

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Ивановская государственная текстильная академия"

В.В. Васильев, Л.А. Гарцева, О.Г. Циркина

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Допущено учебно-методическим объединением по образованию в области технологии и проектирования текстильных изделий в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений по специальностям 280300 Технология текстильных изделий и 280400 Проектирование текстильных изделий

Иваново 2005

УДК [677.014+677.027](075.8)

Васильев, В.В. Химическая технология текстильных материалов / В.В. Васильев, Л.А. Гарцева, О.Г. Циркина: учебное пособие. – Иваново: ИГТА, 2005. – 124 с.

Рецензенты: институт химии растворов РАН (директор д-р хим. наук, проф. А.Г. Захаров); зав. кафедрой химической технологии волокнистых материалов Ивановского государственного химико-технологического университета д-р техн. наук, проф. Б.Н. Мельников

Научный редактор канд. техн. наук, проф. Г.М. Прияткин
Редактор В.В. Котикова
Корректор Е.В. Минаева

Лицензия ИД №06309 от 19.11.2001. Подписано в печать 22.02.2005.

Формат 1/16 60x84. Бумага писчая. Плоская печать.

Усл.печ.л. 7,2. Уч.-изд.л. 7,0. Тираж 1000 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел
Ивановской государственной
текстильной академии

153000 г. Иваново, пр. Ф. Энгельса, 21

Типография ГОУ СПО Ивановского энергоколледжа

153025 г. Иваново, ул. Ермака, 41

ISBN 5-88954-175-7

© Ивановская государственная
текстильная академия, 2005

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Химическая технология текстильных материалов» знакомит студентов с технологией отделочного производства, в котором текстильные изделия (волокна, пряжа, ткань) проходят окончательную обработку и превращаются в готовую продукцию. Для успешного завершения обучения студентов, специализирующихся в области технологии текстильной промышленности, необходимо, помимо глубокого знания техники и технологии прядильного и ткацкого производств, основательно изучить вопросы теории и практики беления, крашения, печатания и заключительной отделки текстильных материалов. Именно эти процессы лежат в основе эстетического оформления тканей и определяют качество текстильной продукции.

Данное учебное пособие предназначено в первую очередь для студентов текстильных вузов специальностей 280300 Технология текстильных изделий и 280400 Проектирование текстильных изделий. Однако различные химические материалы и приемы их использования в отделочном производстве широко внедряются в практику изготовления швейных изделий с улучшенными потребительскими свойствами. Это диктует необходимость ознакомления с дисциплиной «Химическая технология текстильных материалов» студентов, обучающихся по специальностям 280800 Технология швейных изделий и 280900 Конструирование швейных изделий.

В пособии в краткой и доступной форме изложены и систематизированы разрозненные сведения, определяющие сущность и способы реализации процессов облагораживания тканей на стадии их отделки. Показана взаимосвязь строения и свойств волокнообразующих полимеров с их поведением в процессах отделки и с потребительскими свойствами выработанных из них тканей. Освещены вопросы теории и практики технологических процессов подготовки текстильных изделий из натуральных, химических и смесовых волокон к крашению. Изложены теоретические основы и технологии крашения и печатания материалов красителями различных классов, а также теория и практика заключительной отделки тканей.

Пособие прежде всего рекомендуется для самостоятельной работы студентов нехимических специальностей текстильных вузов. В отличие от имеющейся литературы по химической технологии волокнистых материалов, где основное внимание при изложении ма-

териала обращается на физико-химическую сущность процессов отделочного производства, данное пособие знакомит студентов со специфическими особенностями технологии отделки тканей из целлюлозных волокон, шерстяных и шелковых тканей. Помимо теоретических аспектов, связанных с технологией, в нем освещены вопросы реализации процессов отделочного производства на существующем технологическом оборудовании. Эти знания полезны специалистам текстильной и легкой промышленности. Однако вопросы, связанные с аппаратурным оформлением технологии, в пособии сведены к минимуму, поскольку являются предметом специального изучения.

Отличительной особенностью пособия от имеющейся литературы по отделке тканей является иллюстрация логической связи химической технологии текстильных изделий с механической и процессом изготовления одежды.

При самостоятельном изучении дисциплины рекомендуется использовать источники, приведенные в библиографическом списке (см. с. 123).

1. ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ ПОЛИМЕРОВ И ВОЛОКОН

Текстильная промышленность вырабатывает ткани из различных видов волокон как природного, так и химического происхождения.

В группе природных волокон наиболее важными являются хлопок, лен, шерсть. Натуральный шелк имеет ограниченное применение по причине дефицитности и высокой стоимости.

Несмотря на то, что хлопок в России практически не культивируется, хлопчатобумажная отрасль была и пока остается наиболее мощным сектором текстильной промышленности. Хлопчатобумажные ткани с новыми видами отделок находят широкое применение в производстве сорочек, блузок, постельного белья, спортивной одежды, швейных и трикотажных изделий детского ассортимента.

Россия – потенциально мощная льносеющая страна. Однако, уровень урожайности льна в России в 2 – 3 раза ниже, чем в Европе. Вместе с тем спрос на льняные изделия чрезвычайно высок во всем мире, поэтому льняное волокно остается наиболее приоритетным в сырьевом балансе текстильного производства. Его применяют для

изготовления постельного белья, тканей для скатертей и полотенец, трикотажных изделий и тканей платьевой и платьево-блузочной групп.

Шерсть также является перспективным видом натуральных волокон. Популярность шерстяных материалов объясняется комфортностью изделий из них, красивым внешним видом, мягкостью, хорошей драпируемостью, высокими теплоизоляционными свойствами. Несмотря на выпуск широкого ассортимента шерстоподобных синтетических материалов, шерсть остается вне конкуренции. Из нее можно изготовить практически любой вид одежды, в частности, пальто, юбки, костюмы, пиджаки.

В России шерсть производится в достаточном количестве для того, чтобы обеспечить шерстяную отрасль текстильного производства на 60 –70 %. Однако, качество шерсти, значительная часть которой является грубой, предусматривает дополнительные закупки за рубежом высококачественного (традиционно австралийского) шерстяного волокна. В перспективе развитие сырьевой базы шерстяной отрасли будет соответствовать мировой тенденции – увеличению удельного веса химических волокон для получения смесовых материалов.

Неуклонный рост объемов производства и потребления химических волокон на основе природного и синтетического сырья является характерной чертой расширения сырьевого баланса текстильного производства во всех промышленно развитых странах мира. Это обусловлено относительной дешевизной исходного сырья, сравнительно малыми материальными и энергетическими затратами, достаточной простотой производства в сочетании с превосходными эксплуатационными и потребительскими свойствами готовых текстильных изделий.

В связи с повышением требований к качеству текстильных материалов, обновлением и расширением их ассортимента все более модными становятся смесовые ткани, выработанные из натуральных и химических волокон.

Из синтетических материалов наибольшее применение в текстильном и швейном производствах находят полиэфирные (ПЭФ), полиамидные (ПА) и полиакрилонитрильные (ПАН) волокна. Наиболее перспективными искусственными волокнами являются вискозные и ацетатные. Ткани из химических волокон и их смесей с натуральными используют в производстве таких видов швейных из-

делий, как мужские сорочки, женские блузки, платья, брюки, плащи, рабочая одежда, трикотажные изделия (бельё, спортивные костюмы, купальники и т.д.).

Важным направлением применения синтетических волокон является замена прикладных материалов, ранее изготавливавшихся из натуральных волокон, на химические. Это подкладка карманов, бортовая прокладка, нижний воротник мужских пиджаков, прокладки воротников, манжет и т.д., утепляющие прокладки курток, пальто; плечевые накладки, ленты для обработки низа брюк.

С учетом вышеизложенного студентам, специализирующимся в области технологии и конструирования швейных изделий, необходимо знание особенностей химической структуры и свойств волоконобразующих полимеров, перерабатываемых в текстильном и швейном производствах.

1.1. Хлопок

Хлопчатобумажные ткани вырабатываются из природного целлюлозного волокна – хлопка.

Хлопковое волокно на 95 – 96% состоит из природного полимера – целлюлозы, химическое строение и свойства которой определяют свойства хлопчатобумажных тканей в целом и технологию их обработки в отделочном производстве. Кроме того, в хлопковом волокне имеются сопутствующие целлюлозе вещества (примеси), которые необходимо удалить из нее в процессе подготовки тканей к крашению и печатанию. Основными примесями являются: воскообразные, азотсодержащие (белковые), пектиновые вещества, минеральные соли и естественные красители (следы). Последние придают тканям нежелательный желтоватый оттенок.

Целлюлоза представляет собой высокомолекулярное соединение, образованное остатками β-Д-глюкопиранозы, которые соединены друг с другом 1–4 глюкозидными связями. Отдельные макромолекулы целлюлозы в волокне связаны между собой межмолекулярными водородными связями. Общую формулу целлюлозы можно представить в виде $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$, где n – степень полимеризации. Для целлюлозы хлопка $n = 10000–15000$. Наличие в макромолекуле целлюлозы большого числа гидроксильных групп, прочность глюкозидной связи и суммарная энергия межмолекулярных водородных связей определяют специфические свойства хлопкового волокна.

Оно устойчиво к действию органических растворителей, набухает в водных растворах, особенно при нагревании, выдерживает кратковременное воздействие температуры до 200°C. При длительном нагревании (при температуре >100°C) происходят необратимые структурные изменения.

Разбавленные растворы минеральных кислот (до 5 г/л) при температуре 20–30°C в течение 15–60 мин не оказывают деструктивного воздействия на целлюлозу. При повышении температуры и увеличении времени обработки происходит разрушение волокна по причине гидролиза целлюлозы до низкомолекулярных продуктов, смесь которых называют **гидроцеллюлоза**. Водные растворы органических кислот на целлюлозу не действуют.

К водным растворам едкого натра (до 1%) целлюлоза хлопка устойчива при температуре 20–30°C. При повышении температуры и концентрации щелочи целлюлоза окисляется кислородом воздуха с образованием смеси продуктов различной степени деструкции – **оксицеллюлозы**. В концентрированных растворах щелочей (25–30%) происходит набухание хлопкового волокна. При этом щелочь вступает в химическое взаимодействие с целлюлозой. Образующаяся при этом **щелочная целлюлоза** легко гидролизуеться до **гидратцеллюлозы**. Аналогичные превращения происходят с целлюлозой в жидком аммиаке при температуре – 33,4°C. В медно-аммиачных растворах целлюлоза растворяется.

Окислители (гипохлориты, хлориты, пероксид водорода) деструктируют целлюлозу с образованием **оксицеллюлозы**, что сопровождается понижением степени ее полимеризации. Интенсивность деструкции зависит от природы окислителя, pH среды и температуры. Целлюлоза окисляется также под действием света в присутствии кислорода воздуха. Этот процесс усиливается при повышении температуры, влажности окружающей среды и в присутствии красителей.

Водные растворы восстановителей (бисульфита, ронгалита, боргидрида натрия, сульфита и гидросульфита натрия) на целлюлозу не действуют.

Эксплуатация и хранение хлопчатобумажных текстильных изделий в условиях повышенной влажности способствуют развитию микроорганизмов – плесневых грибов и бактерий, разрушающих волокно. При этом наблюдается глубокая деструкция целлюлозы с выделением различных газообразных продуктов.

Линейные макромолекулы, образующие целлюлозные волокна, (хлопок, лен, гидратцеллюлоза) неодинаково ориентированы в различных областях волокна. В некоторых зонах макромолекулы располагаются близко друг к другу вдоль оси волокна, т.е. упорядоченно, и образуют **микрористаллические зоны**; в других – макромолекулы переплетаются, создавая неориентированные, неупорядоченные **аморфные зоны**. Наличие таких участков с различной степенью ориентации и уплотнением макромолекул является очень важным фактором, определяющим свойства волокон. Аморфные области волокна являются менее плотными и более реакционноспособными. Они более гигроскопичны, легче набухают в водных растворах, более доступны для проникновения красителей в глубь волокна. В кристаллические участки волокна доступ химических реактивов и даже молекул воды затруднен. Степень кристалличности хлопкового волокна составляет 60–70%, набухание в воде порядка 45%.

1.2. ЛЕН

Льняное волокно, подобно хлопковому, на 75% состоит из природного полимера целлюлозы, химическая структура и свойства которого определяют свойства льняных тканей. Природных трудноудаляемых примесей в техническом льняном волокне содержится значительно больше, чем в хлопковом. Макромолекулы целлюлозы в элементарных волокнах льна высокоориентированы, поэтому степень кристалличности льна выше, чем у хлопка. Этот показатель составляет 75–80%. Волокно гигроскопично, его кондиционная влажность – 12%, поэтому оно обладает хорошими гигиеническими свойствами и достаточно легко окрашивается всеми классами красителей, рекомендуемых для колорирования изделий из целлюлозных волокон.

Химические свойства льняного волокна аналогичны хлопковому, поскольку определяются свойствами природной целлюлозы.

1.3. ШЕРСТЬ

Шерстяная отрасль текстильной промышленности отличается высоким удельным весом стоимости исходного сырья в себестоимости готовой продукции (90%). Поэтому выпуск чистшерстяных

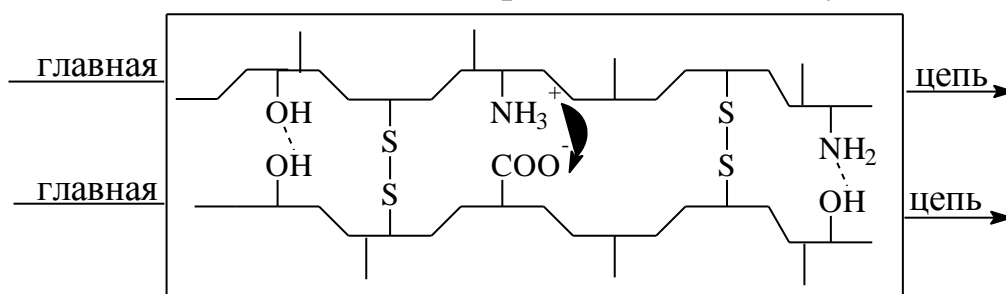
тканей падает, а объем тканей, выработанных с использованием химических (преимущественно синтетических) волокон, увеличивается.

1.3.1. Шерстяное волокно

Шерстяное волокно является продуктом жизнедеятельности овец, коз, верблюдов и снимается с них при стрижке. Главной составной частью шерстяного волокна является природный белок – **кератин**. По химической структуре белок кератина имеет полипептидную природу и состоит из остатков различных аминокислот, соединенных пептидными связями ($-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{NH}-$). Установлено, что в со-

став кератина входит ~19 аминокислот сложного химического строения, в том числе цистिनсовая кислота, определяющая некоторые специфические особенности структуры и свойств шерстяного волокна. Это связано с наличием в молекуле цистина дисульфидных групп ($-\text{S}-\text{S}-$).

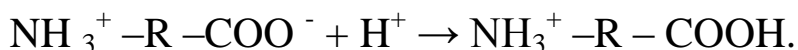
Макромолекулы кератина, помимо главных продольных цепей, имеют боковые ответвления, содержащие функциональные группы $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$. Они могут взаимодействовать между собой и с функциональными группами другой макромолекулы, образуя боковые поперечные связи между главными полимерными цепями. Таким образом, кератин шерсти имеет сложную пространственную структуру в виде складчатых цепей, связанных друг с другом ковалентными дисульфидными, солевыми (ионными) и водородными связями. Схематично ее можно представить в следующем виде:



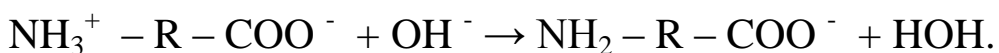
Образованию складчатой структуры главных цепей способствует электростатическое притяжение соседних противоположно заряженных амино- ($-\text{NH}_3^+$) и карбоксильных ($-\text{COO}^-$) групп. Складчатая структура полипептидных цепей кератина и наличие между ними прочных поперечных связей обуславливают извитость и высокую эластичность шерстяных волокон. Под действием влаги,

тепла, механических нагрузок волокна могут вытягиваться и вновь возвращаться к исходной форме, что не свойственно целлюлозным материалам.

Благодаря присутствию основных ($-\text{NH}_2$) и кислотных ($-\text{COOH}$) групп, кератин шерсти проявляет амфотерные свойства. Он может находиться в неионизированном ($\text{NH}_2\text{-R-COOH}$) или чаще ионизированном ($\text{NH}_3^+\text{-R-COO}^-$) состояниях. При погружении в раствор кислоты подавляется ионизация кислотных групп, и волокно приобретает положительный заряд:



Если волокно погрузить в щелочной раствор, то подавляется ионизация аминогрупп и волокно приобретает избыточный отрицательный заряд:



Шерстяное волокно устойчиво к действию органических растворителей. При нагревании свыше 100°C оно желтеет, теряет прочность и эластичность, при температуре 130°C – разрушается.

Разбавленные минеральные кислоты (до 5%) на шерстяное волокно не действуют, при повышении температуры раствора до 100°C шерсть повреждается. Органические кислоты действуют слабо. По сравнению с целлюлозой шерсть к действию кислот значительно более устойчива.

Щелочи разрушают солевые связи между макроцепями, дисульфидные группы цистиновой кислоты и частично гидролизуют пептидные связи макромолекул кератина. Под действием щелочей шерсть желтеет, волокна становятся хрупкими и ломкими. В 3%-ных кипящих растворах KOH и NaOH шерсть почти мгновенно растворяется.

Окислители (гипохлорит и хлорит натрия) в слабощелочной среде удаляют наружный чешуйчатый слой с волокон шерсти. Кератин взаимодействует с активным хлором с образованием хлораминнокислот, вызывающих пожелтение волокна. В разбавленных водных растворах перекиси водорода при температуре не выше 40°C значительных изменений в волокне не наблюдается. Фотохимическому разрушению под действием света кератин подвергается значительно интенсивнее, чем целлюлоза.

Шерсть очень чувствительна к действию восстановителей, особенно в щелочной среде. При этом разрываются солевые и дисульфидные связи, что приводит к повреждению шерсти.

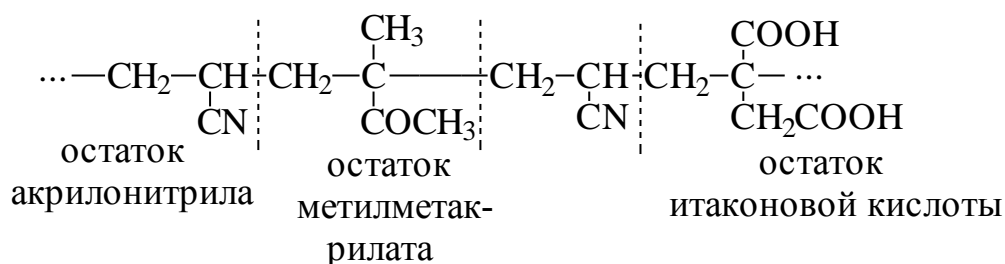
1.3.2. Полиакрилонитрильные волокна

В качестве основного синтетического заменителя шерстяных волокон используются полиакрилонитрильные (ПАН-волокна). Они обладают рядом свойств, выделяющих их из среды других синтетических волокнообразующих полимеров. По внешнему виду они напоминают шерсть, по разрывной нагрузке и стойкости к истиранию – близки к натуральным волокнам. ПАН-волокна обладают высокой устойчивостью к поражению молью, к действию света и атмосферных условий. Изделия из них быстро высыхают, требуют минимального ухода и хорошо сохраняют форму.

К недостаткам полиакрилонитрильных волокон следует отнести низкую гигроскопичность, повышенную электризуемость, пиллингуемость, загрязняемость и сложность окрашивания.

Для устранения этих недостатков ряд фирм выпускает модифицированные химическими и физическими методами ПАН-волокна с улучшенными свойствами.

В России выпускается сополимерное ПАН-волокно – **нитрон-3**. Его получают радикальной цепной полимеризацией из нитрила акриловой кислоты путем формования из раствора диметилформамида. В качестве сополимеров используют метакриловую и итаконовую кислоты. Схематично строение этого волокна можно представить следующим образом:



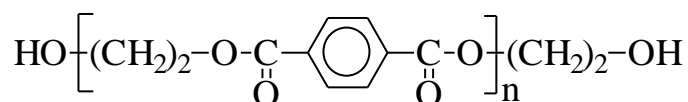
При нагревании выше 165°C волокно желтеет, но не теряет механической прочности; при 235–250°C – размягчается, а при 250–300°C – происходит необратимое изменение его химической структуры.

Волокно устойчиво к действию кислот и разбавленных растворов щелочей и окислителей. При нагревании в щелочах наблюдается пожелтение волокна по причине омыления нитрильных групп.

В настоящее время ряд зарубежных фирм выпускает полиакрилонитрильные нити с улучшенными свойствами. Например, гидрофильная ПАН – нить “Данова” покрыта плотной оболочкой с тонкими каналами, по которым вода поступает вглубь пористого сердечника. Нити “Долан – 40” и “Долан – 44” отличаются низкой пиллингуемостью, а нити “Дайлен” и “Лафнен” – повышенной устойчивостью к горению. Указанные волокна хорошо перерабатываются в смесях с шерстяными и хлопковыми волокнами.

1.3.3. Полиэфирные волокна

Полиэфирные волокна (лавсан, тесил, терилен, дакрон) выпускают на основе полиэтилентерефталата:



Наряду с целлюлозными волокнами полиэфирные (ПЭФ) волокна являются основным текстильным сырьем в мировой практике. В производстве многих видов одежды они находятся вне конкуренции. Об этом свидетельствуют следующие цифры. Доля потребления полиэфирных волокон в производстве различных видов швейных изделий составляет: мужские сорочки – 50–70%; женские блузки – 25–40%; платья – 10–20%; брюки – 15–40%; плащи – 50–70%; рабочая одежда – 15–25%.

Высокий спрос на полиэфирные волокна обусловлен созданием материалов нового типа, обладающих комплексом свойств, за счет которых они становятся конкурентноспособными природным волокнам и могут имитировать шерсть, хлопок и натуральный шелк.

Полиэфирные волокна обладают высокой эластичностью, свето- и термостойкостью, а по прочностным показателям и по устойчивости к истиранию уступают лишь полиамидным волокнам.

К недостаткам полиэфирных волокон следует отнести крайне низкую гигроскопичность, высокую электризуемость и степень кристалличности. Это затрудняет процесс их крашения, который, как правило, проводят при температурах порядка 130°C на работающем под давлением оборудовании. Однако в настоящее время вы-

пускаются полиэфирные волокна нового поколения, способные окрашиваться при температурах ниже 100°C, что решает проблемы колорирования тканей из смеси полиэфирных и натуральных волокон.

Полиэфирные волокна устойчивы к действию высоких температур и химических реагентов. Они размягчаются при 230–240°C, устойчивы к действию разбавленных растворов кислот, щелочей, окислителей, восстановителей. Только концентрированные минеральные (серная, азотная) и некоторые органические кислоты, а также концентрированные растворы щелочей (NaOH 40%) способны разрушать волокно.

Одной из важных тенденций совершенствования ассортимента тканей из полиэфирных волокон является использование текстурированных комплексных нитей. Изделия из них имеют достаточно хорошие гигиенические и эксплуатационные свойства. При этом на качество готовых изделий в основном влияет линейная и поверхностная плотность, а также объемность нитей.

1.4. ШЕЛК

В шелковой промышленности переработке подвергается натуральное шелковое волокно. С развитием производства химических волокон ассортимент шелковых тканей значительно расширился. Из химических искусственных волокон целлюлозного происхождения промышленное применение получили гидратцеллюлозные (вискозное и медно-аммиачное), а также диацетатное и триацетатное волокна. Из синтетических волокон в шелковой отрасли используют полиамидные, полиэфирные, реже полиакрилонитрильное и полихлорвиниловое волокна. Переработанное в пряжу хлопковое волокно в шелковой промышленности используют в качестве уточных нитей для выработки подкладочных тканей, тканей технического и специального назначений (бортовые, прокладочные, лента для обработки низа изделий и т.д.), а также для коренной основы ворсовых тканей.

1.4.1. Натуральный шёлк

Натуральный шёлк-сырец состоит в основном из природного белка **фиброина** (75–80%) и растворимого шёлкового клея – **серицина** (20–25%). Нить содержит также примеси, растворимые в спирте и эфире, минеральные соли и природные красящие вещества.

Несмотря на многолетние исследования, окончательный химический состав фиброина и его структура до сих пор не установлены. Считают, что макромолекула фиброина шёлка образована остатками простейших аминокислот, соединенных пептидными связями. Полипептидные цепи макромолекул фиброина, имеющие подобно кератину шерсти складчатую структуру, на 40–60% ориентированы вдоль оси волокна и в поперечных направлениях связаны между собой водородными связями и силами Ван-дер-Ваальса. Натуральный шёлк не имеет клеточного строения и это роднит его с синтетическими волокнами.

Химические свойства шёлкового волокна близки к свойствам шерсти. Основные различия обусловлены особенностями химического состава и структуры фиброина шёлка.

Фиброин выдерживает нагревание до температуры 140°C, а при 180°C он разрушается. Его гигроскопическая влажность составляет 11%, при набухании в воде поперечное сечение волокна увеличивается на 19%, длина на 1,2%.

Фиброин обладает относительно хорошей устойчивостью к действию кислот. Разбавленные растворы минеральных кислот разрушают его лишь при кипячении в течение 30 мин. Обработка фиброина разбавленными растворами органических кислот заметно повышает блеск волокна, и оно приобретает характерный для натурального шёлка скрип.

Растворы щелочей деструктируют фиброин шёлка, но не настолько интенсивно, как кератин шерсти. При этом происходит гидролитическое расщепление макромолекул по пептидным связям.

Восстановители не оказывают разрушающего воздействия на шёлк по причине отсутствия в фиброине остатков цистиновой кислоты, то есть ковалентных дисульфидных связей.

Заметную чувствительность шёлк проявляет к действию окислителей, особенно хлорсодержащих. Они вызывают пожелтение волокна и придают ему жесткость. Под действием света и кислорода воздуха происходит фотохимическое окисление фиброина, что сопровождается деструкцией волокна и снижением износостойкости шёлковых тканей.

Фиброин достаточно устойчив к действию микроорганизмов и к процессу гниения.

Натуральный шёлк перерабатывают в промышленности из непрерывных нитей, полученных при размотке коконов тутового шелкопряда, а также в виде шёлковой пряжи, вырабатываемой из отходов кокономотального производства.

1.4.2. Гидратцеллюлозные волокна

Исходным сырьем для получения гидратцеллюлозных волокон является хлопковая или древесная целлюлоза, которая химическим путем перерабатывается в вискозное и медно-аммиачное волокна.

Вискозное волокно получают из ксантогената целлюлозы, представляющего собой продукт взаимодействия щелочной целлюлозы с сероуглеродом. При осаждении прядильного раствора, продавленного через фильеры в раствор серной кислоты, струйки превращаются в твердые элементарные волокна, состоящие из гидратцеллюлозы.

В основе производства медно-аммиачного волокна лежит способность целлюлозы растворяться в аммиачном растворе гидроксида меди с образованием вязких систем. Формование нити осуществляют в осадительной ванне в присутствии 10%-ной серной кислоты. При этом целлюлозно-медно-аммиачный комплекс разлагается с образованием гидратцеллюлозной нити.

