilyugin, Yu.E.Sapozhnikov, G.V.Kiseleva,

N.A.Sapozhnikova, T.P.Vorob'eva, E.V.Klimakova / Russ. J. Gen. Chem. – 2005, V. 75. – 1585-1589.

5. Николенко Л.Н. Лабораторный практикум по промежуточным продуктам и красителям. – М.: Высшая школа, 1965. – 349 с.

6. «Справочник химика» (в 7 томах), под ред. Б. П. Никольского. – Л.: Химия, 1966.

## ОЛИГОМЕРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ – ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ, ВЫБОР ДОСТУПНЫХ РЕАГЕНТОВ И СОСТАВОВ

М.Р. Содикова

*Ташкентский химико-технологический институт, г.Ташкент, Узбекистан*

Ингибирование – один из наиболее эффективных, технологичных и экономически целесообразных способов защиты металлов от различных видов коррозии. Номенклатура ингибиторов широка и постоянно увеличивается, однако большее значение приобретают универсальные или многофункциональные ингибиторы коррозии металлов.

Целью исследований является разработка новых альтернативных универсальных ингибиторов коррозии стали для высокоминерализованных сероводородных, углекислотных и комбинированных средах, обеспеченных сырьевой базой, а также оценка их защитной эффективности.

Задачами исследований явилось определение защитной эффективности ряда олигомерных продуктов в качестве ингибиторов коррозии углеродистой стали в условиях воздействия сероводородных, углекислотных и комбинированных высокоминерализованных хлоридных сред.

Олигомерные продукты были получены путём взаимодействия мочевины (тиомочевины) с ортофосфорной кислотой и изучены процессы на протекание их олигомеризации в массе. Известно, что взаимодействие мочевиновых соединений в массе зависит от их строения, концентрации и других факторов, и рассмотрение концентрационных эффектов в реакциях позволяет в ряде случаев оценить влияние реагентов на их реакционную способность. Соотношение ортофосфорной кислоты и карбамида составляет 1:2. Конденсацию проводили в расплаве карбамида при температуре 135-140<sup>0</sup>С. Первоначально вводили 55-70 % (тио) мочевины, после чего продукт охлаждали и добавляли оставшуюся (тио) мочевины. В полученный продукт добавляли различное и рассчитанное количество вторичных продуктов масложирового производства (R), отходов химического производства (R<sub>1</sub>), неорганических (солей) соединений и их вторичные продукты (R<sub>2</sub>), имидазолиновые соединения (R<sub>3</sub>) и тем самым получили олигомерные соединения (ингибиторы) – ОИКR, ОИКR<sub>1</sub>, ОИКR<sub>2</sub>, ОИКR<sub>3</sub>.

Ингибирующие свойства вышеприведенных олигомерных соединений (ингибиторов коррозии) представлены в таблице. Результаты исследований свидетельствует о том, что при концентрации олигомерных соединений (ОИКR, ОИКR<sub>1</sub>, ОИКR<sub>2</sub>, ОИКR<sub>3</sub>) 100 мг и температура 20-60<sup>0</sup>С; защитное действие составляет 86,2-96,7 %, в зависимости от олигомерного соединения. С увеличением концентрации олигомерных соединений (ОИКR, ОИКR<sub>1</sub>, ОИКR<sub>2</sub>, ОИКR<sub>3</sub>) от 100 до 400 мг•л<sup>-1</sup>

защитное действие от коррозии возрастает и достигает 97,8-98,7% при 20-60 °С.

Защитные свойства олигомерных соединений (ОИКР, ОИКР<sub>1</sub>, ОИКР<sub>2</sub>, ОИКР<sub>3</sub>) по отношению к стали Ст.3 в водной среде

С ингибитором мг х л <sup>-1</sup>		Защитное действие, %, при температуре °С		
		20	40	60
ОИКР /	100	88,2/90,4/95,6/96,7	87,0/90,1/94,9/95,5	86,2/89,4/93,9/94,7
ОИКР <sub>1</sub> /	200	88,7/91,7/96,1/98,7	86,7/89,5/93,1/94,7	86,1/89,0/93,1/94,0
ОИКР <sub>2</sub> /	300	89,4/92,3/97,6/98,7	86,7/89,0/92,8/93,5	86,3/89,1/93,1/94,0
ОИКР <sub>3</sub>	400	90,0/92,4/98,8/97,8	90,0/92,4/98,8/97,8	86,0/89,0/92,4/93,6

Полученные результаты дают основание для всестороннего изучения олигомерных соединений в качестве ингибиторов коррозии стали в водных и солевых средах, а также в сероводородных, углекислотных и комбинированных средах.

## МЕЖФАЗНЫЕ ЭФФЕКТЫ В НАНОКОМПОЗИТАХ ПОЛИАЗОМЕТИН/МНОГОСТЕННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ

С.В. Бронников, С.В. Костромин

*Институт высокомолекулярных соединений РАН,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

Методом спектроскопии комбинационного рассеяния света (КРС) исследованы наноконпозиты полиазометин/многостенные углеродные нанотрубки (ПАЗ/МУНТ) в зависимости от длины волны возбуждения лазера  $\lambda$ . При  $\lambda = 532$  нм обнаружен сдвиг характеристических D и G полос МУНТ [1] в спектрах КРС наноконпозитов, что свидетельствует о возникновении межфазного взаимодействия между МУНТ и полимерной матрицей. Исследование наноконпозитов ПАЗ/МУНТ методом диэлектрической спектроскопии позволило обнаружить межфазную поляризацию (эффект Максвелла-Вагнера-Силларса) [2], связанную с накоплением носителей заряда на межфазной границе наноконпозитов. Эффект может иметь значение при создании материалов для электрических конденсаторов.

### *Литература*

1. Lehman J.H. Evaluating the characteristics of multiwall carbon nanotubes // J.H. Lehman, M. Terrones, E. Mansfield, K.E. Hurst, V. Meunier / Carbon. – 2011, v.49. – p. 2581-2602.
2. Xia X. Maxwell-Wagner-Sillars mechanism in the frequency dependence of electrical conductivity and dielectric permittivity of graphene-polymer nanocomposites // X. Xia, Z. Zhong, G.J. Weng / Mech. Mater. – 2017, v.109. – p. 42-50.

# ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ В ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ ПРИВИТЫХ СОПОЛИМЕРОВ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ

А.С. Рафиков, С.Х. Каримов, Н.Д. Набиев, М.Ш. Хакимова, Д.Б. Садикова

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности  
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Получены привитые сополимеры акриловой кислоты, метилметакрилата, н-бутилметакрилата, акрилонитрила, N-винилсукцинимиды с коллагеном (получен из сырой кожи), хлопковой целлюлозой (получена из хлопкового линта), фиброином натурального шелка. Сополимеризация осуществляется в растворе гомогенно в случае коллагена и гетерогенно в случаях целлюлозы и фиброина в присутствии инициатора. Для прививки синтетического полимера к волокнам текстильного материала использован метод предварительного нанесения инициатора. Схема реакций установлена с помощью ИК- и ПМР- спектроскопических исследований. Активные центры радикального характера образуются в результате взаимодействия природного полимера с инициаторами – персульфатом калия или динитриловым эфиром азоизомасляной кислоты. Иницирование привитой сополимеризации осуществляется в результате присоединения молекулы мономера к активному центру макромолекулы с образованием новых С – N связей в случае коллагена и фиброина, С – O связей в случае целлюлозы.

Определены кинетические параметры реакций – порядок скорости реакции по мономеру (1,2-1,8) и инициатору (0,6-0,95), отношение констант скоростей роста и обрыва полимерных цепей (0,0058-0,0196), энергия активации (45,8-54,5). Завышенное значение порядка реакций по мономеру и заниженная энергия активации процесса по сравнению с принятой для процесса радикальной полимеризации, объясняется межмолекулярным взаимодействием мономера с макромолекулой природного полимера. На отношение констант скоростей роста и обрыва влияет, прежде всего, состояние системы. В гомогенном процессе привитой сополимеризации к коллагену наблюдается более высокое значение этого показателя, что указывает на относительно высокую скорость роста полимерных цепей в начальном этапе синтеза.

Определены параметры прививки – степень прививки и эффективность прививки, средняя длина и молекулярная масса привитых цепей. Степень прививки зависит от природы и концентрации мономера, но в большей степени от концентрации инициатора, с увеличением которого увеличивается общая степень превращения и степень прививки. Эффективность прививки почти не изменяется при изменении концентрации инициатора, она зависит, прежде всего, от природы полимера и мономера. На молекулярную массу привитых цепей значительно влияет концентрация мономера, с увеличением которой пропорционально возрастает молекулярная масса.

Структура сополимеров в большей степени зависит от концентрации инициатора. При достаточно высоких степенях превращения с увеличением концентрации инициатора возрастает доля гелевой фракции полимера.

Определены физико-химические, термические свойства синтезированных сополимеров и физико-механические свойства текстильных материалов на их основе. Прочность при растяжении, воздухопроводность и поверхностная плотность текстильных полотен существенно изменяется при содержании небольших количеств синтетических полимеров.

Коллаген и/или его привитые сополимеры использованы для получения композиции для огнезащитной обработки текстильных материалов, формоустойчивого текстильного материала, шлихтования хлопчатобумажных нитей перед ткачеством, получения полимерных комплексов переходных металлов. Привитые сополимеры целлюлозы использованы для получения огнестойких текстильных материалов, композиционной бумаги с введением синтетических полимеров.

## **СВОЙСТВА ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СМЕСЕЙ КАРБОКСИМЕТИЛХИТОЗАНА С ПЕКТИНОМ И КРАХМАЛОМ И ПОЛУЧЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛЕНОК**

И.Л. Шевчук, А.М. Бочек, Е.Н. Попова, В.К. Лаврентьев

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт  
высокомолекулярных соединений Российской академии наук,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

С целью придания хитозану (ХТЗ) растворимости в воде проводят его химическую модификацию. Получены водорастворимые производные ХТЗ, содержащие гидроксипропильные, карбоксиметильные, карбоксиэтильные, сульфатные, фосфатные группы, а также водорастворимые сополимеры ХТЗ. Наиболее доступным способом получения водорастворимого производного ХТЗ является синтез карбоксиметилхитозана (КМ-ХТЗ). Одним из широко используемых способов получения растворов и гелей на основе хитозана (и его водорастворимых производных) для медицинских целей (кровеостанавливающие композиции, перевязочные материалы) является смешение раствора хитозана с хлористым кальцием или с другими полимерами.

Цель настоящей работы – изучение реологических свойств разбавленных и умеренно концентрированных водных растворов смесей КМ-ХТЗ с пектином и карбоксиметилированным крахмалом, а также структурной организации и термостойкости полученных композиционных пленок.

Показано, что растворы смесей представляют неньютоновские жидкости. Для смесей КМ-ХТЗ с пектином в концентрированных растворах наблюдаются положительное и отрицательное отклонение вязкости от расчетных аддитивных величин, тогда как для смесей КМ-ХТЗ с крахмалом – только отрицательное отклонение вязкости от расчетных значений. Наблюдаемые различия объясняются различиями в химическом строении макромолекул крахмала и пектина и разными функциональными группами, взаимодействующими с функциональными группами макроцепей КМ-ХТЗ через образование водородных связей.

С помощью метода рентгеновской дифракции изучена структурная организация полученных композиционных пленок. Установлено, что новых смешанных структур не образуется. На рентгенодифрактограммах наблюдается наложение рефлексов одного полимера на рефлексы другого. Для КМ-ХТЗ наблюдаются рефлексы при угле Брегга  $2\theta$  в области 9.5-10.0 и 18.2-19.0 градусов, характерные для хитозана. Для карбоксиметилированного крахмала наблюдается только аморфное гало. В случае пектина при его содержании до 50% наблюдается получение пленок с аморфной структурой (интенсивность рефлексов резко снижается. Это может указывать на образование смешанных аморфных структур макромолекул двух полисахаридов.

Методом ТГА исследована термостойкость пленок. По кривым ТГА определены значения температуры максимальной скорости термодеструкции  $T_{\text{макс}}$ . Введение крахмала в матрицу КМ-ХТЗ не приводит к повышению значений  $T_{\text{макс}}$ . Следует отметить, что в смешанных пленках наблюдается только одно значение  $T_{\text{макс}}$ , что косвенно может указывать на совместимость полисахаридов в твердом состоянии. При введении пектина в матрицу КМ-ХТЗ наблюдается снижение интенсивности минимума и уменьшение величины  $T_{\text{макс}}$ . При содержании пектина 75% наблюдается уменьшение величины  $T_{\text{макс}}$  до 234°C. Можно полагать, что в смесях КМ-ХТЗ с пектином продукты разложения одного из полисахаридов катализируют термодеструкцию полимеров. В целом, в композиционных пленках КМ-ХТЗ с пектином наблюдается снижение термостойкости пленок.

## **СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛЕНОК МЕТИЛГИДРОКСИЭТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ С АРАБИНОГАЛАКТАНОМ**

И.Л. Шевчук, Д.А. Слободова, М.Ф. Лебедева, В.К. Лаврентьев, Р.М. Горшкова,  
А.М. Бочек

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт  
высокомолекулярных соединений Российской академии наук,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

Арабиногалактан (АГ), выделяемый в процессе варки древесины лиственницы, обладает биологической активностью и может использоваться в качестве носителя лекарственных веществ [1]. АГ имеет разветвленное химическое строение и его молекулярная масса не превышает 40 кДа, вследствие чего получение пленок и волокон на его основе весьма затруднено. Представляет научный и практический интерес получение композиционных материалов, в которых несущей матрицей являются водорастворимые эфиры целлюлозы, с включенным в их состав АГ. Наиболее доступным способом структурной модификации полимеров является их смешение с другими полимерами в общем растворителе или в расплаве. В [2] было показано, что метилцеллюлоза совместима с АГ при содержании последнего вплоть до 50%, а в смесях с карбоксиметилцеллюлозой наблюдается совместимость полисахаридов при содержании АГ до 70% [3].

Цель настоящей работы – изучение структурной организации композиционных пленок метилгидроксиэтилцеллюлозы с АГ (МГЭЦ-АГ), совместимости полисахаридов в твердом состоянии и физико-механических свойств пленок.

С помощью метода динамического механического анализа определены температуры релаксационных переходов в пленках. Установлено, что МГЭЦ совместима с АГ при содержании АГ до 70% (мас). При более высоком содержании АГ получаются хрупкие пленки. Методом рентгеновской дифракции изучена структурная организация композиционных пленок. Показано, что на диффрактограммах пленок новых рефлексов не наблюдается. По мере увеличения доли АГ происходит снижение интенсивности рефлексов МГЭЦ, т.е. как и в случаях смесей АГ с метилцеллюлозой и карбоксиметилцеллюлозой [2, 3], в композиционных пленках могут присутствовать смешанные структуры, в которых макромолекулы полисахаридов находятся в аморфном состоянии. Получены композиционные пленки МГЭЦ-АГ с

удовлетворительными деформационными характеристиками при содержании АГ до 10%.

### *Литература*

1. Ehrenfreund-Kleinman T. Conjugation of amino-containing drugs to polysaccharides by tosylation: amphotericin B–arabinogalactan conjugates. // Ehrenfreund-Kleinman T., Golenser J., Domb A.J. / Biomaterials. –2004, v. 25, No 15.– p. 3049–3057.

2. Бочек А.М. Свойства композитных пленок на основе метилцеллюлозы с арабиногалактаном. // Бочек А.М., Забивалова Н.М., Гофман И.В., Абалов И.В., Лебедева М.Ф., Попова Е.Н., Лаврентьев В.К. / Высокомолек. соединения. – 2015, Сер. А. т. 57, № 4. –с. 338-345.

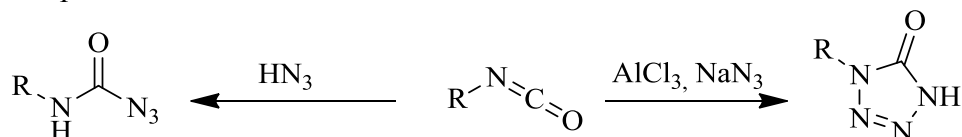
3. Бочек А.М., Забивалова Н.М., Лаврентьев В.К., Гофман И.В., Лебедева М.Ф., Попова Е.Н., Серов И.В. Свойства композитных пленок карбоксиметилцеллюлозы с арабиногалактаном. // Хим. волокна. – 2015. № 3. –с. 50-53.

## **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗОЦИАНАТОВ С СИСТЕМОЙ NaN<sub>3</sub>-ZnCl<sub>2</sub>**

Е.А. Тищенко, Л.В. Мызников

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет), Санкт-Петербург, Россия*

Известно, что взаимодействие изоцианатов с азидами в зависимости от условий и используемых реагентов может приводить к двум продуктам: карбамоилазидам и 1-замещенным тетразол-5-онам.



Образование карбамоилазидов проходит легко при взаимодействии изоцианатов с азидоводородной кислотой, получаемой *in situ* из азида натрия и HCl [1] при температурах 0-25°C, а также с триметилсилилазидом [2] при нагревании. Отмечается, что в последнем случае может образовываться смесь продуктов присоединения и циклизации.

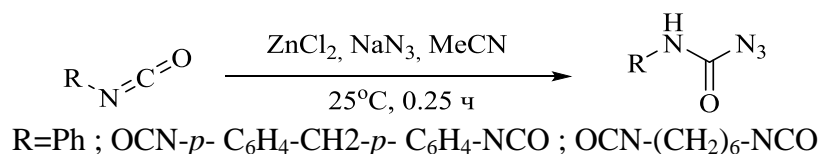
Образование 1-замещенных тетразол-5-онов происходит при проведении реакции в присутствии AlCl<sub>3</sub> при нагревании до 60-100°C в течение продолжительного времени [3-5].

Интересно отметить, что и карбамоилазиды, и 1-замещенные тетразол-5-оны являются стабильными соединениями, не претерпевающими взаимных превращений при нагревании или обработке щелочами и кислотами.

Ранее было показано, что каталитическая система NaN<sub>3</sub> – ZnCl<sub>2</sub> позволяет в мягких условиях получать тетразолы из нитрилов и изотиоцианатов. Продолжая работу по изучению синтетических возможностей системы NaN<sub>3</sub> – ZnCl<sub>2</sub> мы изучили взаимодействие указанной системы с изоцианатами. Мы нашли, что в ацетонитриле при комнатной температуре и при нагревании с количественными выходами



образуются исключительно карбамоилазиды. В обоих случаях реакция проходит за несколько минут.



Предложенный способ синтеза карбамоилазидов является одним из наиболее эффективных методов синтеза указанных соединений.

#### *Литература*

1. Synthesis of Oxazolidin-2-ones and Imidazolidin-2-ones Directly from 1,3-Diols or 3-Amino Alcohols using Iodobenzene Dichloride and Sodium Azide / T. He, W.-C. Gao, W.-K. Wang и др. // *Advanced Synthesis and Catalysis*. – 2014. - Vol. 356. - Nb. 5. - P. 1113 – 1118.
2. Alkali and alkaline earth metal salts of tetrazolone: structurally interesting and excellently thermostable / P. He, L. Wu, J.-T. Wu и др. // *Dalton Transactions*. – 2017. - Vol. 46. - Nb. 26. - P. 8422 – 8430.
3. A facile route for the synthesis 1,4-disubstituted tetrazolone derivatives and evaluation of their antimicrobial activity / A. Santhoshi, P. S. Sadhu, R. Sriram и др. // *Medicinal Chemistry Research*. – 2013. - Vol. 22. - Nb. 7. - P. 3329 – 3340.
4. Horwitz, J. P. The Synthesis of 1-Substituted 5(4H)Tetrazolinones / J. P. Horwitz, B. E. Fisher, A. J. Tomasewski // *Journal of American Chemical Society*. – 1959. – Vol. 81. – Iss. 12. – P. 3076–3079.
5. Electronic properties of 1-methyl-4-phenyl-1H-tetrazole-5(4H)-thiones: An experimental and theoretical study / S. Rayat, R. Chhabra, O. Alawode и др. // *Journal of Molecular Structure*. – 2009. - Vol. 933. - Nb. 1-3. - P. 38 – 45.