Гидратцеллюлоза имеет такое же химическое строение, как и природная целлюлоза – $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$, но является её структурной модификацией. К характерным особенностям гидратцеллюлозных волокон следует отнести:

- небольшую длину макромолекул (степень полимеризации 400–600);
- более рыхлую физическую структуру (степень кристалличности 30–40%);
- повышенную гигроскопичность (12–14%);
- повышенную сорбционную способность.

К существенным недостаткам гидратцеллюлозных волокон относятся:

- значительная потеря прочности в мокром состоянии (на 40–45%);

- большая сминаемость и значительная эксплуатационная усадка изделий;

- неэкологичность их производства.

Основные химические свойства гидратцеллюлозы аналогичны ранее рассмотренным для целлюлозы. Однако вследствие менее упорядоченной структуры и большей активности она чувствительнее к действию химических реагентов. В частности, она сильно набухает и затем частично растворяется в 10%-ном растворе гидроксида натрия. Это свойство используют при распознавании гидратцеллюлозных и целлюлозных волокон.

В зависимости от назначения гидратцеллюлозные волокна производят в виде непрерывных нитей, штапельного волокна или в форме жгута. Штапельные волокна смешивают с натуральными или синтетическими и с успехом перерабатывают на оборудовании, применяемом в хлопчатобумажной и шерстяной отраслях.

Объем выпуска тканей из медно-аммиачного шёлка постепенно снижается, так как его производство намного дороже выпуска вискозного волокна.

Помимо обычного вискозного штапельного волокна, выпускаются высокомодульные гидратцеллюлозные хлопкоподобные волокна (полинозное, сиблон и др.) Они отличаются более равномерным расположением макромолекул по всему поперечному сечению волокна, что достигается в процессах формования и вытяжки. Физико-механические свойства этих волокон выше, чем у обычных гидратцеллюлозных, и близки к соответствующим показателям хлопкового волокна. Они в меньшей степени теряют прочность в мокром состоянии, более эластичны, отличаются стабильностью размеров и меньше усаживаются в процессе эксплуатации. Однако пороки вискозного высокомодульного волокна «сиблон» (грубые и не прорезанные волокна, склейки, неравномерная влажность, недостаточная рассыпчатость и др.) не позволяют широко внедрить его на предприятиях шелковой промышленности.

1.4.3. Ацетилцеллюлозные волокна

К ацетилцеллюлозным относятся **ацетатные** и **триацетатные** волокна. По химическому составу они представляют собой уксуснокислые эфиры целлюлозы и этим отличаются от гидратцеллюлозных волокон, состоящих из чистой регенерированной целлюлозы.

Триацетатные нити состоят из триацетилцеллюлозы $[C_6H_7O_2(OCOCH_3)_3]_n$, а **ацетатные** – из продукта частичного омыления триацетилцеллюлозы, называемого диацетилцеллюлозой $[C_6H_7O_2(OH)(OCOCH_3)_2]_n$.

В отличие от гидратцеллюлозных волокон ацетатное волокно менее гигроскопично, практически не набухает в воде, меньше теряет прочность в мокром состоянии. Оно обладает повышенной мягкостью и эластичностью, более высокой упругостью и меньшим блеском. Одновременно с этим оно имеет сравнительно низкую термостойкость, высокую термопластичность и не окрашивается большинством красителей, используемых для колорирования целлюлозных волокон и натурального шёлка.

Различие в химическом составе определяет особенность свойств ацетатных и триацетатных волокон. Последние имеют пониженную адсорбционную способность, более высокую термостойкость (выдерживают нагревание до температуры $180^{\circ}C$), ещё менее гигроскопичны и труднее окрашиваются.

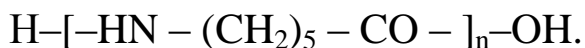
Химические свойства ацетатных волокон в отношении действия кислот, окислителей, восстановителей близки к гидратцеллюлозным волокнам. Они неустойчивы к действию минеральных кислот и особенно чувствительны к щелочам, которые вызывают гидролиз эфирных связей и омыление волокна вплоть до образования гидратцеллюлозы. При этом оно полностью теряет ценные свойства, присущие ацетатным волокнам. Триацетатное волокно к действию щелочей более устойчиво.

Существенным недостатком ацетатных волокон является низкая прочность к истиранию.

Диацетатные волокна благодаря хорошим эластическим свойствам, мягкости, приятному внешнему виду и невысокой гидрофобности особенно ценны в производстве трикотажных изделий. Ткани из ацетатных волокон выпускают в широком ассортименте, преимущественно бытового назначения. Большое распространение получили также шёлковые ткани, выработанные из смеси ацетатных нитей с вискозными, полиамидными и полиэфирными волокнами. За счет этого достигается высокая степень стабильности размеров, легкость ухода за изделиями, более низкая электризуемость, что делает подобные смеси пригодными для изготовления тканей бельевой группы.

1.4.4. Полиамидные волокна

Полиамидные волокна состоят из линейных гетероцепных макромолекул, включающих различное сочетание метиленовых ($-\text{CH}_2-$) и карбамидных ($-\text{CO}-\text{NH}-$) групп. Особенно широкое применение в шёлковой промышленности получило полиамидное волокно – **капрон**. Его общую формулу можно представить как



Полиамидные волокна характеризуются высокой степенью кристалличности. Отдельные макромолекулы соединены между собой водородными связями и силами Ван-дер-Ваальса. Основными функциональными группами являются амино- ($-\text{NH}_2$) и карбоксильные ($-\text{COOH}$). В связи с этим капроновое волокно по строению и свойствам напоминает натуральный шёлк.

Капрон выпускают в виде непрерывных комплексных нитей и в виде штапельного волокна. Важнейшими достоинствами волокна являются прочность, устойчивость к истиранию, действию микроорганизмов, значительная упругость, более высокая гигроскопичность по сравнению с другими синтетическими волокнами. Капрон окрашивается практически всеми известными классами красителей. Недостатками волокна являются сильная электризуемость, что затрудняет его переработку в ткань, невысокая свето- и термостойкость.

Волокно устойчиво к действию щелочей и восстановителей, но разрушается кислотами и окислителями. Муравьиная кислота и фенолы вызывают неограниченное набухание и растворение полиамидных волокон.

Ткани из комплексных капроновых нитей как бытового, так и технического назначения выпускаются шёлковой промышленностью в широком ассортименте.

2. ПРОЦЕССЫ ПОДГОТОВКИ ТКАНЕЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВОЛОКОН К КРАШЕНИЮ И ПЕЧАТАНИЮ

Поступающие на отделочную фабрику ткани подвергаются разбраковке в количестве 10% от каждой партии. Далее, в зависимости от технологии обработки, подбираются куски суровья, клеймятся и сшиваются встык на швейных машинах в непрерывное полотно.

В суровом виде ткани содержат многочисленные примеси:
- природные (присутствуют в натуральных волокнах);
- технологические (их наносят на волокно или ткань в процессах их изготовления).

К технологическим примесям относятся: замасливатели и антистатики (наносятся на волокна перед процессом прядения), шлихтующие агенты (наносятся на нити основы в процессе ткачества для повышения прочности и уменьшения обрывности пряжи), маркирующие красители и случайные загрязнения.

Вышеперечисленные примеси сообщают суровым тканям жёсткость, гидрофобность (несмачиваемость), неприятный серовато-жёлтый цвет, склонность к развитию микроорганизмов и др. Если их не удалить, они серьёзно затрудняют процессы крашения, печатания и заключительной отделки.

Для полного удаления сопутствующих веществ и сообщения тканям хороших капиллярных свойств, высокой степени белизны и ряда других необходимых положительных свойств требуется целый комплекс сложных взаимосвязанных физико-механических и химических обработок. Они реализуются в процессах подготовки тканей к крашению и печатанию. Важнейшей задачей подготовки тканей является максимальное сохранение исходных позитивных свойств волокон. Поскольку текстильные материалы имеют неодинаковое химическое строение и свойства, а ткани из них содержат различные по природе примеси, то к технологии подготовки следует подходить дифференцировано, в соответствии с химической структурой волокна.

2.1. ПОДГОТОВКА ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ К КРАШЕНИЮ И ПЕЧАТАНИЮ

К основным операциям, из которых складывается технологический процесс получения отбеленных хлопчатобумажных тканей, относятся: опаливание, расшлихтовка, щелочная отварка, собственно беление, мерсеризация, сушка, стрижка и ширение.

2.1.1. Опаливание тканей

Назначение процесса *опаливания* заключается в удалении с поверхности тканей выступающих волоконцев, нитей и узелков путем

их сжигания. В результате ткань приобретает ровную, гладкую поверхность; улучшается её внешний вид; чётко выявляется ткацкая структура полотна; облегчается проведение последующих технологических процессов.

Не подлежат опаливанию полотенечные ткани, марля, фланель, бумазея, байка, хлопчатобумажное сукно, многие тяжелые ткани, предназначенные для пошива спецодежды, плащевые, обувные, костюмные материалы.

Опаливание осуществляют на газоопаливающих машинах, в которых ткань на большой скорости проходит в открытом пламени газовой горелки. Скорость обработки составляет приблизительно 180 м/мин, при этом выступающие на поверхности волокна и нити сгорают, а структура ткани не повреждается. В процессе опаливания ткань проходит через заправочное устройство в пухоочистительную камеру, далее – в опаливающую машину и паровой искрогаситель.

Заправочное устройство обеспечивает ввод ткани в газоопаливающий агрегат, расправляет и центрирует полотно по оси машины, а также регулирует его натяжение.

В пухоочистительной камере поверхность материала очищается от пуха, пыли, сорных растительных примесей, что достигается за счет пропуска ткани между щётками, вращающимися навстречу движению полотна. Одновременно приподнимаются слежавшиеся хлопковые волокна и ворс, что существенно повышает качество опаливания.

В опаливающей машине ткань проходит в пламени двух – четырех газовых горелок с компановкой, обеспечивающей как одностороннее, так и двустороннее опаливание. Используются газовые горелки двух типов: конвективные (с открытым пламенем) и радиационно-конвективные (снабженные специальными керамическими насадками).

Паровой искрогаситель служит для тушения искр и тлеющих кончиков нитей путем воздействия на ткань насыщенного водяного пара, лишённого атмосферного кислорода.

Пороки опаливания – недоопаливание, неравномерное и разнокромочное опаливание, неопаленные засечки, подмочка в искрогасителе и др. – особенно резко выделяются при последующем крашении и грунтовой печати.

2.1.2. Расшлихтовка тканей

Основной задачей расшлихтовки является удаление из ткани шлихты, наносимой с целью упрочнения нитей основы перед ткачеством.

Выбор рациональных способов расшлихтовки определяется составом шлихты и природой волокнистого материала.

В хлопчатобумажном производстве значительная часть основ шлихтуется составами на основе крахмала и его производных. Следовательно, задачей расшлихтовки является перевод крахмала в растворимые в воде продукты с их последующим удалением путем промывки. Традиционными веществами, используемыми для расшлихтовки, являются кислоты и окислители. Кислоты гидролизуют крахмал до водорастворимых продуктов, а окислители резко снижают степень его полимеризации. Однако применение указанных веществ связано с определенным риском, так как не исключено их деструктирующее воздействие на целлюлозу.

Наряду с крахмалом, шлихта содержит синтетические продукты на основе поливинилового спирта, полиакрилатов, поливинилацетатов и др. При их использовании возникают более прочные связи, удерживающие шлихту на волокне. В настоящее время значительные трудности удаления шлихты вызваны увеличением её количества на ткани и введением в состав вспомогательных веществ (антиоксидантов, ингибиторов коррозии, регуляторов вязкости, замасливателей). Перечисленные добавки улучшают качество шлихтования, но повышают устойчивость шлихты к химическим реагентам, используемым при её удалении.

В современных способах расшлихтовки доминируют два направления: применение ферментов, устойчивых к действию высоких температур, и использование окислителей.

Ферменты являются эффективными катализаторами гидролитической деструкции крахмала. Они представляют собой продукты жизнедеятельности некоторых растений, животных и микроорганизмов. Их основное преимущество – в высокой избирательности действия на крахмал без повреждения целлюлозы. Действие ферментов в значительной степени зависит от pH среды и температуры. Они не выдерживают сильнощелочных сред и высоких температур. Наиболее эффективно применение бактериальных ферментов, например *амилаз*, устойчивых в широком диапазоне температур и

$\text{pH} = 6-9,5$. Это позволяет производить расшлихтовку непрерывным способом по следующей технологии. Ткань пропитывается растворами ферментов, запаривается в среде насыщенного водяного пара и промывается. Длительность запаривания варьируется в зависимости от количества нанесённой шлихты и поверхностной плотности ткани и составляет 20 с – 10 мин. Эффективность расшлихтовки увеличивается при введении в состав гидротропных и поверхностно-активных веществ (ПАВ). Добавки ПАВ обеспечивают повышение смачиваемости суровой ткани, что ускоряет её пропитку раствором фермента, улучшает моющее и обезжиривающее действие промывного раствора.

В связи с применением разнообразных шлихтующих веществ и их смесей, требующих жесткого воздействия на шлихту при её удалении, интерес представляет процесс расшлихтовки с использованием окислителей. В этом случае растворению подвергается любая шлихта и появляется возможность совмещения процессов расшлихтовки и беления. Наиболее эффективным является применение перекиси водорода и персульфата натрия, так как они активно воздействуют на любой тип шлихты, а процессы сопровождаются относительно невысокими трудо-, энерго- и материальными затратами.

Технология окислительной расшлихтовки состоит в пропитке ткани составом, включающим гидроксид натрия (30–40 г/л) и перекись водорода (5–10 г/л), последующем запаривании в течение 10 мин и промывке. Однако при этом способе обработки не исключена опасность повреждения волокна.

2.1.3. Отваривание тканей

Щелочная отварка является основной операцией процесса подготовки хлопчатобумажных тканей. Назначение этого процесса заключается в удалении природных примесей целлюлозы, а также примесей, нанесенных на волокно в прядении и ткачестве. Одновременно с этим необходимо обеспечить равномерную и высокую смачивающую и сорбционную способность при максимальном сохранении исходных физико-механических свойств хлопкового волокна. Это достигается в результате происходящих при отварке сложных физических, химических и коллоидно-химических процес-

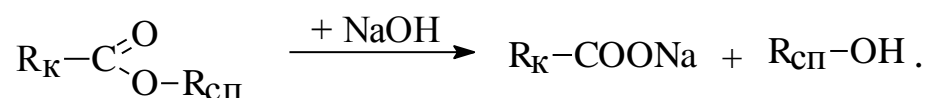
сов, таких, как адсорбция, диффузия, набухание, растворение, эмульгирование, гидролиз и окисление.

Эффективное удаление примесей целлюлозы и получение высокой капиллярности достигается лишь при горячих щелочных обработках. Гидрофобные свойства хлопка обусловлены наличием на наружной поверхности волокна пектиновых, азотсодержащих (белковых) и воскообразных примесей. В процессе отварки в волокне протекают следующие химические процессы.

Пектиновые вещества под действием щелочи при высокой температуре гидролизуются с образованием водорастворимых продуктов (пентозы, гексозы и др.)

Белковые соединения в щелочной среде гидролизуются, а образующиеся натриевые соли аминокислот не только способны переходить в раствор, но и являются хорошими эмульгаторами, способствующими интенсивному удалению воскообразных веществ и других загрязнений с поверхности волокна.

Воскообразные примеси, представляющие собой сложные эфиры высших кислот с жирными спиртами, частично гидролизуются под действием щелочи:



Выделяющиеся при этом, хотя и в незначительном количестве, жирные кислоты (пальмитиновая, стеариновая, олеиновая) под влиянием щелочи образуют натриевые соли – мыла, обладающие высокой поверхностной активностью, хорошей растворимостью в воде и высокой эмульгирующей способностью. Такие вещества называют поверхностно-активными (ПАВ), поскольку они способны снижать поверхностное натяжение на поверхности раздела фаз «варочная жидкость – воскообразные частицы». Молекулы ПАВ своими гидрофобными концами вступают в контакт с воскообразными примесями, а полярными гидрофильными группами – ориентируются в сторону варочного раствора. При этом расплавленная капля воска стягивается по периметру, превращаясь в шарообразную микрокаплю, удерживаемую поверхностью волокна в одной точке, как это показано на рис. 1.

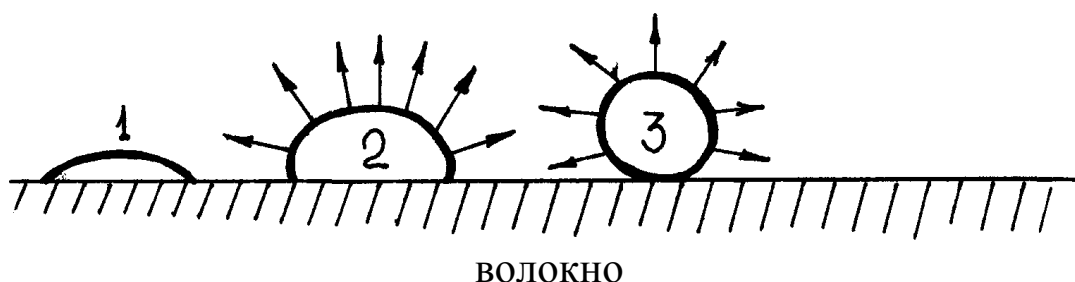


Рис.1. Механизм эмульгирования воскообразных примесей

Эмульгированные поверхностно-активными веществами воскообразные частицы отрываются от поверхности волокна и переходят в раствор, образуя устойчивую эмульсионную систему. Путем омыления жировых веществ удаляется около 40% воскообразных примесей, остальные выводят из волокна введением в варочную жидкость дополнительного количества ПАВ. Последние должны обладать не только поверхностно-активными свойствами, но и высокой эмульгирующей способностью, то есть не вызывать слипания частиц и расслаивания эмульсии. ПАВ должны биологически расщепляться в сточных водах, обладать устойчивостью к действию высоких температур и быть сравнительно недорогими.

Экстрагированные из волокна примеси и образующиеся при отварке осадки гидроксидов металлов должны удерживаться в растворе и повторно не сорбироваться волокном.

Минеральные вещества, сопутствующие целлюлозе, при взаимодействии со щёлочью образуют гидраты, растворимые в воде, и удаляются при промывке.

В процессе отварки не исключена возможность каталитического окисления целлюлозы активным кислородом, так как при высокой температуре обработки кислород воздуха в присутствии щелочей образует перекисные соединения. Последние взаимодействуют с целлюлозой, в результате чего получается оксигеллюлоза. Об этом свидетельствует снижение вязкости медно-аммиачных растворов целлюлозы в процессе варки.

Данные теоретические предпосылки учитываются при реализации процесса отварки на практике. Так в состав варочной жидкости кроме гидроксида натрия (основного компонента, разрушающего практически все примеси) и ПАВ дополнительно вводят силикат натрия – Na_2SiO_3 и восстановители (традиционно бисульфит натрия – NaHSO_3).

Силикат натрия адсорбирует продукты распада естественных примесей целлюлозы и тем самым устраняет возможность их повторного осаждения на волокно. Кроме того, он выступает в качестве защитного средства, препятствующего образованию на ткани осадков гидроксидов металлов в виде ржавых пятен. Последние образуются в варочной жидкости из компонентов, содержащихся в воде (солей железа, солей жёсткости и др.) в виде устойчивых коллоидных гидрозолей. Силикат натрия коагулирует их, превращая в грубодисперсные частицы, не способные сорбироваться волокном.

Восстановители в составе варочной жидкости выполняют две функции: защищают целлюлозу от окисляющего действия кислорода воздуха и способствуют удалению лигнина, содержащегося в механических примесях в виде «галочек». Помимо бисульфита натрия в условиях непрерывных процессов отварки при высоких концентрациях щёлочи в качестве восстановителей рекомендуют использовать ронгалит, диоксид тиомочевины, тиомочевину, сульфид натрия, а в последние годы – антрахинон и его производные.

На качество отварки оказывают влияние такие факторы, как сортность хлопкового волокна, характер крутки, линейная плотность пряжи, структура ткани и др. В зависимости от этого отварку проводят либо в варочных котлах (периодический способ), либо в запарных варочных аппаратах или запарных машинах различной конструкции (непрерывные способы).

Периодический способ отварки тканей в котлах обеспечивает высокое качество обработки и является незаменимым при подготовке марли, а также плотных, тяжелых тканей, выработанных из засорённого хлопка. Принцип работы котла заключается в двустороннем (сверху вниз и снизу вверх) прокачивании варочной жидкости с концентрацией щёлочи 9 – 12 г/л при температуре 130°C в течение 4 часов через толщу текстильного материала, плотно и равномерно уложенного в котле в виде жгута. Со всеми подготовительными операциями – загрузка ткани, заполнение котла раствором, разогрев варочной жидкости, расхолаживание котла, выборка ткани – общая длительность цикла отварки составляет 12 часов. Поэтому обработка тканей периодическим способом – процесс весьма трудоёмкий и длительный, требующий большого расхода электроэнергии и воды.

Непрерывные способы отварки, как и периодические, должны обеспечить высокую капиллярность ткани, но за более короткое время (1 час). На практике это достигается повышением concentra-

ции веществ, содержащихся в варочной жидкости. Так концентрацию основного компонента – гидроксида натрия – увеличивают в 3 раза, а при ускоренных способах отварки она составляет 100–130 г/л.

Щелочная отварка по непрерывному способу осуществляется на поточных линиях, в состав которых могут входить машины различной конструкции. Пропитанная варочной жидкостью ткань в виде жгута или расправленного полотна обрабатывается насыщенным водяным паром при температуре 101 – 103°С в течение 1 – 2 часов, а затем тщательно промывается. Машины для непрерывной обработки тканей входят в состав линий беления и составляют секцию отварки. Этим достигается высокая производительность непрерывных способов подготовки (белиния) хлопчатобумажных тканей. Исключительно важную роль при этом играет паровая среда, в которой ткань быстро прогревается и набухает, что значительно интенсифицирует процесс удаления примесей. Сама ткань выполняет функции реактора, поскольку все рассмотренные ранее процессы удаления примесей протекают непосредственно в её структуре.

2.1.4. Белиние тканей

Целью *белиния* является повышение степени белизны отваренной ткани и её капиллярности.

Белизна - один из важнейших показателей качества хлопчатобумажных тканей. От степени белизны зависит возможность использования тканей для изготовления изделий различного ассортимента. В соответствии с требованиями стандартов белизна бельевых тканей должна быть не менее 80%, а для улучшенных сортов – 83%, белизна сорочечных тканей должна составлять 87 – 88%. Основные свойства отбеленных тканей оценивают по степени белизны, гидрофильности (капиллярности) и сохранности целлюлозы.

Сущность процесса белиния состоит в разрушении природных красящих веществ хлопка, которые придают неотбеленным тканям буроватую или кремовую окраску. При отваривании в щелочных растворах красящие пигменты не претерпевают заметных изменений, поэтому при белинии их разрушают с помощью окислителей.

В качестве отбеливателей в текстильной технологии в основном используют три типа окислителей: гипохлориты натрия или

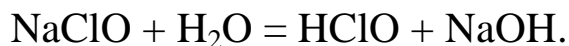
кальция, перекись водорода и хлорит натрия. Очень редко для беле-ния используют надуксусную кислоту и производные дихлоризоци-ануровой кислоты. Для достижения высокого эффекта белизны применяют оптические отбеливающие вещества (ООВ).

Беление гипохлоритами

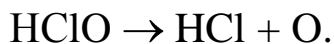
Для беле-ния используют техническую хлорную известь ($\text{Ca}(\text{ClO})_2 \cdot \text{CaO} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) или гипохлорит натрия (NaClO). Приготовле-ние рабочих растворов хлорной извести производится путем мед-ленного выщелачивания и многократного отстаивания водных сус-пензий технического продукта. Последний представляет собой сложную смесь веществ, часть которых при беле-нии образует осад-ки – шламы, загрязняющие производство и осложняющие работу отбельных цехов. Поэтому в настоящее время предпочтение отдают использованию NaClO . Гипохлорит натрия как технический продукт не существует вследствие нестабильности. Его получают непосред-ственно на отделочных предприятиях путем электролиза раствора поваренной соли или насыщением растворов гидроксида натрия га-зообразным хлором. При этом протекает реакция:



Гипохлорит натрия как соль, образованная слабой кислотой и сильной щёлочью, в водных растворах легко гидролизуется по схеме

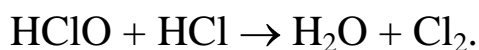


Считают, что именно хлорноватистая кислота (HClO) является белящим агентом, поскольку разлагается с выделением активного атомарного кислорода, который и оказывает отбеливающее дей-ствие:



При этом образуется соляная кислота, что сопровождается снижением рН среды при отбеливании. Реакция среды (кислая, нейтральная, щелочная) в значительной степени влияет на процесс гидролиза, а следовательно, и на отбеливающее действие гипохло-рита. Количество образующейся HClO падает с ростом рН среды (повышением щёлочности) вследствие снижения степени гидролиза NaClO , что, в свою очередь, приводит к уменьшению скорости бе-ления. При понижении рН (в кислой среде) происходит обратный процесс – равновесие сдвигается в сторону увеличения concentra-ции хлорноватистой кислоты. Однако в кислой среде при $\text{pH} < 4,5$

концентрация HClO вновь падает по причине выделения газообразного хлора:



При этом отбеливающий эффект снижается, а система начинает проявлять хлорирующее действие. В этих условиях происходит коррозия оборудования. Выделившийся хлор ядовит и ухудшает экологию. Доказано, что при белении в нейтральной среде ($\text{pH} = 7$) имеет место наибольшее повреждение целлюлозы, особенно при высоких температурах, вызывающих самоокисление хлорноватистой кислоты по реакции:

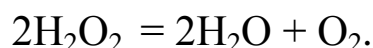


Таким образом, при белении гипохлоритами следует жёстко регламентировать режим отбеливания. Его следует проводить в слабощелочной среде ($\text{pH} = 8,5 - 10,0$) при температурах ниже 35°C , когда эффективность отбеливания достаточно высока, а деструкция волокна незначительна.

Беление пероксидом водорода

В настоящее время пероксид водорода и основанные на его использовании способы беления получили наиболее широкое применение во всем мире. Этот факт объясняется тем, что при реализации перекисного способа беления достигается высокое качество беления, устойчивость белизны, сохранение прочности целлюлозы, экологическая безопасность. Кроме того, перекись водорода является доступным и достаточно дешевым отбеливающим препаратом. При его использовании происходит разрушение примесей, что позволяет значительно сократить время предшествующей белению щелочной отварки или совсем исключить её из технологической цепочки подготовки ткани.

Основным недостатком перекиси водорода является её неустойчивость, что вызывает необходимость стабилизации белящих растворов. Реакция разложения перекиси водорода протекает по уравнению:



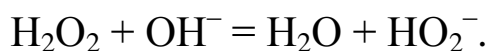
С точки зрения эффективности процесса беления эта реакция является нежелательной, поскольку не обеспечивает необходимой степени белизны, а кислород повреждает целлюлозу. Приведенная

реакция каталитически ускоряется на свету, в присутствии ионов металлов, в щелочной среде и при повышенных температурах.