## **КАТАЛИЗИРУЕМОЕ СОЛЯМИ ЦИНКА ЦИКЛОПРИСОЕДИНЕНИЕ АЗИД ИОНА К НИТРИЛАМ, ГЕТЕРОКУМУЛЕНАМ И ТЕРМИНАЛЬНЫМ АЦЕТИЛЕНАМ**

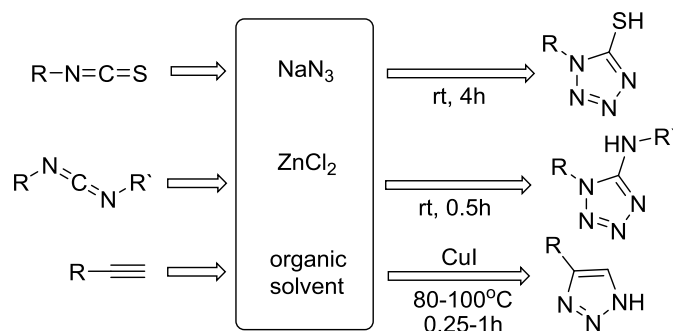
Л.В. Мызников, Ю.Э. Зевацкий

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет), Санкт-Петербург, Россия*

Вицинальные полиазотистые гетероциклические соединения являются предметом постоянного интереса благодаря их применению в фармацевтике, в качестве высокоэнергетических материалов и в некоторых других областях. Основной метод получения таких соединений это циклоприсоединение азидов к тройной (C≡C или C≡N) или кумулированной двойной (N=C=X; X = NR', O, S) связям. Среди указанных превращений наибольшее распространение получили синтезы замещенных тетразолов из нитрилов изотиоцианатов и карбодиимидов. В большинстве случаев такие реакции требуют продолжительного нагревания неопределенного субстрата в присутствии источника азидов - HN<sub>3</sub>, NaN<sub>3</sub>, TMSN<sub>3</sub> и т. п. Часто для снижения температуры и сокращения продолжительности синтеза в реакцию добавляются катализаторы, в

качестве которых чаще всего используются кислоты Льюиса. Наиболее актуальные проблемы для всех указанных выше превращений — это снижение температуры и продолжительности для минимизации риска выделения в ходе синтеза взрывоопасной и токсичной  $\text{HN}_3$ , а также для получения продуктов, содержащих реакционноспособные функциональные группы.

В настоящем докладе рассмотрены различные подходы к синтезу тетразолов и 1,2,3-триазолов в присутствии соединений цинка. Показано, что наиболее эффективной каталитической системой для получения указанных соединений является система  $\text{NaN}_3\text{-ZnCl}_2$  в органических растворителях. Применение указанной системы в случае гетерокумуленов позволяет отнести указанные превращения к разряду клик-реакций.



### Литература

1. Мызников, Л. В. Тетразолы LVI. Синтез 5-замещенных тетразолов в условиях микроволновой активации в присутствии гетерогенного катализатора (Оксида цинка) / Л. В. Мызников, Ю. А. Ефимова, Т. В. Артамонова, Г. И. Колдобский // Журнал Органической Химии. – 2011. - Т. 47. - Вып. 5. - С. 723-725.
2. Мызников, Л. В. Тетразолы LI. Синтез 5-замещенных тетразолов в условиях микроволновой активации. / Л. В. Мызников, J. Roh, Т. В. Артамонова, А. Hrabalek, Г. И. Колдобский // Журнал Органической Химии. - 2007. - Т. 43. - Вып. 5. - С. 767-769.
3. Myznikov, L. An Improved Protocol for the Preparation of 5-Substituted Tetrazoles from Organic Thiocyanates and Nitriles. / S. Vorona, Т. Artamonova, Yu. Zevatskii, L. Myznikov // Synthesis. - 2014. - Vol. 46. - P. 781–786.
4. Мызников, Л. В. Механизм цинк-катализируемого присоединения азид-иона к ненасыщенным соединениям: синтез 5-замещенных 1H-тетразолов из нитрилов и 1-замещенных 1H-тетразол-5-тиолов из изотиоцианатов. / Л. В. Мызников, С. В. Ворона, Т. В. Артамонова и др. // Журнал Общей Химии. - 2017. - Т. 87. - Вып. 4. - С. 597-604.

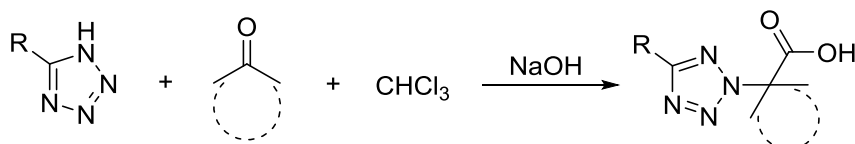
## РЕАКЦИЯ БАРДЖЕЛЛИНИ В РЯДУ 5-ЗАМЕЩЕННЫХ ТЕТРАЗОЛОВ

М.С. Квасов, Л.В. Мызников

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Санкт-Петербург, Россия*

Многокомпонентные реакции, в ходе которых три и более компонента реагируют с образованием одного продукта, известны практически с момента становления химии

как науки [1]. В последние два десятка лет такие реакции стали объектами пристального внимания, так как позволяют получать сложные разнообразно замещенные соединения за минимальное число стадий. Одна из таких многокомпонентных реакций – конденсация хлороформа, алифатических кетонов и нуклеофилов (реакция Барджеллини) в присутствии NaOH – известна уже более 100 лет [2]. В результате этой реакции образуются производные стерически затрудненных карбоновых кислот. До настоящего времени этот подход практически не использовался для функционализации гетероциклических соединений, за исключением нескольких работ [3,4], где в качестве нуклеофилов в реакции Барджеллини использовались гетероциклические тиолы.



Мы нашли, что в качестве нуклеофилов в реакции Барджеллини могут использоваться 5-замещенные тетразолы. Эти соединения легко вступают в реакцию с различными кетонами в присутствии гидроксида натрия при температуре 0-25°C. Реакция проводилась без растворителя в избытке кетона и хлороформа. В этих условиях производные стерически затрудненных карбоновых кислот образуются за 2-3 ч с выходами от 64% до 92%. Получаемые в этой реакции вещества представляют интерес как потенциальные лекарственные препараты. Например, показано, что подобные соединения могут обладать антисептическими свойствами [5], использоваться при лечении судорог [6], борьбе с опухолями [7].

### Литература

1. Иващенко, А.В. Многокомпонентные реакции изоцианидов в синтезе гетероциклов / А.В. Иващенко, Я.А. Иваненков, В.М. Кисиль, и др. // Успехи химии - 2010 – Т. 79. - № 9. – С. 861-893.
2. Bargellini, G. Azione del cloroformio e idrato sodico sui fenoli in soluzione nell'acetone / G. Bargellini // *Gazzetta Chimica Italiana*. - 1906. - Vol. 36. - P. 329–338.
3. Мызников, Л. В. Реакция Барджеллини в ряду гетероциклических тиолов / Ю. В. Мельникова, А. С. Ляхов, Л. С. Ивашкевич и др. // Журн. Общ. Химии. - 2016. - Т. 86. - Вып. 2. - С. 284-288.
4. Zav'alo, V.K. Synthesis of 2-alkyl-2-(3-cyanopyridin-2-ylthio)propionic acids / V. K. Zav'alo, A. A. Zubarev, V. P. Litvinov // *Russian Chemical Bulletin* – 2007. – Vol.56. – Iss. 10. – P. 2034–2037.
5. Francavilla, C. Novel N-chloroheterocyclic antimicrobials. / C. Francavilla, E. D.Turtle, B.Kim, и др. // *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*. – Vol. 21. – Iss. 10. - P. 3029-3033.
6. Mahdavi M. Synthesis of Novel 1,4-Benzodiazepine-3,5-dione Derivatives: Reaction of 2-Aminobenzamides under Bargellini Reaction Conditions / M. Mahdavi, M. Asadi, M. Saedi, и др. // *Synlett* – 2012. – Vol. 23. – Iss. 17. – P. 2521-2525.
7. Horton D.A. The Combinatorial Synthesis of Bicyclic Privileged Structures or Privileged Substructures / D. A. Horton, G. T. Bourne, M. L. Smythe // *Chemical Reviews* - 2003 - Vol.103. - Iss. 3. - P. 893-930.

# ГЕТЕРОГЕННЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ОБЛАДАЮЩИЕ СПЕЦИАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ СВОЙСТВ

Е.С. Цобкалло<sup>1</sup>, О.А. Москалюк<sup>1</sup>, В.Е. Юдин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, <sup>2</sup>Институт высокомолекулярных соединений РАН,  
г. Санкт-Петербург, Россия

Одним из современных достижений химической технологии в производстве текстиля является создание высокопрочных, высокомодульных, высокоэластичных, термостойких, негорючих, светостойких, износостойких и других видов волокон со специальными свойствами. Особое место среди таких материалов занимают волокна, обладающие комплексом свойств, которые отсутствуют не только у натуральных, но и у традиционных химических волокон: пониженные значения электропроводности, повышенная устойчивость к действию ультрафиолетовых излучений и повышенная теплопроводность, антимикробные свойства, фотохромность и термохромность (способность изменять цвет под действием света или температуры соответственно) и др. Появление таких волокон стало возможным, в том числе, и благодаря созданию гетерогенных (композиционных) полимерных материалов, в которых за счет введения в полимерную матрицу определенного вида наполнителей, синтетическим волокна придается требуемый комплекс свойств.

Цель данной работы состояла в исследовании влияния функциональных дисперсных наполнителей различного типа и формы на физические и деформационно-прочностные свойства композиционных полимерных волокнистых материалов. В качестве матриц для создания композиционных волокон использовались термопластичные волокнообразующие полимеры: полипропилен и полиэтилентерефталат. В качестве наполнителей использовались различные дисперсные частицы: технический углерод, углеродные нанотрубки и нановолокна, диоксид кремния и оксид алюминия [1-3]. Показано, что введение определённых типов наполнителей и варьируя концентрацию этих наполнителей, возможно придавать гетерогенным полимерным текстильным материалам требуемые электропроводящие и теплопроводящие, а также повышенные деформационно-прочностные свойства.

## *Литература*

1. Moskalyuk O. A., Effect of functional disperse fillers on mechanical properties of fibrous polymeric composite materials // O. A. Moskalyuk, E. S. Tsobkallo, V. E. Yudin, A. V. Shibanova, K. V. Malafeev, Pierfrancesco Morganti / Fibre Chemistry - 2018, Vol. 50, № 3. – p. 209-214.
2. Tsobkallo E. S. Transenergo plastics based on film-type composite materials // E. S. Tsobkallo, O. A. Moskalyuk, A. S. Stepashkina, V. E. Yudin / Fibre Chemistry - 2018, Vol. 50, № 4. – p. 274-279.
3. Москалюк О.А., Алешин А.Н., Цобкалло Е.С., Крестинин А.В., Юдин В.Е. // Физика твердого тела. 2012, том 54, № 10. – С.1994-1998.

## ВЛИЯНИЕ АНИОННЫХ ДЕТЕРГЕНТОВ НА СТРУКТУРУ ПОЛИПРОПИЛЕНА

А. П. Михайловская<sup>1</sup>, А. Климова<sup>1</sup>, Е. Пивоварова<sup>1</sup>, Т. Maniecki<sup>2</sup>,  
R. Ciesielski<sup>2</sup>, А. М. Киселев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup>*Lodz University of Technology, Lodz, Poland*

Полипропилен (ПП) в настоящее время является одним из самых быстрорастущих по производству полимеров. Большая часть этого роста объясняется тем, что ПП – это прочный полимер, инертный к коррозии и органическим растворителям, способен заменить обычные материалы (дерево, стекло, металл) и другие термопласты с меньшими затратами.

Ранее было установлено, что обработка ПП изотактической пленки водными растворами АПАВ увеличивает сорбционные свойства материала в 2-3 раза. Для того чтобы определить, как данная обработка влияет на структуру материала использовался метод рентгеноструктурного анализа (РСА). Дифракция R-лучей под малыми углами позволяет судить о структурной упорядоченности в расположении макромолекул и их частей в области ближнего и дальнего порядка, о плотности аморфных прослоек и дефектности кристаллических структур. Исследования показали, что все образцы имеют три интенсивных брэгговских пика в области  $2\theta < 20^\circ$ , соответствующие кристаллической структуре моноклинной сингонии ( $\alpha$ -фазе). Наименьшей интенсивностью пиков характеризуется образец, обработанный водным раствором монолаурилфосфата калия.

Рентгеновая степень кристалличности полимеров, рассчитанная на основе полученных дифрактограмм, характеризует долю регулярно упакованных молекул по отношению к полностью неупорядоченным молекулам и составляет, %:

- исходный образец – 79–85;
- обработанный, лаурилсульфатом натрия – 75–81;
- обработанный,  $\alpha$ -олефинсульфонатом натрия – 75–81;
- обработанный, монолаурилфосфатом калия – 65–71.

Таким образом, объемная доля полипропилена, находящегося в упорядоченном состоянии, снижается в результате тепловой обработки материала водным раствором монолаурилфосфата калия.

На основании исследований, проведенных с использованием метода РСА установлено, что модификация ПП материала путем его тепловой обработки водными растворами АПАВ при  $99 \pm 1^\circ\text{C}$  в течение 10 мин, сохраняя моноклинную кристаллическую структуру изотактического ПП, приводит к снижению степени ориентации макромолекул в аморфной области полимера.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ГИДРОКРЕКИНГА МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛИПРОПИЛЕНА

Е. Пивоварова<sup>1</sup>, А. П. Михайловская<sup>1</sup>, А. Климова<sup>1</sup>, Т. Maniecki<sup>2</sup>,  
R. Ciesielski<sup>2</sup>, А. М. Киселев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна, Санкт-Петербург, Россия  
; <sup>2</sup>Lodz University of Technology, Lodz, Poland

Гидрокрекинг является одним из методов, используемых для превращения отходов пластмасс в высококачественное жидкое топливо. По сравнению с пиролизом и каталитическим крекингом этот метод выгоднее, так как он дает высоконасыщенный жидкий продукт, который без дополнительной обработки используется в качестве транспортного топлива или мазута.

Объекты исследования данной работы: образцы полипропиленовой (ПП) пленки, модифицированной тепловой обработкой водными растворами поверхностно-активных веществ анионного типа (лаурилсульфата натрия,  $\alpha$ -олефинсульфоната натрия и монолаурилфосфата калия).

Процесс гидрокрекинга осуществляли следующим образом: в рабочем цилиндре установки, работающей под давлением (75 атм), размещали 0,42 г образца ПП, 0,20–0,22 г катализатора на основе Ni (25):Mo (35):W (40) и 35 мл растворителя. Обработку проводили в течение 2 ч при 320 °С. Идентификацию продуктов гидрокрекинга осуществляли на газовом хроматографе «НР 5890».

Согласно данным хроматографического анализа содержание алканов и циклоалканов в продуктах гидрокрекинга исследуемых образцов различно. В продуктах гидрокрекинга исходной ПП пленки обнаружены газообразные алканы (8 %), но отсутствуют циклические углеводороды. Гидрокрекинг модифицированных ПП пленок дает до 23 % нафтенов, при этом выход газообразных алканов снижается до 1 %. В состав продуктов гидрокрекинга образца ПП пленки, модифицированной монолаурилфосфатом натрия, входит твердый алкан – октадекан (8 %).

Следует отметить, что содержание высших парафинов в продуктах гидрокрекинга образцов ПП пленки также существенно отличается. Исходный образец образует 17 % высших парафинов из 80 % алканов (0.2 долей), наиболее высокомолекулярным продуктом реакции является тридекан. Образец, обработанный  $\alpha$ -олефинсульфонатом натрия, дает 25 % высших парафинов из 61 % алканов (0.4 долей), самый длинный алкан - тетрадекан. В продуктах гидрокрекинга образца, обработанного монолаурилфосфатом калия, содержится 55 % высших парафинов из 70 % предельных углеводородов (0.8 долей), 8 % при этом приходится на C<sub>18</sub>H<sub>38</sub>.

Таким образом, установлено, что продукты гидрокрекинга ПП, обработанного водным раствором монолаурилфосфатом калия, соответствуют керосино-гайзолевой фракции, в которой основной частью являются алканы C<sub>14</sub> – C<sub>18</sub>, повышающие цетановое число топлива.

# ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЦ МАГНЕТИТА НА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ НИТЕЙ С ФТОРОПЛАСТОВЫМ ПОКРЫТИЕМ

С.Ю. Вавилова, Н.П. Пророкова, Т.Ю.Кумеева

*Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, г. Иваново, Россия*

В ИХР РАН разработан способ получения нитей и волокон из термопластичных волокнообразующих полимеров с фторопластовым покрытием. Реализация данного способа возможна при формовании нитей из расплава. Способ позволяет получать нити с тонким покрытием на основе фторопласта из недорогих многотоннажных полимеров [1]. Такие нити при доступной цене отличаются высокими физико-механическими характеристиками, превышающими соответствующие характеристики нитей из того же полимера без фторопластового покрытия. Такие нити могут найти применение в изготовлении ковровых изделий, мебельной обивки, медицинского текстиля и т.д. Низкий коэффициент трения позволит повысить износостойкость изделий и снизить их загрязняемость.

Однако наряду с преимуществами у таких нитей имеются и недостатки. Волокна с фторопластовым покрытием отличаются более высоким электрическим сопротивлением, чем полиамидные, полипропиленовые или полиэфирные. Закрепить на абсолютно химически инертной поверхности какие-либо антистатические препараты практически невозможно, кроме того, желательнее, чтобы антистатический эффект проявлялся в течение всего срока эксплуатации изделия. Для решения этой задачи был предложен оригинальный подход, заключающийся во введении во фторопластовое покрытие металлсодержащих наночастиц. В качестве металлсодержащих частиц были использованы наночастицы магнетита, синтез которых хорошо изучен и подробно описан в литературе.

Магнетит получали осаждением водным аммиаком из раствора солей Fe(II) и Fe(III). Для снижения агрегации частиц при осаждении вводили стеарат натрия, обладающий высокой термостабильностью. Формовочная препаратия включала суспензию фторопласта СФ-4Д и магнетит. Полученный состав наносили на поверхность горячей нити при формовании на стадии замасливания. В дальнейшем, на стадии ориентационного вытягивания, толщина покрытия, за счет способности фторопласта к псевдотеку и высокого коэффициента теплового расширения, значительно уменьшалась, покрытие приобретало равномерность и становилось ориентированным.

Изучено влияние поверхностной модификации полипропиленовых нитей, с применением стабилизированного стеаратом натрия магнетита, на способности к подавлению жизнедеятельности патогенных микроорганизмов и электрофизические свойства. Выявлено, что модифицированные нити обладают очень хорошим антимикробным эффектом. Электрическое сопротивление модифицированных нитей ниже на 5-7 порядков, чем у полипропиленовых. Исследована устойчивость фторопластового покрытия, допированного магнетитом, к истирающим воздействиям. Показано, что модифицированные нити выдерживают 500 циклов истирающих воздействий без нарушения покрытия.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (госконтракт № 01201260484).

## *Литература*

1. Prorokova N.P., Vavilova S.Y., Bouznik V.M. A novel technique for coating polypropylene yarns with polytetrafluoroethylene // Journal of Fluorine Chemistry. 2017. V. 204. P. 50-58.

## **КРАШЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ СИНТЕЗА КРАСИТЕЛЯ НА ВОЛОКНЕ**

Ш.Н. Расулова

*Ташкентский государственный технический университет, ГУП «Фан ва таракиет»  
г.Ташкент, Узбекистан*

Одной из основных задач стоящих перед республикой является создание прочной материально-технической базы и обеспечение населения высококачественными товарами. В целях придания тканям, ковровым и трикотажным изделиям специальных свойств и облагораживания их, все в большем количестве при их производстве используют смесевые волокна, т.к. изделия на основе смесей волокон характеризуются высокими гигиеническими и эксплуатационными свойствами: натуральные волокна придают изделиям мягкость, гигроскопичность, комфортность, воздухопроницаемость, химические волокна способствуют увеличению срока службы изделия, благодаря улучшению эластических свойств и увеличению прочности; улучшению формоустойчивости изделия, благодаря уменьшению сминаемости и усадки и т.д.