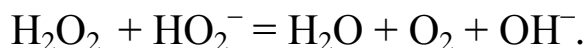
Отбеливающее действие оказывает продукт диссоциации перекиси водорода как кислоты с образованием пергидроксил-иона:



Процесс электролитической диссоциации, а следовательно, и увеличение концентрации иона HO_2^- ускоряется в щелочной среде и при повышении температуры благодаря связыванию ионов водорода ионами OH^- . Реакция протекает по схеме



Образование основной белящей частицы – пергидроксил-иона – ещё более усиливает нежелательную реакцию каталитического разложения перекиси водорода:



Поэтому, чтобы в условиях беления в максимальной степени сохранить основные белящие частицы HO_2^- и повысить устойчивость перекисных растворов, в систему необходимо вводить стабилизирующие добавки. Наиболее распространенным стабилизатором, предотвращающим каталитическое разложение H_2O_2 , является силикат натрия.

Беление хлоритом натрия

Основными достоинствами хлорита натрия (NaClO_2) как отбеливателя являются: практически полное отсутствие окислительной деструкции целлюлозы, высокая скорость беления, разрушение хлоритом не только окрашенных примесей волокна, но и большинства других сопутствующих веществ. В то же время применение хлорита натрия связано с определенными трудностями. Его растворы обладают сильным корродирующим действием на оборудование, а продукты его разложения являются токсичными веществами.

Единого мнения в отношении механизма беления хлоритом натрия не существует. Экспериментально установлено, что беление NaClO_2 наиболее активно протекает в кислой среде при $\text{pH} = 3 - 4,5$ в присутствии специальных активаторов.

В зависимости от применяемых отбеливателей различают следующие основные способы подготовки (беления) хлопчатобумажных тканей.

Классический щёлочно-гипохлоритный способ. Он основан на применении щелочей для отваривания и гипохлоритов для собственно беления. Суровые ткани после опаливания и расшлихтовки отвариваются в варочных котлах и отбеливаются солями хлорноватистой кислоты по следующей технологии. Ткань пропитывают раствором гипохлорита с концентрацией 0,5 – 1 г/л (в пересчете на активный хлор) при температуре не выше 40°C и pH = 8,5–10 и выдерживают в ёмкостных компенсаторах в течение 2 –3 часов, затем тщательно промывают водой. Далее материал *кислуют*, то есть обрабатывают разбавленным раствором серной кислоты с целью разрушения остатков гипохлорита на волокне и удаления ионов металлов, что обеспечивает сохранение прочности ткани. После этого следует окончательная промывка горячей и холодной водой.

Непрерывный запарной щёлочно-перекисный способ. Его можно осуществлять в две стадии путем отваривания, а затем беления в паровой среде или за счет совмещения обеих операций в одной стадии. Для подготовки (белиния) тканей по этому способу используют поточные линии, на которых ткань может обрабатываться в виде жгута или расплавленного полотна.

При двухстадийном способе беления ткань пропитывают щелочным варочным раствором при 60–70°C, отжимают до 100–110%-ной влажности запаривают в течение 1–2 часов в запарной машине и промывают горячей, холодной водой, разбавленным раствором H₂SO₄ и снова водой. На этом процесс отварки заканчивается. Далее ткань пропитывается белящим перекисным раствором, обрабатывается в запарной машине насыщенным водяным паром в течение 30–40 минут и промывается горячей и холодной водой. Технологический перекисный раствор содержит: H₂O₂ (3–5 г/л), NaOH (pH = 10 – 11), Na₂SiO₃ и ПАВ.

В настоящее время по данному способу отбеливают до 85% хлопчатобумажных тканей.

Хлоритный способ. Несмотря на ряд технологических трудностей (коррозия оборудования, выделение токсичных газообразных продуктов) белиние хлоритом имеет большее практическое значение. Благодаря избирательному воздействию на сопутствующие целлюлозные примеси и мягкому действию на волокно, хлорит натрия широко применяется для беления тканей из смеси целлюлозных и синтетических волокон, а также для беления льняных тканей.

Перед белением ткань опаливают, расшлихтовывают ферментами (операция является необязательной для лёгких тканей) и промывают. Затем пропитывают горячим раствором хлорита натрия, содержащим, помимо основного компонента, NaNO_3 , ПАВ и активатор ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$). Нитрат натрия ингибирует корродирующее действие хлорита на оборудование. С точки зрения расхода NaClO_2 и уменьшения образования двуокиси хлора ClO_2 процесс беления предпочтительнее вести при $\text{pH} = 3,5 - 4$. После пропитки белящим раствором ткань отжимают до 100%-ного привеса и запаривают 1–2 часа при температуре 101–103°C, пропитывают горячим раствором соды с добавкой ПАВ и окончательно промывают водой. Щелочная обработка обеспечивает необходимую капиллярность ткани.

2.1.5. Мерсеризация

Мерсеризация является процессом облагораживания хлопчатобумажных тканей, в результате которого они приобретают комплекс ценных потребительских свойств: повышенную гигроскопичность и крашиваемость, устойчивый шелковистый блеск, эластичность и дополнительную прочность.

В настоящее время классическая операция мерсеризации заключается в обработке пряжи или ткани под натяжением концентрированными (250–300 г/л) растворами гидроксида натрия в течение 30 – 90 секунд при комнатной температуре.

В результате такой обработки в хлопковом волокне происходят физические, химические и структурные изменения.

Физические изменения проявляются в сильном набухании волокна вследствие проникновения щелочи сначала в аморфные, а затем и в ориентированные зоны. Степень набухания характеризует активность процесса мерсеризации и увеличивается с понижением температуры. Оптимальной является температура 16°C. При набухании стенки волокна утолщаются, оно приобретает цилиндрическую форму, внутренний канал практически исчезает. В результате волокна лучше отражают световые лучи, усаживаются, а ткань приобретает блеск, шелковистость, становится плотнее, прочнее, эластичнее. Чтобы снизить усадку и усилить блеск мерсеризацию проводят под натяжением.

В результате действия на целлюлозу концентрированных растворов щёлочи и последующей промывки водой происходит после-

довательное превращение целлюлозы сначала в щелочную целлюлозу, а затем в гидратцеллюлозу. Число гидроксильных групп целлюлозы, реагирующих со щелочью, изменяется в зависимости от концентрации NaOH, температуры и наличия вспомогательных веществ в мерсеризационной ванне.

Химические превращения практически не изменяют состава целлюлозы, но существенно влияют на её надмолекулярную структуру. Сорбция целлюлозой щёлочи сопровождается частичным разрушением межмолекулярных водородных связей, что приводит к декристаллизации целлюлозы, увеличению доли аморфных областей на 10–20% и образованию новой структурной модификации – целлюлозы II. В целлюлозе II элементарные звенья Д-глюкопиранозы разворачиваются друг относительно друга на 90° , что и приводит к разрыву межмолекулярных связей и появлению свободных гидроксильных групп. В результате волокно проявляет повышенную сорбционную и реакционную способности, становится более гигроскопичным, легче окрашивается. Этому способствует также увеличение площади поперечного сечения волокна, его объема, размера пор внутри волокна.

Хлопчатобумажные ткани (батист, шифон, маркизет, сатин и др.) лучше мерсеризовать после расшлихтовки и щелочной отварки. Однако это разрывает цепочку непрерывного способа подготовки, поэтому мерсеризацию тканей часто проводят в суровом виде.

Ткани мерсеризуют на цепных и валковых машинах непрерывного действия. Материал пропитывают концентрированным раствором щелочи и выдерживают в натянутом состоянии 1–5 минут, чтобы обеспечить реакцию NaOH с целлюлозой. Затем интенсивно промывают горячей водой, причем для лучшего удаления щёлочи её попеременно обрабатывают паром и водой в специальной машине – пароводяном выщелачивателе. Оставшийся в волокне едкий натр отмывается очень трудно, поэтому ткань пропитывают разбавленным раствором серной кислоты с целью нейтрализации NaOH.

Для мерсеризации предложено также использовать жидкий аммиак, который быстро смачивает даже суровые материалы и эффективно проникает в волокно, вызывая его набухание.

2.2. ПОДГОТОВКА ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ

Льняное волокно по составу аналогично хлопковому, поэтому при подготовке льняных тканей сущность физико-химических явлений, свойственных подготовке хлопчатобумажных тканей, не изменяется.

Особенности подготовки изделий из льна обусловлены спецификой структуры, а главное – большим содержанием примесей (до 25% от массы волокна). Наличие в льняном волокне лигнина, который придает материалу деревоподобность, грубость, жёсткость, и природных красителей в значительной степени осложняет процесс беления льняных тканей.

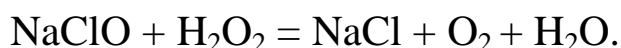
Чтобы добиться высокой степени очистки и предотвратить возможные повреждения технического волокна, процесс подготовки льняных материалов проводят в две стадии.

Первая из них предусматривает окислительную отварку льняной ровницы или пряжи в аппаратах периодического действия при температуре 98 – 100°C в течение 2 – 3 часов. Варочный раствор содержит: пероксид водорода, силикат натрия и соду. Отваренный полуфабрикат промывают, высушивают и вырабатывают из него полубелую ткань. Вследствие частичной очистки льняной пряжи от примесей она становится более мягкой и эластичной, что положительно сказывается на процессе ткачества.

Далее льняные полотна добеливают по непрерывному щёлочно-гипохлоритно-перекисному способу, который включает приведенные ниже последовательно повторяющиеся операции.

1. Пропитка тканей раствором гипохлорита натрия, выдерживание её в ёмкостном компенсаторе в течение 1,5 ч без нагревания и последующая промывка. На этой стадии осуществляется расшлихтовка ткани и её беление.

2. Пропитка щелочным раствором перекиси водорода, запаривание при температуре 90°C, промывка горячей и холодной водой. Перекись не только разрушает окрашенные примеси, но и обеспечивает процесс антихлорирования, то есть разрушение остатков гипохлорита натрия в волокне:



Для достижения максимального эффекта белизны операции гипохлоритной и перекисной обработки повторяют дважды. Далее

следует обработка тканей разбавленным раствором серной кислоты при температуре 20 – 25°C, выдерживание ее в ёмкостном компенсаторе и промывка холодной водой.

При подготовке льняных тканей наиболее перспективным является хлоритно-перекисный способ. Отбеливание льна в горячих (80°C) кислых растворах хлорита натрия (рН = 4–5) с последующим добеливанием по щёлочно-перекисному способу позволяет получить ткани с высокой степенью белизны и капиллярности.

2.3. ПОДГОТОВКА ТКАНЕЙ ИЗ ГИДРАТЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

В отличие от хлопка и льна гидратцеллюлозные волокна не содержат природных примесей. Поэтому цель процесса подготовки тканей из них – очистить материал от шлихты, замасливателей, маркирующих красителей.

Процесс очистки суровых тканей от примесей проводят путем отварки в растворах, содержащих СМС (синтетические моющие средства) и кальцинированную соду при температуре 85 – 90°C в течение 45 – 60 минут. Затем следует промывка горячей и холодной водой. Обычно искусственные волокна выпускаются химическими заводами в отбеленном виде, но при переработке в текстильном производстве они несколько загрязняются, поэтому их добеливают в мягких условиях, чаще всего перекисью водорода. При обработке необходимо использовать оборудование, в котором ткань испытывает минимальное натяжение. Это требование связано с тем, что гидратцеллюлозные волокна теряют прочность в мокром состоянии. Все химические обработки должны проводиться в мягких условиях, поскольку искусственные волокна более чувствительны к воздействию химических реактивов и особенно щелочей.

Подготовка тканей из вискозного штапельного волокна имеет некоторые особенности, поскольку они содержат шлихту на основе крахмала. Вследствие этого их очистка путем отварки в растворах СМС и соды малоэффективна.

Вискозные штапельные ткани подготавливают к крашению по непрерывному одностадийному щёлочно-перекисному способу, совмещая в одной стадии процессы расшлихтовки и беления. Ткань пропитывается раствором, содержащим H_2O_2 , NaOH, Na_2SiO_3 и ПАВ, запаривается при температуре 98°C в течение 5–7 минут и

промывается горячей и холодной водой. В этих условиях происходит удаление крахмала и ткань получает необходимую белизну.

2.4. ПОДГОТОВКА ШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ

Шерстяные ткани подразделяются на *гребенные* и *суконные*, значительно различающиеся между собой по сырьевому составу и технологии обработки.

Для гребенных тканей необходимо сохранить четкость исходного ткацкого рисунка, а также форму и линейные размеры полотна.

Для суконных тканей необходимо проведение процессов, вызывающих их усадку, уплотнение, образование поверхностного застила.

Большинство шерстяных тканей в настоящее время изготавливается из смеси шерсти с химическими волокнами, что необходимо учитывать при выборе технологии подготовки.

Основными подготовительными операциями при обработке шерстяных тканей являются: опаливание, промывка, карбонизация, заварка, валка, ворсование и беление.

Опаливанию подвергают только гребенные ткани. Процесс осуществляется на газоопаливающих машинах.

Промывка осуществляется с целью удаления шлихты и жировых веществ, присутствие которых затрудняет проведение последующих процессов крашения и отделки.

Чаще всего в шерстяной отрасли шлихтованию подвергают основную пряжу гребенных тканей, так как она обладает пониженной линейной плотностью. Для шлихтования используют составы на основе производных крахмала и синтетических ВМС, например полиакриламида. Одновременно со шлихтой при промывке удаляются шерстяной воск, замасливатели, наносимые перед кардочесанием, различные загрязнения. Для промывки можно использовать органические растворители, способные удалять жир. Однако для реализации данного способа необходимо использовать специальное герметичное оборудование.

Наибольшее распространение получила промывка, при которой происходит омыление и эмульгирование жировых веществ в растворах, содержащих СМС и кальцинированную соду. При этом большая часть примесей эмульгируется ПАВ и удаляется с ткани при промывке водой в виде эмульсии. Сода умягчает воду, повыша-

ет набухание волокна и способствует омылению жировых веществ. Промывку осуществляют при температуре 35–40°С на оборудовании как периодического (для тяжелых тканей), так и непрерывного действия.

Карбонизация – это процесс обработки шерстяных тканей раствором серной кислоты с последующей сушкой и термообработкой с целью удаления целлюлозных примесей (остатков репья, корма, затканых нитей из целлюлозных волокон). Процесс основан на различном отношении шерсти и целлюлозы к действию кислот. В условиях карбонизации прочность шерстяного волокна не изменяется, а целлюлоза превращается в гидроцеллюлозу.

Процесс карбонизации осуществляют на поточной линии, где ткань сначала пропитывается относительно разбавленным (4-6%) раствором H_2SO_4 при 20–25°С, отжимается до влажности 70%, а затем подвергается сушке при 80°С и термической обработке при температуре 110–115°С в течение 5 минут. В заключении проводят следующие операции: выколачивание хрупкой гидроцеллюлозы путём механических воздействий, промывку и нейтрализацию шерсти для удаления остатков кислоты.

Карбонизацию можно проводить после промывки или после крашения. Второй вариант более предпочтителен, поскольку исключается неровнота окраски, появляющаяся при крашении карбонизированной ткани.

Заварка (фиксирование) тканей – это процесс обработки полотен в кипящей воде или в насыщенном водяном паре под натяжением с последующим охлаждением для придания тканям устойчивой структуры. В условиях заварки кератин переходит в фиксированную β -модификацию, в результате чего происходит снятие внутренних напряжений в волокне, возникших под действием механических нагрузок при прядении и ткачестве. Это позволяет предотвратить такие пороки, как неоднородность усадки отдельных участков ткани, неровнота окраски, образование заминов, полос и заломов. Кроме того, после заварки ткань менее склонна к свойлачиванию, форма ткацкого рисунка окончательно стабилизируется, наблюдается некоторое повышение интенсивности окрашивания.

Валка – это процесс изготовления тканей суконной группы, при котором происходит целенаправленное уплотнение ткани (уменьшение длины и ширины при увеличении толщины) с одновременным свойлачиванием волокна в поверхностном слое. В ре-

зультате повышаются теплоизоляционные свойства ткани, увеличивается её мягкость, упругость, эластичность.

Валкоспособность является специфическим свойством шерсти, связанным с наличием наружного чешуйчатого слоя в волокне, его извитостью и упругостью, что обусловлено складчатой структурой макромолекул кератина. Благодаря этому в процессе валки происходит сцепление и перепутывание волокон, приводящее к образованию застила. Протеканию процесса способствуют механические нагрузки (трение, удары, давление), увлажнение и повышение температуры.

Валку проводят на сукновальных машинах, где пропитанную мыльно-содовым раствором ткань подвергают механическим воздействиям, создаваемым рабочими органами машины. Оптимальной температурой валки является 37–45°C, а длительность процесса определяется требованиями к степени уплотнения и свойлачивания.

Беление шерсти, имеющей слабую природную окраску, осуществляют пероксидом водорода в щелочной среде при pH=8–9 или в подкисленных растворах при температуре 40–50°C. Материал выдерживают в подогретом растворе в течение часа, после чего обработку продолжают в остывающей ванне в течение 8–12 часов при постоянной циркуляции раствора. Далее следует промывка.

2.5. ПОДГОТОВКА ТКАНЕЙ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО ШЁЛКА

Шёлковые ткани, изготовленные из шёлка-сырца, имеют неприглядный внешний вид, жестки на ощупь, в них отсутствует характерный для этого волокна блеск. Их жёсткость и матовость обусловлены присутствием на волокне шёлкового клея – *серицина*. Шёлковые основы обычно не шлихтуются, но шёлк-сырец подвергается замочке – обработке составами, в которые входят растительные, животные и минеральные масла. Перед кручением шёлковые нити подкрашивают. Все эти вещества и прежде всего серицин подлежат удалению.

Суровые шёлковые и полушёлковые ткани перед отваркой подвергают опаливанию на газоопаливающих машинах.

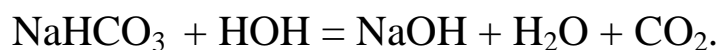
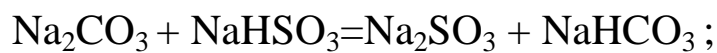
Применяемые способы *обесклеивания (отварки)* шёлковых тканей основаны на способности серицина растворяться в воде, в растворах щелочей и кислот при высоких температурах.

Наибольшее применение имеет классический *мыльно-содовый способ* отварки шёлка. Процесс отварки проходит в две стадии. На первой стадии (*собственно отварки*), которая проводится в течение 1 часа при 92°C в мыльно-содовом растворе, удаляются серицин и другие примеси. Однако волокно вновь сорбирует их из раствора, поэтому после отварки проводят *переварку* с применением свежей варочной жидкости, содержащей меньшее количество мыла и соды, в течение 20–30 минут. При этом шёлк поглощает 1–1,5% мыла, которое придает ему мягкость и добротность. Далее ткань промывают сначала в аммиачном растворе, а затем в воде. Если ткани выпускаются в неокрашенном виде, то заключительной операцией является обработка в растворе уксусной кислоты (2–5 г/л) при температуре 30–35°C в течение 15–30 минут. Эта операция получила название *оживка*. Её применяют для придания специфического грифа, скрипучести и повышения блеска. Если шёлк выпускается в окрашенном виде, оживление проводят после крашения.

Данный способ обработки позволяет получать высококачественные ткани, но имеет ряд недостатков. Он экономически невыгоден, так как требует больших затрат дорогостоящего мыла и низкопроизводителен.

В этой связи разработаны ускоренные способы отварки шёлка, основанные на применении щелочных буферных смесей. Одним из таких способов является *ускоренный бисульфитно-содовый*.

Буферную смесь, способную поддерживать определенное значение рН раствора для удаления серицина, готовят смешиванием соды с необходимым количеством бисульфита натрия. При этом часть соды переходит в бикарбонат, который при гидролизе образует щёлочь:



При использовании этого способа наблюдается значительное повышение скорости обесклеивания, что позволяет проводить процесс *собственно отварки* в течение 15–30 минут. Однако обработанный шёлк, будучи полностью обесклеенным, остаётся грубым и жёстким, поэтому его *переваривают* в мыльном растворе в течение 30 минут, а затем промывают. Выделившийся при реакции сульфит натрия (Na_2SO_3) способствует отбеливанию шёлка.

Природные красящие вещества шёлка связаны с серицином и удаляются при отварке. Однако, часть их вновь сорбируется волокном, придавая ткани кремовый или желтоватый оттенок. Повысить белизну шёлка можно путём воздействия восстановителей или перекиси водорода. Также можно использовать оптические отбеливатели.

При подготовке шёлковых тканей все обработки должны проводиться без натяжения. Соблюдение этого требования особенно важно для креповых тканей, так как при натяжении креповый эффект ослабляется или совсем пропадает.

2.6. ПОДГОТОВКА ТКАНЕЙ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН И АЦЕТАТНОГО ШЁЛКА

Ткани из синтетических волокон и ацетатного шелка могут содержать *шлихту*, *замасливатели* и случайные загрязнения, которые необходимо удалить перед крашением.

Для всех изделий из химических волокон с целью удаления примесей проводят отварку в растворах ПАВ с добавлением небольших количеств соды при оптимальных температурах. Во избежание образования заломов обработку ведут в расправленном виде. Длительность отварки составляет 30–60 минут.

Для отбеливания тканей из синтетических волокон применяют хлорит натрия и надуксусную кислоту. Для получения высокого эффекта белизны применяют оптические отбеливающие вещества (ООВ). Они представляют собой флюоресцирующие белые красители. Эти вещества способны поглощать ультрафиолетовые лучи и преобразовывать их в видимые сине-фиолетовые, которые вместе с желтыми лучами, отражаемыми волокном, воздействуют на глаз человека, создавая восприятие чисто-белого цвета. Оптические отбеливающие вещества, применяемые в отделочном производстве, синтезируются подобно текстильным красителям и по свойствам напоминают прямые, кислотные и дисперсные красители. В соответствии с этим одни из них используются для обработки целлюлозных волокон, другие – для белковых, третьи – для синтетических. Недостатком большинства ООВ является их низкая светостойкость.

Особенностью подготовки тканей из синтетических волокон и ацетатного шёлка является проведение специальной операции – *термостабилизации* структуры и размеров полотна. Данный про-

цесс представляет собой обработку тканей в расправленном состоянии под натяжением горячим воздухом с последующим охлаждением. Нагревание ткани до оптимальной для каждого волокна температуры (она должна быть выше температуры стеклования волокна) обеспечивает разрыв межмолекулярных связей и протекание релаксационных процессов в макромолекулах полимера. Охлаждение волокна приводит к восстановлению межмолекулярных связей при новом состоянии волокна, свободном от внутренних напряжений. Чем быстрее охлаждение и ниже температура, тем лучше эффект стабилизации. Термостабилизация фиксирует линейные размеры полотна и форму ткацкого переплетения, предотвращает усадку ткани и образование заминов и заломов при последующих обработках и в процессе эксплуатации. Стабилизация является обратимым процессом и её эффект обнаруживает тем большую устойчивость, чем больше разница между температурой термостабилизации и температурой обработки в крашении, печатании и заключительной отделке. Этот факт необходимо учитывать при реализации последующих технологических процессов отделки тканей из термопластичных волокон.

3. КРАШЕНИЕ И ПЕЧАТАНИЕ ТКАНЕЙ

Под крашением понимают физико-химический процесс взаимодействия волокнистого материала с красителями, при котором изделие приобретает однотонную окраску, устойчивую к различным внешним воздействиям.

Печатание тканей – это художественно-колористическое их оформление, отличающееся от гладкого крашения тем, что окрашивание ткани происходит только в местах нанесения рисунка, состоящего из одного или нескольких цветов.

Эти процессы имеют много общего: используются те же классы красителей; физико-химические процессы, протекающие при крашении и печатании, различаются незначительно; химизм фиксации красителей на волокне одинаков. Однако для нанесения красителя на ткань способом печатания требуются некоторые специфические условия и оборудование, более сложное, чем для гладкого крашения.

В процессе крашения частицы красителя переходят из красильного раствора на волокно самопроизвольно в виде молекул или

ионов с их последующим прочным закреплением внутри волокнообразующего полимера.

При печати используют вязкий раствор красителя, называемый печатной краской. Наличие в ней загустителя обеспечивает получение четких контуров рисунка и удерживание печатной краски в гравюре печатных валов, с помощью которых рисунок наносится на ткань. В качестве загустителей используют высокомолекулярные соединения природного или химического происхождения, способные образовывать вязкие растворы. Широкое применение в качестве загустителей находят крахмал и продукты его модификации; эфиры целлюлозы; альгинат натрия, получаемый из морских водорослей; камеди – застывшие соки растений; а также синтетические загустители – поливиниловый спирт, полимеры акриловой и метакриловой кислот.

Красители, используемые для колорирования текстильных материалов, представляют собой окрашенные органические соединения, способные самопроизвольно переходить на волокно (проявлять сродство к волокну) и фиксироваться на реакционноспособных группах волокнообразующего полимера с помощью различных по природе связей.

Процесс перераспределения красителя между раствором и волокном, а также его последующее закрепление в волокне можно условно подразделить на несколько физико-химических стадий, которые протекают практически одновременно: внешняя диффузия, адсорбция, внутренняя диффузия и фиксация красителя активными центрами волокна.

Диффузия красителя в растворе к поверхности погруженного в него материала протекает достаточно быстро. Её можно ускорить созданием на поверхности волокон зарядов, противоположных заряду красителя, или путем нейтрализации одноименных зарядов волокна и красителя. В реальных условиях крашения высокая скорость внешней диффузии достигается повышением температуры и интенсивным перемешиванием.

Процесс адсорбции представляет собой поглощение красителей активными центрами поверхности волокна. Эта стадия как процесс экзотермический ускоряется при понижении температуры и зависит, прежде всего, от сродства красителя к волокну. Адсорбция в значительной степени определяет равномерность получаемой окраски.

Самой медленной стадией, лимитирующей скорость процесса крашения в целом, является *внутренняя диффузия* – процесс проникновения красителя внутрь волокна. Его скорость возрастает с увеличением температуры вследствие повышения растворимости и подвижности частиц красителей, степени набухания волокна, а главное – разрушения сил адсорбции, удерживающих красители на поверхности материала.

Проникнув в поры волокна, краситель *фиксируется* на его реакционноспособных группах (активных центрах) с образованием различных по природе связей. Их энергия влияет на прочность получаемых окрасок.

В процессе крашения возможно образование следующих типов связи красителя с волокном:

- *физические силы межмолекулярного взаимодействия* – силы Ван-дер-Ваальса – характеризующиеся самой низкой энергией (до 8,5 кДж/моль);

- *водородные связи*, энергия которых составляет 21–42 кДж/моль;

- *ионная химическая связь*, возникающая при наличии у волокна и красителя противоположных зарядов, её энергия 42–82 кДж/моль;

- *ковалентная химическая связь* – самая прочная, обеспечивающая наиболее устойчивую окраску, энергия связи соответствует 113–680 кДж/моль.

Первые два вида связей определяют силы адсорбции и свойственны практически всем красителям.