В работе приводятся результаты исследований по крашению хлопкополиэфирных тканей путем синтеза красителя на волокне. В качестве пигментобразующих были использованы составы на основе фенолов, солей поливалентных металлов и нитрита натрия.

Полиэфирное волокно (ПЭ) имеет плотную структуру, в связи с этим изучено влияние на колористические показатели окрасок хлопко-ПЭ смешанной ткани введения в красильную композицию разрыхлителей структуры ПЭ волокон: салициловой кислоты, бензойной кислоты и  $\beta$ -нафтола. Исследованиями установлено, что наибольший эффект разрыхления и следовательно, наиболее насыщенные окраски приобретают хлопко-ПЭ ткани при использовании салициловой кислотой, содержание которой в красящей композиции в зависимости от требуемой насыщенности окраски составляет 2-10% (от веса материала).

Проведенными нами ранее исследованиями показано, что крашение целлюлозных волокон выбранными композициями возможно лишь после предварительного аминирования  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилана. В связи с этим изучено влияние на колористические характеристики полученных окрасок введения в состав красящей композиции  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилана. Установлено, что при введении в красящую композицию  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилана не удаётся получить насыщенных окрасок. На основании полученных данных сделано заключение о необходимости проведения крашения хлопко-полиэфирной ткани по двух ванному способу. В первой ванне проводится разрыхление структуры волокна путем обработки при 90-92<sup>0</sup>С раствором салициловой кислоты от 2,0 до 10% (от массы обрабатываемого материала). Чем больше концентрация салициловой кислоты в растворе, тем выше насыщенность полученных окрасок.



Изучена кинетика крашения хлопко-ПЭ ткани при различных температурах. Установлено, что хлопко – ПЭ ткань приобретает наиболее насыщенные окраски при крашении по двух ванному способу, при температуре кипения в течение 15-17 мин. Крашение проводится в кислой среде с добавлением или без добавления уксусной кислоты в зависимости от природы красящих композиций.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УЗОРЧАТОЙ РАСЦВЕТКИ ПОЛИАМИДНЫХ ТКАНЕЙ**

Т.Ю. Дянкова, С.С. Борисова

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

При изучении вопроса о возможности получения узорчатых расцветок, соответствующих художественным оригиналам по цветовой гамме, требованиям к сохранению товарного вида изделий в процессах стирки и химчистки, инсоляции под действием света, были предложены средства повышения фиксации подвижных частиц дисперсных красителей в периодических и непрерывных способах крашения и печатания. Исследуемый процесс узорчатой расцветки тканей ориентирован на современные цифровые технологии прямой струйной печати и ручной росписи, не требующие промывки после термической обработки материала с нанесённым красящим составом.

Цель настоящей работы - исследование влияния факторов, определяющих качество узорчатой расцветки полиамидных тканей, полученных с применением композиций дисперсных красителей и гидрофобизирующих агентов, для достижения высококачественной колористической отделки, отвечающей требованиям по уровню устойчивости окраски к физико-химическим воздействиям. В качестве объектов исследований использовали ткани из полиамидных волокон «Ника» и «Турист» (поверхностная плотность соответственно – 85 и 150 г/м<sup>2</sup>)

Колорирование в лабораторных условиях осуществляли в режиме способа «Термозоль» при температурах термической фиксации до 170°C и степени отжима в пределах 90–130 %. В качестве гидрофобизирующих агентов были использован сополиконденсат акриловой кислоты и её эфиров и фторуглеродный препарат в концентрациях от 30 до 100 г/л

Эффективность колористической отделки оценивали по показателям привеса материала, краевого угла смачивания, высоте водяного столба, воздухопроницаемости, интенсивности и устойчивости окраски.

Установлена корреляция между показателями гидрофобности ткани и количеством фиксированного красителя.

Показано, что при концентрациях гидрофобизирующих агентов 40–50 г/л с увеличением температуры и длительности термической фиксации краевые углы смачивания увеличиваются до 145-155 град., интенсивность окраски достигает максимальных значений при удовлетворительной воздухопроницаемости материала и устойчивости окраски.

### *Литература*

1. Дянкова Т.Ю., Федорова Н.С., Громов В.Ф. Композиция для пигментного крашения целлюлозосодержащих текстильных материалов. А.с. СССР № 1765269 от заявл. 29.06.89г. – № 4739406/89. опубли. 1.06.92. Бюл. откбр., изобр. №36.
2. Баскова, О. Ю. Повышение уровня потребительских свойств тканей из высокопрочных термостойких арамидных нитей / О. Ю. Баскова, Т. Ю. Дянкова, А. В. Куличенко // Вестник СПГУТД – 2011. № 1. – С. 110-115.
3. Дянкова, Т. Ю. Влияние реологических свойств печатных составов на качество колористической отделки тканей из термостойких волокон / Т. Ю. Дянкова, А. М. Киселев // Дизайн. Материалы. Технология. – 2008. № 4(7). – С. 39 – 43.

## **ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ДЕТЕРГЕНТОВ НА ГИДРОЛИЗ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА**

И.М. Арбузова, А.П. Михайловская

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна*

*Россия, 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18*

Полиэтилентерефталат (ПЭТФ) является одним из наиболее распространенных полимером, обладающим высокой хемо- и биостойкостью. Его деполимеризация в естественных условиях протекает очень медленно, поэтому разработка методов переработки отходов ПЭТФ является актуальной задачей на сегодняшний день. Для регенерации исходных компонентов из отходов производства ПЭТФ может быть использован гидролиз полиэфира в нейтральной, кислой или щелочной среде. Разработаны способы щелочного гидролиза (преимущественно под действием КОН или NaOH) отходов ПЭТФ с выделением терефталевой кислоты (ТФК) и этиленгликоля (ЭГ). Полученная ТФК, в зависимости от достигнутой чистоты, может в дальнейшем использоваться как для получения ПЭТФ, так и для получения нетоксичных терефталатных пластификаторов для карбоцепных полимеров. Чтобы добиться высокой степени конверсии ПЭТФ используют избыток щелочи, высокие температуру и давление, значительную длительность процесса, водно-спиртовые и спиртовые среды, ксилол и цинковый катализатор.

При гидролизе ПЭТФ большую роль играет физическая структура полимера. В предыдущих работах установлено, что катионные детергенты на основе четвертичных аммониевых солей (ЧАС) влияют на структуру ПЭТФ в аморфных областях. Более того каталитическое действие ЧАС используется для деструкции циклических олигомеров ПЭТФ. При гидролизе ПЭТФ при 100-130 °С в течение 1-3 мин в присутствии ЧАС общей формулы  $[N(R)_4]A$  (где R:  $CH_3$ ,  $C_2H_5$ ,  $C_3H_7$ ,  $C_4H_9$  и анионы A:  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ) в малых концентрациях (0,001 моль/л) образуются линейные олигомеры и терефталат-ионы. Вероятно, такие ЧАС оказывают пластифицирующее действие на ПЭТФ в водной среде. Деструкция циклических олигомеров, содержание которых составляет до 4 %, влияет на процессы химической технологии материалов, содержащих ПЭТФ, в том числе и на щелочной гидролиз.

Цель данной работы – изучение влияния ЧАС на основные характеристики (степень конверсии, длительность процесса) щелочного гидролиза отходов ПЭТФ. При выборе ЧАС помимо невысокой стоимости, доступности и низкой токсичности веществ, ориентировались на разнообразие строения углеводородных радикалов

(высших и низших, алифатических и ароматических) и химической природы аниона ( $\text{Cl}^-$  и  $\text{Br}^-$ ).

Помимо степени конверсии ПЭТФ и чистоты получаемой ТФК, планируется изучить деструкцию ПЭТФ в процессе гидролиза по характеру ДСК-кривой в области (150-230 °C). Например, появление небольшого вторичного пика около 226 °C указывает на наличие олигомеров ( $n=3$  или 4).

Разработанный способ гидролиза твердых полиэфиров может быть использован в переработке некондиционного и вышедшего из употребления полимера в исходные мономеры.

## **ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ АММОНИЕВЫЕ СОЛИ. СИНТЕЗ И ПРИМЕНЕНИЕ В СИСТЕМЕ «ПОЛИСАХАРИД–ВОДА»**

И.В. Елохин, А.П. Михайловская

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна*

*Россия, 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18*

При оценке интенсифицирующего эффекта четвертичных аммониевых солей (ЧАС) в процессах крашения целлюлозных материалов активными красителями установлено, что хлорид триэтилбензиламмония при нагревании волокнистого субстрата в водном растворе красителя не обладает интенсифицирующим эффектом. Максимальные концентрации активных красителей на целлюлозном волокне достигаются при использовании хлорида диметилгексадецилбензиламмония и бромида диметилдодецилбензиламмония. Эти вещества имеют относительно невысокую температуру плавления (менее 100 °C), и как соединения в форме органических солей с азотсодержащими катионами, обладают растворяющей способностью по отношению к целлюлозе. Например, хлорид бензилдиметилтетрадециламмония растворяет биополимеры с их незначительной деполимеризацией (для сульфатной целлюлозы ели степень полимеризации снижается с 593 до 527, для хлопкового пуха – с 1198 до 966). ЧАС способствует разрыву межмолекулярных водородных связей в полимере, анион ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ) образует водородные связи с протонсодержащими группами целлюлозы ( $-\text{OH}$ ) при сохранении прочной связи с азотсодержащим катионом. Последний не вступает во взаимодействие с атомами кислорода гидроксильной группы целлюлозы из-за стерических затруднений, но препятствует восстановлению водородных связей между полимерными цепями. Существование подобного механизма взаимодействия хлорида диметилгексадецилбензиламмония и бромида диметилдодецилбензиламмония с целлюлозой создает условия для активизации сорбции активных красителей и повышения степени их ковалентной фиксации на волокне.

Установленная сольватирующая способность исследуемых ЧАС по отношению к целлюлозе позволила запланировать исследования, направленные на повышение степени гидратации полисахаридов, молекулы которых имеют большое количество полярных спиртовых групп и глюкозидных связей. Для получения объективных характеристик систем «полисахарид-вода» важно установить условия (температуру и продолжительность) для максимального проявления гидратирующих свойств, что и явилось целью настоящей работы. В качестве объектов исследования выбраны полисахариды (древесная целлюлоза, крахмал, гиалуоновая кислота, хитин) и водные растворы ЧАС разного химического строения.

Анализ изменения вязкости исследуемых систем «полисахарид-вода» во времени, начиная с момента приготовления до достижения относительно постоянных значений вязкости, свидетельствует о том, что процесс гидратации полисахаридов во времени для исследованных систем в разных концентрациях различен. Проведенные исследования позволят определить важные характеристики систем «полисахарид-вода» для обоснования их применения в эмульсионных смесях с высокой седиментационной устойчивостью.

## **ПОЛУЧЕНИЕ ИНГИБИТОРА ЦИТОХРОМНОГО МЕТАБОЛИЗМА ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ**

А.В. Призенцова, А.П. Михайловская

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна  
Россия, 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 18*

На сегодняшний день у млекопитающих обнаружено около 55 различных видов цитохромов, ферменты которых участвуют в метаболизме лекарственных препаратов и ксенобиотиков, в синтезе стероидов, в других эндогенных процессах. Индукторы стимулируют синтез ферментов, вовлеченных в реакции метаболизма. Однако в медицинской практике широко применяются не только индукторы, но и ингибиторы цитохромного метаболизма. Основное их действие заключается в угнетении метаболизма субстрата и повышении его концентрации в биологической жидкости. Этот феномен позволяет использовать ингибиторы цитохромов в качестве антибактериальных, противовирусных, фунгицидных и антигистаминных препаратов. Спектр ингибиторов цитохромного метаболизма постоянно расширяется, в основном такие препараты получают синтетическим путем на основе гетероциклических соединений (например, 1-[(2-хлорфенил)(дифенил)метил]-1Н-имидазол, N-циано-N'-метил-N"-[2-[[5-метил-1Н-имидазол-4-ил) метил] тио] этил] гуанидин, 2-бутил-3-бензофуранил) [4-[(2-диэтиламино)-этокси]-3,5-дийодфенил] метанон и т.д.). К ингибиторам цитохрома с конца 90-х гг. 20 века относят грейпфрутовый сок. Предполагается, что в кишечнике подавление метаболизма фелодепина, опосредованного цитохромом СYP 3A4, осуществляется за счет компонента грейпфрута – фуранокумарина.

Фуранокумарины – кислородсодержащие гетероциклические соединения, в которых фурановый цикл конденсирован с бензольным циклом кумаринового ядра линейно (производные псоралена) или ангулярно (производные ангелицина и аллопсоралена). Фуранокумарины продуцируются преимущественно растениями из семейства Зонтичные: Борщевик, Пастернак луговой.

Цель настоящей работы заключается в извлечении фуранокумаринов из растений и оценке его действия в качестве ингибитора цитохромов.

Объектами исследования являются экстракты растений: Борщевик Сосновского, Патерлак луговой. Листья двухгодичных растений собирали в период цветения, высушивали в темном прохладном месте и измельчали. Экстракцию проводили хлороформом в течение 24 ч, раствор после фильтрования отгоняли. К остатку добавляли 1%-й раствор гидроксида натрия, нагревали на водяной бане в течение 10 мин и экстрагировали в делительной воронке хлороформом. Полученный экстракт

высушивали безводным сульфатом натрия. Идентификацию фуранокумаринов проводили спектрофотометрическими методами.

Для оценки ингибирующего действия цитохромов полученных экстрактов использовали цитохром С (белок с молекулярной массой 12 кДа) и дрожжевые одноклеточные грибы.

## **ХЕМОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СТРОЕНИЯ КРАСИТЕЛЕЙ И УСТОЙЧИВОСТИ ОКРАСОК**

Ф.Ю. Телегин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Ивановский государственный химико-технологический университет,  
Иваново, Россия*

<sup>2</sup>*Уханьский текстильный университет, Ухань, Китай*

Устойчивость окрасок текстильных материалов является важным критерием выбора красителей наряду с их цветовыми и сорбционными характеристиками, экологической безопасностью красящих соединений, использованием возобновляемого сырья для их синтеза и другими свойствами. Информация о прочностных свойствах окрасок, также как о химическом строении красителей постоянно накапливается в литературе.

Показатели устойчивости окрасок текстильных материалов к мокрым обработкам и сорбционные свойства по отношению к различным волокнистым материалам наиболее часто использовались для разработки новых красителей. Вместе с тем эти характеристики часто служили для изучения механизма адсорбции красителей и деструкции в волокнистом субстрате. Так, например, работы 40-50-х годов Т. Виккерстафа (Т. Vickerstaff) и Р.Х. Петерса (R.H. Peters) с соавторами по изучению сорбционных характеристик и средства прямых и кубовых красителей к хлопковому волокну заложили основные представления о механизме их взаимодействии с поверхностью сорбента. Работы А.Т. Петерса (A.T. Peters), Дж. Гриффитса (J. Griffiths), Дж. Халласа (G. Hallas) в 70-90-е годы по изучению светостойкости дисперсных красителей в растворах, пленках и волокнах стали основой для понимания механизма фотодеструкции красящих соединений при использовании корреляционного анализа на основе констант Гаммета. В работах Ч. Джайлса (C. Giles) в 60-80-е годы был обобщен большой объем экспериментального материала для устойчивости окрасок к свету и мокрым обработкам и подробно рассматривалось влияние химического строения красителей на указанные физико-химические показатели. Позднее в 2000-х годах устойчивость окрасок большого объема кислотных и прямых красителей, синтезированных в исследованиях К.И. Кобракова с соавторами, были использованы в его работах совместно с М.Ю. Доломатовым для корреляционного анализа с использованием расчетных значений потенциалов ионизации красящих соединений.

В 80-90х годах изучение строения и свойств красителей стало основываться на информационных технологиях с использованием нескольких параметров (дескрипторов). Одно из ранних исследований такого рода было проведено в работах М.Д. Каца и Г.Е. Кричевского, посвященного изучению светостойкости дисперсных красителей отечественного производства. Исследования М.Р. Гиорги с соавторами (M.R. de Giorgy) были посвящены хемометрическому анализу устойчивости окрасок кислотными и дисперсными красителями. Позднее в 2000-х в работах С. Тимофеева (S. Timofei) ранее накопленные экспериментальные данные были использованы для

построения более общих хемоинформационных моделей методом фармакофоров для описания сродства прямых и дисперсных красителей. Еще более широкое обобщение этих результатов было получено в работах И.И. Баскина с соавторами на основе фрагментного подхода к изучению сродства красителей к хлопковому волокну.

В настоящей работе на основе развитого фрагментного подхода проведен анализ строения кислотных и прямых азокрасителей (от 89 до 225 в отдельных сериях) и потребительских свойств окрасок, включая светостойкость окрасок шерстяного и полиамидного волокон кислотными красителями, светостойкость окрасок хлопкового волокна прямыми красителями, чувствительность окрасок шерстяного волокна кислотными красителями к кислородсодержащему отбеливателю, устойчивость к стирке окрасок шерстяного волокна кислотными красителями и адсорбцию прямых красителей на хлопке в испытаниях окрашиваемости. Показано применение выявленных фрагментных дескрипторов и построенных регрессионных моделей для анализа механизма процесса деструкции и сорбции в процессах испытаний окраски, также как предсказания свойств новых красящих веществ.

# **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ АДАПТИРОВАННЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

## **ИЗВЛЕЧЕНИЕ ЦЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ИХ ПОВТОРНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ**

С.В. Федосов, Ю.П. Осадчий, А.В. Маркелов

*Ивановский государственный политехнический университет  
г. Иваново, Россия*

Предлагается баромембранный процесс регенерации отработанных промышленных стоков текстильных предприятий при оптимальном сочетании с классическими методами очистки.

Одним из важных направлений создания ресурсосберегающих технологий при эксплуатации текстильного оборудования является переработка стоков, содержащих ценные компоненты от основного производства, с целью повторного их использования.

Технологические процессы переработки стоков, позволяют разделять их на концентрат с повышенным содержанием красителей, нефтепродуктов, текстильно-вспомогательных веществ и воду. Технология баромембранного разделения основана на модульном принципе, включает механическую фильтрацию, центробежную фильтрацию, микрофильтрацию, ультрафильтрацию, нанофильтрацию, электрохимическую обработку, что позволяет обеспечить степень использования воды до 95-99%, возврат в производственный цикл до 90-95% ценных химических продуктов и реагентов, значительно уменьшить объем утилизации твердых отходов, улучшить экологическую обстановку на производстве. Определена эффективность рекуперации тепла при обработке стоков с температурой до 95<sup>0</sup>С и создания систем оборотного водоснабжения.

На сегодняшний день созрела необходимость в создании новых технологических процессов, которые должны проводиться без отрыва от решения проблем по снижению вредного воздействия стоков текстильных предприятий на окружающую среду.

Анализ результатов фундаментальных исследований показал, что без использования мембранной науки и мембранных процессов разделения, реализация многих критических технологий требует больших материальных и временных затрат. Современные мембранные процессы отличаются высокой селективностью, низкими энергозатратами, простотой аппаратного оформления, служат основой создания малоотходных технологий, они способны «навести мост» через пропасть, разделяющую промышленность и чистоту окружающей среды. Данная технология просто не может иметь негативных последствий, поскольку безреагентна [1]. Область применения: отделочные и ткацкие фабрики, комбинаты искусственного волокна, а также химические, гальванические, лакокрасочные, машиностроительные и электронные подразделения в различных отраслях промышленности. Разработка защищена следующими патентами на изобретение и полезную модель: 1444424, 1680260, 1782938, 1816349, 2083509, 77784, 126959, 129926, 161201, 2346466, 2396228, 23616737.

### *Литература*

1. Осадчий Ю.П., Никифорова Т.Е., Федосов С.В. Извлечение ценных компонентов из промышленных стоков и их повторное использование // Химия и химическая технология, сер.: Изв. вузов.- 2009. т. 52, №5.- с.113-116.

## **РЕГЕНЕРАЦИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ ПРЕПАРАТОВ**

Ю.П. Осадчий, А.В. Маркелов, М.В. Петров

*Ивановский государственный политехнический университет  
г. Иваново, Россия*

Процесс с применением синтетических поверхностно-активных моющих веществ (СМС) происходит на предприятиях текстильной промышленности и производится при помощи аппаратов, которые используют воду и специальные моющие средства. Современные санитарно-технические нормы категорически запрещают сливать использованную в процессе мойки воду с примесями в городскую канализацию, а также дренировать ее. Органы Санэпиднадзора и природоохраны обязывают использовать очистные установки, которые должны так очищать сточные воды, чтобы их можно было повторно использовать. Называется это системой оборотного водоснабжения. Благодаря установке системы очистки сточной воды можно организовать бессточный цикл, а свежую воду применять только на начальном этапе.