Устойчивость окрасок зависит не только от характера связей, но и от растворимости красителя и его распределения в волокне. Последнее свойство отражает прочность окрасок к трению. Светостойкость окрасок зависит в первую очередь от устойчивости *хромофорной системы* красителя (совокупности функциональных групп красителя, обуславливающих его цветность) к действию солнечных лучей.

3.1. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОЦЕССОВ КРАШЕНИЯ И ПЕЧАТАНИЯ

Процессы крашения и печатания тканей осуществляются по разным технологическим схемам и на оборудовании различной конструкции.

Процессы крашения можно проводить периодическим и непрерывным способами.

При *периодическом способе крашения* ткани продолжительное время обрабатываются в одной красильной ванне. Объем красильного раствора рассчитывают в зависимости от массы окрашиваемого материала, необходимую концентрацию красителя устанавливают в соответствии с требуемой интенсивностью окраски (1–5% от массы материала). Длительность процесса и его температурный режим регулируют таким образом, чтобы с максимальной скоростью осуществить переход красителя из раствора на волокно и получить при этом равномерные и устойчивые окраски.

Непрерывным называют такой способ крашения, при котором ткань единым потоком последовательно проходит через красильную ванну, машину тепловой обработки, промывные и сушильные машины. Процессы диффузии и фиксации красителя протекают на стадии тепловой обработки насыщенным или перегретым паром, горячим воздухом, ИК-лучами, реже смесью паров воды и органического растворителя.

Процессы печатания отличаются от крашения тем, что на ткань сначала наносится печатная краска при прохождении полотна через печатный агрегат, а затем создаются условия для выхода молекул красителя из слоя печатной краски, их диффузии в волокно и закрепления на активных центрах текстильного материала.

Процесс печатания включает несколько стадий, осуществляемых на различном оборудовании. Это подготовка под печать, нанесение рисунка, сушка напечатанной ткани, зреление и промывка.

В процессе подготовки ткани под печать отбеленные ткани подвергают стрижке и ширению. *Стрижка* необходима для придания тканям гладкой поверхности и освобождения от пуха и пыли. *Ширение* производят с целью предотвращения искажения формы рисунка.

Нанесение печатной краски на ткань в виде определенного одноцветного или многоцветного рисунка осуществляют с помощью

рабочих органов печатных машин различных конструкций. Наиболее распространено печатание с использованием гравированных металлических валов и сетчатых шаблонов.

Существующая технология изготовления печатных валов состоит из следующих операций: изготовление медных валов, гравировка рисунка, хромирование валов с целью получения износостойкого покрытия.

На кафедре химии Ивановской государственной текстильной академии разработана экономичная технология, основанная на замене медных валов на алюминиевые, которые подвергаются меднению по запатентованной технологии. Алюминий примерно в два раза дешевле меди и примерно в три раза легче. Замена меди в качестве основного материала вала на алюминий приводит к существенной экономии. Рисунок гравировается по алюминиевой основе, наносится медное покрытие толщиной 25-35 микронов и затем хромируется по обычной технологии с целью получения износостойкого покрытия.

Нанесение гальванических покрытий на алюминий и его сплавы с медью, никелем и другими металлами позволяет также использовать разработанные технологии при изготовлении различной фурнитуры для изделий швейной промышленности – пуговиц, пряжек и т.п.

Машины с гравированными валами широко используют при колорировании тканей из целлюлозных волокон; *машины с сетчатыми шаблонами* – при печатании шёлковых, шерстяных тканей и трикотажа.

Перспективным способом, позволяющим значительно повысить художественно-колористическое оформление тканей, является *переводная печать*. Сущность способа состоит в том, рисунок переносится на ткань со специальной инертной подложки – бумаги. Бумагу с нанесенным на её поверхность рисунком накладывают лицевой стороной на изделие и подвергают воздействию высокой температуры и давления на специальном оборудовании (например прессе). В этих условиях краситель переходит с подложки на текстильный материал, воспроизводя на нем зеркальное отображение рисунка. Способ представляет особый интерес для специалистов швейного производства, поскольку позволяет получать купонные ткани с чертежами кроя и ткани для эксклюзивных моделей. В развивающемся в настоящее время малом бизнесе этот способ печати наиболее

лее эффективен, так как позволяет получать на тканях до 12 тысяч тонов и полутонов при исключительно хорошей четкости контуров рисунка; печатать на текстильных полотнах рисунки любой сложности (картины, портреты) и разрабатывать модели, заменяющие ручную роспись по тканям. Рисунок на бумагу может быть нанесен на печатных машинах, применяемых в полиграфической промышленности, на текстильных предприятиях, а для высокохудожественных эксклюзивных моделей – ручным способом.

Зреление – это обработка напечатанной и высушенной ткани в атмосфере водяного пара или горячего воздуха при температуре 100°С и выше. На этой стадии происходит набухание плёнки печатной краски, высвобождение частичек красителя из слоя загустителя, и диффузия их в волокно, то есть собственно крашение. Длительность и температура зреления зависят от состава печатной краски и специфических свойств ткани.

На стадии *промывки* из ткани удаляются незафиксированный краситель, загуститель и вспомогательные вещества. Здесь же проводятся реакции окисления, гидролиза и др., приводящие к окончательному формированию окраски.

Различают следующие виды печати: прямую, вытравную и резервную.

При *прямой печати* цветной узор наносят на белую ткань. Её разновидностью является *накладная печать*, когда рисунок печатают по гладкокрашеной ткани без разрушения окраски основного фона.

При *вытравной печати* на окрашенную ткань наносят составы, которые разрушают краситель в местах их нанесения, и на окрашенном полотне воспроизводятся белые или цветные узоры.

Резервный способ печати предусматривает крашение ткани после нанесения на неё рисунка. При этом в состав печатной краски вводят резервирующие вещества, которые предохраняют волокно от взаимодействия с красителем.

3.2. ТЕХНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ КРАСИТЕЛЕЙ

В настоящее время в мире производится несколько тысяч марок красителей для колорирования текстильных материалов из различных видов волокон. Для удобства их применения пользуются *технической классификацией* красителей.

Техническая классификация учитывает технологические особенности красителей, их отношение к волокнам различной природы, характер связи красителя с волокном, а также способность красителя растворяться или не растворяться в воде.

Наибольшее применение в текстильной технологии получили следующие группы красителей:

Растворимые в воде – прямые, активные, кислотные, катионные.

Нерастворимые в воде – кубовые, сернистые, дисперсные, пигменты.

Образующиеся на волокне – азоидные, чёрный анилин.

Поскольку основной ассортимент выпускаемых в настоящее время тканей включает смеси волокон, для их крашения созданы композиции на базе красителей различных классов. Они равномерно и однотонно закрашивают компоненты волокнистой смеси в устойчивые цвета. При составлении таких композиций учитывают колористические характеристики красителей (цвет, оттенок, яркость), показатели устойчивости окрасок и условия крашения соответствующих волокон определенным классом красителей.

Принятая в России номенклатура красителей основана на их технической классификации. В названии красителей указывается группа его принадлежности к данному классу технической классификации, его цвет и оттенок. Например, кубовый ярко-зеленый 2Ж. Буква указывает оттенок красителя (Ж – желтоватый, К – красноватый и т.д.), а цифра – степень его выраженности. Кроме того, в названии красителя часто отражается качество окраски, его химическое строение, область применения, выпускная форма и т.д.

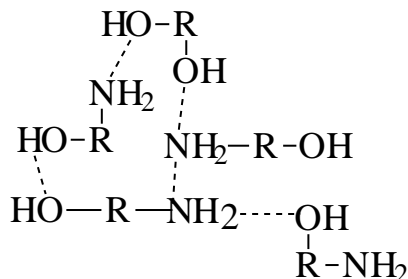
Полное название красителя позволяет технологам определять область и условия его практического применения.

3.3. КРАШЕНИЕ И ПЕЧАТАНИЕ ТКАНЕЙ ИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

Для колорирования тканей из целлюлозных волокон (хлопок, лён, гидратцеллюлоза) используют прямые, активные, кубовые, сернистые, азоидные красители, а также пигменты и чёрный анилин.

Несмотря на различия в химическом строении и технологических свойствах, все красители, применяемые для окрашивания цел-

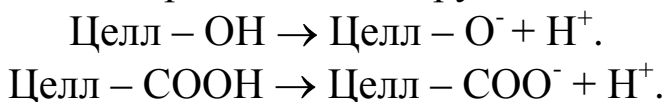
люлозных волокон, имеют общие признаки. Это, прежде всего, склонность к образованию больших по размерам агрегированных частиц. Процесс агрегации представляет собой взаимодействие молекул красителя друг с другом за счет образования водородных связей между электронодонорными $-OH$ и $-NH_2$ группами (ауксохромные группы). Последние являются неотъемлемой составляющей любого красителя. В общем виде процесс можно представить так:



Ввиду того, что поглощение красителя волокном возможно лишь в виде отдельных ионов или молекул, задача диспергирования частиц красителей до мономолекулярного состояния за счёт их дезагрегации (разрушения агрегатов) является одной из первостепенных. При крашении этого добиваются повышением температуры и введением в красильную ванну растворителей или диспергаторов.

Основным параметром технологического процесса крашения является скорость перехода красителя на волокно. От этого зависит интенсивность и равномерность окраски.

При погружении в воду или технологические растворы целлюлозные волокна приобретают отрицательный заряд за счёт диссоциации гидроксильных и карбоксильных групп:



Все красители для целлюлозных волокон относятся к классу *анионных*, то есть в водных растворах они диссоциируют с образованием отрицательно заряженных ионов. Это относится к прямым, активным, сернистым, кубовым красителям, кубозолям и азосодержащим азоидным красителям. Например, для молекул прямых и активных красителей справедлива запись:



В процессе крашения отрицательно заряженные частицы красителя будут отталкиваться от одноименно заряженной поверхности волокна, что замедлит переход окрашенных частиц на волокно. Для преодоления сил отталкивания при крашении целлюлозных волокон

в пропиточные растворы вводят нейтральные электролиты, обычно хлорид или сульфат натрия. Последние, диссоциируя в водных растворах по схеме $\text{NaCl} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$, поставляют в раствор положительно заряженные ионы, которые нейтрализуют отрицательный заряд волокна и красителя. Следствием этого является более быстрый и полный переход красителя на волокно, что приводит к повышению интенсивности окрасок и меньшему загрязнению сточных вод красителями.

Наиболее важным фактором, управляющим процессами крашения, является температура. Выбор температурного режима зависит от природы красителя и его технологических свойств. Однако в любом случае в условиях реализации периодического способа содержание красителя на волокне изменяется с ростом температуры и достигает максимума при её оптимальном значении $T_{\text{опт}}$. Эта величина индивидуальна для каждого красителя и приводится в специальных колористических справочниках. Необходимость соблюдения оптимальной температуры крашения можно объяснить следующим образом. В начале процесса с ростом температуры увеличивается растворимость красителя, растёт доля мономолекулярной фракции (деагрегация), возрастает активность красителя и его поглощение волокном. Параллельно увеличивается скорость набухания волокна и облегчается процесс внутренней диффузии. При достижении $T_{\text{опт}}$, по мере дальнейшего роста температуры и увеличения кинетической энергии молекул красителя, его связь с волокном может разрушаться.

В связи с существующей в настоящее время тенденцией к объединению отделочных и швейных предприятий, с развитием малого бизнеса и необходимостью производить как само сырьё, так и готовые изделия, знание общих принципов технологического процесса крашения специалисту швейного производства крайне необходимо.

3.3.1. Крашение тканей прямыми красителями

Эти красители применяют в основном для гладкого крашения хлопчатобумажных тканей. Гидратцеллюлозные (особенно шёлковые) и льняные материалы ими практически не окрашивают, поскольку основным недостатком прямых красителей является низкая устойчивость окрасок к стиркам и светопогоде. Причиной низкой

устойчивости окрасок к мокрым обработкам является хорошая растворимость прямых красителей в воде и недостаточная прочность их связи с волокном, поскольку фиксация происходит за счёт физических сил межмолекулярного взаимодействия и водородных связей. Кроме того, они обладают недостаточной яркостью и чистотой оттенков. Вместе с тем для прямых красителей характерны экономичность, простота применения, хорошая равномерность окраски, возможность комбинирования при крашении смесями красителей, хорошая вытравляемость. В этой связи в структуре мирового производства и потребления красителей они занимают одно из ведущих мест, уступая лишь сернистым и активным.

Общую формулу прямых красителей можно представить в виде $R - SO_3Na$, где R – органический радикал, определяющий цвет красителя и его сорбционную и диффузионную способности. Наличие сульфогрупп- SO_3Na свидетельствует о хорошей растворимости красителей. По химической природе красители представляют собой натриевые соли сульфокислот в основном азосоединений. Химическое строение радикала – R прямых красителей обеспечивает их высокое сродство к целлюлозе. Оно обусловлено наличием в молекулах красителей длинной цепочки сопряжения и групп, способных образовывать водородные связи с волокном, а также линейной вытянутой формой и плоскостным строением молекулы.

Крашение осуществляют в нейтральных или слабощелочных растворах с добавлением электролитов по периодическому или непрерывному способам.

При периодическом способе в состав красильного раствора вводят краситель, электролит и соду или гексаметафосфат натрия ($Na_2[Na_4(PO_3)_6]$). Электролит необходим для улучшения выбирания красителя волокном, сода – для умягчения воды с целью предотвращения образования нерастворимых осадков красителя с солями жесткости. Кроме того, Na_2CO_3 способствует лучшему растворению красителя и создаёт слабощелочную среду, способствующую протеканию реакций взаимодействия красителя с волокном.

Крашение начинают при температуре 30–40°C, затем её повышают до оптимальной и красят в общей сложности 60–100 минут. Электролит вводят в виде раствора через 30–40 минут после начала процесса. Далее ткань промывают и закрепляют окраску препаратами ДЦУ, ДЦМ, У-2. Эти соединения переводят краситель, находящийся в волокне, в нерастворимое состояние, что повышает устой-

чивость окрасок к стиркам. Препарат ДЦМ, содержащий соли меди, дополнительно увеличивает светостойкость окрасок. Обработку проводят в ванне, содержащей 3 г/л препарата и 0,5 г/л 60%-ной уксусной кислоты, в течение 30 минут при температуре 60–70°C. Далее ткань без промывки высушивают.

Непрерывное крашение прямыми красителями осуществляется на поточных линиях. Ткань пропитывают раствором красителя с добавлением смачивателя и соды, затем запаривают насыщенным паром в течение 1 минуты, промывают водой, обрабатывают раствором закрепителя и высушивают.

По причине низкой прочности окрасок прямые красители крайне редко используют для печатания тканей.

3.3.2. Крашение и печатание тканей активными красителями

Активными называются красители, в молекулах которых содержатся группировки атомов, образующие в процессе крашения ковалентную связь с реакционными группами волокон. Этим активные красители отличаются от других красящих веществ.

В результате крашения активный краситель становится частью макромолекулы волокна, поэтому получаемые окраски обладают высокой устойчивостью к мокрым обработкам, трению, химической чистке и прочим внешним воздействиям.

В общем виде строение любого активного красителя может быть выражено схемой



где SO_3Na – группа, придающая красителю растворимость в воде;

- R – органический радикал, строение которого определяет цвет, сорбционную и диффузионную способности красителя:

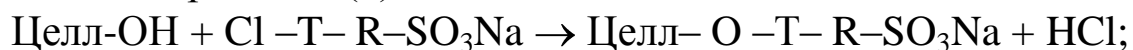
- T – носитель активной группы, играющий роль связующего звена между красителем и волокном и определяющий прочность этой связи;

- X – активный атом или группа атомов, способных отщепляться при взаимодействии красителя с волокном.

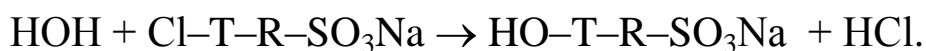
В реальных условиях крашения активные красители участвуют одновременно в двух реакциях: основной – с волокнистым материалом и побочной – с водой.

Для красителей, у которых роль активной группы выполняют атомы хлора, эти реакции можно записать в виде:

- основная реакция (1)



- побочная реакция (2)



Видно, что вторая реакция приводит к образованию красителя, который сохранил свой цвет и технологические свойства, поэтому он также может участвовать в процессе крашения. Однако в молекуле этого красителя отсутствуют активные атомы, способные образовывать с волокном химическую ковалентную связь, поэтому, фиксируясь на волокне за счет водородных связей, он не обеспечивает получение прочных окрасок. Вследствие того, что данный краситель получается по реакции взаимодействия с водой, её называют реакцией гидролиза красителя, а образовавшийся продукт – гидролизанным красителем.

Очевидно, что технологический процесс крашения должен быть построен таким образом, чтобы свести к минимуму процент образования гидролизованного красителя. Для этого необходимо определить наиболее благоприятные условия для протекания основной реакции красителя с волокном.

Отметим, что при осуществлении обеих реакций выделяется соляная кислота, для связывания которой и увеличения выхода основного продукта нужен щелочной агент. Кроме того, щёлочь усиливает ионизацию гидроксильных групп целлюлозы, что также ускоряет процесс взаимодействия красителя с волокном. Его протеканию способствует и повышение температуры обработки. Однако в этих условиях увеличивается и скорость реакции гидролиза, поэтому к выбору типа щелочного агента, его концентрации и температуры крашения необходимо подходить дифференцированно с учётом химической природы и свойств красителей.

Активные красители, применяемые для колорирования целлюлозных материалов, делятся на три группы в зависимости от их реакционной способности и способов крашения:

- красители, окрашивающие на холоду (в названии имеют букву X). Они проявляют наименьшую реакционную способность и склонность к гидролизу;

- красители, окрашивающие в тёплой красильной ванне при температуре 60°C (в названии имеют букву *T*), по химическому строению являются производными винилсульфона, а по реакционной способности занимают промежуточное положение между ди- и монохлортриазиновыми красителями;

- красители, окрашивающие в горячей красильной ванне при температурах 70–90°C (в названии не содержат специального обозначения), по химическому строению относятся к монохлортриазиновым, обладающим наименьшей реакционной способностью и склонностью к гидролизу.

Крашение целлюлозных материалов периодическим способом проходит в две стадии. *На первой* создают условия для быстрого и максимально полного перехода красителя из ванны на волокно. Волокнистый материал окрашивают в течение 20–30 минут в нейтральном растворе красителя с добавлением электролита. При этом краситель, имеющий определенное сродство к целлюлозе, переходит из фазы раствора в фазу волокна и сорбируется по механизму крашения прямыми красителями, то есть за счет межмолекулярных сил и водородных связей. Электролит, поставляя в раствор положительно заряженные ионы, ускоряет процесс перехода красителя на волокно. *Вторая* – основная стадия процесса – обеспечивает прочную фиксацию красителя на волокне за счёт образования ковалентной связи. Это достигается введением в красильный раствор щелочного реагента. Если исключить стадию крашения в нейтральной среде и сразу перейти к крашению в присутствии щёлочи, то основная часть красителя будет находиться в растворе и вследствие побочной реакции с водой перейдет в гидролизованную форму.

Температура крашения и природа щелочного агента определяются группой красителя и его технологическими свойствами. Чем выше реакционная способность красителя и чем легче он гидролизуется, тем ниже температура и тем более мягкий щелочной агент (NaHCO_3) должен быть использован для крашения. После завершения процесса следует тщательная промывка материала водой, раствором моющего препарата при кипении, с целью удаления с волокна гидролизованного красителя, и снова водой.

Непрерывные способы крашения тканей из целлюлозных волокон можно подразделить на одно- и двухваннные.

При *двухванном запарном способе крашения* ткань пропитывают нейтральным раствором красителя и высушивают. Затем сле-

дует пропитка щелочным раствором электролита высокой концентрации, запаривание в среде насыщенного водяного пара в течение 1 минуты и промывка. Такое построение технологического процесса исключает гидролиз красителя в пропиточном растворе, поэтому при его реализации можно использовать красящие вещества различной активности.

Из *однованных способов* практическое применение получили запарной и термический.

Запарной способ используют для окрашивания в светлые тона и получения окрасок средней интенсивности красителями первой группы, быстро реагирующими с волокном.

Ткань пропитывают раствором, содержащим краситель и бикарбонат натрия (NaHCO_3), высушивают, запаривают и промывают. В процессах сушки и запаривания NaHCO_3 гидролизует на волокне с выделением щёлочи, которая обеспечивает образование ковалентной связи красителя с волокном. Для предотвращения миграции красителя при сушке в пропиточный раствор вводят Na_2SO_4 .

Термический способ крашения предусматривает дополнительное введение в пропиточный красильный раствор мочевины. Процесс осуществляется по схеме: пропитка, сушка, термическая обработка в течение 60–90 секунд при температуре 120–150°C, промывка. На стадии термообработки мочевина плавится в волокне и выполняет функции реакционной среды, обеспечивающей диффузию красителя и его взаимодействие с активными центрами целлюлозы.

Печатание тканей из целлюлозных волокон активными красителями можно осуществлять по одностадийной и двухстадийной технологии.

При *одностадийном печатании* в состав печатной краски входят: краситель, бикарбонат натрия, мочевина, загуститель и вода. При выборе загустителя следует учитывать то обстоятельство, что обычные крахмальные загущающие вещества применять нельзя, так как они содержат гидроксильные группы, способные реагировать с активным красителем. В результате стойкость окрасок к мокрым обработкам и трению резко снижается, а ткани приобретают неприятную на ощупь жесткость. Поэтому в качестве загустителей следует использовать только вещества, инертные по отношению к красителю. Лучше всего для этого подходит альгинат натрия, содержащий карбоксильные группы, которые препятствуют реакции с активным красителем. Можно применять также эфиры целлюлозы,

например КМЦ (карбоксиметилцеллюлозу). Мочевину в печатный состав добавляют для повышения степени растворимости красителя. Кроме того, она пластифицирует загуститель, способствует набуханию волокна, так как является гидротропным веществом и увеличивает влажность ткани. Дополнительно мочевина выполняет функцию среды, в которой протекает реакция красителя с волокном. После нанесения печатного рисунка ткань высушивают, обрабатывают в зрельнике с целью фиксации красителя на волокне, промывают и высушивают. Фиксацию красителя можно осуществлять насыщенным водяным паром (запарной зрельник), перегретым паром и сухим горячим воздухом (термический зрельник) или ИК-излучением (радиационно-термическая камера).

Двухстадийная технология печатания предусматривает на первой стадии нанесение на ткань печатной краски, не содержащей щелочного агента, и сушку, а на второй – пропитку материала щелочным раствором электролита с последующей тепловой обработкой. Тепловую обработку осуществляют в скоростном зрельнике в течение 20–40 секунд при температуре 120–125°C, где воздействию подвергается мокроотжатая ткань. Далее ее промывают с целью полного удаления из материала гидролизованного красителя и загустителя. Процесс включает промывку холодной водой, раствором моющего препарата при кипении, обработку горячей и холодной водой.

К активным красителям, применяемым в печатании, предъявляются особые требования:

- лёгкая вымываемость гидролизованного красителя без закрашивания белого фона ткани;
- высокая красящая и кроющая способность;
- высокая прочность получаемых окрасок.

Большинство активных красителей, содержащих азогруппу ($-N=N-$), способно вытравляться, поэтому они нашли применение в вытравной печати. Их можно использовать и в резервной печати для колорирования основного фона. Наиболее часто их используют для получения цветных резервов под чёрный анилин или по фону из нерастворимых оксиазокрасителей (азоидных).

Часто печатание активными красителями совмещают с печатанием красителями других классов.

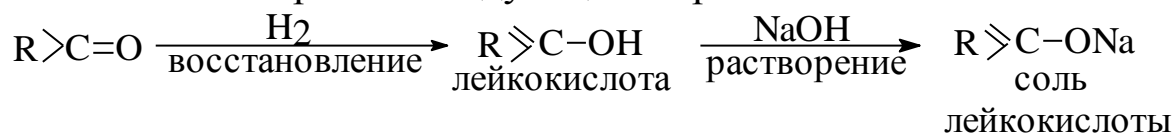
3.3.3. Крашение и печатание кубовыми красителями

Льняная и хлопчатобумажная отрасли текстильного производства не могут существовать без кубовых красителей. Использование их обеспечивает выпуск высококачественных изделий, особенно столового и постельного белья с пестротканым рисунком. Хлопчатобумажная промышленность широко применяет кубовые красители и в крашении, и в печати, особенно при колорировании тканей для военной униформы, так как ни один другой класс красителей не обеспечивает столь высоких качественных показателей окраски. Поэтому в мире процент потребления кубовых красителей в отделочном производстве значительно превышает аналогичный показатель для прочих классов красителей.

Кубовые красители нерастворимы в воде, поэтому они сорбируются волокном только после перехода в растворимую форму – натриевую соль лейкокислоты кубового красителя. После поглощения ее волокном краситель вновь переводят в нерастворимый пигмент непосредственно на волокне. Такая схема обеспечивает получение на тканях окрасок высокой прочности и широкой цветовой гаммы.

По химическому строению кубовые красители относятся к различным классам органических веществ, но общим для них является наличие в молекуле минимум двух карбонильных групп, атомы углерода которых принадлежат ароматическим ядрам. Общую формулу кубовых красителей можно записать в виде $R > C = O$.

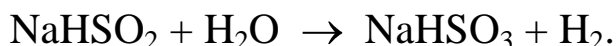
Для перевода красителей в растворимую форму их восстанавливают в щелочной среде. Происходящие при этом процессы схематично можно изобразить следующим образом:



В качестве восстановителей кубовых красителей применяют достаточно большой ассортимент соединений. Однако, максимальное использование в крашении получил гидросульфит натрия ($Na_2S_2O_4$), а в печати – ронгалит С ($NaHSO_2 \cdot CH_2O$). Гидросульфит натрия в щелочной среде способен гидролизироваться с выделением водорода, который расходуется на восстановление карбонильных групп красителя:

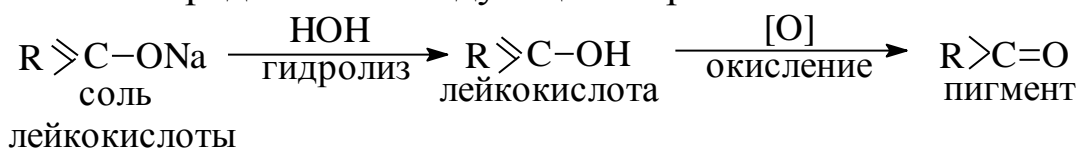


Реакция протекает достаточно легко при температурах около 60°C. Ронгалит С – более устойчивое соединение, поэтому его можно использовать в составе печатных красок. Он разлагается с выделением водорода лишь при наличии достаточного количества влаги при температуре 100°C в условиях обработки в запарном зрельнике:



Образовавшееся при восстановлении лейкосоединение (бесцветное, поскольку происходит разрушение хромофорных групп >C=O) проявляет свойства слабой кислоты и растворяется в щёлочи с образованием легко гидролизующейся соли. В водных растворах она частично диссоциирует, выделяя отрицательно заряженные ионы красителя, и может образовывать большие по размерам агрегаты. Натриевая соль лейкосоединения кубового красителя сорбируется поверхностью материала, а при последующей тепловой обработке проникает в его набухшую структуру и фиксируется за счет физических межмолекулярных сил и водородных связей.

В процессе промывки на волокне идут процессы гидролиза и окисление красителя до нерастворимого пигмента, которые схематично можно представить следующим образом:



Окисление лейкосоединения на волокне протекает достаточно легко даже в холодной воде, содержащей углекислоту и кислород. На практике для интенсификации этого процесса часто используют разбавленные растворы окислителей с добавлением уксусной кислоты.

Крашение тканей кубовыми красителями

Для крашения тканей кубовыми красителями в массовом производстве в основном используют непрерывные способы, которые могут быть реализованы по двум вариантам: щёлочно-восстановительному и суспензионному.

При *щёлочно-восстановительном способе* ткань пропитывают раствором лейкосоединения, содержащим краситель, гидросульфит натрия и гидроксид натрия, отжимают и запаривают при температуре 100°C в течение 30–60 секунд, далее следуют процессы окисле-

ния и промывки. Они оказывают решающее значение при получении высококачественных окрасок. От скорости и полноты окисления зависит интенсивность окраски, её стойкость к стиркам и трению, а также степень загрязнения сточных вод. Для повышения устойчивости окрасок на стадии промывки ткань обрабатывают кипящими растворами ПАВ. Данная операция носит название *мыловка*. Результатом её проведения является удаление поверхностно-закреплённого красителя, который снижает устойчивость окраски к трению. Краситель, проникший вглубь волокна, рекристаллизуется, что повышает стойкость окрасок к воздействию света, улучшает яркость, чистоту и насыщенность тона.

Основными недостатками способа являются неустойчивость красильных растворов и невозможность получения насыщенных окрасок высокой интенсивности.

Суспензионные способы крашения кубовыми красителями позволяют получить равномерные окраски светлых, средних и тёмных тонов. Они нашли широкое применение во всём мире и реализуются по двухванному и однованному (лейкокислотному) вариантам. Для реализации суспензионных способов необходимо использовать красители, выпускаемые в высокодисперсной форме с индексом «Д».

Из всего многообразия предложенных суспензионных способов крашения наиболее широкое распространение получил плюсовочно-запарной вариант, осуществляемый по следующей схеме:

- плюсование ткани (пропитка и отжим) высокодисперсной суспензией кубового красителя в присутствии смачивателя и диспергатора;

- сушка ткани в воздушной сушильной машине при температуре, не превышающей 90°C;

- плюсование ткани проявительным щёлочно-восстановительным раствором в присутствии нейтрального электролита при 25–30°C;

- обработка ткани в запарной камере при 103–105°C в течение 40–60 секунд;

- окисление, мыловка, промывка, сушка.

Печатание тканей кубовыми красителями

Широкая цветовая гамма, яркость и высокая устойчивость окрасок к действию света, мокрых обработок и трению делают ку-

бовые красители одними из наиболее перспективных в печатании тканей из целлюлозных волокон.

Печатание осуществляют по трём принципиально различным схемам:

- печатной краской, содержащей предварительно восстановленный краситель, с последующей сушкой и проявлением окраски в запарном зрельнике (*щёлочно-гидросульфитно-ронгалитный способ*);

- печатной краской, содержащей невосстановленный кубовый краситель в тонкодисперсной форме, восстановитель и поташ, с последующей сушкой и проявлением окраски в запарном зрельнике (*ронгалитно-поташный способ*);

- печатной краской, содержащей невосстановленный кубовый краситель в тонкодисперсной форме, с последующей сушкой, обработкой щелочным раствором восстановителя и проявлением окраски в скоростном зрельнике (*двухфазный способ*, являющийся аналогом суспензионного способа крашения).

Во всех трёх способах процесс заканчивается проводкой ткани через промывные машины, в которых осуществляют окисление, мыловку и промывку.

Наиболее перспективным и технологически выгодным из указанных способов узорчатого расцвечивания является ронгалитно-поташный. При его реализации печатная краска содержит кубовый краситель в виде пасты для печати, ронгалит, поташ с водой и загустку. После печатания и сушки ткань обрабатывают в запарном восстановительном зрельнике при 103–105°С в течение 10 минут. Далее следует промывка по традиционной для кубовых красителей технологии.

Для печати обычными порошками кубовых красителей этот способ не пригоден. В этом случае используют гидросульфитно-ронгалитный способ.

Кубовые красители нашли применение не только для прямой, но и для вытравной и резервной печати, поскольку в качестве вытравляющих и резервирующих веществ обычно используют восстановители. Состав печатной краски и технология узорчатого расцвечивания в данном случае аналогичны прямой печати по белым тканям. Количество ронгалита в этом случае увеличивают, так как он расходуется не только на перевод кубового красителя в раствори-

мую форму, но и на обесцвечивание основного фона при вытравной печати и для резервирования окраски при резервном способе.

3.3.4. Крашение и печатание кубозолями

Кубозоли составляют особую группу кубовых красителей, растворимых в воде.

По химическому строению они являются натриевыми солями сернокислых эфиров лейкосоединений кубовых красителей. Схематично их общую формулу можно представить как: $R \gg CO-SO_3Na$.

Под действием окислителей в кислой среде кубозоли способны переходить в нерастворимую форму соответствующего кубового красителя, из которого они ранее были получены. Это свойство лежит в основе всех способов применения кубозолей в крашении и печатании.

На ткань наносят кубозоль в виде раствора или печатной краски, а затем проявляют окраску путём перевода кубозоля в нерастворимый пигмент непосредственно на волокне по схеме:



На первой стадии идёт кислотный гидролиз кубозоля в среде разбавленной серной кислоты (при *нитритном способе* крашения), а затем окисление лейкосоединения до нерастворимого красителя.

В зависимости от способа проявления окраски и применяемых окислителей различают следующие способы крашения кубозолями: *нитритный*, *бихроматный*, *запарной* и др. Наиболее распространённым и универсальным является нитритный, который позволяет получать яркие и насыщенные окраски.

Непрерывный нитритный способ крашения заключается в плюсовании ткани при температуре 60–85°C раствором, содержащим кубозоль, кальцинированную соду, которая предотвращает преждевременное окисление кубозоля, нитрит натрия ($NaNO_2$) в качестве потенциального окислителя и смачиватель. При необходимости получения более интенсивной окраски иногда добавляют операцию промежуточной сушки. После этого ткань направляют в промывную часть линии, где первоначально её обрабатывают проявительным раствором серной кислоты с концентрацией 20–40 г/л в течение 5–10 секунд при температуре 50–60°C, а затем

мылуют, окончательно промывают горячей и холодной водой и высушивают.

Кубозоли широко применяют в печатании хлопчатобумажных, вискозных штапельных и смесовых целлюлозосодержащих тканей. Они дают возможность получать яркие окраски, устойчивые ко всем видам физико-химических воздействий.

Наряду с нитритным способом проявления окраски в печатании находит применение *запарной способ*, обеспечивающий получение ярких окрасок без обработки тканей в серной кислоте, вызывающей коррозию оборудования. При реализации запарного способа в печатную краску вводят хлорат натрия (NaClO_3), роданид аммония (NH_4CNS), для лучшего растворения красителя добавляют солюционную соль, а для повышения стабильности печатных красок – аммиак, а также воду и загуститель. После нанесения печатного рисунка ткань сушат и обрабатывают в запарном окислительном зрельнике 5–7 минут при температуре 102–103°C, затем промывают, мылуют, снова промывают и сушат.

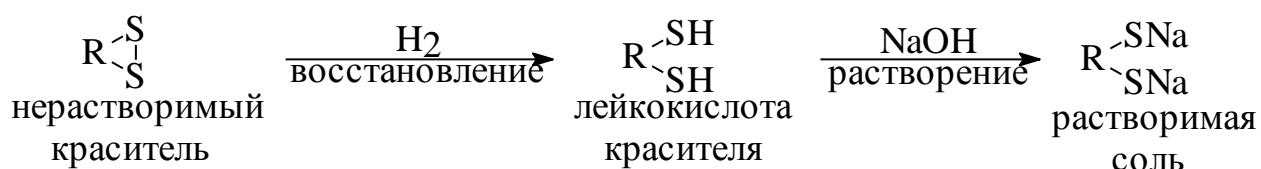
Кубозоли применяют в резервной печати кубовыми и активными красителями для закрашивания основного фона текстильного полотна.

3.3.5. Крашение сернистыми красителями

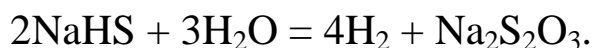
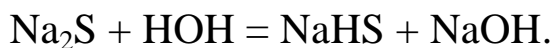
Сернистыми называют красители, получаемые посредством сплавления азотсодержащих ароматических веществ, получаемых из отходов химических производств, с серой или полисульфидами натрия. Этот факт обуславливает дешевизну красителей данного класса и их широкое применение для крашения хлопчатобумажных тканей.

Сернистые красители не дают ярких и сочных окрасок, их цветовая палитра недостаточно широка, но несложная технология крашения, простота аппаратного оформления и удовлетворительная стойкость окрасок позволяют им занимать первое место по общему потреблению в колорировании целлюлозных материалов.

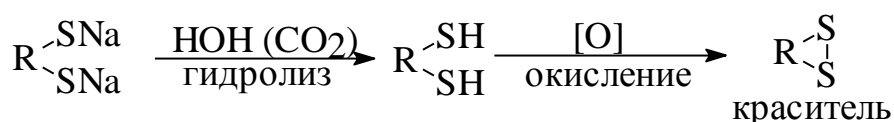
Сернистые красители нерастворимы в воде. В процессе крашения их переводят в растворимые лейкосоединения путём восстановления сульфидом натрия (Na_2S) в присутствии щёлочи. Схематично процесс растворения сернистых красителей можно изобразить следующим образом:



Применение сульфида натрия в качестве восстановителя основано на его способности гидролизироваться с выделением водорода по реакциям:



Лейкосоединения сернистых красителей проявляют сродство к целлюлозным волокнам и фиксируются ими с образованием водородных связей. Однако окраски получаются достаточно устойчивыми к мокрым обработкам и свету, поскольку после окисления на воздухе или с помощью окислителей они переходят в исходные пигменты по схеме:



Крашение тканей сернистыми красителями осуществляется по периодическому и непрерывному способам.

При *периодическом способе*, используемом в основном для плотных одёжных тканей, крашение осуществляют в ванне, содержащей сернистый краситель, смачиватель, диспергатор, сульфид натрия и щёлочь, при температуре 85–90°C. Далее проводят окисление лейкосоединения в волокне путём промывки в холодной проточной воде. На следующем этапе материал обрабатывают горячей водой с добавлением ПАВ. Иногда проводят закрепление окраски препаратом ДЦМ.

Технология *непрерывного крашения* тканей включает пропитку красильным раствором, запаривание в течение 40–60 секунд при температуре 101–102°C, окисление в холодной воде или уксуснокислых растворах перекиси водорода при 50°C и окончательную промывку горячей водой.

В печатании тканей сернистые красители применяются очень редко по причине низких колористических свойств.

3.3.6. Крашение и печатание путём синтеза пигментов на волокне

К красителям, образующимся на волокне, относятся нерастворимые *оксиазокрасители (азоидные)* и *чёрный анилин*. Их отличительной особенностью является то, что реакцию получения красителя осуществляют непосредственно на текстильном материале.

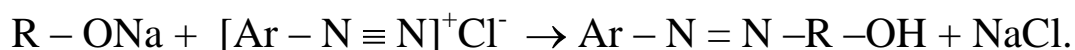
Образование на волокне азоидных пигментов

В основе синтеза на волокне нерастворимых *оксиазокрасителей* лежит реакция *азосочетания* азосоставляющих (*азотолов*) со стойкими активными солями диазония (*диазолями*), каждое из которых в отдельности красящей способностью не обладает. В процессе крашения ткань пропитывают щелочным раствором азотола, а затем пропускают через раствор диазоля, где и происходит реакция азосочетания, приводящая к образованию нерастворимого азопигмента непосредственно на ткани. Благодаря этому получаемые окраски и расцветки отличаются высокой прочностью к мокрым обработкам.

Азотолы, используемые в качестве азосоставляющих, нерастворимы в воде, но могут растворяться в щелочах, поэтому их применяют в виде натриевых солей, называемых *азотолями*, общую формулу которых можно записать как $R - ONa$. Азотолы поглощаются целлюлозным волокном подобно прямым красителям и фиксируются на волокне за счёт водородных связей.

Диазоли представляют собой устойчивые формы диазосоединений, получаемые диазотированием первичных ароматических аминов в кислой среде. В общем виде их формулу можно представить как $[Ar - N \equiv N]^+ Cl^-$.

Реакция азосочетания (образования красителя) протекает по схеме



Она протекает на холоду при $pH = 6-11$. Нижний предел pH обусловлен возможностью гидролиза азотолята до нерастворимого азотола, не вступающего в реакцию азосочетания, верхний – переходом соли диазония в неактивную форму.

Крашение тканей азоидными красителями

Крашение *оксиазокрасителями* осуществляют непрерывным способом. Ткань пропитывают щелочным раствором азотола при

температуре 70°C, подсушивают или усиленно отжимают и обрабатывают раствором диазоля, который предварительно нейтрализуют уксуснокислым натрием до необходимого значения pH. Крашение проводят на холоду (оптимальной считают температуру 5–10°C). Стадия запаривания из технологической цепочки исключается. Окрашенную ткань промывают водой, растворами моющих препаратов при повышенной температуре, снова водой и высушивают.

Печатание тканей азоидными красителями

В промышленности получили применение два способа печатания:

- загущенными диазорастворами по предварительно азотолитрованной ткани;
- смесью азотолов и устойчивых пассивных форм диазосоединений.

Первый способ используют в грунтовой печати. На ткань, пропитанную раствором азотолита и высушенную, наносят печатную краску, содержащую диазоль, ацетат натрия или уксусную кислоту (чтобы создать необходимый для реакции азосочетания pH), загустку и воду. После печатания и сушки ткань иногда обрабатывают в зрельнике для ускорения реакции азосочетания и получения более ярких и прочных окрасок. Далее ткань промывают.

Данный способ печатания имеет ряд недостатков: азотол расходуется непроизводительно и трудно смывается с ткани; сложно получить разнообразную цветовую гамму, так как варьировать можно только азосоставляющую; необходима дополнительная операция азотолитования ткани.

Указанные недостатки послужили причиной создания второго способа печатания, когда азо- и диазосоставляющие наносятся на ткань в составе одной печатной краски. При этом диазосоединение находится в неактивной форме, которая не способна реагировать с азотолитами. Сочетание происходит только после нанесения печатной краски на ткань, путём перевода пассивной формы диазосоединения в активную, которая и сочетается с азотолами.

Разработано несколько вариантов реализации этого способа, из которых наибольшее применение получил способ печати нейтрально проявляемыми *диазаминолами* (пологены, нейтрогены, диазаминолы с маркой Н и др.) Диазоаминосоединения в этих препаратах устойчивы в обычных условиях, а в условиях запарного зрельника

при высокой влажности и температуре, распадаются с выделением активного диазосоединения. Оно вступает в реакцию с азотолятом, образуя на ткани нерастворимый азопигмент. Ткань печатают составом, содержащим пологен, мочевины, гидроксид натрия, сульфат магния и загуститель, сушат, запаривают в паровой среде и промывают.

На тканях, окрашенных азоидными красителями, получают белые и цветные печатные узоры вытравным и резервным способами.

Технологический процесс получения *белой вытравки* состоит в следующем. На ткань наносят печатный состав, содержащий ронгалит, антрахинон в виде пасты с глицерином, поташ (K_2CO_3), загустку и воду. Напечатанную ткань высушивают, пропускают через паровой зрельник и промывают.

Для получения *цветной вытравки* используют кубовые красители, при этом в зрельнике они переходят в растворимую форму, а на стадии промывки их окисляют до нерастворимого пигмента.

Для того чтобы получить *белый узор резервным способом* печати по фону из азоидных красителей, в печатный состав вводят восстановители или серноокислые соли цинка и алюминия. Восстановители превращают соли диазония в неактивные соединения, а соли нейтрализуют щёлочь и переводят азотол в нерастворимую форму, не способную вступать в реакцию азосочетания. Образующиеся при этом осадки гидроксидов металлов затрудняют проникновение в волокно диазорастворов.

Для получения *цветных резервных расцветок* на азотолированную ткань наносят загущенный раствор диазоля с целью полного связывания азотолята в местах нанесения рисунка. Последующее высушивание полностью разрушает избыток диазоля и при пропуске ткани через раствор диазоля другого цвета реакция азосочетания протекает только в тех местах, где отсутствует рисунок.

Образование на волокне красителя чёрного анилина

Этот пигмент чёрного цвета отличается непревзойденными колористическими показателями и насыщенностью цвета. Он обеспечивает получение очень прочных окрасок, стойких к свету, стиркам и трению.

Крашение *чёрным анилином* в настоящее время применяют редко, однако возможность получения глубокой чёрной окраски, недостижимой никаким другим классом красителей, обеспечивает его

применение в прямой печати, а также при получении белых и цветных узоров по черно-анилиновому фону.

Этот пигмент получают непосредственно на ткани окислением анилиновой соли ($C_6H_5NH_2 \cdot HCl$) в присутствии катализаторов. Реакция образования красителя идёт при высокой температуре и влажности. В качестве окислителя обычно используют хлорат калия ($KClO_3$), в качестве катализатора – железистосинеродистый калий $K_4[Fe(CN)_6]$.

При *прямой печати* чёрным анилином в состав печатной краски вводят анилиновую соль, окислитель, катализатор, воду и загустку. После нанесения печатного состава ткань сушат и обрабатывают в запарном окислительном зрельнике в течение 1 минуты при температуре $98^\circ C$. Затем проводят обработку раствором $K_2Cr_2O_7$ в присутствии соды или перекиси водорода в сочетании с уксусной кислотой для завершения процесса окисления, далее окончательно промывают.

Белые и цветные узоры по чёрно-анилиновому фону можно получить только *резервным способом*, поскольку окраска столь прочная, что не может быть разрушена путём вытравки. В качестве резервирующих веществ используют вещества щелочного характера и восстановители. Щёлочь нейтрализует анилиновую соль, выделяя свободный анилин, который в нейтральной среде не окисляется. Восстановители погашают действие окислителей.

Резервирование проводят на ткани, пропитанной чёрно-анилиновым раствором, содержащим: анилиновую соль, $KClO_3$, $K_4[Fe(CN)_6]$ и воду. Материал высушивают при температуре $60-70^\circ C$ таким образом, чтобы предотвратить появление зеленоватого окрашивания. По сухой ткани печатают резервным составом, содержащим кальцинированную соду, окись цинка и загустку. Далее следует сушка, пропуск через окислительный зрельник и промывка. В местах нанесения резервного состава на чёрном фоне получают белый рисунок. Для получения цветных узоров по чёрно-анилиновому фону можно применять кубовые, активные красители и диазаминолы.

3.3.7. Печатание пигментами

По своей химической природе *пигменты* относятся к различным классам химических веществ. Их объединяет абсолютная нерастворимость в воде. В водных красильных ваннах или в составе

печатных красок они образуют высокодисперсные системы. В качестве пигментов можно использовать неорганические вещества: окись цинка, двуокись титана, ультрамарин, сажу, металлические порошки и др. Спектр органических пигментов составляют: нерастворимые в воде азо-, антрохиноновые, индигоидные, фталоцианиновые и другие красители. Пигментные красители не проявляют сродства к волокну, не проникают в его внутреннюю структуру, а фиксируются за счёт «пришивки» к внешней поверхности элементарных волокон с помощью специального связующего вещества, образующего на волокне в процессе последующей термообработки окрашенную пигментом прозрачную эластичную плёнку.

Основным требованием, предъявляемым к пигментным красителям, является высокая степень дисперсности. Выпускные формы пигментов должны содержать частицы размером не более 2 мкм, иначе их объём превысит толщину образующейся плёнки связующего вещества, что приведет к снижению устойчивости окраски к трению.

Высокие требования предъявляются и к *связующему веществу*. В условиях тепловой обработки оно должно образовывать на поверхности элементарных волокон плёнку, обладающую следующими свойствами:

- она должна иметь высокую адгезионную способность, то есть способность удерживать пигменты в структуре плёнки и на волокне;
- плёнка должна быть прозрачной, эластичной, нетоксичной, устойчивой к механическим воздействиям, к свету и химической чистке.

Подобрать индивидуальный полимер, отвечающий всему комплексу требований, практически невозможно. Поэтому на практике в качестве связующего используют композиции на основе термопластичных и терморезистивных полимеров.

Термопластичные полимеры, как правило, производные акриловой кислоты, служат для образования прозрачной плёнки. Их называют *плёнообразующими*.

Терморезистивные полимеры – метилольные производные мочевины и триазина – применяются как «сшивающие» реагенты. Они обеспечивают прочную связь плёнки, внутри которой распределены частицы красителя, с волокном. Их называют *сеткообразующими*. «Сшивающие» реагенты при пигментном крашении или печатании

образуют ковалентные связи не только с макромолекулами целлюлозы, но и с пигментом, и с термопластичным полимером.

Пигменты применяют при печатании текстильных материалов из всех видов волокон и их смесей, поскольку закрепление пигментов на ткани происходит не за счёт межмолекулярных и химических связей, а посредством связующего. Этот факт является одним из основных достоинств пигментной печати.

В состав печатной краски входят тонкодисперсный пигмент; комплексное связующее (термопластичный и термореактивный полимеры); катализатор кислой природы; загустка и различного рода текстильные вспомогательные вещества, улучшающие качество плёнки, окрасок и потребительские свойства готовых тканей. После печатания и сушки ткань подвергают термической обработке при температурах 140–160°C в течение 3–5 минут в зависимости от природы волокна. Промывка после печатания пигментами не требуется, поскольку степень их фиксации близка к 100%. Это существенно упрощает технологический цикл печати, но при этом возникает проблема при выборе загустителя. Он должен удаляться с ткани в процессе сушки и термообработки, иначе ткань приобретает дополнительную жёсткость, помимо той, что даёт плёнка связующего. В качестве загустителей можно использовать эмульсионные загустки, представляющие собой вязкие растворы не смешивающихся с водой органических растворителей. Её компоненты, вследствие летучести, полностью удаляются с ткани при сушке. Однако, при этом возникает опасность загрязнения сточных вод и атмосферы.

Более перспективными загустителями для пигментной печати являются композиции на основе сополимеров акриловой и малеиновой кислот, редко сшитых определенными количеством поперечных связей. Отечественная химическая промышленность производит для пигментной печати связующие и загустители на основе акрилатов (эмукрил М, эмукрил П).

Пигментная печать широко используется для художественного оформления швейных изделий. Этим способом наносятся различные рисунки, эмблемы на детали кроя или готовые швейные изделия. Пигменты применяют для оформления воротников, карманов, манжет и различных аксессуаров

3.4. КРАШЕНИЕ И ПЕЧАТАНИЕ ШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ

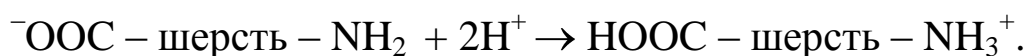
Основная масса шерстяных тканей выпускается в гладкокрашеном виде. В набивном виде шерстяная промышленность выпускает в основном штучные изделия (платки, палантины, скатерти) высокой художественной ценности. В малом объёме вырабатывают также шерстяные и полушерстяные набивные ткани.

Для колорирования шерстяных тканей используют в основном *кислотные, хромовые и кислотные металлокомплексные* красители.

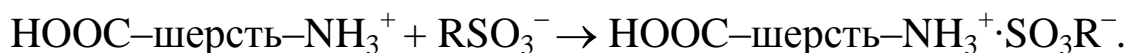
3.4.1. Крашение кислотными красителями

Кислотные красители относятся к классу водорастворимых анионных красителей и являются натриевыми солями сложных органических сульфокислот. Поэтому их общая формула, подобно прямым красителям, имеет вид $R - SO_3Na$. Однако строение органического радикала у них иное, чем у прямых красителей, поэтому они не проявляют сродства к целлюлозным волокнам. Эти красители способны окрашивать лишь белковые и полиамидные материалы, то есть те волокна, в молекулах которых содержатся аминогруппы, придающие волокну основной характер.

Название *кислотные* красители получили потому, что их фиксация на волокне происходит преимущественно в кислой среде. В присутствии кислот ионы водорода, образующиеся при их диссоциации в водных красильных растворах ($HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$), нейтрализуют отрицательный заряд карбоксильных групп и одновременно создают положительный заряд на аминогруппах волокна:



В результате анион красителя взаимодействует с положительно заряженными аминогруппами волокна за счёт сил электростатического притяжения, образуя ионную химическую связь:



Энергия ионной химической связи колеблется в широких пределах от 41 до 82 кДж/моль, поэтому устойчивость окрасок к мокрым обработкам в значительной степени зависит от химической природы красителя. Последняя определяет характер перехода красителя на волокно и равномерность получаемых окрасок.

Наличие противоположных зарядов у волокна и красителя обеспечивает очень быстрый переход частиц красителя на волокно, в результате чего они крайне быстро сорбируются поверхностью волокна, не успевая проникнуть в его структуру. Для повышения равномерности окраски крашение необходимо проводить в присутствии электролитов или специальных выравнивателей. Электролиты поставляют в раствор отрицательно заряженные неорганические ионы малого размера:



Они затормаживают сорбцию анионов красителя, частично нейтрализуя положительный заряд аминогрупп волокна. В связи с этим электролиты используются как выравниватели окраски.

В качестве специальных *выравнивающих веществ* могут быть использованы ПАВ анионного, катионного и неионогенного характера. *Анионактивные* препараты частично нейтрализуют положительный заряд волокна; *катионактивные* вступают в реакцию с анионами красителя и увеличивают их размеры, затрудняя движение к волокну и уменьшая способность к электростатическому притяжению. *Неионогенные* препараты сольватируют молекулы красителей и воздействуют на активные группы волокна.

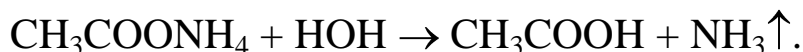
В зависимости от химической природы и технологических свойств (средства к волокну, диффузионной и выравнивающей способностей) все кислотные красители делятся на три группы.

1. *Хорошоравнивающие* кислотные красители имеют малую молекулярную массу, высокую растворимость, низкое сродство к волокну и высокую скорость диффузии. Устойчивость окрасок у них самая низкая. Поэтому крашение следует проводить при низком значении $\text{pH}=2-4$, которое достигается введением в красильный раствор минеральной кислоты (H_2SO_4). Применение выравнивателей не требуется.

2. *Средневыравнивающие* кислотные красители обладают средней молекулярной массой, низкой растворимостью, склонностью к агрегации, проявляют высокое сродство и низкую скорость диффузии. Устойчивость окрасок к мокрым обработкам у этих красителей хорошая. Крашение ими проводят при $\text{pH}=4-6$, что достигается введением уксусной кислоты. Для улучшения равномерности окраски целесообразно использовать электролиты.