На заключительном этапе, почти во все системы очистки воды на автомойках применяют для уничтожения бактерий в воде и удаления неприятных запахов, дозирующий насос, подающий различные стерилизующие средства или раствор перекиси водорода. Это доказывает актуальность темы. Проведены экспериментальные исследования, математическая обработка результатов исследования, в результате которой разработан способ определения примесей СМС в воде и их регенерация.

На основании анализа, доминирования факторов загрязнения окружающей среды текстильными предприятиями, обоснована новая методология повышения экологической безопасности; разработана методика расчета определения примесей СМС в сточной воде; обоснована и представлена система регенерации СМС на основе применения баромембранной технологии [1, 2].

Практическая ценность. Экспериментально установлен метод определения примесей СМС в сточной воде, использование которого занимает минимальное количество времени, имеет высокую надежность и возможность практического применения результатов эксперимента.

### *Литература*

1. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии / Ю. И. Дытнерский. – Москва: Химия, 1995. – 368 с.

2. Дытнерский, Ю. И. Мембранные методы разделения жидких смесей / Ю. И. Дытнерский. – Москва: Химия, 1975. – 272 с.



## РАЗДЕЛЕНИЕ АКРИЛОВЫХ ДИСПЕРСИЙ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЕЙ

Ю.П. Осадчий, Д.Ю. Осадчий

*Ивановский государственный политехнический университет  
Ивановский государственный энергетический университет  
г. Иваново, Россия*

В настоящее время выпуск клееных нетканых материалов составляет около 50% общего объема отечественного производства нетканых материалов[1]. Расширение областей применения клееных нетканых материалов диктует необходимость применения их выпуска ми в связи с этим в ближайшее время потребности в полимерных связующих (дисперсиях акрилатов) заметно возрастут. В соответствии с технологическим процессом получения нетканых материалов сточные воды предприятий представляют собой многокомпонентную смесь, содержащую от 0,1 до 1% акриловых полимеров. Регенерация ценных компонентов, в настоящее время не проводится и поэтому до 5% отечественных и импортных химических препаратов безвозвратно теряется. Для очистки стоков нетканых производств используют коагуляцию полимеров за счет введения реагентов – хлористого железа и аммиачной воды. Полученный осадок вывозится на свалку, а осветленная вода подвергается биологической очистке.

Проведены исследования по регенерации и повторному использованию регенерированной дисперсии акрилатов на основе аппретанов 9211,9212, акроналов, ревакрилов, в качестве связующего при получении нетканого полотна в производственных условиях. Определена селективность и проницаемость мембран марок ПСА-1 и Ф-1 по отношению к акриловым дисперсиям. Установлены физические параметры процесса ультрафильтрации. Применение данной технологии в производстве клееных нетканых материалов экономит 0,32 м<sup>3</sup>/ч дисперсии акрилатов с концентрацией 30 кг/м<sup>3</sup> и позволяет возвращать в производство 3 м<sup>3</sup> /ч очищенной сточной воды, которую можно использовать в основном производстве для приготовления рабочих растворов.

По существующей технологии латексы с содержанием в сточных водах по сухому остатку от 3 до 5 г/л, суточных расход свежего связующего на фабриках нетканых материалов равен 20 т/сут, при этом образуется 90 м<sup>3</sup>/сут стоков, которые необходимо подвергать очистке.

### *Литература*

1. Ядвигуч Л.Н. Основные направления развития производства нетканых материалов.-Текстильная промышленность, сер.: Изв. вузов.- 2012. т. 4, №2.- с.67-72.

# РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ АНТИКОРРОЗИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИХ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

М.Р. Содикова, Р.К. Мурзаев, М.К. Абдумавлянова

*Ташкентский химико-технологический институт, г.Ташкент, Узбекистан*

На сегодняшний день исследования в области переработки сырья с целью создания ресурсосберегающих технологий, в которые вовлекают первичные и вторичные отходы производства, приобретает особую актуальность и практическую значимость. Исходя из этого возникает настоятельная потребность во всесторонних комплексных исследованиях состава и свойств вторичных отходов с целью обеспечения возможностей комплексного использования их в технологии получения ингибиторов коррозии и присадочных материалов.

Целью работы - исследование основных закономерностей получения новых видов олигомерных продуктов на базе вторичного сырья и изучения их в качестве ингибиторов коррозии и присадочных материалов, а также включение обоснованных изменений в идентификацию и классификацию полученных товарных продуктов.

Учитывая, что в конкурирующей среде на рынке появляются принципиально новые химические соединения – это вторичные продукты, применяемые как сырьевой источник или реализуемый товарный продукт, нами для получения новых видов олигомерных соединений изучены ряд вторичных продуктов – масложирового производства (госсиполовая смола, ДЖК, СЖК), химического производства: органического (ВПЭТФ, ВПЭ, ПОТ- продукт окисления толуола) и неорганического (соли молибдата и др.), вторичные продукты нефти и другие виды вторичного сырья.

Нами разработаны поликонденсационные депрессорные присадки и ингибиторы коррозии различного химического строения, отличающиеся простой и безотходной технологией и определены основные параметры синтеза поликонденсационных ДП и ИК: температура, время синтеза и соотношение исходных реагентов. В качестве исходных продуктов для синтеза присадок выбраны ВПЭТ, вторичные жирные кислоты фракции  $C_{21-25}$  (ВСЖК), нонанол и др., а для синтеза ингибиторов коррозии ВПЭТФ, вторичные продукты химического и масложирового производства, вторичных продуктов нефти.

Для оценки эффективности синтезируемых в работе депрессорных присадок выбраны летние ДТ и нефтепродукты, близкие по показателям к ДТ, а оценку эффективности ингибиторов коррозии исследовали в условиях воздействия сероводородных, углекислотных и комбинированных высокоминерализованных хлоридных сред.

Результаты исследований свидетельствует о том, что при концентрации ингибиторов коррозии 100–400 мг и температура 20-100 °С; защитное действие составляет 68,2-92,8 %, в зависимости от исходного вторичного сырья применяемого для получения ИК.

Для решения проблемы реализации различных видов вторичных продуктов как сырьевого источника необходимы разработки новых ресурсосберегающих технологий, но и совершенствование идентификации, классификации и химического контроля разработанных видов продукции в том числе депрессорных присадок и ингибиторов коррозии. т.е. одних из видов антикоррозионных материалов.

Впервые выполнена исследовательская работа на стыке ресурсосберегающей технологии и идентификации получения товарных продуктов – депрессорных приса-

док и ингибиторов коррозии на основе вторичного продуктов реализуемого как сырьевой источник.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ В ВОЛОКНА И ПЛЕНКИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ИХ ПЕРЕРАБОТКЕ**

А.М. Бочек

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт  
высокомолекулярных соединений Российской академии наук,  
г. Санкт-Петербург, Россия*

В представленном сообщении рассмотрены основные источники целлюлозы и хитина, а также фиброина, используемые в промышленных масштабах в разных странах и показаны экологические проблемы, связанные с выделением целлюлозы и хитина из разных источников, и рассмотрены пути получения искусственных волокон, пленок и гелей из растворов фиброина шелка. Сделан сравнительный анализ существующих технологий получения гидратцеллюлозных волокон и показаны достоинства и недостатки новых технологий в сравнении с классическим вискозным процессом. Рассмотрены уже известные технологии получения нановолокон на основе природных и синтетических полимеров способом электроформования и области их применения.

Проанализированы достоинства и недостатки волокон на основе природных и синтетических полимеров с точки зрения экологической безопасности: различия в физико-механических и санитарно-гигиенических свойствах, в механизмах и скорости биодеструкции.

У синтетических полимеров к достоинствам можно отнести: получение волокон и пленок из расплавов полимеров, что существенно снижает себестоимость готовой продукции, высокая термостойкость, прочностные характеристики изделий и устойчивость к воздействию концентрированных растворов кислот и щелочей (полиимиды, полиамиды, полиолефины, полиэфиры и т.п.). К недостаткам относится то, что основная часть синтетических полимеров не является биodeградируемыми (для их утилизации необходимо строить заводы по утилизации использованных полимеров).

К достоинствам природных полимеров можно отнести то, что они синтезируются самой природой, (т.е. постоянно возобновляемый источник сырья), являются биodeградируемыми (экологически безопасные полимеры) и изделия на их основе обладают хорошими санитарно-гигиеническими свойствами. Основным недостатком является: получение волокон, пленок и гранул возможно только через стадию приготовления растворов полимеров («растворные технологии») с использованием растворителей, загрязняющих окружающую среду, что удорожает технологии производства готовых изделий на основе природных полимеров.

# РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ ЗЕЛЕННОЙ ХИМИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ

Д.А. Слободова<sup>1,2</sup>, Р.М. Горшкова<sup>2</sup>, М.В. Валиев<sup>3</sup>, Д.Х. Халиков<sup>3</sup>, Н.П. Новоселов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup>*Институт высокомолекулярных соединений РАН, г. Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3</sup>*Институт химии им. В.И. Никитина Академии наук Республики Таджикистан, г. Душанбе, Таджикистан*

Большинство существующих технологий производства пектиновых полисахаридов (ППс) базируются на продолжительной высокотемпературной кислотной гидролиз-экстракции в закрытой системе ( $t=60-180$  мин.,  $T=90-120^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{pH}=1,05-2,0$ ), что является экологически небезопасным процессом. В связи с этим, актуальной проблемой является разработка принципиально новых экологически адаптированных и ресурсосберегающих технологий, которые позволят производить высококачественный целевой продукт без ущерба для окружающей среды.

Для решения данной проблемы необходимо реализовать основные принципы зеленой химии: использование возобновляемого сырья, снижение уровня токсичности процесса без потери продуктивности, уменьшение энергозатрат и др. В связи с этим, нами изучено влияние факторов гидролиз-экстракции ( $\text{pH}$  гидролизующего агента, продолжительности процесса экстрагирования, температуры, давления и др.) на выход и физико-химические параметры ППс, сырьем для получения которых являлись промышленные сельскохозяйственные отходы. Полученные результаты легли в основу новых технологий: бароэкстракции в статическом режиме (БЭС) [1], комбинированного фракционирования (КФр) [2] и бароэкстракции в динамическом режиме (БЭД) [3]. Доказано, что БЭС позволяет сократить продолжительность процесса до 3-5 мин., использовать гидролизующий агент с щадящим значением  $\text{pH}$  (3,5-5,6), увеличить выход целевого продукта в 1,5-2 раза, в зависимости от сырьевого источника. КФр, благодаря непрерывному потоку реакционной среды, позволяет не только увеличить выход ППс и оптимизировать их качество, но и одновременно получать вещества для пищевой промышленности и медицины. БЭД, благодаря воздействию давления (1,0-2,5 атм.), позволяет значительно сократить процесс комбинированного фракционирования пектинового гидролизата в потоке до 5-7 мин. без использования агрессивных реакционных сред, приводя к повышению выхода целевых продуктов с оптимальными физико-химическими параметрами и высоким значением молекулярной массы.

Таким образом, полученные результаты доказывают эффективность разработанных технологий, базирующихся на принципах зеленой химии, для получения пектиновых полисахаридов из широкого спектра сырья.

## *Литература*

1. Gorshkova R., Physico-chemical and molecular-mass parameters of pectin polysaccharides obtained under high temperatures and pressures // R. Gorshkova, D. Khalikov, D. Slobodova, A. Uspensky, A. Slobodov / IOP Journal of Physics: Conference Series. - 2018, Vol. 1045, № 012014. - P. 1-6.

2. Горшкова Р.М. Влияние  $\text{pH}$  гидролизующего агента на распад протопектина в статическом и динамическом режимах гидролиз-экстракции // Р.М. Горшкова, Д.Х.

Халиков, Д.А. Слободова, А.Б. Успенский, А.А. Слободов / Известия СПбГТИ(ТУ). - 2017, №40(66). - с.80-83.

3. Слободова Д.А. Перспективы применения барофракционной технологии биополимеров // Д.А. Слободова, Р.М. Горшкова, Е.Ф. Панарин / Химия и технология растительных веществ: Тезисы докладов XI Всероссийской научной конференции с международным участием и школой молодых ученых. - Сыктывкар. - 2019. - с. 209.

## **ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ПОЛУЧЕНИЮ ЭНТЕРОСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПЕКТИНОВЫХ ПОЛИСАХАРИДОВ**

Р.М. Горшкова<sup>1</sup>, Д.А. Слободова<sup>1,2</sup>, Н.П. Новоселов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт высокомолекулярных соединений РАН, г. Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия*

В современных, экологически неблагоприятных для человека, условиях особого внимания заслуживают вопросы обеспечения населения функциональным питанием, стимулирующим выведение из организма токсических и ядовитых веществ. С этой целью становятся актуальными поиск и разработка веществ, обладающими энтеросорбционными свойствами. Весьма перспективными являются продукты природного происхождения, в частности, пектиновые полисахариды, ввиду их высокой биосовместимости, малой токсичности, биodeградируемости и отсутствия побочных явлений при пероральном применении.

Пектиновые полисахариды были получены по разработанной технологии комбинированного фракционирования в реакторе колонного типа [1] с последующей модификацией пектинового геля [2]. Преимущество данного способа состоит: во-первых, в протекании процесса экстракции в непрерывном потоке реакционной среды, что дает возможность предотвратить деградацию пектиновых макромолекул, обеспечить высокий выход и сохранить оптимальные физико-химические параметры и свойства целевых продуктов; во-вторых, в модификации на стадии набухшего геля, до его выделения в конечный порошкообразный продукт. Технология была апробирована как на традиционном сырьевом источнике - яблочных выжимках (ЯВ), так и на потенциально перспективном – мандариновых корках (Мн) и корзинках подсолнечника (КП). Установлено, что модификация позволяет увеличить содержание звеньев галактуроновой кислоты и количество свободных карбоксильных групп, а также снизить значение степени этерификации у модифицированных пектиновых полисахаридов по сравнению с исходными.

В условиях *in vitro* и *in vivo*, в сравнении с фармакопейными препаратами - энтеросорбентами, была изучена сорбционная активность исходных и модифицированных пектиновых полисахаридов по отношению к ионам тяжелых металлов и билирубину. Установлено, что максимальная сорбционная емкость отмечается у модифицированных образцов, полученных из КП и Мн. Доказано, что их применение способствует дозозависимому уменьшению количества депонированного свинца в органах экспериментальных животных при энтеральной свинцовой интоксикации, а также уменьшению активности аланинаминотрансферазы, аспаратаминотрансферазы, уровня общего и прямого билирубина при тетрахлорметановой интоксикации. Таким образом, пектиновые полисахариды,

полученные по разработанной технологии, могут рассматриваться в качестве дополнительных средств в комплексном лечении заболеваний, сопровождающихся явлениями интоксикации.

### *Литература*

1. Горшкова Р.М. Влияние рН гидролизующего агента на распад протопектина в статическом и динамическом режимах гидролиз-экстракции // Р.М. Горшкова, Д.Х. Халиков, Д.А. Слободова, А.Б. Успенский, А.А. Слободов / Известия СПбГТИ(ТУ). - 2017, №40(66). - с.80-83.

2. Слободова Д.А. Новый метод модификации пектиновых полисахаридов // Д.А. Слободова, Р.М. Горшкова, Е.Ф. Панарин / XII Международная конференция молодых ученых по нефтехимии: Сборник тезисов. – Звенигород. - 2018. - с. 685-687.

## **БАРОЭКСТРАКЦИЯ В ПОТОКЕ РЕАКЦИОННОЙ СРЕДЫ – КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СЕРИЦИНА**

Р.М. Горшкова<sup>1</sup>, Д.А. Слободова<sup>1,2</sup>, А.М. Бочек<sup>1</sup>, Н.П. Новоселов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт высокомолекулярных соединений РАН, г. Санкт-Петербург, Россия*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия*

Рост спроса на биополимеры и композиционные материалы на их основе, обуславливает потребность в разработке новых технологий их получения из новых нетрадиционных источников. Вторичные ресурсы шелковых производств - неутрализованные коконы тутового шелкопряда (*Bombyx mori*) являются перспективным биополимерсодержащим сырьем. Фибриллы кокона удерживаются благодаря белковому клеобразному слою – серицину, который является перспективным материалом для изготовления шлихты, предназначенной для проклейки нитей тканевой основы, с целью увеличения их прочности. Традиционно серицин получают при температуре 90-120°C, в течение 2-3 часов, в закрытой системе. В данных условиях, несмотря на высокую температуру и длительность процесса, не удается достичь полноценного извлечения продукта [1].

В связи с этим, экстракт серицина был получен методом бароэкстракции, разработанным нами [2]. Преимущество данного метода состоит в том, что процесс протекает в реакторе колонного типа, снабженным нагнетательным насосом и термоблоком, и позволяет извлекать целевые продукты из широкого спектра сырьевых источников, обеспечивая максимально возможный выход, благодаря комбинации высокого давления и непрерывного потока реакционной среды. Сравнительными исследованиями доказано, что разработанный метод позволяет увеличить выход серицина более чем на 10% по сравнению с традиционным способом получения, даже при температуре 90°C и минимальной продолжительности экстракции. Изучено влияние факторов процесса экстрагирования (гидромодуля, температуры, давления, продолжительности) на выход и основные свойства целевого продукта, подобраны оптимальные технологические параметры. Учитывая тот факт что срок хранения экстракта серицина ограничен, в процесс его получения включена дополнительная стадия, обеспечивающая получение продукта в порошкообразной форме, что дает возможность регулировать его дозировку для получения шлихты и других

композиционных материалов, широко используемых в других областях промышленности. Установлено, что разработанный метод обеспечивает высокие эксплуатационные характеристики шлихты, изготовленной на основе полученного серицина [3]. Таким образом, полученные данные могут являться основой новой технологии переработки шёлковых отходов.

### *Литература*

1. Евразийский патент на изобретение № 029384 В1, 30.03.2018. Яминова З.А., Ишматов А.Б., Горшкова Р.М., Хакимов Г.К. Способ получения порошка серицина из шелковых отходов // Евразийский патент на изобретение № 029384 В1. 2014. БИ № 3.

2. Слободова Д.А. Перспективы применения барофракционной технологии биополимеров / Д.А. Слободова, Р.М. Горшкова, Е.Ф. Панарин // Химия и технология растительных веществ: Тезисы докладов XI Всероссийской научной конференции с международным участием и школой молодых ученых. - Сыктывкар. - 2019. - с.209.

3. Евразийский патент на изобретение № 028435 В1, 13.11.2017. Яминова З.А., Ишматов А.Б., Горшкова Р.М. Шлихта из карбоксилметилцеллюлозы и экстракта серицина, полученного из шелковых отходов // Евразийский патент на изобретение № 028435 В1. 2014. БИ № 11.

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ АДАПТИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИХ В ПРОЦЕССЕ ФИЛЬТРОВАНИЯ**

**Э.А. Эгамбердиев, М.К. Абдумавлянова**

*Ташкентский химико-технологический институт, г.Ташкент, Узбекистан*

Одним из основных показателей, характеризующих качество готового вина, является его прозрачность, которая должна отвечать понятиям «кристальная прозрачность» и «прозрачное с блеском». Важнейшую роль в дальнейшей прозрачности вина играет процесс фильтрации. Фильтрация широко используется при переработке основных и вторичных продуктов виноделия, в частности, дрожжевых осадков, виноградного сока и виноматериалов. Однако задача повышения прозрачности и биологической стойкости фильтратов остается актуальной

Цель данных исследований является совершенствовании технологии осветления виноградных вин на основе фильтрации с применением разработанных фильтровальных материалов на основе доступных местных сырьевых ресурсов.

Для достижения поставленной цели решались задачи:

- по исследованию основных закономерностей получения новых видов композиционных материалов на базе вторичного сырья и изучения их в качестве фильтрующих материалов;

- по использованию разработанных экологически доступных ресурсосберегающих фильтрующих материалов в винодельческом производстве.