3. *Плоховыравнивающие* красители имеют высокую молекулярную массу, плохую растворимость, склонны к агрегации, прояв-

ляют высокое сродство к волокну и низкую диффузионную способность. Дают окраски высокой прочности, но низкой равномерности. Крашение проводят при $\text{pH}=6-7$, что создаётся введением ацетата аммония ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$), и в присутствии электролитов или выравнителей. Ацетат аммония в начальный период крашения, когда концентрация красителя в растворе велика, не снижает pH среды. По мере крашения он гидролизуется:



Это приводит к уменьшению pH вследствие образования уксусной кислоты, что обеспечивает более полный и быстрый переход оставшегося красителя из раствора на волокно.

Крашение шерсти кислотными красителями традиционно проводится периодическим способом. Крашение начинают при $30-40^\circ\text{C}$, вводят в раствор соответствующий кислотный агент, если надо – выравнитель и обрабатывают 10–15 минут. Затем вводят раствор красителя, постепенно нагревают ванну до кипения и красят в течение 60 минут. Далее следует промывка.

3.4.2. Крашение хромовыми и металлкомплексными красителями

Хромовыми называются кислотные красители, содержащие группировки, способные образовывать с солями трёхвалентного хрома прочные труднорастворимые комплексные соединения. Они окрашивают шерсть так же, как обычные кислотные красители, но с применением хромовых протрав. В результате краситель фиксируется на волокне не только за счёт водородных и ионных сил, но и с помощью координационной связи, что обуславливает высокую прочность окрасок ко всем видам физико-химических воздействий и значительно повышает светостойкость окраски волокна.

При хромировании обычно используют растворы хромпика $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Восстановителем, переводящим шестивалентный хром в трёхвалентный, может служить само волокно, так как дисульфидные группы цистинового кислоты, содержащиеся в шерсти, проявляют восстановительные свойства.

На практике применяют три способа крашения шерсти хромовыми красителями:

- с предварительным хромированием перед крашением;

- с последующим хромированием окрашенных тканей;
- крашение с одновременным хромированием.

Хромирование осложняет технологический процесс и приводит к изменению оттенка красителя. Поэтому более перспективными являются *металлкомплексные* кислотные красители. В молекулы этих красителей атомы металлов, способные образовывать координационные связи, введены ещё на стадии их синтеза. Технология крашения аналогична той, что применяется для обычных кислотных красителей, а результаты крашения подобны хромовым – получают более прочные окраски по причине образования дополнительных координационных связей и малорастворимых комплексов.

3.4.3. Крашение шерсти активными красителями

В шерстяной отрасли используют активные красители, которые маркируются индексом *Ш*, например, активный ярко-зелёный 4ЖШ. К таким красителям предъявляются следующие требования:

- реакционная способность красителя по отношению к шерсти должна проявляться в кислой, а не в щелочной среде;
- реакционная способность красителя должна обеспечиваться в условиях, отличных от тех, в которых протекает сорбция красителя;
- степень ковалентной фиксации должна составлять 80–90%;
- ковалентно незафиксированный краситель должен иметь высокое сродство к волокну во избежание резкого снижения прочности окрасок к мокрым обработкам.

Крашение шерсти активными красителями проводится аналогично кислотному крашению при $pH=4,5-5$ в течение 60–90 минут с целью обеспечения высокой степени фиксации. Для удаления ковалентно не связанного красителя красильный раствор охлаждают до $80^{\circ}C$ и нейтрализуют 2–4%-ным раствором аммиака до $pH=8-8,5$, далее материал промывают в течение 10–15 минут.

3.4.4. Печатание шерстяных тканей

Печатание чистошерстяных тканей и платков кислотными и активными красителями дает требуемую яркость окрасок. Металлсодержащие и хромовые красители, хотя и дают тусклые окраски, но применяются для печатания некоторых участков рисунка. Печа-

тание красителями различных классов возможно, если их фиксация протекает в одинаковых условиях.

Нанесение печатных красок осуществляют на машинах с сетчатыми шаблонами. В состав печатных красок при печати кислотными красителями вводят: краситель, глицерин, мочевины, уксусную кислоту и загуститель, при печати активными красителями – краситель, мочевины, лудигол, уксусную кислоту, ацетат натрия и альгинатную загустку. Высушенную ткань запаривают в среде насыщенного пара в течение 30–40 минут. Последующая промывка позволяет удалить с ткани загустку, незафиксированный краситель и вспомогательные вещества.

3.5. КРАШЕНИЕ И ПЕЧАТАНИЕ ТКАНЕЙ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО ШЁЛКА

Изделия из натурального шёлка окрашиваются кислотными, активными, прямыми красителями и кубозолями.

Шёлк могут окрашивать *кислотные красители* всех групп, но большинство из них дают недостаточно устойчивые окраски. Наилучшие результаты получают при использовании кислотных металл-комплексных красителей. Механизм и технология крашения аналогичны крашению шерсти.

Для крашения изделий из натурального шёлка пригодны около 30 марок прямых светопрочных красителей, которые позволяют получать на изделиях из натурального шелка достаточно яркие и устойчивые окраски. Крашение осуществляют периодическим способом при температуре 90°C в нейтральной или слабощелочной среде, применяя умягчённую воду.

Наиболее прочные окраски дают активные красители. Крашение начинают в нейтральной среде и только в конце процесса вводят раствор соды, чтобы обеспечить образование ковалентной связи красителя с волокном. Завершают процесс мыловкой горячим раствором моющих средств при температуре 80°C с целью удаления гидролизованного красителя и окончательной промывкой в воде. Температура крашения зависит от свойств красителя.

Для крашения шелка можно использовать *кубозоли*. Процесс проводят в кислой среде, создаваемой уксусной кислотой при температуре 90°C. Проявление окраски проводят в растворах бихромата

калия. После промывки для восстановления блеска проводят оживление в растворах уксусной кислоты.

Расцветки *кислотными красителями* на материалах из натурального шёлка не обладают светостойкостью и недостаточно устойчивы к мокрым обработкам, но они просты для воспроизведения и дают очень яркие окраски.

Печатные краски содержат: кислотный краситель, мочевины, глицерин, воду и загуститель. Иногда в состав вводят винную кислоту. После нанесения рисунка краситель фиксируют в зрельнике в течение 40 – 50 минут, затем ткань промывают.

Печатание тканей *активными красителями* осуществляют бикарбонатным способом с использованием альгинатных загусток. После печатания и сушки ткань обрабатывают в зрельнике (25 минут), промывают и сушат.

Для вытравного способа печати по окрашенным шёлковым тканям применяют кубовые индигоидные красители, не требующие больших концентраций щёлочи для растворения.

3.6. КРАШЕНИЕ И ПЕЧАТАНИЕ ТКАНЕЙ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН И АЦЕТАТНОГО ШЁЛКА

Синтетические волокна и ацетатный шёлк практически не окрашиваются ранее рассмотренными классами красителей по причине высокой степени кристалличности и гидрофобности. Для их крашения были специально синтезированы *дисперсные красители*.

3.6.1. Крашение дисперсными красителями

По химическому строению дисперсные красители относятся к полярным органическим соединениям, малорастворимым в воде. Поскольку их молекулы не содержат сульфо- и карбоксильных групп, в водных растворах они не диссоциируют на ионы, поэтому не несут на себе заряда. Ограниченная растворимость (0,1 – 150 мг/л) обусловлена наличием в малых по размерам молекулах сильнополярных групп ($-\text{NH}_2$, $-\text{N}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_2$, $-\text{OH}$, $-\text{OCH}_3$ и др.). Растворимость красителей увеличивается при температуре выше 80°C и в присутствии поверхностно-активных веществ. Красители имеют высокую температуру плавления и склонны к сублимации, то есть об-

ладают способностью при нагревании переходить в газообразное состояние.

Растворы красителей данного типа представляют собой высокодисперсные системы, в которых частицы красителя находятся как в мономолекулярной (растворимой), так и в твёрдой фазах. Таким образом, крашение всегда проводят в насыщенных при заданной температуре растворах. Чем выше степень дисперсности красителей в выпускной форме, тем устойчивее суспензия и тем более насыщенную и ровную окраску можно получить. По мере поглощения волокном молекул красителя, в раствор переходит дополнительное количество красящего вещества. Красители удерживаются на волокне за счёт межмолекулярных сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей.

С целью повышения скорости диффузии дисперсных красителей в высококристаллические синтетические полимеры крашение проводят при высоких температурах, оптимальных для каждого материала в зависимости от его химической природы, или в присутствии специальных веществ, вызывающих набухание волокна или снижающих степень его кристалличности.

Дисперсные красители находят широкое применение в крашении и печатании текстильных материалов из ацетатных, полиамидных и полиэфирных волокон, проявляющих свойства термопластичности. В связи с этим температура крашения должна превышать температуру стеклования указанных волокон.

Крашение тканей проводят как периодическим, так и непрерывным способами, при этом возможны следующие варианты организации процессов: окрашивание из водных дисперсий, из растворов органических растворителей, с использованием термического способа фиксации красителя, а также с применением в качестве рабочей среды паров органических растворителей. Наибольшее применение получили способы крашения из водных дисперсий.

Крашение из водных дисперсий *периодическим способом* проводят следующим образом. Перед крашением ткань обрабатывают в растворе ПАВ при температуре 40 – 45°C в течение 10 минут. Затем в эту же ванну вводят суспензию красителя и обрабатывают материал при оптимальной температуре, зависящей от природы волокна. При крашении ацетатных волокон она не должна превышать 85°C, чтобы не допустить поверхностного омыления волокна. Полиамидные волокна окрашивают при кипении, а полиэфирные – при

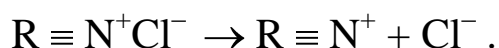
120 – 130°С в специальных автоклавах, работающих под давлением. Повысить восприимчивость синтетических и ацетатных волокон к дисперсным красителям можно за счёт использования интенсификаторов. Их введение в раствор позволяет проводить процесс крашения полиэфирных волокон на традиционном оборудовании при температурах кипения красильного раствора. В качестве интенсификаторов используют органические вещества: фенолы, хлорбензол, бензойную и салициловую кислоты. Интенсификатор способствует растворению красителя, образует с ним комплекс, который легче проникает в структуру материала, выполняя функции переносчика красителя из раствора на волокно. Кроме того, интенсификатор вызывает набухание волокна, разрыхляет и пластифицирует его, увеличивая количество доступных активных групп, на которых может фиксироваться краситель. Однако следует иметь в виду, что интенсификаторы, как правило, являются токсичными веществами и снижают светостойкость окрасок. После крашения ткань промывают тёплой и холодной водой. При промывке окрашенных полиэфирных волокон производят их обработку щелочным раствором восстановителя с целью удаления поверхностно-фиксированного красителя и повышения прочности окрасок.

Из *непрерывных способов* наибольшее распространение получило термозольное крашение, включающее следующие стадии: плюсование ткани водной суспензией красителя при температуре 80°С, промежуточную сушку до 30%-ной остаточной влажности, окончательную сушку и термическую обработку при 200–210°С в течение 30 – 90 секунд.

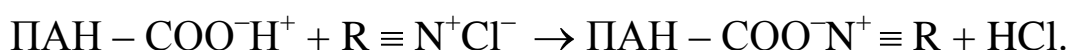
Для крашения тканей из полиамидных волокон, кроме дисперсных красителей, можно использовать прямые, кислотные и активные красители. Колорирование проводят по механизму и технологии, применяемой для крашения белковых волокон. Кроме того, для полиамидов созданы специальные дисперсные активные красители, которые не имеют групп, придающих им растворимость, но содержат активные атомы, обеспечивающие образование ковалентной связи с волокном.

3.6.2. Крашение полиакрилонитрильных волокон катионными красителями

Дисперсные красители образуют на ПАН-волокнах малоинтересную в колористическом отношении окраску. В результате, для их крашения были созданы специальные красители, которые получили название *катионных*. В отличие от ранее рассмотренных анионных красителей, окрашенные частицы которых заряжены отрицательно, катионные красители в водных растворах диссоциируют с образованием катиона – положительно заряженной частицы:



В результате красители выбираются из раствора отрицательно заряженными карбоксильными группами ПАН-волокна за счёт сил электростатического притяжения и фиксируются на материале с образованием ионной химической связи:



Катионные красители для ПАН-волокон образуют на них яркие окраски практически полной цветовой гаммы, устойчивые к физико-химическим воздействиям. Крашение материала проводят в присутствии кислоты и нейтрального электролита. Они необходимы для получения равномерных окрасок. Кислота подавляет диссоциацию карбоксильных групп волокна, замедляя переход красителя из раствора. Чтобы не допустить полной нейтрализации отрицательных зарядов и прекращения за счёт этого процесса крашения, часть кислоты заменяется нейтральным электролитом. Положительно заряженные ионы электролита конкурируют с катионами красителя за возможность взаимодействия с диссоциированными карбоксильными группами. Это замедляет процесс перехода красителя на волокно и делает окраски более равномерными. Ввиду того, что сродство катионных красителей к ПАН-волокнам очень велико, а скорость диффузии замедлена по причине высокой кристалличности и гидрофобности волокна, для получения прочных и равномерных окрасок необходимо:

- хорошо растворить краситель (этому способствует введение в раствор кислоты);
- создать условия, соизмеряющие скорость процессов сорбции и диффузии;
- выдержать оптимальный температурный режим крашения.

Крашению катионными красителями в основном подвергают волокно, из которого вырабатывают камвольные ткани, окрашенную пряжу или трикотажные полотна.

При крашении по *периодическому способу* в состав красильного раствора вводят краситель, уксусную кислоту до $\text{pH} = 4,5$ и электролит (Na_2SO_4). Крашение ведут по ступенчатой температурно-временной программе: начинают при 60°C и красят в течение 10 минут, затем в течение 20 минут раствор нагревают до 80°C . При этой температуре ПАН-волокно по причине термопластичности способно переходить в расстеклованное высокоэластическое состояние и поглощать краситель. Далее раствор медленно (70 – 80 минут) нагревают до кипения и окрашивают материал ещё 45 – 60 минут. После крашения раствор медленно охлаждают до 70°C с целью сохранения упругоэластических свойств волокна и проводят промывку холодной водой.

Для повышения равномерности окраски помимо электролитов можно использовать специальные высокомолекулярные выравниватели катион- или анионактивного характера. Для интенсификации процессов крашения и печатания используют ускорители (резорцин, этиленкарбонат и др.), которые снижают температуру стеклования волокна.

3.6.3. Печатание тканей из синтетических волокон и ацетатного шёлка

Для узорчатого расцвечивания тканей из синтетических и ацетилцеллюлозных волокон в основном используют дисперсные красители. Механизм их фиксации на волокне при крашении и печатании идентичен. Большое значение при этом имеет правильный выбор загустителей. В качестве последних используют альгинаты или эфиры целлюлозы и крахмала. Для повышения степени фиксации красителей в состав печатной краски рекомендуется вводить интенсификаторы процесса (резорцин, мочевины), которые способствуют максимальному переходу красителя из слоя печатной краски в волокно.

Фиксация дисперсных красителей на гидрофобных термопластичных волокнах происходит в запарном зрельнике при температуре $100 - 140^\circ\text{C}$ или при термообработке при $150 - 180^\circ\text{C}$ в течение 4 – 5 минут. Достаточно эффективным способом фиксации дисперс-

ных красителей на синтетических волокнах является способ *переводной термопечати*.

Для печатания тканей и трикотажных полотен из ПАН-волокон катионными красителями в состав печатной краски вводят: краситель, уксусную кислоту, мочевины, сульфат аммония и загуститель. Фиксация осуществляется в зрельниках в среде насыщенного пара при 102 – 103°С в течение 20 – 30 минут. Далее производят промывку тёплой и холодной водой.

3.7. КРАШЕНИЕ И ПЕЧАТАНИЕ ТКАНЕЙ ИЗ СМЕСИ ВОЛОКОН

Для выработки смесовых тканей используют комбинации из двух – трех видов натуральных и химических волокон, окрашиваемых различными типами красителей. Крашение готовых изделий в этом случае либо вообще невозможно, либо требует специальных условий.

Часто крашение волокон смеси проводят отдельно, а затем вырабатывают пряжу или ткань (меланжевую, камвольную). Раздельное крашение волокон применяется также при выработке тяжёлых плотных тканей (например джинсовых), колорирование которых в готовом виде затруднено.

При окрашивании готовых материалов из смеси волокон необходимо соблюдать особые требования.

- Использовать по возможности класс красителей, одинаково пригодный для крашения всех компонентов смеси. При этом краситель должен давать окраски, близкие по интенсивности, яркости, устойчивости к физико-химическим воздействиям, на всех составляющих смеси. Например, для хлопковискозных тканей можно использовать прямые, кубовые и активные красители; для смеси шерсти или шёлка с полиамидными волокнами – кислотные красители.

- В случае отсутствия общего класса красителей каждая составляющая должна окрашиваться красителем, наиболее пригодным для данного волокна, в условиях, не повреждающих остальные компоненты смеси. Например, для крашения тканей из хлопкополиэфирных волокон можно использовать композиции кубовых и дисперсных красителей; для тканей из шерсти и нитрона – смесь кислотных и катионных; для шерсти с лавсаном – кислотные и дисперсные красители. В то же время закрашивание целлюлозных во-

локон в смеси с шерстью кубовыми красителями невозможно, так как щелочные растворы восстановителей разрушают шерсть.

- Классы красителей, выбранные для колорирования, должны соответствовать друг другу по цвету, оттенку, яркости и прочности. Например, применение прямых и дисперсных красителей для крашения хлопколавсановых тканей нецелесообразно, так как красители обладают различной яркостью и устойчивостью окрасок.

- Крашение компонентов смеси можно производить в одной ванне или последовательно в различных красильных растворах.

Печатание тканей из смеси волокон, кроме перечисленных особенностей выбора красителя, осложняется ещё и разными условиями, необходимыми для фиксации красителя на волокне, подобрать которые достаточно сложно. Поэтому в настоящее время особое внимание уделяется созданию красителей, обладающих сродством и к химическим, и к природным волокнам. Подобным требованиям отвечают пигменты. Кроме того, хлопкополиэфирные ткани можно печатать способом переводной термопечати.

4. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ТКАНЕЙ

В результате процессов заключительной отделки происходит значительное улучшение качества тканей, повышение долговечности и износостойкости изделий из них. Заключительной отделке подвергают отбеленные, гладкокрашенные и набивные ткани. Ее основной задачей является придание тканям завершеного товарного вида, красивого эстетического оформления, стандартной ширины. На этом этапе в зависимости от назначения материала также необходимо придать ему жёсткость или мягкость, добротность, драпируемость, шелковистость, повысить эластичность, а если необходимо – и специальные свойства (водоотталкивающие, огнезащитные, противогнилостные и др.).

Все процессы заключительной отделки делят на *механические* и *химические*. Механические процессы отделки включают сушку, придание стандартной ширины, исправление перекосов уточных нитей, обработку на каландрах, механическую усадку, стрижку, чистку и др. В процессах химических обработок на ткань наносят специальные химические составы – *аппреты*.

В зависимости от их природы и назначения различают традиционную и специальную химические отделки. *Традиционная хими-*

ческая отделка предназначена для улучшения грифа готовой ткани и придания ей товарного вида. *Специальная отделка* заключается в придании тканям новых свойств: несминаемости, безусадочности, огнестойкости, гидрофобности и др.

Для получения высококачественных тканей химические виды отделок сочетают с механическими обработками. Поскольку ткани из различных волокон обладают специфическими свойствами и имеют разное целевое назначение, то к технологии их заключительной отделки следует подходить дифференцированно.

4.1. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ТКАНЕЙ ИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

Несмотря на многие преимущества хлопчатобумажных, вискозных штапельных и льняных тканей перед другими материалами, они обладают и существенными недостатками. В частности эти ткани недолговечны, легко сминаются, обладают склонностью усаживаться при стирках. Эти недостатки могут быть устранены путём нанесения на ткань соответствующих отделочных препаратов, выбор которых определяется способом отделки.

Основными операциями заключительной отделки тканей из целлюлозных волокон являются: *аппретирование*, *придание стандартной ширины* и *каландрирование*.

4.1.1. Аппретирование тканей

Аппретирование производится с целью улучшения внешнего вида ткани, повышения её износостойкости и придания специальных свойств. Обязательными операциями технологического процесса аппретирования являются *пропитка* ткани соответствующим составом и последующая её *сушка*. Для некоторых видов отделок необходима дополнительная *термическая обработка*. Вид отделки и её качество зависят от назначения ткани, сообщаемых эффектов, степени закрепления аппрета на волокне, устойчивости к стиркам, химической чистке и другим воздействиям.

Для аппретирования хлопчатобумажных и льняных тканей наиболее широко используются **крахмальные аппреты**, в состав которых входят расщеплённый (частично переведенный в растворимую форму) крахмал, мыло, глицерин, вода и иногда смягчители. При аппретировании бельевых полотен и тканей с белоземельным

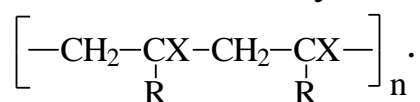
рисунком для повышения степени белизны фона применяют ультрамарин или оптические отбеливающие вещества (ООВ). Крахмальные аппреты вымываются из ткани в процессе стирки, одновременно с этим исчезает и приданный эффект – наполненность, жёсткость, гладкость.

В связи с этим более эффективными являются **малосмываемые аппреты**, которые, выполняя функции крахмала, достаточно прочно удерживаются на волокне при стирках. Они также улучшают внешний вид тканей, придают им необходимую упругость, шелковистость, значительно повышают стойкость материала к истиранию, создают условия для удобства раскроя полотна и пошива изделия. В качестве малосмываемых аппретов используют:

- *термопластичные полимеры* (отделка *МАПС* – малосмываемый аппрет с применением пластичных смол);
- *терморреактивные полимеры* (отделка *МАРС* – малосмываемый аппрет реактивными смолами);
- *акриламиды* ($\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CO} - \text{NH}_2$), которые, обладая ненасыщенной двойной связью, способны легко полимеризоваться и реагировать с подвижными атомами водорода гидроксильных групп целлюлозы.

Аппреты на основе термопластичных смол

Термопластичные полимеры представляют собой высокомолекулярные соединения, получаемые по реакции полимеризации и имеющие химическое строение соответствующее общей формуле:



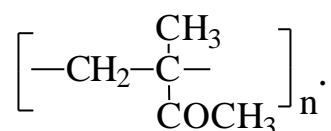
Если в этой структурной формуле X и R заменить конкретными группами, то можно получить некоторые ВМС, наиболее часто используемые для получения на тканях малосмываемых аппретов:

| | X | R |
|----------------------------------|-----------------|--------------------------------------|
| Полиэтилен | H | H |
| Поливинилхлорид | H | -Cl |
| Поливинилацетат | H | -OCOCH ₃ |
| Полистирол | H | - |
| Поливиниловый спирт | H | -OH |
| Эфиры ПВС | H | -OC _n H _{2n-1} |
| Эфиры полиакриловой кислоты | H | -COOC _n H _{2n-1} |
| Эфиры полиметилакриловой кислоты | CH ₃ | -COOC _n H _{2n-1} |

Указанные ВМС нерастворимы в воде и при отделке тканей применяются в форме высокодисперсных эмульсий – *латексов*. При нанесении на ткань они образуют на её поверхности прозрачные высокоэластичные плёнки, которые обладают высокой адгезионной способностью по отношению к целлюлозе.

При использовании латексов для аппретирования тканей их разбавляют водой до концентрации 2 – 5% в пересчёте на сухую смолу. Чем тоньше плёнка, тем выше её сцепляемость с волокном. Для смягчения образующейся на ткани плёнки в состав аппрета рекомендуется вводить специальные добавки – ализариновое масло, стеарокс и моющие ПАВ. Технологический процесс обработки включает пропитку ткани составом на основе латекса, отжим и сушку.

Для аппретирования бельевых и белоземельных тканей наилучшие результаты даёт полиметилметакриловый латекс (ПММА):



Он представляет собой эмульсию белого цвета с концентрацией сухого вещества 30 – 33% и образует на ткани прозрачную эластичную плёнку, повышающую её белизну. Концентрация латекса в пропиточном растворе – 50 – 100 г/л, смягчителя – 2 – 3 г/л. При аппретировании мокроотжатой ткани концентрацию ПММА повышают до 160 г/л. Для повышения белизны материала в состав аппрета целесообразно вводить ООВ, из расчёта 0,2 – 0,3 г/л. Температура пропиточной ванны 20 – 25°C, отжим – 70 – 80%. Для аппретирования окрашенных и набивных тканей рекомендуется применять латекс СВХ. Он образует на ткани прочную, эластичную желтоватую плёнку. Наиболее высокую сопротивляемость истиранию сообщает тканям латекс СКС-30, получаемый сополимеризацией бутадиена со стиролом. После аппретирования устойчивость к истиранию возрастает в 5 и более раз. Если в раствор в качестве наполнителя ввести измельчённый порошок окиси кремния, то ткань приобретает дополнительную плотность и добротность, а её износостойкость увеличивается в 15 раз. Подобному виду отделки подвергают материалы, предназначенные для пошива спецодежды. В последнее время в качестве аппретирующих веществ наиболее часто используют полиэтиленовую и поливинилацетатную эмульсии. Они обеспечи-

вают устойчивую к стиркам отделку, повышающую прочность ткани на разрыв и истирание.

Применение латексов связано и с некоторыми недостатками. Они постепенно налипают на оборудование, образуют плотные трудноудаляемые наросты, являющиеся причиной образования на тканях определённого вида брака.

Знание химического строения, свойств и области практического применения термопластичных полимеров специалистам швейного производства необходимо по двум причинам.

- Нанесённые на ткань при отделке, они улучшают потребительские свойства материалов, но нередко затрудняют процессы их переработки в швейном производстве. Например, вызывают прорубание ткани на месте шва; приводят к нагреванию игл и их «затаскиванию» при высоких скоростях работы швейных машин. Кроме того, аппрет может затруднять дублирование воротников, манжет и прочих деталей одежды.

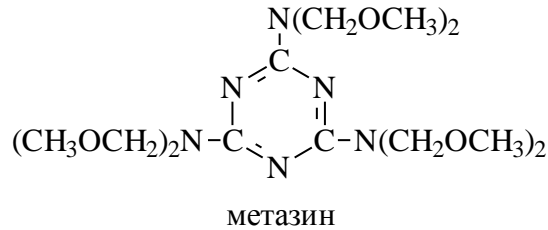
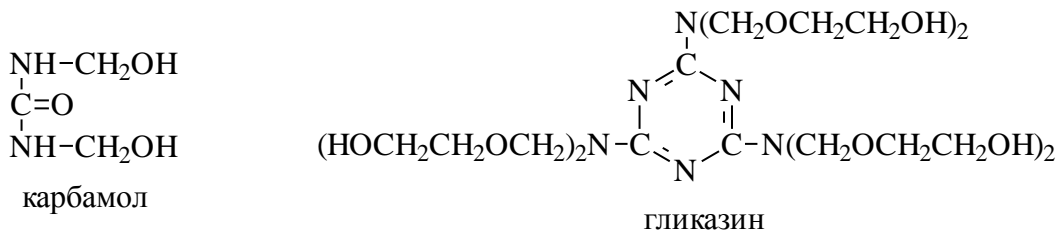
- Термопластичные полимеры часто используются в качестве клеевых прокладочных материалов при изготовлении швейных изделий.