Исследованы процессы фильтрования через полученный фильтрующий материал на основе целлюлозосодержащего сырья наполненных органическими и неорганическими наполнителями и выявлены механизмы задержания имеющихся частиц как механически, так и в результате адсорбции.

Адсорбция обусловлена в основном водородными связями между частичками дисперсной фазы и макромолекулами целлюлозы и значительно в меньшей степени от электростатических притяжений. Предлагаемые фильтрующие материалы, где целлюлозосодержащее сырье является основным компонентом проявляет высокую адсорбционную способность (за счет электростатических притяжений) к частичкам, заряженным отрицательно. Кроме частичек дисперсной фазы, из вина при фильтровании через предлагаемый фильтрующий материал удаляется и некоторое количество высокомолекулярных веществ.

Разработана, нормативно-техническая документация на опытное производство целлюлозосодержащего фильтрующего материала для предварительной фильтрации виноматериалов. Изготовлены единичные партии фильтрующего материала и испытаны на производстве по выпуску винодельческой продукции.

### *Литература*

1. Тюрин С.Г., Агеева Г.Т., Кожанова Х.Г., Чуркина Н.М., Баранова А.К. Марки фильтровального картона. - Виноделие и виноградарство СССР, 1978, в 3, с. 42-44.
2. Вороновская Г.А. Фильтрующие свойства материалов на основе минеральных волокон из базальта. - В кн.: Химия и технология целлюлозы, Межвузовский сборник научных трудов Л., 1977, вып.4, с. 6971.
- 3.Новикова В.С., Щекина Н.Н. Применение минеральных волокон в производстве фильтрующих материалов.- Экспресс-информация. Целлюлоза и картон. (Обзор), 1976, вып.1, 20 с.

## **ВОССТАНОВЛЕНИЕ РЕГЕНЕРАЦИОННЫХ РАСТВОРОВ**

А.Б. Подколотная, П.П. Власов

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна*

Водные ресурсы являются одним из наиболее важных компонентов окружающей среды. Загрязненные сточные воды, сбрасываемые в водные объекты, наносят большой урон природе.

В различных отраслях промышленности (красильно-отделочных процессах текстильной промышленности, пищевой отрасли, целлюлозно-бумажной и химической промышленности, энергетике) применяется умягчённая вода. Под умягчением воды подразумевается процесс удаления из воды катионов кальция и магния. Жёсткость питьевой воды не должна превышать 7 мг-экв/дм<sup>3</sup>, в текстильной промышленности – не более 1 мг-экв/дм<sup>3</sup>, в некоторых производствах предъявляются высокие требования по умягчению до 0,05–0,01 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

В промышленности наиболее широкое распространение получил ионообменный метод. При этом с отработанными регенерационными растворами (ОРР) Натрионитовых фильтров ежегодно сбрасывается сотни тысяч тонн солей. Разработка технологии по восстановлению ОРР для повторного использования позволит снизить нагрузку на окружающую природную среду.

В исследованиях использовался модельный раствор, содержащий 361 и 120 мг-экв/л Са<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup> соответственно. Соли жесткости осаждали основным фосфатом натрия, который добавляли в количестве 100 % от стехиометрии на сумму катионов



кальция и магния. Осаждение проводилось в 6, 8, 10, 12 % растворах хлорида натрия. Поскольку растворимость фосфатов кальция и магния мала (ПР  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 2 \cdot 10^{-29}$ ; ПР  $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 = 2 \cdot 10^{-13}$ ) и поэтому образуются мелкодисперсные твердые фазы, для отделения которых от раствора фильтрованием использовалась электрокоагуляция.

Остаточная жесткость в растворе после осаждения фосфатом натрия составляла  $6 \div 15$  мг-экв/л и повышалась в этом диапазоне по мере увеличения концентрации хлорида натрия. Использование электрокоагуляции (обработка суспензии в течение 10 минут при плотности тока  $20 \text{ А/м}^2$ ) позволило отфильтровать осадки с производительностью  $20 \div 52 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{ч)}$  и получить растворы с содержанием солей жесткости около 4 мг-экв/л, при этом съём твердой фазы снижается с увеличением концентрации хлорида натрия. Электрокоагуляция в течение более 10 минут приводит к образованию пересыщенных растворов гидроксида алюминия. Содержание гидроксида алюминия составляет  $0,1 \div 0,5 \%$ , возрастая с увеличением содержания хлорида натрия в растворе.

Предварительное осаждение кальция, используя стехиометрическую норму сульфата натрия, с последующим введением фосфата натрия и электрокоагуляцией позволило увеличить съём твердой фазы примерно в 1,5 раза. В этом случае содержание солей жесткости в растворе составляло 6 мг-экв/л. Добавления сульфата натрия сверх стехиометрии на  $10 \div 30 \%$  приводило к снятию пересыщения по гидроксиду алюминия. Эффективность снятия пересыщения возрастала с повышением избыточной концентрации сульфата натрия.

Использование гидроксида кальция и сульфата натрия для осаждения магния и кальция соответственно, а также с последующим введением фосфата натрия во всех случаях в количестве 100 % от стехиометрии и с завершением процесса восстановления ОРР электрокоагуляцией привело к снижению расхода  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  в 4 раз. Однако, это снизило показатели по производительности фильтрования в 2-2,5 раза и достигалась жесткость 13 мг-экв/л вне зависимости от концентрации хлорида натрия в растворе.

## **УТИЛИЗАЦИЯ СТОКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ВОДНО-ДИСПЕРСНЫХ ЭМАЛЕЙ**

А.С. Евтушенко, П.П. Власов

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна*

Промывные сточные воды в производстве водно-дисперсионных лакокрасочных материалов (ВД ЛКМ) для повторного использования необходимо разделять на жидкую и взвешенную фазы. В данном случае в качестве метода разделения использовалась электрокоагуляция. Для регулирования проводимости раствора и в качестве коагулянта использовался сульфат железа (2+). Оптимизация процесса фильтрования суспензии может достигаться за счет поддержания определенной концентрации электролита и разбавления эмали водой.

При получении ВД ЛКМ в результате промывки оборудования образуются сточные воды. Разделение отходов на жидкую и твердую фазы позволит вернуть исходные ингредиенты как для основного производства, так и для отмывки оборудования.

Актуальность настоящего исследования состоит в том, что при организации локальной очистки сточных промывных вод методом электрокоагуляции можно

повторно использовать очищенную жидкую фазу и осадки в производстве ВД ЛКМ. Объектом исследования в данной работе является белая эмаль для систем отопления. На стадии электрокоагуляции поддерживали плотность тока  $200 \text{ А/м}^2$ .

При концентрации сульфат железа в суспензии  $0,2 \text{ г/дм}^3$ , степени разбавления эмали водой 1:30 и электрокоагуляции показатели по фильтрованию составляли  $0,11 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . С увеличением концентрации коагулянта в 2 раза съём фильтрата повысилась в 1,5 раза. Дальнейшее повышение содержания в растворе коагулянта– электролита до  $0,6 \text{ г/дм}^3$  приводило к ухудшению показателей по фильтрующим свойствам, наблюдалось уменьшения съёма жидкой фазы до  $0,076 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . Введение  $0,8 \text{ г/дм}^3$  сульфат железа приводило к возрастанию фильтрующих свойств в 1,9 раза и съём фильтрата составил  $0,14 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . Несмотря на существенные колебания по фильтрующим свойствам, можно отметить, что они принимали достаточно высокие значения и в среднем составили  $0,11 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

При разбавлении эмали водой до соотношения 1:19 и концентрации коагулянта– электролита 0,2; 0,4; 0,6; 0,8  $\text{г/дм}^3$  производительность фильтрования составила 0,096; 0,171; 0,112; 0,131  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$  соответственно.

Уменьшение разбавления водно-дисперсионной эмали водой до соотношения 1:12 приводит к существенному снижению производительности фильтрования. Так, при добавлении сульфата железа в количестве 0,2; 0,4; 0,6; 0,8  $\text{г/дм}^3$  наблюдается уменьшение съёма фильтрата в 2; 2; 5,9; 1,4; 1,9 раза по сравнению с аналогичными дозами коагулянта и соотношением эмаль:вода, равном 1:19.

При степени разбавления эмали 1:9 производительность фильтрования изменяется следующим образом. При концентрации сульфата железа 0,2  $\text{г/л}$  производительность фильтрования сначала незначительно изменяется от 0,102 до 0,112  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , а затем постепенно начинает снижаться до  $0,032 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . При концентрации 0,4  $\text{г/л}$  производительность фильтрования сначала увеличивалась до  $0,056 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ , а затем постепенно стала уменьшаться до  $0,022 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . Введение 0,6  $\text{г/л}$  сульфата железа приводит к увеличению производительность фильтрования сначала примерно в 2 раза, однако в дальнейшем съём фильтрата падает до значения  $0,020 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . Аналогичная ситуация наблюдается и при концентрации 0,8  $\text{г/л}$ . При этом средняя производительность по фильтрату составляет  $0,042 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

## **КОРМОВОЙ ДИКАЛЬЦИЙФОСФАТ ИЗ ОТХОДА ПРОИЗВОДСТВА**

Е.Ю. Белькова, П.П. Власов

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных  
технологий и дизайна*

В производстве фосфорной кислоты и фосфорных удобрений образуется огромное количество крупнотоннажного отхода – фосфогипса. Отвалы фосфогипса занимают большие площади и наносят ущерб окружающей среде.

Фосфогипс может перерабатываться в строительные материалы, серную кислоту, использоваться для гипсования почв, как минеральное удобрение, перерабатываться в органо-минеральные удобрения, использоваться как сырьё для извлечения редкоземельных элементов. Существуют способы переработки фосфогипса в кормовые фосфаты.

Основная задача исследования заключалась в изучении влияния температуры и различных соотношений диаммонийфосфата (ДАФ) и моноаммонийфосфату (МАФ) при конверсии фосфогипса разных модификаций (дигидрата и полугидрата сульфата кальция) в кормовой дикальцийфосфат (ДКФ).

Эксперименты проводили при соотношении жидкого к твердому в исходной пульпе 6:1 и температуре 40 °С. Вначале было рассмотрено взаимодействие гипса с диаммонийфосфатом, при различных его нормах от 100 до 150 % от стехиометрии. При увеличении количества гидрофосфата аммония от 100 до 110 % степень конверсии увеличивается на 16 %, а изменение нормы в пределах 110–150 % практически не влияет на степень перехода сульфата в фосфат кальция, причем последняя не превышала 83 %.

Для увеличения степени фазового перехода сульфата кальция в гидрофосфат кальция использовали смесь ди- и моноаммонийфосфата. При этом однозамещенный фосфат аммония не расходуется в ходе реакции, а создает буферную среду, повышающую растворимость сульфата кальция и ДКФ, которую можно регулировать соотношением между ДАФ и МАФ.

При температуре 40 °С и добавке 3,2 % МАФ степень конверсии увеличивается от 76 до 98 %. Дальнейшее увеличение концентрации МАФ до 16,2 % приводит к уменьшению степени конверсии от 98 до 94 %. Увеличение нормы ДАФ до 120 % от стехиометрии и введении 8,1 % МАФ обеспечивает 100 % фазовый переход сульфата кальция в ДКФ.

При температуре 80 °С в результате образования безводного ДКФ максимальное содержание  $P_2O_5$  в продукте увеличивается от 38,0 до 49,0 %.

Зависимость фильтрующих свойств по мере конверсии сульфата кальция в ДКФ имеет экстремальный характер, видимо, в результате образования при перекристаллизации метастабильного полугидрата сульфата кальция.

Сравнивая ИК–спектры образцов, полученных через определённые промежутки времени после начала конверсии гипса ДАФ, и образцов реактивных веществ можно заметить присутствие пиков, характерных как для гипса, так и для двухводного дикальцийфосфата. Однако, также наблюдаются полосы поглощения, которые соответствуют либо полугидрату сульфата кальция, либо твёрдым растворам гипса и ДКФ.

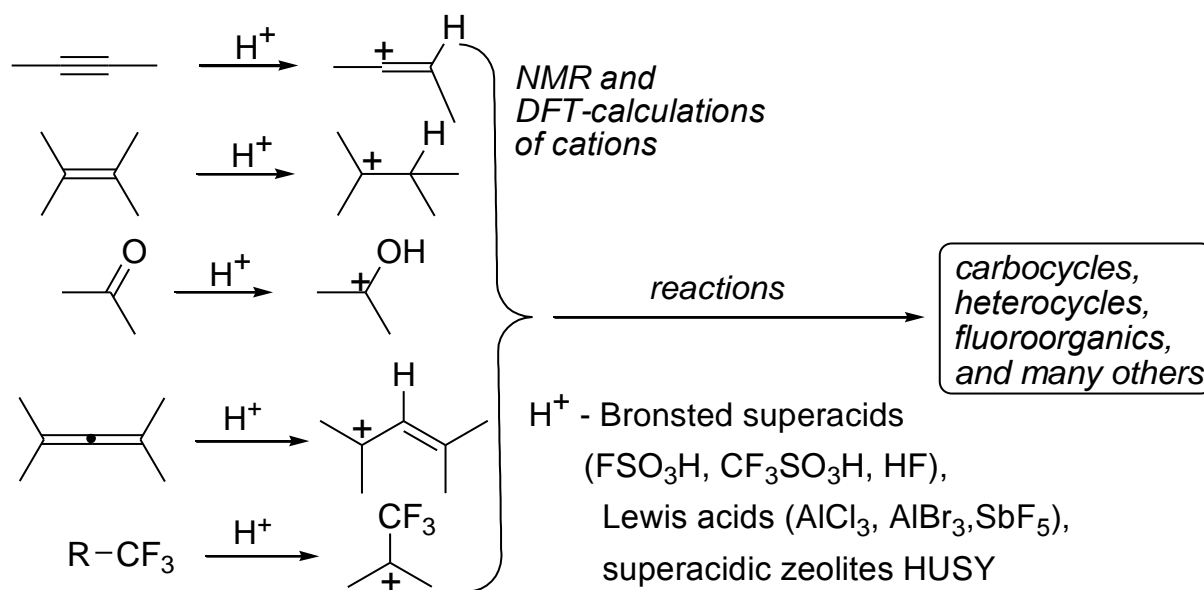
Скорость конверсии полугидрата сульфата кальция значительно уступает скорости конверсии гипса. Равновесие в системе не достигается даже при 3–х часовой выдержке при норме 100 % ДАФ и температурах 40 и 80 °С, при этом степень конверсии составляет 24 и 70 % соответственно. С введением МАФ и повышением температуры от 40 до 80 °С процесс конверсии проходит достаточно глубоко и составляет 98–99 % при содержании 16,2 % МАФ.

# СИНТЕЗ ПРАКТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОФИЛЬНОЙ АКТИВАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

А.В. Васильев

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет,  
Санкт-Петербург, Россия

Суперэлектрофильная активация органических соединений представляет собой генерирование высоко реакционноспособных катионных частиц в результате протонирования органических веществ в суперкислотах Бренстеда ( $\text{CF}_3\text{SO}_3\text{H}$ ,  $\text{FSO}_3\text{H}$ ,  $\text{HF}$ ) или их координационного взаимодействия с сильными кислотами Льюиса ( $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{AlBr}_3$ ,  $\text{SbF}_5$ ) или кислотными цеолитами. Последующие превращения таких катионов в низконуклеофильных суперкислотных системах приводят к получению разнообразных веществ: карбо- и гетероциклов, фторорганических производных и различных функциональных соединений [1-5]. Многие из получаемых веществ имеют большое практическое значение в качестве биологически активных веществ, мономеров для полимеризации и пр.



## Литература

1. Vasilyev A.V. Superelectrophilic activation of alkynes, alkenes, and allenes. *Advances in Organic Synthesis*. 2018, 8, 81.
2. Kazakova A.N., Vasilyev A.V. *Russ. J. Org. Chem.*, 2017, 53, 485.
3. Boyarskiy V.P., Ryabukhin D.S., Bokach N.A., Vasilyev, A.V. *Chem. Rev.*, 2016, 116, 5894.
4. Ryabukhin D. S., Vasilyev A. V. *Russ. Chem. Rev.*, 2016, 85, 637.
5. Vasilyev, A.V. *Russ. Chem. Rev.*, 2013, 82, 187.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект 18-13-00008.

# ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ХЛОПКО-ШЕЛКОВЫХ СМЕСОВЫХ ПРЯЖ

М.Ш. Ахмедова, Г.К. Садикова, Д.Б. Худайбердиева

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности  
г. Ташкент, Узбекистан*

Многолетний анализ спроса и предложения на мировом рынке текстильных материалов свидетельствует о необходимости расширения ассортиментов смесовых материалов.

В последние годы ученые ведут научно-исследовательские работы по созданию новых селекционных сортов на основе совершенствования технологии переработки хлопка-сырца и расширению ассортимента текстильных материалов [1 – 3].

Целью данного исследования является оценка эксплуатационных свойств хлопко-шелковых смесовых пряж, выработанных из новых селекционных сортов хлопка. Для экспериментов выбраны районированное хлопковое волокно сорта С-6524, шелковый очес и хлопковые волокна Порлок-1 (П-1), Порлок-2 (П-2), выращенные учеными республики, отличающиеся коротким сроком созревания, относительно высокими физико-механическими и органолептическими показателями.

Для изучения влияния волокнистого состава на физико-механические и эксплуатационные свойства смесовой пряжи были выработаны опытные образцы: 1) 100% из хлопкового волокна и шелка; 2) хлопковое волокно (Х/В): шелк (Ш) = 90:10, 80:20, 70:30, 60:40.

Изучены физико-механические свойства исходного волокнистого сырья для производства смесовых текстильных материалов из новых сортов хлопка Порлок-1, Порлок-2 и шелковый очеса. Определены новые селекционные сорта хлопкового волокна П-1, П-2 характеризующиеся относительно высокими физико-механическими (от 4,3 до 9,1%) и органолептическими показателями, схожими с шелковым волокном.

Исследованием структурно-сорбционных свойств волокон, установлены удельная поверхность и суммарный объем пор сорта Порлок-1 величины которых намного выше, чем у волокон С6524: соответственно  $S_{уд}$  в 2,1 раза и  $W_0$  в 1,5 раза, у новых сортов  $S_{уд}$  примерно выше 1,9 раза,  $W_0$  в 1,2 раза, у шелковых волокон  $S_{уд}$  в 1,83 и  $W_0$  в 1,3 раза. Структура волокна Порлок-2 имеет более плотную упаковку: степень кристалличности составляет 86% и соответственно прочность выше.

Введение очеса шелкового волокна в состав пряжи повышает прочностные показатели по сравнению с пряжей из хлопкового волокна в среднем от 7,7 до 21%. Однако увеличение количества второго компонента в составе пряжи более чем на 30% несколько снижает эти показатели, но они остаются выше по сравнению с исходной пряжей. Проведением комплексной оценки качества смесовых пряж установлено оптимальное соотношение смесовых пряж следующего состава: С6524: Ш= 90:10, П-1: Ш=80:20, П-2: Ш=80:20. По-видимому, при смешении большее количество шелкового волокна, имеющего гладкую поверхность и высокую сцепляемость, препятствует равномерному распределению обоих волокнистых компонентов по диаметру волокна.

## *Литература*

1. Алимova X.A., Даминов A.Д., Иногамджанов Д.Д. Исследование свойств тканей из натурального шелка и хлопка//Ипак. – 2000. - №1. – С 18-20.
2. Холиков К.М., Мукимов М.М. Исследование свойств хлопко-шелкового плюшевого трикотажа. // Сборник научных трудов 2-й международной НТК

«Качество в производственные и социально-экономические системы». – Курск, 2014. Т. 2, – С186-188.

- Ulloa M, Abdurakhmonov IY, Perez M.C., Percy R. and Stewart J.M. Genetic diversity and population structure of cotton (*Gossypium* spp.) of the New World assessed by SSR markers. // *Botanyvol* 91(4): 2013. – С 251-259.

## **НАНОТЕХНОЛОГИЯ В ПРИДАНИИ АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ**

М.Т. Кулахметова<sup>1</sup>, А.А. Атаханов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Ташкент, Узбекистан*

<sup>2</sup>*Институт химии и физики полимеров АН РУз, Ташкент, Узбекистан*

В настоящее время из-за сложного экологического состояния окружающей среды и общего снижения уровня иммунитета у населения возникает необходимость в разработке принципиально новых санитарно-гигиенических мероприятий и профилактических методов. Одним из направлений в решении этого вопроса является создание текстильных материалов и изделий легкой промышленности, обладающих антибактериальными свойствами [1].

Модификация текстильных материалов с целью придания им антибактериальных свойств может быть осуществлена на стадии переработки волокнообразующего полимера в текстильное волокно, а также на стадии обработки готового текстильного волокна, полотна или изделия. Использование нанотехнологий позволяет значительно снизить затраты на основной стадии производства, где расход сырья и материалов значителен. Получение антибактериальных текстильных материалов возможно за счет использования во-первых, текстильных нановолокон и нитей в материалах, во-вторых, нанодисперсий и наноэмульсий для пропитки и отделки текстиля [2].

Ныне время одной из быстро развивающихся областей современной нанотехнологии - создание и использование наноразмерных частиц различных металлов. В наноразмерном состоянии многие вещества приобретают новые свойства и становятся в биологическом отношении весьма активными. Из числа наноматериалов, которые производятся в настоящее время промышленностью, особое внимание привлекают препараты наночастиц (НЧ) серебра, меди, золота и палладия, обладающие антибактериальными свойствами [3].

(НЧ) серебра могут использоваться как для придания вискозным волокнам отличных антибактериальных свойств и так и для крашения. Их вводят в матрицу вискозных волокон непосредственно без применения восстанавливающих и стабилизирующих агентов. В зависимости от концентрации серебра получали волокна, окрашенные в желтый цвет с различными оттенками [4].

(НЧ) меди в настоящее время представляют значительный интерес и способны заменить более дорогие благородные металлы в наноформе. Известны антибактериальные свойства меди, которые усиливаются при переходе к НЧ и позволяют использовать их в производстве оборудования для медицины, пищевой, легкой промышленности и животноводства. Главным преимуществом НЧ меди, в отличие от НЧ серебра, являются их небольшая цена и быстрая деградация в условиях окружающей среды, что снижает нагрузку на экосистему [5].

### *Литература*

1. Г.В.Сулейманова Инновационные технологии в производстве изделий легкой промышленности для активного отдыха / Г.В.Сулейманова, А.И.Зиятдинова//Вестник Казанского технологического университета.–2012.–№ 13.–С. 673–675.
2. Н.Н.Муранова Использование инновационных технологий для расширения применения одежды из трикотажа/Н.Н.Муранова, Л.В.Морозова, Т.В.Сичкарь, Н.Д.Остапенко. – Наукоедение. – 2013. № 1 (14). – С. 31.
3. Л.М.Фатхутдинова, Токсичность искусственных наночастиц/Л.М.Фатхутдинова, Т.О.Халиуллин, Р.Р.Залялов//Казанский медицинский журнал. – Т.–90. № 4.–С.–578 – 584.
4. E.Emam Hossam, Mowafi Salwa, M.Mashaly Hamada, Rehan Mohamed//Carbohydr. Polym.: Scientific and Technological Aspects of Industrially Important Polysaccharides. – 2014 – С 110.
5. 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.

## **ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ НА ОСНОВЕ ПРЕПАРАТА ГИДРОЛИЗОВАННОГО ПРОДУКТА ПАН**

Н.З. Сайдалиева, Д.Б. Худайбердиева, Ф.Ф. Кулдошева

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности  
г. Ташкент, Узбекистан*

Для придания изделиям из хлопка и гидратцеллюлозных волокон эффекта несминаемости и малоусадочности до недавнего времени очень широко и успешно использовались формальдегидсодержащие препараты в виде различных метилольных производных мочевины и меламина так называемые предконденсаты мочевино- и меламино -формальдегидных смол. Эти препараты прочно вошли в практику заключительной отделки текстильных материалов для достижения их добротности, улучшения эксплуатационных свойств и получения различных модных эффектов. Существенным недостатком всех этих препаратов является выделение формальдегида как на стадии отделки текстильных материалов, так и в условиях их эксплуатации и хранения. Поэтому в настоящее время ведется интенсивный поиск новых препаратов на бесформальдегидной основе [1].

В связи с этим, исследование возможности использования для заключительной отделки хлопчатобумажных тканей препарата гидролизованного продукта ПАН, производимого в промышленном масштабе, представляет большой научный и практический интерес. Аппрет на основе препарата гидролизованного продукта ПАН был применен для заключительной отделки ткани из натурального волокна [2]. На базе полученных данных были выбраны технологическая проводка и состав аппрета (таблица).

Технологический режим заключительной отделки составом на основе гидролизного продукта ПАН

Операция	Концентрация химических материалов, г/л	Степень отжима, %	Температура, °С	Время обработки, мин
Пропитка аппретом	ГИПАН -20 - 100 ПВА -25 - 50 NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> -10 pH -10		60	0,5
Отжим		90		
Сушка			105	15
Термообработка			140	10

Для установления комплексного влияния различных факторов на разрывную нагрузку ( $P_p$ , Н), удлинение при разрыве ( $l_p$ , %) и жесткость условную ( $B$  усл, мкН·см<sup>2</sup>) в процессе переработки ткани проведен их анализ с применением математического метода планирования эксперимента [3], применяемого для изучения многофакторных систем.

*Литература*

1. Мельников Б.Н. Роль текстильных вспомогательных веществ. Прогресс текстильной химии и технологии. // Российский химический журнал. (Журнал Российского химического общества им. Д.И. Менделеева). – 2002. Т. XLVI. - №1, - С 9-19.
2. Худайбердиева Д.Б., Абдукаримова М.З., Садилова Г.К., Абдумажидов А.А.. Влияние заключительной отделки на эксплуатационные свойства шелковых тканей. Композиционные материалы. – 2015. № 4, - С 41 – 44.
3. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов.-М.: Машиностроение, - С 1981 – 184.

## СВОЙСТВА БУМАЖНОЙ КОМПОЗИЦИИ ИЗ ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ОТХОДОВ

М.Ш. Хасанова, С.Н. Таштемирова, И.А. Набиева

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности  
г.Ташкент, Узбекистан*

Массный размол волокнистых полуфабрикатов является процессом специальной механической обработки растительных волокон в присутствии воды, выполняемый в размалывающих машинах – мельницах. При размоле в водной среде волокна целлюлозы подвергаются разнообразным механическим и гидродинамическим воздействиям: прямому режущему, раздавливающему и расчесывающему действию размалывающих органов, гидродинамическим ударам волокнистой суспензии.

Оптимальный помол хлопковой целлюлозы с добавлением в бумажную массу синтетического волокна для выработки офсетных видов бумаги должен составлять 60° ШР. Повышение прочностных характеристик бумаг на основе целлюлозы и синтетических волокон наблюдается до определенной степени помола, дальнейший



помол приводит к ухудшению свойств. Границы помола фракций должны устанавливаться в зависимости от природы волокнистой массы [1].

Куски ткани из целлюлозных волокон разрезают маленькими кусочками и размалывают в установке Ролл объемом 22,5 л. Концентрация суспензии составляет 0,5%. Под влиянием этих воздействий волокна частично укорачиваются. Степень помола готовой суспензии составляет 40 °ШР.

Неутилизируемые в текстильном производстве шелковые отходы можно успешно использовать в бумажном производстве, особенно при ограниченных запасах древесной целлюлозы.

Бумажную суспензию в качестве сырья из шелковых тканей приготавливают с применением 1 н HCl. Шелковый отход гидролизуется при температуре 80 °С в течение 30 мин. при модуле ванны 1:10. По окончании гидролиза суспензия промывается в дистиллированной воде до нейтральной среды и фильтруется. Отдельная масса от фильтра высушивается при комнатной температуре. Из высушенной массы приготавливают суспензию, и определяют степень помола. Степень помола суспензии из шелковых отходов составляет 35 °ШР (таблица).

Таблица. Технологические условия получения бумажной суспензии из отходов шелка

Температура гидролиза, °С	Выход, %	Влажность, %	Длина волокна, mm
25	100	13	20-40
40	90	9	8-9
60	70	7,5	7-8
80	60	4	4-5
100	50	2	1-3

В процессе гидролиза шелка при комнатной температуре образование бумажной массы происходит без затруднений.

#### *Литература:*

1. Ешбаева У.Ж., Рафиков А.С., Аскарлов М.А. Влияние степени помола на прочностные свойства бумаг из отходов синтетического волокна. //Доклады АН РУз. – 2013. -№ 5. С. 37 – 39 .

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА СОВМЕЩЕННОГО ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ И ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

М.Х. Мирзахмедова, И.Г. Шин, М.З. Абдукаримова

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г. Ташкент, Узбекистан*

Планирование эксперимента – это оптимальное управление экспериментом на условиях неполной информации о механизме процесса. Развитие концепции планирования эксперимента связано с работами английского ученого Р.Фишера. Широко применяемое в настоящее время планирование эксперимента при поиске оптимальных условий процесса связано с работой американских ученых Бокса и

Уилсона, предложивших последовательную стратегию решения экстремальных задач [1]. Исследование эффективности предлагаемой совмещенной технологии обработки текстильных материалов с учетом множества входных параметров в виде химических реагентов требует рассмотрения многофакторной системы. Для изучения этой системы наиболее целесообразно применение статистических методов планирования эксперимента [2], связанных с процессом определения числа и условий проведения опытов, необходимых и достаточных для решения поставленной задачи с требуемой точностью. Решение экспериментальной задачи состоит в поиске условий процесса, обеспечивающих получение оптимального значения выбранного параметра как экстремума некоторой функции отклика.

В качестве влияющих факторов на процесс крашения и заключительной отделки были выбраны: концентрации бентонита, препарата К-4 и лимонной кислоты; температура крашения, а в качестве параметра оптимизации (значений функции отклика  $y$ ) принята:  $y_1$  – разрывная нагрузка, Н; С целью получения уравнения регрессии для параметров оптимизации произведено обработка экспериментальных данных.

Получены уравнения регрессии для параметра оптимизации  $y_1$  (по основе) и имеет вид:

$$y_1 = 245,2 + 3,225x_1 + 6,125x_2 + 1,975x_3 + 5,2x_4 \quad (1)$$

по утку:

$$y_1 = 201,188 + 18,375x_1 + 4,625x_2 + 19,8x_3 + 12,125x_4 \quad (2)$$

При вычислении значений  $\hat{y}_j$  в уравнение (1) и (2) необходимо подставлять кодированные значения факторов. Дисперсия адекватности  $s_{ад}^2$ , вычисленная по формуле [2], составила 18,8 и 35,2 для основы и утка.

Проверка гипотезы адекватности модели произведена по F – критерию Фишера. Для этого найдено расчетное значение критерия

$$F_p = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = 8,36 \quad (\text{основа}); \quad F_p = \frac{s_{ад}^2}{s_y^2} = 6,46 \quad (\text{уток})$$

При 5%-ном уровне значимости и числах степеней свободы для числителя  $f_1 = 3$  и для знаменателя  $f_2 = 3$  табличное значение критерия  $F_T = 9,3$ . Так как  $F_p < F_T$ , то модель, представленная уравнением (1) и (2), адекватна.

### *Литература*

1. С.Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. «Методы оптимизации эксперимента в химической технологии». М.: Высшая школа, 1985.-327 с.
2. Спиридонов А.А. Планирование эксперимента при исследовании технологических процессов.-М.: Машиностроение, 1981.-184 с.

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КРАСИТЕЛЕЙ ДЛЯ КРАШЕНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Ш.Н. Расулова

*Ташкентский государственный технический университет, ГУП «Фан ва тараккиет»  
г.Ташкент, Узбекистан*

Исследовательская работа направлена на решение проблемы создания и обеспечения красящими композициями вместо дорогостоящих синтетических красителей для текстиля. В связи с отсутствием в Узбекистане анилинокрасочной

промышленности все красители для крашения текстильных материалов ввозятся из-за рубежа за валюту. Это вызывает определенные трудности при переработке имеющихся волокон (хлопка, шерсти, шелка, нитрона). Небольшая часть вырабатываемых волокон перерабатывается в готовые изделия. Поэтому решение проблемы разработки технологий крашения текстильных материалов, имеет большое экономическое значение.

В Узбекистане, являющимся одним из мировых производителей хлопка, натурального шелка, имеется также для производства тканых и нетканых материалов объем шерсти, полиакрилонитрильное, полиамидное волокно. Проблема более полного удовлетворения спроса населения на трикотажные товары, с особой остротой выдвигает вопросы увеличения ассортимента и улучшения качества трикотажных изделий, от решения которых зависит дальнейший рост эффективности производства. Одним из эффективных направлений в создании нового ассортимента и улучшения качества трикотажных изделий на основе натуральных и химических волокон является применение для крашения минеральных красящих композиций на основе солей поливалентных металлов. Испытания, проведенные сотрудниками ГУП «Фан ва тараккиёт» ТГТУ в лаборатории сертификационного центра Ташкентского института текстильной и легкой промышленности «CENTEXUZ» показали, что крашение разработанными красящими композициями позволяет увеличить прочность, улучшить деформационные свойства и формоустойчивость текстильных материалов. Полученные окраски характеризуются высокой прочностью к различным физико-химическим воздействиям.

Проведенные исследования позволяют сформулировать предложения по выбору исходных продуктов для синтеза в полимере нанометаллокомплексов и условий проведения процессов крашения, способствующих образованию нанометаллокомплексов определенного цветового тона, взаимодействующих с полимерным субстратом с образованием прочных связей.

Исследование кинетики, химизма и закономерностей образования нанометаллокомплексов внесет вклад в развитие фундаментальных, прикладных и технологических исследований химизма и закономерностей получения нанометаллокомплексов, позволит создать новые красящие композиции для крашения текстильных материалов.

Исследования закономерностей, происходящих при формировании структуры нанометаллокомплексов позволят выявить наиболее оптимальные условия их получения с качественно новыми свойствами. Исследование зависимости «структура-свойства» является одной из важных проблем современной химии и физики комплексных соединений с органическими полилигандами и технологии крашения текстильных материалов на основе натуральных и химических волокон без применения традиционных красителей.

Разработанные технологии крашения натуральных и химических волокон характеризуются высокой скоростью, что снижает расход электроэнергии и не имеют аналогов за рубежом.

# ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМОВАНИЯ И КОЛОРИРОВАНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТНОГО ВОЛОКНА

С.Х. Хасанова, Ш.Х. Шаманов, И.А. Набиева

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г.Ташкент, Узбекистан*

Увеличение объема выпуска высококачественных полимеров с заданными техническими характеристиками, включая синтетические волокна, относится к числу основных задач экономического и социального развития страны на долгосрочный период. Ежегодно, по официальным данным Госкомстата РУз, в страну ввозится около 33 000 т первичного полиэтилентерефталата (ПЭТ) на сумму не менее 50 млн долларов США. И с каждым годом этот показатель увеличивается, так как ПЭТ постепенно вытесняет из промышленности и быта такие традиционные материалы, как стекло, металл и древесина. Для развития местных промышленных предприятий в сфере переработки вторичного сырья в целях дальнейшего изготовления из него конечного ПЭТ-продукта, было бы целесообразно установить дополнительные барьеры, чтобы предотвратить вывоз вторичного сырья. Эти меры необходимы для развития рынка Узбекистана по переработке ПЭТ-вторсырья. Кроме того, ежегодно тысячи тонн б/у ПЭТ-бутылок сжигаются или оказываются на свалках, что пагубно влияет на экологию.

В целях решения вышеуказанной проблемы на кафедре «Химическая технология» была создана лабораторная установка по получению ПЭТ-волокна из расплава. Главными узлами волокно формирующей установки являются камера для расплавления полимера, мотовила для намотки волокна и реостат для контроля скорости формования. Объектом изучения выбраны гранулы различных форм. Первоначально были изучены такие качественные показатели гранул, как влажность, зольность, молекулярная масса. Температуру расплавления ПЭТ-гранул определяли пробирочным методом. Процесс формования волокон из ПЭТ-гранул проводилась при температуре 270–280<sup>0</sup>С, скорость формования 60 м/мин. Как известно, достаточно не подвергнутое к вытяжке и термофиксации волокно обычно сильно усаживается, что явно наблюдалось в изучаемых объектах: усадка первичного ПЭТ-волокна – 11%, волокна из ПЭТ-баклажки и волокна лавсан - соответственно 18 и 17,5%. Анализ сорбционных свойств показал низкое значение капиллярно-пористой характеристики ПЭТ-гранул по сравнению с волокном лавсан.

Второй этап исследований был посвящен колорированию сформованных полиэтилентерефталатных волокон. Крашение ПЭТ-волокон проводилось как в массе, так и в сухом виде. При крашении в массе краситель непосредственно вводился в расплав, что создало возможность получения прочной окраски, но с меньшей яркостью. При крашении в растворе был выбран способ крашения в присутствии интенсификатора. В результате проведенных исследований по влиянию концентрации компонентов красильной ванны на интенсивность окраски ПЭТ-волокон определены наиболее благоприятные параметры, позволяющие получать высокие колористические показатели на субстрате. Однако долговременное крашение волокон привело к повышению жесткости и ломкости ПЭТ-волокна из б/у ПЭТ-бутылки. Окрашенные волокна были подвергнуты обработке в растворе ПАВ, что позволило получить прочную окраску к мыльной обработке.

### *Литература*

1. Кричевский Г.Е. Химическая технология текстильных материалов: Учеб. для вузов в 3-х т. Т.2. Колорирование текстильных материалов. М.: Легпромбытиздат, 2001. 540 с.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОЛОРИРОВАНИЯ СМЕСЕВОЙ ТКАНИ НА ОСНОВЕ НАТУРАЛЬНОГО ШЕЛКА И НИТРОНА**

Ш.Х. Шаманов, С.Х. Хасанова, М.Р. Комилова

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г.Ташкент, Узбекистан*

За последнее время возрос интерес к смесевым тканям, так как в разных сферах деятельности человека необходимы ткани абсолютно разных областей применения, отличающиеся не только назначением, но и физико-механическими свойствами. Смесевая ткань на основе натурального шелка и ПАН волокна соотношения 20x80 (основа-нитрон, уток-шелк) предназначенная для шитья костюмных изделий выработана из шелковой пряжи линейной плотностью 36x2 текс и полиакрилонитрильной высокообъемной пряжи линейной плотности 67 текс.

В целях повышения смачивающей способности смесевую ткань подвергали к отварке при щадящих условиях в растворе ПАВ 1 г/л при температуре 96-98<sup>0</sup>С в течении 30 минут. В результате отварки капиллярность смесевой ткани повысилось более чем 2 раза по сравнению с исходной тканью. Для крашения синтетической составляющей смесевой ткани - нитрон обычно применяют катионный краситель. При крашении катионным красителем в кислой среде шелкосоставляющая смесевой ткани ионизируется по аминогруппе, что приводит к замедлению диффузии красителя к белковому волокну, в связи с чем было изучено возможность крашения смесевой ткани дисперсным красителем. Результаты влияния продолжительности процесса на интенсивности окраски образцов показали высокую интенсивность цвета у нитронового составляющегося во время крашения катионным красителем (K/S=13) при температуре 98<sup>0</sup>С в течении 75 минут, а в случае крашения дисперсным красителем в тех же условиях интенсивность цвета синтетического составляющегося смесевой ткани имеет K/S=10. Это связано растворимостью катионного красителя, что способствует диффузию красителя вглубь волокна, чем частично растворимого дисперсного красителя.

Количество сорбированного красителя в волокнистом субстрате рассчитано методом Соколова, полученные результаты представлены в таблице.

Таблица. Зависимость количества сорбированного красителя волокном от класса красителя

Наименование красителя	Концентрация красителя в волокне					
	15 мин	30 мин	45 мин	60 мин	75 мин	90 мин
Катионный Розовый 2С	5,4	7,1	7,3	7,6	7,9	8,1
Дисперсный Алый Ж	10,5	9,25	8	7,3	7,6	7,7

На основе полученных результатов рассчитаны коэффициенты диффузии, величина сродства и тепловой эффект крашения катионным розовым 2С и дисперсным алым Ж смесевой ткани на основе натурального шелка и ПАН-волокна соотношения 20х80.