Аппреты на основе термореактивных смол

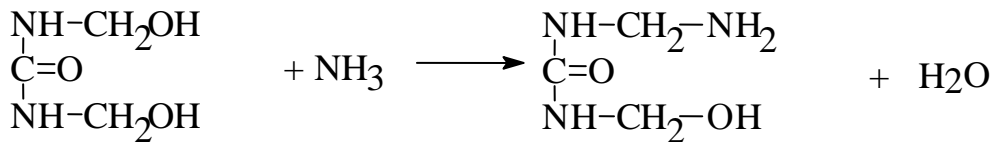
В отличие от термопластичных полимеров (ТПП), которые являются готовыми высокомолекулярными соединениями, *терморреактивные смолы* синтезируются непосредственно на ткани при её обработке предконденсатами терморреактивных смол.

Особенностью предконденсатов смол является наличие в их молекулах как минимум двух реакционно-способных групп. В результате они могут взаимодействовать друг с другом по реакции поликонденсации и образовывать высокомолекулярную смолу. Кроме того, они могут выполнять функцию «связующего» вещества, взаимодействуя одной из реакционных групп с волокном, а другой – с высокомолекулярным аппретом. В результате аппрет прочно фиксируется на волокне за счёт образования ковалентных химических связей. Следовательно, отделочные препараты на основе терморреактивных смол являются более устойчивыми к стиркам, чем латексы.

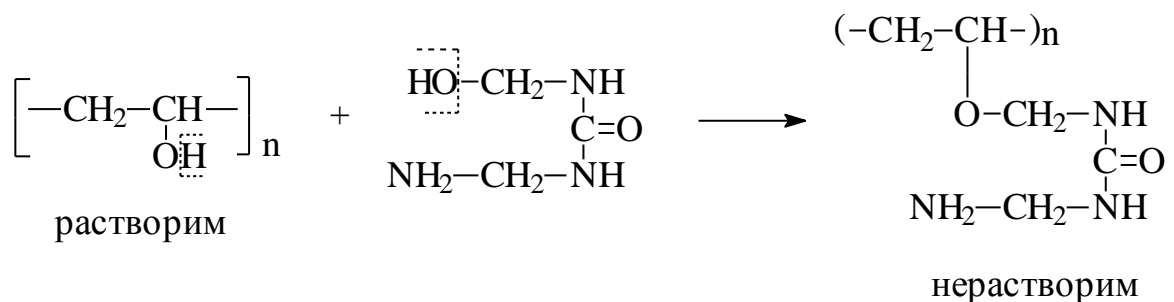
Из веществ, которые можно использовать для получения малосмываемых аппретов за счёт синтеза терморреактивной смолы на волокне, можно назвать следующие:



Для получения аппрета на основе **карбамола** используют модифицированный аммиаком препарат в смеси с поливиниловым спиртом или крахмалом. Модификация карбамола по схеме



необходима для снижения его активности. Вследствие того, что одна из метилольных групп «блокирована» аммиаком, модифицированный карбамол в условиях сушки (не выше 100°C) вступает в реакцию с крахмалом или ПВС и не реагирует с волокном. В результате «сшивки» макромолекул целлюлозы, усиливающей жёсткость структуры волокна, снижения его прочности не происходит. Реакцию с ПВС или крахмалом, приводящую к превращению наполнителей в нерастворимую форму, можно представить следующим образом:



«Задубливание» поливинилового спирта происходит достаточно быстро в присутствии катализатора, роль которого может выполнять NH_4Cl . Таким образом, для получения аппрета (*МАРС*) ткань пропитывают составом, содержащим карбамол, аммиачную воду, крахмал или ПВС и хлорид аммония; отжимают и высушивают. Полученный аппрет практически не удаляется при стирках, если после сушки материал подвергнуть термообработке при температуре 130°C. В этом

случае модифицированная аммиаком метилольная группа вновь приобретает активность за счёт отщепления NH_3 и химически взаимодействует с волокном. В результате отделки ткань не теряет прочность на разрыв, а устойчивость к истиранию возрастает в 2 – 3 раза.

Гликазин и *метазин* для получения малосмываемых аппретов можно использовать как с наполнителями, так и без них. Данные препараты гораздо дороже и дефицитнее карбамола, поэтому вышеописанный способ отделки является более предпочтительным.

4.1.2. Придание тканям свойств малосминаемости

В волокне между макромолекулами целлюлозы существуют достаточно слабые силы физического взаимодействия (силы Ван-дер-Ваальса) и водородные связи. Под действием механических нагрузок, особенно при одновременном увлажнении, в волокне возникают необратимые деформации, вызывающие образование складок, заминов и т.д. Деформация смятия ткани сопряжена с возникновением растягивающих усилий в определенных частях волокна, что приводит к разрыву непрочных межмолекулярных связей. После снятия сминающей нагрузки они не восстанавливаются, следовательно, волокно распрямляется и вытягивается.

Если между макромолекулами целлюлозы слабые связи чередуются с более прочными, то после снятия внешней нагрузки и растягивающих усилий, структура полимера возвращается в исходное состояние, а волокно сокращается до первоначальной длины. Такое волокно обладает упруго-эластичными свойствами и, следовательно, сохраняет свою форму и размеры. При этом ткань приобретает свойства *малосминаемости* и *малоусадочности*, а изделия из них – *формоустойчивость*.

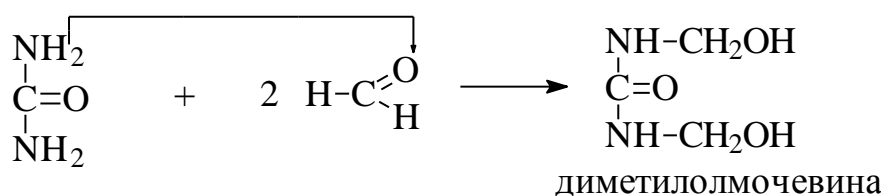
Для придания тканям упругих свойств и стабилизации структуры волокна необходимо образование прочных химических связей между его макромолекулами, чередующихся со слабыми водородными. Подобный результат достигается путём обработки ткани предконденсатами терморезактивных смол.

Ранее упоминалось, что молекулы предконденсатов содержат несколько реакционно-способных групп. Благодаря этому при нанесении на текстильный материал они одновременно участвуют в двух реакциях:

- с волокном, образуя ковалентные химические связи между смежными макромолекулами целлюлозы;
- друг с другом, образуя высокомолекулярную смолу.

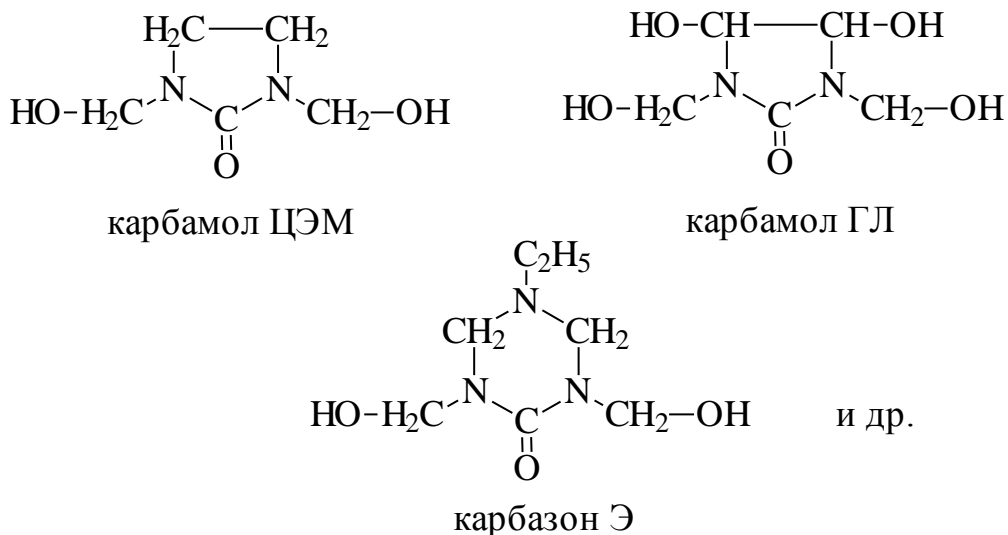
В качестве предконденсатов термореактивных смол используются различные химические соединения, отличающиеся строением, свойствами и способом практического применения. Всё многообразие существующих в настоящее время препаратов такого типа можно условно подразделить на *три группы*. В основу классификации положены принципы различной активности веществ по отношению к волокну, склонности к смолообразованию и условия применения.

В *первую группу* входят продукты конденсации мочевины и меланина с формальдегидом. Например, при взаимодействии мочевины с формальдегидом получают диметилормочевину:



На её основе выпускается технический продукт под названием **карбамол**. Из числа препаратов, производных меламиноформальдегида, выпускается **метазин**. Наличие у этих соединений большого числа свободных метилольных групп приводит к тому, что их молекулы легче реагируют друг с другом, чем с волокном. В результате данные препараты не могут храниться длительное время. При нанесении на ткань они образуют в волокне нерастворимую в воде полимерную смолу сетчатой структуры. Для повышения стабильности этих соединений их частично алкилируют, переводя метилольные группы в менее активные метилоксиметильные ($-\text{CH}_2-\text{OCH}_3$).

Ко *второй группе* относят такие соединения, которые противоположны по свойствам препаратам первой группы. Они более склонны вступать в реакции с целлюлозой, нежели друг с другом. К ним относятся метилольные производные этиленмочевины, ацетилендимочевины, пропиленмочевины и др. На основе этих соединений выпускаются препараты:

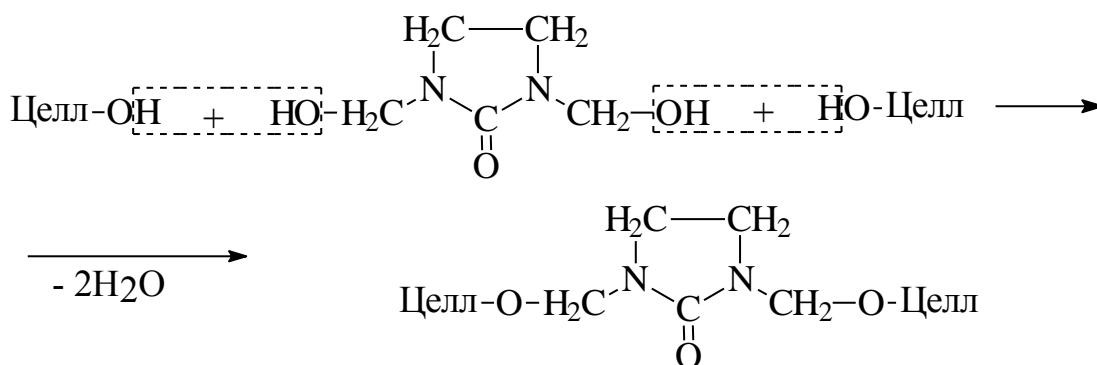


Характерным для них является отсутствие активного водорода у атомов азота, связанных с метилольными группами. Этот факт обуславливает резкое снижение активности их молекул в реакциях смолообразования как в растворе, так и на волокне и более высокую устойчивость при хранении.

В *третью группу* входят отделочные препараты, предназначенные для придания эффекта малой сминаемости в мокром состоянии. Наиболее интересными и перспективными представителями этой группы являются: **этамон ДС**, **сульфикс А**, метилолакриламид, эпоксидные смолы, препарат **ЛУР-1** и др.

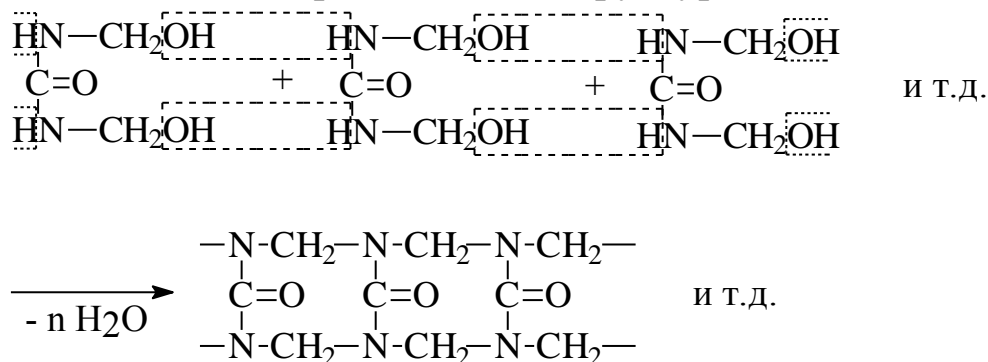
Механизм реакций при малосминаемой и малоусадочной отделках тканей

Физико-химическая сущность придания текстильным изделиям свойств малой сминаемости и безусадочности состоит в образовании между смежными макромолекулами целлюлозы прочных поперечных химических связей, то есть их «сшивки». На примере циклической этиленмочевины (карбамол ЦЭМ) эту реакцию можно представить следующим образом:

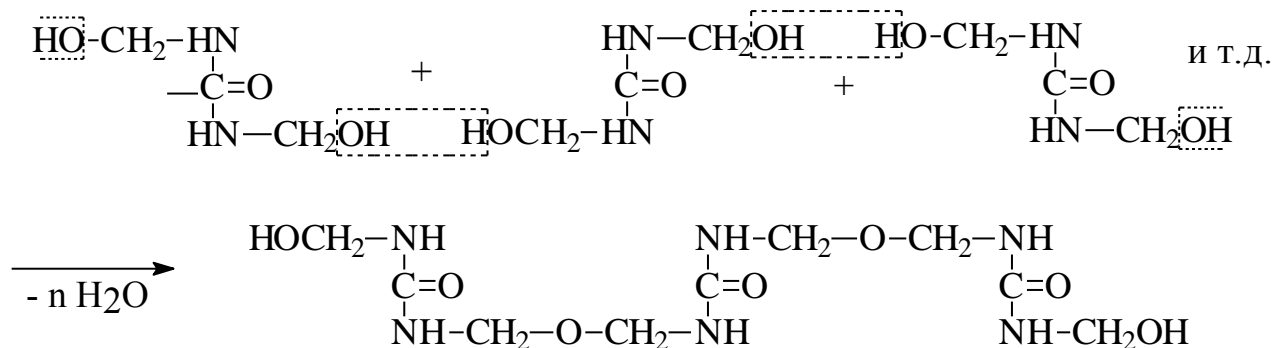


Увеличение числа поперечных связей приводит к улучшению показателей несминаемости и снижает усадку тканей вследствие стабилизации структуры волокна и повышения его упругости.

Наряду с процессами «сшивки» макромолекул целлюлозы при малосминаемой отделке идут реакции *смолообразования*, особенно при использовании препаратов первой группы. Эти реакции сложны и могут протекать по нескольким направлениям. Например, возможно образование полимеров сетчатой структуры:



Не исключена возможность присоединения молекул предконденсатов друг к другу посредством эфирных связей с образованием линейных полимеров:



Этот механизм проявляется при взаимодействии молекул предконденсатов второй группы, не имеющих активного водорода у атомов азота.

Отложение в порах волокна смолы приводит к заполнению в нём пустот, повышает его упругость и усиливает эффект несминаемости.

Реакции «сшивки» макромолекул целлюлозы посредством поперечных связей, а также образование в волокне смолы протекают только при высоких температурах (выше 100°C) и в присутствии катализаторов. В качестве последних используют соли аммония, магния, цинка, алюминия, то есть соединения, которые при гидролизе или термической диссоциации выделяют кислоту.

Введение в целлюлозные волокна прочных поперечных связей повышает упругость волокна, стабилизирует его структуру, снижает сминаемость и усадку тканей. Наряду с этим наблюдается возрастание жёсткости и снижение прочности материала. Потеря прочности на разрыв особенно ощутима на хлопчатобумажных тканях. Применительно к вискозным штапельным полотнам такой вид отделки осуществляется в больших объемах.

Технология процесса малосминаемой отделки тканей

Технологический процесс малосминаемой отделки состоит из операций пропитки, сушки, термической обработки и промывки ткани.

Пропитку ткани осуществляют раствором предконденсата терморезактивной смолы в присутствии катализатора кислой природы. В состав раствора часто вводят смачиватель, смягчитель, пластификатор. *Смачиватель* интенсифицирует процесс пропитки, особенно низкокапиллярных тканей. *Мягчитель* устраняет нежелательный эффект жёсткости полотна. В качестве смягчителей используют препарат АМ, алкамон ОС-2, аламин М, стеарокс, кремнийорганические соединения (алкамоны). *Пластификатор* повышает устойчивость ткани к истиранию и снижает потери её прочности на разрыв. В качестве пластификаторов можно применять эмульсии термопластичных полимеров, а также мочевины, которая воздействует на структуру волокна и связывает формальдегид. Совместное применение указанных веществ накладывает своеобразный отпечаток на протекающие в волокне химические реакции, придаёт тканям улучшенные потребительские свойства (гибкость, эластичность, мягкость, драпируемость и др.) и повышает устойчивость отделки к кислотному и щелочному гидролизу. Процесс пропитки ткани растворами предконденсатов осуществляется при температуре не выше 30°C, так как её повышение неизбежно приводит к преждевременной конденсации препарата с образованием нерастворимых продуктов.

Сушат ткани горячим воздухом. Изменение температуры сушки необходимо осуществлять таким образом, чтобы скорость проникновения молекул предконденсата с поверхности вглубь волокна превышала скорость его превращения в высокомолекулярную смолу. В этой связи процесс сушки осуществляют на игольчатых сушильно-ширильных машинах в условиях постепенного подъёма

температуры по мере перемещения ткани. Одновременно происходит стабилизация размеров полотна по ширине.

Термическая обработка ткани осуществляется горячим воздухом в течение 2 – 5 минут при температуре 140 – 160°С. Термообработка создаёт условия для «сшивки» макромолекул целлюлозы поперечными связями и заполнения пор волокна образующейся смолой.

Промывку ткани в мыльно-содовом растворе проводят с целью удаления остатков не прореагировавших веществ, формальдегида и других побочных продуктов реакции.

В настоящее время практически все штапельные ткани выпускают с несминаемой отделкой. Чтобы уменьшить потери прочности при отделке хлопчатобумажных тканей, предварительно их подвергают усиленной мерсеризации.

Технологический процесс малосминаемой отделки *льняных тканей* ещё более сложен и включает большее число последовательно повторяющихся операций. Ткань сначала мерсеризуют, отмывают от щёлочи, затем обрабатывают раствором предконденсата смолы, высушивают, термообрабатывают, выдерживают в роликах. Далее вновь следует мерсеризация, промывка, сушка, обработка раствором мягчителя и окончательная сушка.

Придание тканям свойств несминаемости в мокром состоянии

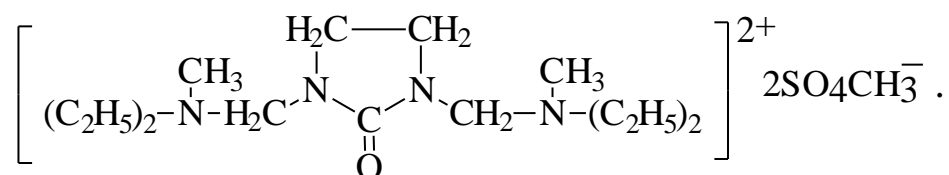
Сопrotивляемость к смятию в мокром состоянии тканям можно сообщить двумя путями:

- использованием обычных предконденсатов, реагирующих с целлюлозой при наличии кислотных катализаторов;
- применением специальных препаратов, способных «сшивать» макромолекулы целлюлозы в щелочной среде.

При использовании *традиционных предконденсатов* процесс отделки необходимо проводить таким образом, чтобы реакция «сшивки» макромолекул протекала в набухшем волокне. Например, ткань пропитывают раствором карбамола ГЛ, хлорида аммония, полиакриловой эмульсии в присутствии 1н соляной кислоты; накатывают в ролик, обёртывают полиэтиленовой плёнкой и выдерживают при комнатной температуре в течение 24 часов. Далее следует промывка и сушка. Существенным недостатком способа является мед-

ленное протекание реакций, поэтому он применим лишь в условиях малых производств.

Наиболее перспективным является способ, основанный на использовании в качестве отделочного препарата *этамона ДС*:

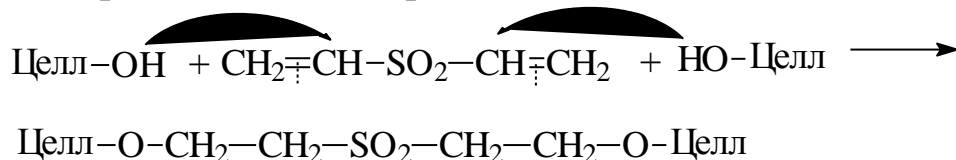


В результате взаимодействия данного препарата с целлюлозой, образуется аналогичное получаемому с карбамолом ЦЭМ соединение. Одновременно третичные амины $\text{CH}_3 - \text{N} - (\text{C}_2\text{H}_5)_2$, которые в момент термической обработки вызывают набухание волокна, способствуют его пластификации и обеспечивают условия для сообщения малосминаемого эффекта в мокром состоянии.

Отделка ткани осуществляется по традиционной схеме: материал пропитывают отделочным составом, высушивают на сушильно-ширильной машине, термообработывают в течение 5 минут при температуре $130 - 140^\circ\text{C}$, промывают и окончательно высушивают.

При совместном использовании этамона ДС с карбамолом ЦЭМ ткань приобретает малосминаемость и в сухом, и мокром состояниях. Такой вид отделки условно называют «стирай-носи», поскольку изделие, изготовленное из такого материала, не требует глажения после стирки и высушивания.

При использовании *специальных отделочных препаратов* (метилолакриламида, сульфатных и тиосульфатных производных дивинилсульфона, производных сульфолана – препараты ЛУР-1 и ДИ-МОС) требуются щелочные катализаторы. Например, производные дивинилсульфона в присутствии щёлочи переходят в активный винилсульфон, который реагирует со смежными макромолекулами целлюлозы с образованием поперечных связей:



Технологический процесс можно осуществить двухфазным и однофазным способами. Более приемлемым является *однофазный способ*, по которому ткань пропитывают раствором, содержащим производную дивинилсульфона, карбонат калия или натрия. Затем

материал высушивают, термообработывают в течение 3 – 6 минут при температуре 140°C и промывают.

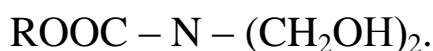
Поперечные связи, образованные с помощью дивинилсульфона, отличаются высокой прочностью, эффект отделки при последующих стирках не исчезает, и ткань сохраняет свои ценные свойства в течение всего периода эксплуатации.

4.1.3. Формоустойчивая отделка тканей

Несмотря на то, что ткани с несминаемой отделкой и отделкой «стирай – носи» обладают достаточно ценными эксплуатационными свойствами, их дальнейшая переработка в швейные изделия сопряжена с рядом трудностей. Например, придание нужных форм готовым изделиям или заглаживание складок на них практически невозможно. Также возникают сложности при эксплуатации швейного оборудования.

С точки зрения технологии швейного производства идеальным является вариант, когда отделочные предприятия могли бы поставлять ткань с «потенциальной» несминаемой отделкой, то есть материал, пропитанный отделочным препаратом, но не прошедший термическую обработку. Такая ткань не обладает упругостью и несминаемостью, из неё можно пошить любое изделие, придать ему путём прессования желаемую форму и только после этого подвергнуть высокотемпературной обработке. При этом заданные размеры и форма будут зафиксированы за счёт образования ковалентных химических связей между макромолекулами в том состоянии, в котором они находятся после механической обработки на прессе.

Такой вид отделки получил название *формоустойчивая отделка*. Сложность технологии состоит в том, что используемый в данном случае препарат, нанесенный на ткань в отделочном производстве, должен обладать свойством долгое время не разлагаться, не вступать в реакцию смолообразования, а также во взаимодействие с волокном. Такими свойствами обладают карбамол ГЛ, производные дивинилсульфона и диметиллоалкилкарбоматы с общей формулой



Технологический режим формоустойчивой отделки сводится к следующему. Ткань пропитывают одним из перечисленных отделочных препаратов с добавлением катализатора и вспомогательных

веществ, высушивают на сушильно-ширильной машине при температуре 60⁰С, наматывают в рулон, разбраковывают и отправляют на швейное предприятие. В швейном производстве готовые изделия заглаживают на горячих прессах или подвергают влажно-тепловому воздействию, после чего следует термообработка в течение 10 – 15 минут при температуре 125 – 130⁰С или 3 – 6 минут при 150 – 160⁰С. Для этих целей за рубежом выпускают специальные термофиксационные машины.

При изготовлении изделий по способу «форниз» необходимо применять безусадочные прикладные и подкладочные материалы. Важное значение имеет выбор безусадочных швейных ниток, так как стягивание швов при термической обработке является неустраняемым дефектом. Фурнитуру (пуговицы, пряжки и т.д.) необходимо пришивать после высокотемпературного воздействия на готовое изделие.

Во время влажно-тепловой обработки деталей одежды происходит частичная конденсация смолы под действием высоких температур. Появившиеся при этом дефекты (заломы, случайные складки) не могут быть устранены переутюжкой или исправлены термофиксацией и не исчезают при последующих многократных стирках изделия.

Особый интерес представляет совмещённая технология влажно-тепловой и формоустойчивой обработок. Её сущность состоит в том, что на стадии пропаривания изделий из целлюлозных волокон в паровую среду вводится технологический раствор на основе предконденсатов термореактивных смол. Все компоненты аппрета наносят на швейное изделие в виде высококонцентрированных эмульсий или пен, которые образуются под воздействием пара на водный раствор предконденсата смолы. Составляющие раствора легко проникают вглубь волокна, обеспечивают быстрое протекание реакций «сшивки» макромолекул целлюлозы, фиксируя тем самым приданную изделию форму. Высокая концентрация аппрета и паровая среда интенсифицируют процесс, значительно ускоряя проникновение отделочного препарата в волокно.

4.1.4. Противоусадочная химическая отделка (ПУХО)

Придание тканям свойств малой усадочности является одной из основных задач заключительной отделки текстильных материа-

лов. Склонность к изменению линейных размеров определяется рядом факторов и в первую очередь химической природой волокна, структурой пряжи и характером переплетения ткани. Гидрофильные целлюлозные волокна, благодаря наличию в макромолекулах огромного числа гидроксильных групп, сильно набухают в воде. Вследствие этого происходит утолщение и укорачивание волокна, что предопределяет склонность тканей к усадке в процессах её эксплуатации – это так называемая потенциальная усадка. При обработке тканей в отделочном производстве они подвергаются действию как растягивающих, так и сжимающих усилий, поэтому линейные размеры полотна многократно изменяются. Таким образом, до этапа заключительной отделки ткань обладает нестабильными размерами, а изделия из неё способны изменять свою форму в процессе эксплуатации. Нормы допустимой бытовой усадки определены в ГОСТах для тканей различного назначения.

Существуют *механический* и *химический* способы стабилизации линейных размеров текстильных полотен.

Химический способ основан на использовании аппретов, обработка которыми приводит к стабилизации структуры волокна. Такими аппретами являются составы на основе предконденсатов терморезактивных смол. Подробно взаимодействие данных препаратов с целлюлозой было рассмотрено в предыдущих разделах. При подобной стабилизации линейных размеров метраж ткани не уменьшается, что является основным преимуществом способа. Однако, он имеет ряд существенных недостатков. Во-первых, в данном случае возможна потеря прочности на разрыв; во-вторых, в процессе эксплуатации изделий возможно постепенное разрушение образовавшихся поперечных «сшивок» и смолы, в результате чего появляется тенденция к возрастанию бытовой усадки.