*Литература:*

1. Умурзаков Э.Э. Крашение смесевых тканей на основе нитрона и хлопка 67:33% прямыми и катионными красителями. Ташкент. 1996. Дис. Канд.

## **УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПОДГОТОВКЕ И КРАШЕНИИ ШЕРСТЯНОГО ВОЛОКНА**

С.В. Смирнова, Н.С. Бобылев

*Ивановский государственный химико-технологический университет  
г. Иваново, Россия*

В условиях возрастания дефицита и удорожания энергетических и материальных ресурсов, а так же ужесточения требований к экологической чистоте производства текстильным предприятиям для получения значительного экономического эффекта необходимо внедрять инновационные технологии, позволяющие экономить сырьё, химические материалы, топливно-энергетические ресурсы, воду и ориентироваться на выпуск конкурентоспособного ассортимента волокнистых материалов, отвечающих мировому уровню экологических, технических и эстетических требований.

Шерстяное волокно обладает комплексом уникальных свойств и является одним из наиболее ценных видов натуральных волокон, перерабатываемых мировой текстильной промышленностью. Большое значение в процессах отделки шерсти имеет подготовка волокна к колорированию, поскольку кутикулярный слой шерстяного волокна проявляет гидрофобные свойства, что затрудняет проникновение молекул красителя в кортекс. Одним из путей совершенствования технологии крашения шерсти является предварительная обработка кератина с целью придания ему способности более эффективно окрашиваться красителями различных классов. В последние годы значительно возрос интерес исследователей к использованию ультразвука для увеличения доступной для молекул красителя поверхности шерстяного волокна.

Преимуществами ультразвуковых технологий являются: инициирование и ускорение протекания химических реакций, возможность сокращения времени обработки, снижение потребления агрессивных химических реагентов и повышения экологической чистоты технологического процесса и готовой продукции.

Целью настоящей работы явилась оценка влияния ультразвуковой обработки на процесс подготовки (карбонизации) и крашения шерстяного волокна. Обработку ультразвуком проводили в ультразвуковой ванне, позволяющей изменять температуру раствора от 20 до 80<sup>0</sup> С, мощность варьируется от 30 до 100% (рабочая частота ультразвукового генератора 35 кГц), время обработки – от 1 до 99 минут.

В работе исследовано влияние условий ультразвуковой обработки на процесс карбонизационной очистки шерсти от растительных засоренностей. Установлено, что использование низкочастотного ультразвукового поля в карбонизации позволяет значительно снизить содержание серной кислоты в рабочей ванне (при достижении практически полной очистки от растительных засоренностей) и сократить степень повреждения шерсти, что позволяет снизить обрывность шерсти в прядении и

ткачестве. Кроме того, в работе исследовано влияние ультразвука на крашение шерстяного волокна. Выявлено, что обработка шерсти низкочастотными ультразвуковыми волнами перед крашением позволяет в несколько раз повысить скорость и степень выщипывания исследованных красителей из красильной ванны. В результате проведенных исследований установлена высокая эффективность предварительной ультразвуковой обработки в крашении шерсти. Использование такой активации волокна позволяет получать высокие колористические и прочностные характеристики окрасок и, одновременно, значительно уменьшать время крашения и повышать степень полезного использования красителя.

## **ФЕРМЕНТАТИВНАЯ МОДИФИКАЦИЯ В ЭКОТЕХНОЛОГИЯХ КРАШЕНИЯ ТКАНЕЙ НА ОСНОВЕ КОТОНИНА ЛЬНА.**

Е.Н. Мухина, Н.А. Топорищева, Чешкова А.В.

*Ивановский государственный химико-технологический университет  
г. Иваново, Россия*

Высокое содержание в льносодержащих тканях котонизированного льноволокна и как следствие не целлюлозных окрашенных примесей требует особых подходов к организации процессов подготовки и крашения. Для тканей на основе котонина оригинальным и высокоэкологичным подходом в построении технологии отделки может стать биохимическая (ферментативная) обработка как предварительная операция. Нами оценено влияние длительности ферментативной обработки на технические свойства современных актуальных природноокрашенных хлопкольняных котонинсодержащих тканей (содержание котонина от 25 до 100%). В работе использованы промышленные ферментные препараты карбогидраз, в том числе щелочная протеаза, маннаназа и мультиэнзимные препараты, содержащие целлюлазу, гемицеллюлазы и пектиназы. Показано, что следствием целенаправленной модификации целлюлозы в процессе ферментативной обработки в течение 60 минут карбогидразами является удаление не целлюлозных примесей 5-8 %, повышение капиллярных свойств тканей более чем на 20-30мм и белизны на 3-5 единиц, а также сорбционной восприимчивости и реакционной способности целлюлозы по отношению к активным красителям. В процессе ферментной обработки потеря веса не превышает 7-8 %. Осуществлена оптимизация длительности ферментативной обработки перед крашением с целью получения прогнозируемых колористических эффектов (табл.).

Таблица. Цветовые характеристики окрашенной котонинсодержащей ткани 50% (Рывалон красный 3В). Эталон сравнения - суровая окрашенная ткань (котонин 50%)

Время, мин	X	Y	Z	a	B	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta H$
15	12,84	8,32	9,82	38,58	-2,82	34,63	38,68	-4,17
60	14,41	9,32	11,26	40,26	-3,40	36,58	38,41	-4,82
90	14,39	9,55	12,01	38,18	-4,94	37,03	40,50	-7,38

Доказана возможность получения модных тканей более экономичным и экологичным путем, что позволит значительно расширить ассортимент выпускаемой продукции. Предварительный расчет показал, что внедрение технологии получения гладкокрашенных природноокрашенных котонинных и котонинсодержащих тканей

взамен действующих технологий, предусматривающих полный цикл беления позволит сократить длительность процесса более чем в два раза, снизить расход технологической воды и пара более чем в 5 раз.

#### *Литература*

1. Чешкова А.В., Владимирцева Е.Л., Шибашова С.Ю., Козлова О.В./Химические технологии в дизайне текстиля» под редакцией Чешковой А.В., БГБОУ ВПО ИГХТУ, Иваново, 2013, с 312 Л.А.

## **ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ, СОДЕРЖАЩИЕ ИОНЫ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Л.Н. Быкова, Р.Ф. Витковская, Н.П. Новоселов

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия*

Вследствие использования большого объема воды в технологических процессах многих предприятий, в частности текстильной и легкой промышленности, происходит образование значительного количества производственных сточных вод, с которыми транспортируются свыше 95% различных примесей и твердых отходов. В связи с этим возникает необходимость эффективной очистки сточных вод, образующихся после процесса крашения. Наиболее перспективной технологией очистки, обезвреживания и утилизации сточных вод является использование материалов, обладающих каталитическими свойствами. Наряду с используемыми в промышленности катализаторами необходима разработка новых видов, в частности, полимерных нанокомпозитов с каталитическими свойствами, а также усовершенствование их «активных» свойств путем введения промоторов.

В данном исследовании изучались металлосодержащие волокнистые материалы, разработанные на основе модифицированных ПАН-волокон [1]. В качестве промоторов были введены иммобилизованные комплексы  $\text{Co}^{3+}$  и пары ионов  $\text{Co}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$ , путем пропитки полимерной основы модифицированного ПАН-волокна водными растворами солей  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$  и  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в течение 1, 10, 30 и 60 минут. Определение элементного состава полученных образцов проводили методом атомно – абсорбционной спектроскопией с пламенной и электротермической атомизацией на приборе AA – 7000 Shimadzu. Для изучения каталитических свойств образцов был выбран метод квазистатического окисления водного раствора антрахинонового красителя кислотного синего 45 [2]. Предполагаемая деструкция красителя осуществлялась в присутствии кислорода, а также комбинации кислорода с пероксидом водорода. Анализ продуктов разложения после процесса окисления красителя проводили методом времяпролетной масс-спектрометрии высокого разрешения LCMS – 8030 в сочетании с высокоэффективной жидкостной хроматографией LC30 – Nexera Shimadzu. Механизмы координации и распределение металлов на полимерном носителе изучались с помощью ИК-спектроскопии на ФСМ 1201 и на растровом электронном микроскопе JEOL JSM-6390.

Полученные результаты элементного анализа показали, что наибольшее накопление активных центров металла происходит в первые минуты обработки полимерного волокнистого материала водными растворами солей металлов. Максимальное накопление активных центров  $\text{Co}^{3+}$  происходит в течение 10 минут



(11968 мкг/г) для монометаллического образца, а для биметаллического уже за первую минуту происходит максимальное накопление металлов  $\text{Co}^{3+}$  (4568 мкг/г) и  $\text{Fe}^{3+}$  (7755 мкг/г). Результаты каталитического окисления также показали, что образцы, содержащие максимальное количество металла обладают наивысшей степенью каталитического окисления соответственно.

*Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания Министерства Науки и Высшего образования Российской Федерации № 4.5718.2017/8.9.*

#### *Литература*

[1] Витковская Р.Ф., Румынская И.Г., Смирнов А.Ю.//Химические волокна.2008.№3. С.26-28

[2] Смирнов А.Ю., Витковская Р.Ф. // Бюллетень СПГУТД, 2010. №3, С. 12 - 14

## **УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ БИОПОЛИМЕРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЦИОННО-АКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

А.И. Сусанин, Е.С. Сашина

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия*

Переработка и создание полимерных материалов является одним из быстроразвивающихся направлений развития химической промышленности. Особенно актуальным является использование возобновляемых, биосовместимых и биоразлагаемых [1], снижающих экологическую нагрузку на окружающую среду природных полимеров (биополимеров). Источниками таких биополимеров могут быть переработанные отходы пищевой и косметической промышленности (хитин, хитозан, коллаген, кератин и др.), отходы текстильной промышленности (целлюлоза, кератин, фиброин).

Таким образом, утилизация биополимерсодержащих отходов решает задачи вторичного использования отходов с получением материалов различной формы [2,3], перспективных во многих отраслях, в том числе текстильной промышленности и медицине (подложки для выращивания различных культур клеток, кровеостанавливающие и ранозаживляющие пленки и перевязочные материалы, контактных линзы и [4-5]). Это способствует рациональному использованию природных ресурсов — задачи, которая была поставлена на Йоханнесбургской конференции ООН по устойчивому развитию, способствует улучшению экологической ситуации.

Данная работа посвящена исследованию сорбционных характеристик материалов, получаемых, путем утилизации отходов фиброина шелка, хлопковой целлюлозы, хитозана и лигнина с использованием ионных жидкостей в качестве растворителей. В работе подобраны условия растворения и осаждения биополимеров в ионных жидкостях. В качестве сорбируемых веществ исследовали метиленовый голубой, толуол и йод. Ионные жидкости – хлорид, ацетат и трифторметансульфанат 1-бутил-3-метилимидазолия были фирмы Sigma-Aldric, хлорид 1-бутил-3-метилпиридиния был синтезирован и очищен в лаборатории физической химии природных полимеров, СПбГУПТД.

*Исследования проведены в рамках выполнения государственного задания Министерства Науки и Высшего образования Российской Федерации № 4.5718.2017/8.9.*

### *Литература*

1. Zuo B., Dai L., Wu Z. Analysis of structure and properties of biodegradable regenerated silk fibroin fibers // School of Materials Engineering J. Mater Sci. 2006. № 41. – с. 3357-3361.
2. Li. L., Xiong Y. , Yu S, Liu S., Liu F., Xie C. Facile preparation for robust and freestanding silk fibroin films in a 1-butyl-3-methyl imidazolium acetate ionic liquid system // J. Appl. Polym. Sci. – 2015. V.132. № 47. – с.42822
3. Chen C., Chuanbao C., Xilan M, Yin T, Hesun Z. Preparation of non-woven mats from all-aqueous silk fibroin solution with electrospinning method // Polymer. – 2006. V.47. – с. 6322-6327.
4. Сафонова Л.А., Боброва М.М. Агапова О.И., Архипова А.Ю., Гончаренко А.В., Агапов И.И. Пленки на основе фиброина шелка для заживления полнослойной раны кожи у крыс // Вестн. трансплантологии и искусственных органов. – 2016. Т.XVIII. № 3. – с. 74-84.
5. Koh L.D., Yeo J., Yuh Y., Qunya L., Mingyong O., Benjamin H., Tee C. Advancing the frontiers of silk fibroin protein-based materials for futuristic electronics and clinical wound-healing (Invited review) // Materials Science and Engineering: C. – 2018. V.86. – с.151-172.

# СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ В ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

## ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ СМОЛЫ И ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ В ЦЕЛЛЮЛОЗЕ ПО ИК-СПЕКТРАМ ОТРАЖЕНИЯ

А. Кокшаров<sup>1</sup>, Е. Новиков<sup>2</sup>, О.Ю. Деркачева<sup>2</sup>

<sup>1</sup>АО "Группа "Илим", филиал в г.Коряжме

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Россия

Оценка содержания в блененой целлюлозе определенных компонентов часто является длительным и требующим использования разнообразных химикатов процессом. В последнее время для определения ряда характеристик широкое распространение получили различные спектральные методы [1-2].

Целью данной работы было развитие быстрого метода оценки содержания смолы и органически связанного хлора в блененой целлюлозе по ИК спектрам отражения.

Для решения этой задачи были исследованы образцы сульфатной лиственной белёной целлюлозы. В данных целлюлозах оценивалось содержание смолы и абсорбируемых органических соединений - параметр АОХ. Оба параметра оценивались по стандартным методикам: параметр «органически связанный хлор» измерялся согласно стандарту ГОСТ Р 54263-2010, ISO 9562:1989, и содержание смолы оценивалось согласно стандарту ГОСТ 6841-77.

Для исследованных образцов целлюлозы на ИК-Фурье спектрометре TANGO фирмы "BRUKER" были записаны спектры в ближнем ИК-диапазоне 4000-12000 см<sup>-1</sup> с разрешением 4 см<sup>-1</sup>. Спектры отражения измерялись от поверхности целлюлозных папок размером 50\*50 мм.

В результате анализа ИК спектров целлюлоз для построения калибровочных моделей был выбран спектральный диапазон 5000 – 6000 см<sup>-1</sup>. Перед построением моделей для всех спектров проводилась коррекция базовой линии и нормирование на интегральное поглощения в данной области. Построение регрессионной модели осуществлялось с помощью пакета программ Unscrambler 10 с использованием хемометрического метода - проекции на латентные структуры (ПЛС1) [3].

В обеих построенных моделях оптимальное число компонент оказалось равно 6, и значения коэффициентов корреляций между спектральным и химическим показателями были близки к 1 ( $R^2 \approx 0.99$ ). Оценка устойчивости моделей осуществлялась методом перекрестной проверки (*cross-validation*), при этом коэффициенты корреляции имели более низкие значения  $R^2 \approx 0.87$ .

Проведенные исследования позволили построить устойчивые модели для быстрого определения содержания смолы и хлороорганических соединений в блененой целлюлозе по спектрам отражения волокон в ближнем ИК диапазоне. В связи с быстротой записи ИК-спектров и отсутствием пробоподготовки метод может быть использован для рутинного контроля содержания этих компонентов в целлюлозных волокнах.

## Литература

1. Tsuchikawa S.A. Review of Recent Near Infrared Research for Wood and Paper // S.A. Tsuchikawa / Applied Spectroscopy Reviews. – 2007, v. 42. - p. 43-71
2. Koksharov A.V. Variation of Parameters of Organochlorine Compounds, Whiteness, and Absorption Spectra During Multistage Bleaching of Cellulose // A.V.Koksharov, O.Yu.Derkacheva, D. A.Sukhov, E.M.Novikov, V.I.Leiman / Fibre Chemistry. -2018. v.50, N. 3, - p. 215-218.
4. Esbensen K., Guyot D., Westad F., Houmøller L. Multivariate data analysis. In practice. CAMO Process AS Oslo, Norway, 1994-2002.

## НОВЫЙ ПОДХОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ УСЛОВИЙ АМИНИРОВАНИЯ ХЛОПКОВОГО ВОЛОКНА

Ш.Н. Расулова

*Ташкентский государственный технический университет, ГУП «Фан ва таракитет»  
г.Ташкент, Узбекистан*

Целлюлоза обладает сравнительно невысокими хелатирующими свойствами, в то время как макролиганды на ее основе относятся к числу наиболее эффективных макромолекулярных хелатов. Высокая реакционная способность целлюлозы позволяет осуществлять многочисленные химические превращения с целью получения на ее основе самых разнообразных макромолекулярных хелатов. Аминогруппы имеют неподеленную пару электронов на азоте и могут создать ковалентную связь с металлом.

Целью данной работы явилось изучение возможности применения цифрового фотоаппарата и компьютерных программ цифровой обработки изображений в качестве способа оценки условий аминирования хлопчатобумажной ткани. Степень замещения целлюлозы хлопкового волокна оценивали титрометрически и по количеству металлокомплексов в структуре хлопкового волокна, образованных с участием аминогрупп. Образование нанометаллокомплексов в структуре хлопкового волокна оценивали по цветовым характеристикам окрашенной хлопчатобумажной ткани.

Изучено влияние температуры раствора  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилана на степень замещения хлопковой целлюлозы и интенсивность образования нанометаллокомплексов в структуре хлопкового волокна оценивалась по изменению интенсивности окраски хлопчатобумажной ткани. Интенсивность окраски определяли по координатам цвета в цветовой системе R, G, B, полученным с использованием цифровой фотокамеры Canon 40D, объектив 28-135, режим макросъемки расстояние 0,5 м, диафрагменное число 5, 6, фокусное расстояние F-135.

Из полученных данных следует, что с повышением температуры раствора  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилана до 75<sup>0</sup>С наблюдается повышение степени замещения хлопковой целлюлозы, уменьшение яркости цветового изображения R, G, B каналов, вызванное уменьшением доли белого в цвете образца, сопровождающееся увеличением интенсивности окраски ткани, что свидетельствует об увеличении количества образовавшихся нанометаллокомплексов в структуре волокна. При дальнейшем повышении температуры интенсивность окраски хлопчатобумажной ткани уменьшается, что, по-видимому, связано с усилением полимеризации  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилана

Изучено влияние концентрации  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилана на степень замещения хлопковой целлюлозы и на количество образовавшихся металлокомплексов

в структуре хлопкового волокна Из полученных данных следует, что при обработке хлопчатобумажной ткани 5% -ным раствором  $\gamma$ -аминопропилтриэтоксисилана достигается наибольшая степень замещения и на хлопчатобумажной ткани образуется оптимальное количество нанометаллокомплексов.

Таким образом результаты исследований указывают на то, что с помощью цифрового фотоаппарата и компьютерных программ цифровой обработки изображения можно с высокой точностью определять цветовые характеристики окрашенных тканей, как и с помощью спектроскопии диффузного отражения с использованием лабораторного спектрофотометра.

## **ОЦЕНКА РЕАКЦИОННЫХ ОПАСНОСТЕЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ**

А. Коссой, А. Лопатин

*ООО «Химинформ», г. Санкт-Петербург Россия*

В докладе представлена концепция инновационной системы исследования реакционных опасностей химико-технологических процессов и химических продуктов, базирующейся на совместном применении экспериментальных калориметрических методов разных видов (термический анализ, реакционная и адиабатическая калориметрия) и математического моделирования.

В первой части дается краткое изложение проблемы оценки реакционных опасностей и анализируются традиционные методы, применяемые в международной практике; отмечены их достоинства и недостатки.

Во второй части представлен 3-этапный подход, включающий

- экспериментальное исследование реакций,
- создание математических моделей реакций,
- математическое моделирование объектов, содержащих реакционноопасные вещества и смеси.

Моделирование позволяет принципиально решить проблему масштабирования и получить надежные оценки опасности объекта (технологического реактора, емкости с продуктом и т.п.) в условиях его нормального функционирования и в аварийных ситуациях. Кратко рассмотрены методологические аспекты подхода.

Приведен ряд практических примеров, иллюстрирующих применение системы.

## **ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРОВ МЕТОДАМИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ**

А. Лопатин, А. Коссой

*ООО «Химинформ», г. Санкт-Петербург, Россия*

В докладе представлен комплекс методов определения многих свойств полимерных материалов с применением дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК).

В первой части дается краткое изложение сути ДСК, общая характеристика приборов.

Во второй части подробно рассмотрены те свойства и характеристики, которые возможно оценить или спрогнозировать, используя только ДСК; в том числе:

- температуры и энтальпии плавления/кристаллизации, температуры стеклования/;
  - теплоемкость
  - степень кристалличности полимера
  - период окислительной индукции (оценка качества антиокислительных добавок)
  - закономерности реакций полимеризации и термической деструкции полимеров
- Для каждого метода приведены иллюстрирующие примеры.

В заключение рассмотрены некоторые международные и Российские стандарты, основанные на применении методов термического анализа; отмечены их достоинства и недостатки

### *Литература*

1. ASTM. Annual Book of ASTM Standards: 1995. Metals Test Methods and Nautical Procedures. – Astm, 1995.

## **МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН С ДОВЕРИТЕЛЬНЫМИ ГРАНИЦАМИ ПОГРЕШНОСТИ**

Б.М. Примаченко

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных  
технологий и дизайна  
г. Санкт-Петербург, Россия*

Статистическая методика обработки данных измерения физических и химических величин с доверительными границами погрешности разработана на основе стандартной методики обработки данных прямых многократных измерений (ГОСТ Р 8.736-2011). Разработанная методика позволяет учитывать влияние количества измерений величины на результат измерения. Реализация методики представлена на примере определения результатов измерения линейной плотности (ЛП) углеродных нитей (УН), которые широко используются во многих текстильных и композиционных материалах технического назначения.

Результаты измерения ЛП были определены для УН, полученных из разных исходных нитей-прекурсоров. Первая УН была получена из вискозной технической нити, вторая УН - из ПАН-нити. Масса метровых отрезков нити определялась на весах марки ВЛ-210 с неисключённой систематической погрешностью (НСП) 0,5 мг, длина отрезков нити определялась на металлической измерительной линейке с НСП 0,2 мм.

Разработанная методика обработки данных измерения величин состоит из четырёх этапов. На первом этапе было проведено восемь серий измерений ЛП с количеством измерений в сериях: 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640. После обработки экспериментальных данных были получены основные статистические характеристики ЛП, - среднее арифметическое значение, дисперсия, СКО, коэффициент вариации. После получения и обработки экспериментальных данных на второй этапе были

построены статистические и теоретические законы распределения ЛП для каждой серии измерений. Статистический анализ показал, что в качестве теоретических законов распределения ЛП может быть использован закон Гаусса. На третьем этапе были определены оценки ЛП с доверительными границами погрешностей для каждой серии измерений и найдены средние оценки ЛП для первой и второй УН. Средние оценки ЛП позволили получить оптимальное количество измерений для определения опорного значения. После определения доверительных границ средних значений ЛП на четвертом этапе были получены опорные значения ЛП, как одних из основных характеристик эксплуатационных свойств УН.

Разработанная методика обработки данных измерения физических и химических величин позволила сделать следующие выводы:

1. Полученные опорные значения ЛП с доверительными границами погрешностей достаточно точно представляют весь диапазон изменения оценок ЛП при различном количестве измерений.

2. Характеристики построенных теоретических законов распределения ЛП существенно различаются при выбранном количестве измерений. Имеется тенденция к повышению значений оценок ЛП при увеличении количества измерений. Повышение значений оценок достаточно хорошо описывается логарифмической функцией.

3. Величина доверительных границ погрешности оценки ЛП уменьшается при увеличении количества измерений. Например, для первой УН при 5 измерений доверительная граница погрешности равняется 1,16 текс, а при 640 измерениях 0,51 текс.

4. Полученные результаты показывают, что они достаточно полно могут представлять точность измерений физических и химических величин. Например, результат измерения ЛП второй УН имеет более высокую точность.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ЗАСОРЕНИЯ СИТА ПЕЧАТНОГО ШАБЛОНА**

А.М. Киселев, Т.В. Ковалева

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

В процессе печатания текстильных материалов на оборудовании с сетчатыми шаблонами данные печатные органы постепенно выходят из строя, вследствие засорения ячеек сита шаблона вязкой печатной краской и находящимися в ней частицами твердой фазы. Это негативное явление особенно заметно при печатании водонерастворимыми пигментами с размерами частиц  $0.5-2 \cdot 10^{-6}$  м, дополнительное негативное влияние оказывает присутствие в краске пленкообразующего вещества, адгезионно закрепляющего частицы пигмента на волокнистом материале. По этой причине сетчатые шаблоны должны подвергаться очистке после каждого печатного цикла (5-7 тыс. метров напечатанной ткани).

Для оценки степени засорения сита печатного шаблона создано специальное устройство, принцип действия которого основано на ослаблении интенсивности светового потока, проходящего через ячейки «грязного» сита. Схема устройства приведена на рисунке.

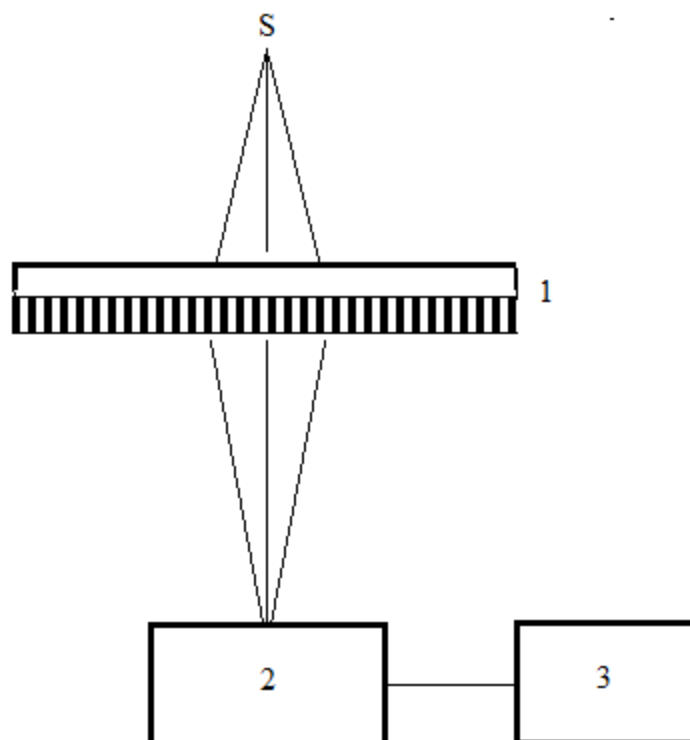


Рисунок - Блок-схема устройства для определения степени засорения сита печатного шаблона: S – источник освещения; 1 – сетчатый печатный шаблон; 2 – фотоэлемент; 3 - микроамперметр

Степень засорения сита шаблона (СЗШ) рассчитывается по формуле

$$\text{СЗШ} = I/I_0 \cdot 100 \%,$$

где  $I_0$  – величина фототока при прохождении светового потока через чистое сито шаблона,  $\mu\text{A}$ ;  $I$  – величина фототока при прохождении светового потока через «грязное» сито шаблона.

Разработанное устройство рекомендуется для контроля чистоты сита шаблона. Его применение позволяет более точно определить длительность рабочего цикла шаблонов в процессе печати и сроки их чистки и промывки перед следующим нанесением печатного рисунка на текстильные материалы.

## НОВЫЙ ПОДХОД К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ ЦВЕТА В МЕТРИЧЕСКОМ ЦВЕТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ

И.А. Казиев, Р.П. Филимонов, А.М. Киселев

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий  
и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

Цвет и его восприятие играют большую роль в различных областях науки, техники, искусства и промышленного производства. Специальные цветовые (световые) сигналы входят в состав важнейших качественных характеристик мультимедийных средств, кино и телевидения, полиграфии, цветной фотографии, цветные изображения



являются определяющими в художественно-колористическом оформлении объектов дизайна [ 1, 2 ]. В последнее время цветовое кодирование помогает успешно решать вопросы безопасности авиационных полетов и имеет первостепенное значение для создания эргатических систем в аэронавтике [3]. При решении этих важных задач требуется высокая точность количественного определения цвета. В классической колориметрии такое определение состоит в представлении цветов в аффинных пространствах на основе трех цветовых координат, полученных уравниванием цвета объекта и суммы трех спектральных цветов [4].

С целью дальнейшего совершенствования данной системы предложена модель метрического цветового пространства, позволяющая давать количественную оценку цвета в метрическом векторном пространстве. Показано, что в процессе восприятия зрительной системой светового излучения следует учитывать отклики, как в каналах яркости, так и в каналах цветности, а при определении цветовых и световых величин – производить их нелинейное преобразование и векторное сложение.

Рекомендованы формулы для расчета цветовых характеристик, цветовых различий и контрастов на базе модели метрического цветового пространства. Дана оценка эффективности их использования при эргономическом проектировании и применении многоцветных жидкокристаллических бортовых индикаторов летательных аппаратов.

#### *Литература*

1. Джадд Д., Вышецки Г. Цвет в науке и технике.- М.: Мир, 1978.- 592 с.
2. Киселев А.М. Художественное оформление текстильных материалов способом печати.-СПБ, СПГУТД.- 2000.- 82 с.
3. Сильвестров В.Ю. и др. Эргатические интегрированные комплексы летательных аппаратов.- М.: Воениздат, 2007.- 512 с.
4. Гуревич М.М. Цвет и его измерение.- М-Л.; изд. АН СССР, 1950.- 268 с.

## **МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ**

А.М. Киселев

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий  
и дизайна, Санкт-Петербург, Россия*

Под этим названием в 2018 году вышла в свет монография проф. А.М. Киселева и А.В. Демидова (под редакцией проф. Н.П. Новоселова) Выполнение любой научно-исследовательской работы состоит из определенных этапов: выбора актуальной темы, подлежащей изучению, анализа состояния проблемы и информационных источников, постановки задачи исследования, получения экспериментальных данных и их обработки, формулировки частных и основных выводов на базе анализа результатов НИР. Среди этих этапов важнейшим является проведение экспериментальных измерений и испытаний, которое базируется на комплексе выбранных методов исследований. Чем современнее и точнее эти методы (оборудование, приборы), тем выше достоверность полученных результатов, тем большую ценность представляют те новые сведения (в любой области науки и техники), которые получены при

выполнении работы.

В связи с этим, автор научной работы должен хорошо знать спектр существующих современных методов исследований и уметь ими пользоваться на базе разнообразной приборной техники. Настоящее пособие может быть полезным в этом отношении.

Представленный материал в значительной степени базируется на информации, изложенной в книге «Методы исследований в текстильной химии», изданной в 1995 году под редакцией проф. Г.Е.Кричевского (*Методы исследований в текстильной химии.*-М.: 1993, 401 с.). Одновременно в монографию введены дополнительные главы и разделы, содержащие сведения о методах вискозиметрических исследований, плазмохимической технологии, био- и нанотехнологических процессов, химической технологии волокнистых материалов, зондовой нанотехнологии, статистической обработки полученных результатов и др.

Описание методов физико-химических исследований сопровождается необходимыми схемами, расчетными формулами и рекомендациями по их практическому использованию.

Учебное пособие адресовано бакалаврам, магистрам и аспирантам, обучающимся по направлению «Химическая технология», а также аспирантам, выполняющим физико-химические исследования в рамках диссертационных работ. Оно может быть полезным также для преподавателей вузов, специалистов научно-исследовательских организаций и промышленных фирм и предприятий.

## **ОЦЕНКА РАЗМЕРОВ НАНО-, МИКРООБЪЕКТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКТОМЕТРИИ**

А.В. Рюмин<sup>1</sup>, А.В. Захарова<sup>2</sup>, Н.А. Тихомирова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и  
дизайна*

*г. Санкт-Петербург, Россия*

В настоящее время в научной и практической деятельности большое внимание уделяется изучению наноразмерных объектов, которые являются как результатом физико-химического процесса и требуют контроля параметров, так и элементом технологической среды, обеспечивающим работоспособность системы. В арсенале ученых имеется косвенные и прямые методы для определения степени дисперсности, среди которых можно отметить седиментационный, спектральные и оптические методы. Безусловно, задачи исследования и свойства объектов определяют выбор того или иного метода объективной оценки их размера. В ряде случаев требуется применять экспресс методы контроля размера частиц.

Среди экспресс методов оценки размера частиц особое место занимает метод лазерной дифрактометрии. Данный метод позволяет оперативно получать информацию с хорошей статистической обработкой результатов. Приборная техника таких фирм как Nanotrac (США), Shimadzu (Япония) имеет программное обеспечение и «библиотеку» различных анализируемых субстанций, обеспечивающую правильный подход для применения формул при расчете размера частиц. Важным моментом при выборе

режима измерения являются свойства среды, в которой находятся частицы и их физико-химическая природа. Для корректной оценки соотношения содержания частиц разного размера методом лазерной дифрактометрии необходимо знать показатель преломления (refraction index) для исследуемой дисперсной системы. Показатель преломления является комплексным числом, в котором вещественная часть указывает на изменение скорости света в исследуемом образце по сравнению со скоростью света в вакууме, а мнимая часть отвечает за прозрачность образца и абсорбцию им света. «Библиотека» содержит большое количество данных по неорганическим веществам, в том числе пигментам, и большим диапазоном коэффициентов преломления, но не охватывает все реально встречающиеся варианты. Задачи, требующие проведения оценки размера частиц в дисперсиях, частицы которых могут иметь разнообразную форму, распределенные в среде, коэффициент преломления которой отличается от «библиотечных» данных, не могут быть в полной мере корректно решены.

Изучение возможности применения метода лазерной дифрактометрии выявило ряд особенностей. Определенные трудности возникли при анализе высококонцентрированных растворов красителей, применяемых при капле струйной технологии печати текстильных изделий, для прогнозирования свойств чернил в условиях длительного хранения. Органические красители, даже водорастворимые, при высокой концентрации в водной среде проявляют склонность к агрегации и появлению частиц, размер которых может достигать десятки микрон, что недопустимо при реализации струйной технологии. Не имея информации в «библиотеке» по водорастворимым исследуемым красителям, для проведения эксперимента были использованы различные индексы и установлено, что выбор показателя «refraction index» существенно влияет на оценку распределения содержания частиц. Также отмечены сложности использования техники лазерной дифрактометрии при работе с темноокрашенными суспензиями, в особенности с теми, которые интенсивно поглощают лазерное излучение дифрактометра.

Авторский указатель

- R. Ciesielski, 53, 54  
Т. Maniecki, 53, 54  
Абдукаримова М.З., 81  
Абдумавлянова М.К., 66, 71  
Акуличева К.А., 30  
Амирова Н.С., 19  
Арбузова И.М., 58  
Асхабова З., 25  
Атаханов А.А., 78  
Ахмедова М.Ш., 77  
Бектурсунова А.К., 7  
Белькова Е. Ю., 74  
Бесшапошникова В.И., 10, 11  
Бесшапошникова Н.В., 10  
Блинов И.П., 34  
Бобылев Н.С., 86  
Борисова С. С., 57  
Бочек А.М., 46, 47, 67, 70  
Бронников С.В., 44  
Быкова Л.Н., 88  
Вавилова С.Ю., 13, 55  
Валиев М.В., 68  
Васильев А.В., 76  
Витковская Р.Ф., 88  
Владимирцева Е.Л., 25, 26, 28  
Власов П. П., 72, 73, 74  
Галактионова А.Ю., 36  
Горшкова Р.М., 47, 68, 69, 70  
Дащенко Н.В., 36, 37  
Деркачева О.Ю., 91  
Дорджиева Э. Ю., 24  
Дымникова Н.С., 4, 5, 6  
Дянкова Т. Ю., 24, 57  
Евдокимова Н.А., 37  
Евтушенко А. С., 73  
Елохин И.В., 59  
Ерохина Е.В., 4, 5  
Есина О.А., 29  
Захарова А.В., 98  
Звягинцева И.О., 11  
Зевацкий Ю. Э., 49  
Зимнуров А. Р., 31, 32  
Ирматова М.Б., 21  
Исламова З.Ш., 19, 20  
Казиев И.А., 96  
Каримов С.Х., 45  
Каширский Д. А., 41  
Квасов М. С., 50  
Киселев А.М., 34, 35, 36, 37, 38, 53, 54, 95, 96, 97  
Климова А., 53, 54  
Климова Н.А., 10  
Ковалева Т.В., 35, 95  
Козлова О. В., 23, 31, 32  
Кокшаров А., 91  
Кокшаров С.А., 16  
Комилова М.Р., 85  
Корнилова Н.Л., 16  
Королев Д.С., 26  
Коссой А., 93  
Костромин С.В., 44  
Кулахметова М.Т., 78  
Кулдошева Ф.Ф., 79  
Кумеева Т.Ю., 13, 14, 55  
Лаврентьев В.К., 46, 47  
Лебедева М.Ф., 47  
Лебедева Т.С., 11  
Липина А.А., 29  
Логинова Е.А., 10  
Лопатин А., 93  
Мальгунова Н.А., 34  
Маноли О.А., 23  
Маракова А.С., 30  
Маракова К.С., 30  
Маркелов А.В., 63, 64  
Медведев А.В., 12  
Мерзликина Т.В., 11  
Миратаев А.А., 20  
Мирзахмедова М.Х., 81  
Михайловская А. П., 38, 53, 54, 58, 59, 60  
Морыганов А.П., 6  
Москалюк О.А., 52  
Мурзаев Р.К., 66  
Мухина Е.Н., 87  
Мызников Л. В., 48, 49, 50  
Набиев Д.С., 7  
Набиев Н.Д., 8, 45  
Набиева И.А., 19, 20, 21, 80, 84  
Надточеева В.М., 39  
Новиков Е., 91

Новоселов Н.П., 68, 69, 70, 88  
Одинцова О.И., 22, 29, 33  
Осадчий Д.Ю., 65  
Осадчий Ю.П., 63, 64, 65  
Петров М.В., 64  
Петрова Л.С., 22  
Пивоварова Е., 53, 54  
Подколodная А. Б., 72  
Полушин Е.Г., 31  
Попова Е.Н., 46  
Призенцова А.В., 60  
Примаченко Б. М., 94  
Пророкова Н.П., 13, 14, 55  
Прохорова А.А., 23  
Пярниц Д. Ю., 42  
Расулова Ш. Н., 18, 56, 82, 92  
Рафиков А.С., 8, 45  
Рюмин А.В., 98  
Сабиров К.Э., 17  
Садикова Г.К., 77  
Садикова Д.Б., 45  
Сайдалиева Н.З., 79  
Сафьянников Н.М., 34  
Сашина Е. С., 41, 42, 89  
Серова Н.Е., 38  
Слободова Д.А., 47, 68, 69, 70  
Смирнова А.С., 29  
Смирнова С.В., 25, 86  
Содикова М.Р., 43, 66  
Сусанин А.И., 89  
Таусарова Б. Р., 9  
Таштемирова С.Н., 80  
Телегин Ф.Ю., 61  
Тихомирова Н.А., 30, 39, 98  
Тищенко Е. А., 48  
Топорищева Н.А., 87  
Умурзокова С.А., 21  
Усачева Т.Р., 22  
Федоринов А.С., 33  
Федосов С.В., 63  
Филимонов Р.П., 96  
Хакимова М.Ш., 45  
Халиков Д.Х., 68  
Хасанова М.Ш., 80  
Хасанова С.Х., 84, 85  
Худайбердиева Д.Б., 17, 77, 79  
Цобкалло Е.С., 52  
Чернова Е.Н., 26  
Четвериков К.В., 35  
Чешкова А.В., 30, 87  
Шаихова Ж.Е., 9  
Шаманов Ш.Х., 84, 85  
Шарнина Л.В., 28  
Шевчук И.Л., 46, 47  
Шин И.Г., 81  
Штейнле В.А., 11  
Эгамбердиев Э.А., 71  
Юдин В.Е., 52

Научное издание

Современные достижения химической технологии в  
производстве текстиля, синтеза и применения химических  
продуктов и красителей

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Всероссийской научно-практической конференции с международным  
участием

Оригинал-макет подготовлен Н. В. Дашенко  
Подписано в печать 18.09.19. Формат 60×84 1/16 Печать трафаретная.  
Усл. печ. л. 6,0. Тираж 100 экз. Заказ 419  
Электр. адрес: [color\\_textiles@mail.ru](mailto:color_textiles@mail.ru)  
Отпечатано в типографии ФГБОУВО «СПбГУПТД» 191028, Санкт-  
Петербург, ул. Моховая, 26