Химизм процесса придания тканям свойств безусадочности с помощью предконденсатов терморезактивных смол практически ничем не отличается от химизма малосминаемой отделки текстильных материалов. Поэтому все ткани с несминаемой отделкой одновременно обладают и свойствами безусадочности.

Часть тканей из целлюлозных волокон по своей структуре и назначению не требует придания им свойств малой сминаемости, но они обязательно должны быть безусадочными. Для подобного ассортимента разработана специальная технология *противоусадочной химической отделки (ПУХО)*. В отличие от несминаемой отделки

все процессы химической стабилизации линейных размеров основаны на использовании предконденсатов смол в меньших концентрациях и при более мягких условиях обработки. Технологический процесс строится таким образом, чтобы не наблюдалось больших потерь механической прочности материала и была обеспечена высокая стабильность поперечных связей.

Для придания тканям свойств малоусадочности применяют: карбамол, карбамол ЦЭМ, метагин, гликазин, этамон ДС и их смеси. Концентрация предконденсата и катализатора зависит от вида, назначения, толщины и запаса прочности обрабатываемого материала. Для улучшения грифа полотна и повышения устойчивости эффекта отделки в процессе многократных стирок в аппарат рекомендуют вводить специальные добавки (эластомеры), главным компонентом которых являются акрилаты. Эти добавки проявляют высокую реакционную способность при взаимодействии с волокном и с предконденсатами смол, что обеспечивает достаточную стабильность поперечных связей, а, следовательно, и структуры волокна в целом. Ткань пропитывают указанным составом, сушат и подвергают лёгкой термической обработке при температуре 120 – 130°С. Стабилизированные химическим путём ткани выдерживают не менее 10 бытовых стирок.

Таким образом в процессах аппретирования материалам сообщаются различные потребительские свойства. В зависимости от состава аппрета им можно придать красивый внешний вид, свойства малосминаемости, повысить износостойкость, стабилизировать линейные размеры полотна или получить ткани, из которых в швейном производстве изготавливают изделия с устойчивой формой.

Рассмотренные в данном разделе механизмы и технологии положены в основу химизации многих технологических процессов швейного производства.

4.1.5. Придание тканям стандартной ширины и исправление перекосов уточных нитей

Технологический процесс заключительной отделки тканей из целлюлозных волокон не исчерпывается нанесением аппретов. Следующей отделочной операцией является исправление перекосов уточных нитей и придание полотну стандартной ширины путём обработки на ширильной машине.

Ширильные машины используются на различных переходах отделочного производства. Они входят в состав мерсеризационных, аппретурно-отделочных линий или используются обособленно для ширения и исправления перекосов полотна при подготовке тканей к печатанию и на стадии заключительной отделки.

Известно, что в процессах мокрых обработок в результате внешних воздействий ткань вытягивается по длине и усаживается по ширине. В результате её плотность по утку несколько снижается, а по основе – растёт. Если ткань в процессе обработки испытывает неравномерное натяжение, то на ней появляются диагональные или дуговые перекосы. Подобные дефекты исправляются на ширильных машинах. Принцип действия ширильных машин основан на захвате кромок ткани специальными приспособлениями – *клубпами*, установленными на двух бесконечных цепях. Они прочно удерживают полотно при его перемещении в машине. Цепи движутся по направляющим рамам станины и могут раздвигаться до необходимой ширины. Цепное поле делится на участки *ввода* (цепи сближаются с целью облегчения захвата кромок ткани, а затем расходятся до необходимой ширины), *стабилизации* (цепи движутся параллельно для фиксации достигнутой ширины), *вывода* (цепи вновь несколько сближаются для обеспечения выпуска кромок из клубп).

В зависимости от конструкции различают ширильные машины с игольчатыми и ножевыми клубпами. При захвате ткани *ножевыми клубпами* кромка удерживается стальными пластинами (ножами), на *игольчатых машинах* кромка насаживается на два ряда игл, расположенных в шахматном порядке, с помощью специального механизма накалывания.

В процессах заключительной отделки ширение, как правило, совмещают с сушкой и термообработкой аппретированной ткани. Для этого используют сушильно-ширильные машины, в которых цепное поле устанавливается в туннеле сопловой воздушной сушилки.

Сушильно-ширильные машины с *игольчатыми клубпами* снабжены механизмом опережения, позволяющим вводить ткань в машину с несколько большей скоростью, чем скорость движения цепей. В результате ткань накалывается на иглы мелкими складками, что облегчает процесс ширения и обеспечивает естественную усадку полотна за счёт сближения уточных нитей. Таким образом,

при последующей эксплуатации изменения линейных размеров материала не происходит.

На ширильных машинах с *ножевыми клуппами* одновременно с ширением исправляются диагональные перекосы утка, что достигается с помощью специальных автоматических устройств правки утка (АПУ). В результате движение одной из цепей ускоряется или замедляется в направлении, противоположном перекоосу. При ширении сухих тканей их необходимо немного увлажнить, что улучшает качество и ровноту обработки. В этом случае ширильные машины агрегируют с увлажняющими камерами форсуночного или запарного типа.

Перекосы уточных нитей можно исправить также с помощью специальных установок – УИП (исправители перекосов утка), которые способны устранять как диагональные, так и дуговые или комбинированные перекосы.

Таким образом, обработка на ширильных машинах позволяет выпускать ткани со свойствами, не допускающими образования брака в швейном производстве. В процессе ширения фиксируется стандартное состояние ткани: ширина в соответствии с ГОСТ, равномерная плотность, отсутствуют перекосы; полотно разглаживается и приобретает товарный вид.

4.1.6. Получение на тканях эффектов серебристо-шелковистой отделки, тиснения, лощения, гофрирования

Придание тканям указанных эффектов достигается путём использования специального оборудования – *каландров*. Они представляют собой валковые машины, в состав которых входят вертикально расположенные валы со стальной рубашкой или эластичным покрытием. Наибольшее распространение получили двух-, трёх- и четырехвальные каландры. Ведущими валами, имеющими привод, являются металлические, прочие валы вращаются вследствие сил трения. Металлические валы разогреваются паром или электричеством до температуры 110–120°С. Эластичные валы выполняются наборными из прессованной шерстяной бумаги. При прохождении между валами обеспечивается значительная по величине нагрузка на ткань.

В соответствии с видом воспроизводимого на ткани эффекта используются каландры следующих типов.

- **Отделочные каландры** – предназначены для разглаживания и уплотнения ткани, улучшения грифа и придания умеренного блеска. При прохождении полотна через каландр нити несколько расплющиваются, уменьшается прозрачность ткани, она становится более наполненной и добротной на ощупь.

- **Фрикционные каландры** – используют для получения глянцевого, лощёной отделки. Металлический и эластичный валы имеют индивидуальные приводы и вращаются таким образом, что окружная скорость металлического вала на 8 – 40% превышает скорость вращения наборного. В этих условиях ткань движется со скоростью эластичного вала, с которым имеет большее сцепление, а обогреваемый вал проскальзывает по поверхности полотна, сообщая ему блеск.

- **Серебристые каландры** – сообщают тканям «тёплый» шелковистый блеск, то есть обеспечивают получение серебристо-шелковистой отделки (СШО). Стальной вал этих каландров имеет гравюру в виде наклонных параллельных штрихов, которые отпечатываясь на материале изменяют светопреломление его поверхности. Для получения максимального эффекта серебрения необходимо, чтобы число и наклон штрихов перекрывали структуру переплетения ткани.

- **Тиснильные каландры** – предназначены для получения на тканях выпуклых узоров. Этого достигают за счёт изменения структуры полотна при его прохождении между валами, один из которых (металлический) имеет выпуклую гравюру, а другой (эластичный) – углублённую соответствующей формы.

Кроме перечисленных существуют специальные каландры, предназначенные для обработки подкладочных тканей, трикотажа, нетканых материалов, для получения крепового эффекта и устойчивых муаров.

Эффект каландрирования определяется не только типом каландра, но и условиями обработки: температурой, скоростью, давлением между валами, влажностью ткани и т.д. Пропуск ткани через каландр и образование на ней соответствующего эффекта не гарантирует его устойчивости к стиркам. Отделка исчезает сразу при первом соприкосновении с водой по причине набухания волокна. Для стабилизации эффекта каландрирования необходимо комбинировать действие механических факторов с предварительным нанесением аппретов, в качестве которых можно использовать предконденсаты

термореактивных смол. Технологический процесс получения на тканях устойчивых к стиркам эффектов каландрирования включает следующие операции.

- **Пропитка** ткани при температуре 25 – 30°C составом, содержащим предконденсат термореактивной смолы, катализатор, а также вещества, повышающие гидрофобность волокна, его блеск и шелковистость; отжим до 70 – 90%.

- **Сушка** ткани на сушильно-ширильной машине с целью исправления перекосов уточных нитей и придания стандартной ширины при температуре 80 – 110°C, в зависимости от ассортимента ткани и вида получаемого эффекта. Повышение температуры может вызвать преждевременный процесс смолообразования на поверхности ткани ещё до операции каландрирования, что негативно отразится на качестве отделки. При пересушивании ткань становится жёсткой и теряет механическую прочность, она с трудом поддаётся разглаживанию, лощению, серебрению. В недосушенном материале замедляются процессы смолообразования и «сшивки» макромолекул целлюлозы.

- **Каландрирование**, то есть пропуск ткани через соответствующий определенному виду отделки каландр. В швейном производстве ткань с «потенциальной» несминаемой отделкой можно пропустить через машину для плиссирования или гофрирования и придать необходимый эффект.

- **Термическая обработка** ткани в специальных термокамерах, режимы работы которых устанавливаются в соответствии с видом отделки и природой предконденсата термореактивной смолы. Обычно процесс ведут при температуре 135–140°C в течение 5 – 8 минут. Эффект каландрирования в данном случае будет устойчивым к многократным стиркам за счёт образования поперечных «сшивок» между смежными макромолекулами целлюлозы и уменьшения степени набухания волокна. Наилучшие условия для термообработки создаются в камерах ИК-прогрева, позволяющих достаточно быстро, но мягко разогреть ткань по всему объёму. Это исключает возможность миграции смолы к поверхности волокна и способствует получению отделки высокого качества.

Получение устойчивых эффектов гофрирования

Эффекты *гофрирования* значительно расширяют возможности моделирования женской одежды. Такие ткани могут быть использо-

ваны для изготовления блузок, платьев, юбок и т.д. Для получения гофрированных эффектов ткань пропитывают составом на основе предконденсатов терморезактивных смол, отжимают до 100%, высушивают до остаточной влажности 15 – 20 % и подвергают гофрированию на машине, состоящей из двух металлических рифлёных формирующих валиков с высотой рифля 4 мм. Валики нагреваются электричеством до температуры 180–190°С. Скорость движения ткани при этом незначительна, в результате чего отпадает необходимость в последующей термообработке. Получаемый эффект устойчив и сохраняется после многократных стирок.

Для получения местных гофрированных или жатых эффектов на соответствующие участки белой или гладкокрашеной ткани наносят печатный состав, содержащий метазин, аммиак, роданистый аммоний и трагантовую загустку. Материал высушивают при температуре не выше 90°С, пропускают через гофрирующий каландр с температурой валов 200°С, термообработывают в течение 4 минут при 140°С, промывают и высушивают. Эффект гофрирования остаётся только на участках, покрытых печатным составом.

4.2. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ

Целью заключительной отделки шерстяных тканей является устранение дефектов, приобретенных в процессе производства, и придание красивого внешнего вида, удовлетворяющего требованиям торговой сети и швейных предприятий.

Чистощерстяные ткани не требуют химических обработок с целью улучшения их потребительских свойств. Поэтому аппретированию подвергаются только полusherстяные ткани. Материалы из смеси шерсти с искусственными и синтетическими волокнами проявляют ряд негативных свойств: сминаются, кажутся легковесными, плохо драпируются, имеют неустойчивые линейные размеры. Для устранения этих недостатков на ткань наносят составы, придающие ей мягкость, плотность, наполненность. В качестве аппретировующих веществ используют мягчители типа стеарокс-6, препарат АМ, словавив SV и др. Они придают тканям мягкость и шелковистость, а также антистатические свойства.

Основными операциями отделки шерстяных тканей являются механические: стрижка, чистка, ширение, прессование, заключительная декатировка.

К концу технологической обработки шерстяных тканей на их поверхности выступают волоконца, имеющие разную длину и по-разному отражающие и рассеивающие падающий на них свет. Для выравнивания высоты ворса или его устранения ткань обрабатывают на *стригальных машинах*. Перед **стрижкой** и после неё поверхность ткани очищается от нитей, пуха, случайных загрязнений и остриженного ворса. Чтобы снизить упругость волокна и обеспечить удаление загрязнений, ткань перед чисткой *подпаривают*. **Чистку** осуществляют в чистильных машинах специальными щётками, вращающимися навстречу движению ткани.

Платьевые ткани, имеющие небольшую плотность, легко воспринимают различные механические воздействия, поэтому вытягиваются при обработках, изменяют ширину, что приводит к искажению ткацкого рисунка. Для устранения этих недостатков их подвергают **ширению** на машинах с игольчатыми клуппами, снабженными механизмами правки утка. Чтобы облегчить растяжение полотна перед его вводом в машину, производят пропаривание. После выхода из цепного поля, ткань накатывают в ролик и выдерживают в течение нескольких часов для закрепления полученного эффекта.

Важнейшей операцией заключительной отделки шерстяных тканей является **прессование**. Во время данной операции под воздействием тепла, влаги и давления ткань выравнивается по толщине, уплотняется, разглаживается, приобретает приятный блеск. Одновременно она освобождается от заминов и заломов. Прессованию подвергают как камвольные, так и суконные ткани.

Все перечисленные операции заключительной отделки приводят к образованию внутренних напряжений и удлинению волокна и, следовательно, полотна в целом. С целью устранения этих недостатков ткань подвергают **заключительной декатировке**. Основным рабочим органом декатира периодического действия является перфорированный цилиндр, на который без натяжения наматывается шерстяное полотно. Ткань должна подаваться на фланелеобразной хлопчатобумажной подкладке, иначе рисунок гребенного полотна отпечатывается на соприкасающихся слоях. Внутрь цилиндра подается пар и просасывается через толщу материала, длительность процесса составляет 10 минут. Далее ткань охлаждают, прогоняя через неё холодный воздух. В процессе декатировки стабилизируется структура волокна, ткань приобретает малую сминаемость и безуса-

дочность, приобретает умеренный блеск, не исчезающий при попадании влаги.

4.3. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ТКАНЕЙ ИЗ НАТУРАЛЬНОГО ШЁЛКА, ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН И СМЕСИ ВОЛОКОН

В процессе заключительной отделки *шёлковых тканей* должны быть выявлены присущие волокну приятный блеск, мягкость, эластичность. Необходимо также получить ткань с малой потребительской усадкой.

Легко деформируемая структура и сходство ассортимента сближают процессы заключительной отделки материалов из натурального шёлка и искусственных гидратцеллюлозных волокон как по технологии их обработки, так и по применяемому оборудованию. *Креповые ткани* пропускают через 1%-ный раствор уксусной кислоты и высушивают на игольчатой ширильной машине, снабженной механизмом опережения. Это придаёт готовой ткани хорошо выраженный креповый эффект, стабильные линейные размеры и малую усадку. Для придания наполненности ткани из шёлковой пряжи аппретируют составом, содержащим декстрин, трагант, уксусную кислоту и обрабатывают на сушильно-ширильной машине (СШМ).

В связи с большим разнообразием ассортимента шёлковых тканей, выпускаемых в настоящее время шёлковой промышленностью, существует множество способов их отделки. Технологические операции определяются прежде всего природой волокна, из которого выработана ткань, и её потребительским назначением.

Ткани из *гидратцеллюлозных волокон* и их смесей с *синтетическими* требуют придания им свойств малосминаемости и малоусадочности. С этой целью их аппретируют предконденсатами терморезактивных смол в сочетании с мягчителями, что придаёт материалам наполненность, шелковистость, мягкость. Для повышения износостойкости в аппрет вводят полиэтиленовую эмульсию. Далее ткань обрабатывают на СШМ с игольчатыми клуппами, подвергают термообработке и промывают. Ткани разглаживают на каландрах с сукном, обработка на которых предотвращает её вытяжку, так как увлажнённый материал прижимается к нагретой металлической поверхности бесконечным суконным полотном. Ткань дополнительно пропаривается, следовательно, не пересушивается и не теряет своей кондиционной влаги. Иногда материалы обрабатывают на фрикци-

онных, тиснильных или серебристых каландрах для сообщения им специальных эффектов.

Плащевым и пальтовым тканям можно одновременно придавать малосминаемость и водоотталкивающие свойства. В этом случае в аппрет дополнительно вводят кремнийорганические соединения, аламин М и др.

Подкладочные ткани подвергают аппретированию специальными препаратами, повышающими их устойчивость к истиранию. После аппретирования их пропускают через отделочный или фрикционный каландр, в результате чего ткань приобретает меньшую пористость и гладкую скользкую поверхность.

Ткани из *синтетических* и *триацетатных* волокон плательного ассортимента часто подвергают **антистатической отделке**, которая устраняет или уменьшает их электризуемость. Действие антистатических препаратов основано на их способности сорбировать влагу на поверхности волокна и образовывать на ней гидрофильный слой. В качестве антистатиков применяют различные ПАВ и некоторые полимерные препараты. Наибольшее распространение получили стеароксы, алкамоны ДС, ГС, ОС-2, эпамин-06. Последний позволяет получить наиболее устойчивый эффект. Технологический процесс осуществляется следующим образом. Ткань пропитывается раствором, содержащим эпамин-06 и мягчитель (стеарокс), а для отбелённых тканей дополнительно вводится оптический отбеливатель. Затем она высушивается и подвергается термической обработке.

Важной операцией при отделке тканей из синтетических волокон и ацетатного шёлка является **термостабилизация**. Она осуществляется на термостабилизационных СШМ, которые помимо сушильных имеют в своём составе секции высокотемпературной обработки и охлаждения материала. Термостабилизационные секции оснащены паровыми или электрическими калориферами, которые позволяют повысить температуру циркулирующего воздуха до 220°С. В этих условиях ослабевают силы межмолекулярного взаимодействия, снимаются внутренние напряжения в волокне, образуется новая релаксированная структура, которая стабилизируется при охлаждении материала. Таким образом в термостабилизационной машине, агрегированной с плюсовкой для нанесения аппрета, ткани сообщаются все необходимые свойства. Она получает необходимую специальную отделку, стандартную ширину, малосминаемые и малоусадочные свойства.

Отделка *ворсовых тканей* направлена главным образом на обработку их поверхности и зависит от назначения материала. При обработке полотен плательного ассортимента основной операцией после *расчёсывания* ворсового покрова является *стрижка*.

При отделке *искусственного меха* важной операцией является разрыхление пучков, придание им пушистости и стрижка. Далее следует термическая обработка на специальной ширильной машине при температуре 135–150°C. При этом проявляется разная усадочная способность синтетических нитей ворса, и волокна с большей усадкой образуют подпушку. Такой искусственный мех хорошо имитирует натуральный. После термообработки материал отделяют на гладильно-полировочных машинах при температуре поверхности полировочного цилиндра до 300°C. В результате такой отделки ворсовый покров получает приятный блеск. Отделку заканчивают выравниванием высоты ворса на стригальных машинах.

4.4. ПРИДАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ СПЕЦИАЛЬНЫХ СВОЙСТВ

Специальные виды отделки тканей придают им новые особые качества, повышающие и изменяющие их потребительские свойства. Так, некоторым тканям необходимо сообщить способность отталкивать воду, противостоять масляным и другим загрязнениям, быть огнестойкими, бактерицидными, устойчивыми к гниению и др. В большинстве случаев этим отделкам подвергают ткани специального и технического назначения, несколько реже – ткани бытового назначения.

4.4.1. Придание тканям водоотталкивающих свойств

Известно, что природные и искусственные гидратцеллюлозные волокна гидрофильны по своей природе, то есть легко впитывают влагу. Это обусловлено наличием в макромолекулах волокнообразующих полимеров большого числа гидроксильных групп, способных взаимодействовать с водой. При контакте молекулы воды прочно удерживаются в волокне за счёт образования водородных связей.

Тканям из целлюлозных волокон часто требуется сообщить гидрофобные свойства, то есть способность отталкивать воду. Таким требованиям должны удовлетворять технические ткани, предна-

значенные для различных покрытий, туристического снаряжения, спецодежды, паковочных материалов. Из тканей бытового назначения водоотталкивающими свойствами должны обладать костюмные, плащевые, пальтовые ткани, то есть материалы, часто подвергающиеся воздействию дождя и снега.

При сообщении текстильным материалам гидрофобности одновременно снижается их загрязняемость, облегчается уход, значительно улучшается внешний вид и повышается износостойкость изделий.

Гидрофобной отделке подвергают также шерстяные и некоторые шёлковые ткани (плащевые, зонтичные, портьерные и др.).

Чтобы придать тканям водоотталкивающие свойства, необходимо блокировать гидроксильные группы волокон, предотвратив их взаимодействия с молекулами воды. Этому достигают двумя путями:

1. Нанесением на поверхность ткани сплошной плёнки гидрофобных веществ, вследствие чего капли воды уже не впитываются, а стекают с ткани, не смачивая её. Такую отделку называют *водонепроницаемой*. Для её реализации используют покрытия из резины, полихлорвинила и др. Однако, сплошная плёнка закрывает поры волокна и делает ткань воздухонепроницаемой, поэтому данный способ имеет ограниченное применение и используется только при изготовлении тканей технического назначения (палаточных, ковровых, брезентов и др.).

2. Блокированием поверхности отдельных волокон и нитей без закупоривания пор материала. При этом ткань сохраняет воздухопроницаемость, а гидрофобные свойства приобретаются за счёт химического взаимодействия препаратов с реакционно-способными группами волокна. Такая отделка называется *водоотталкивающей* и находит наиболее широкое применение. Её используют при изготовлении тканей бытового назначения с целью достижения комплекса санитарно-гигиенических свойств. При этом ткани сохраняют присущую им фактуру и пористость. Однако в процессе водоотталкивающей отделки не удаётся достичь абсолютной гидрофобности материалов.

При выборе препаратов для водоотталкивающей отделки руководствуются следующими требованиями:

- они должны обеспечивать высокие устойчивые показатели водупорности ткани;
- быть дешёвыми и удобными в применении;

- придавать тканям не только гидрофобность, но и другие ценные потребительские свойства (повышенную износостойкость, биостойкость, олеофобность).

В современной технологии для придания тканям гидрофобных свойств используют:

- эмульсии восков, содержащие соли алюминия или циркония;
- кремнийорганические соединения (силиконы);
- органические комплексы хрома или алюминия, включающие остатки высших жирных кислот;
- пиридинсодержащие соединения;
- фторсодержащие производные;
- метилольные производные различных соединений, содержащие длинные алкильные цепи.

Любое химическое соединение, применяемое для водоотталкивающей отделки, должно содержать длинные цепи углеводородных радикалов и активные полярные группы, посредством которых гидрофобизатор присоединяется к волокну. Молекулы гидрофобизаторов располагаются на волокне таким образом, что своими гидрофобными частями образуют сплошной заслон, то есть новую гидрофобную поверхность. От того, насколько эта поверхность целостна, зависит степень гидрофобности материала, а от прочности связи с волокном – устойчивость отделки к стиркам, химическим чисткам, старению.

Эмульсии восков и парафинов

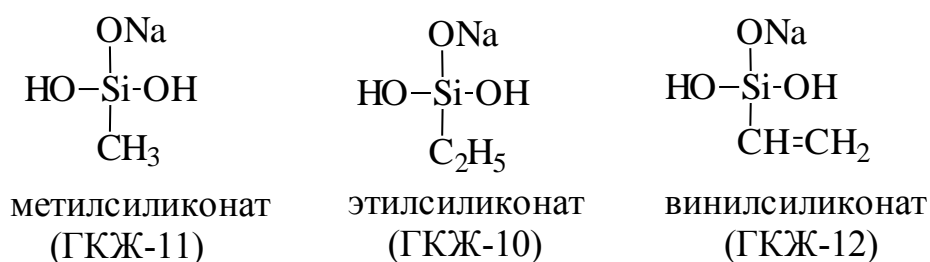
Препараты данного типа выпускают под различными торговыми наименованиями (церолы Т, TFS, Z, гидрофоболы ZW и Z 61, парамул 115, импрегнол SP, персистол и др.) По химическому составу они представляют собой дисперсию парафинов, содержащую соль алюминия или циркония и диспергатор для устойчивости эмульсии. Способ их применения состоит в том, что ткань пропитывают при температуре 40–50°С составом, содержащим 80 г/л эмульсии и 1 г/л уксусной кислоты, и высушивают.

Одежда с гидрофобной отделкой эмульсиями восков характеризуется хорошей носкостью и устойчивостью к действию светопогоды. Препараты дешёвы, не закупоривают поры ткани, следовательно, не оказывают отрицательного влияния на её воздухо- и паропроницаемость, сообщают ей приятный гриф без изменения ранее приданных свойств.

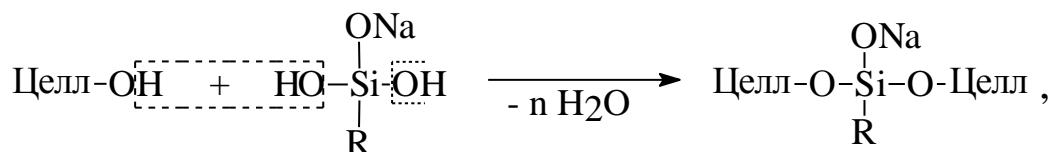
Недостатками являются неустойчивость отделки к химической чистке, не всегда удовлетворительная прочность к стиркам и плохая совместимость препаратов с предконденсатами термореактивных смол и другими веществами, используемыми при заключительной отделке.

Кремнийорганические соединения (силиконы)

В настоящее время для придания гидрофобности широко используются кремнийорганические соединения, выпускаемые под торговой маркой ГКЖ (гидрофобизирующие кремнийорганические жидкости). Некоторые из них применяются в виде *мономерных алкилсиликонатов натрия*:

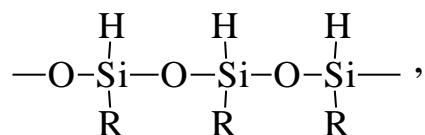


Указанные соединения способны химически взаимодействовать с волокном по реакции



превращая его в гидрофобное соединение. Известно, что ткани, обработанные подобными соединениями, почти полностью теряют способность смачиваться водой, не впитывают её и не промокают, сохраняя при этом высокие гигиенические свойства (воздухо- и паропроницаемость). Кроме того, введение силиконов в аппретирующие составы для несминаемой отделки, повышает её эффект за счёт возможной «сшивки» макромолекул целлюлозы. Алкилсиликонаты натрия устойчивы лишь в сильнощелочных средах при $\text{pH} \geq 13$. При понижении щёлочности наблюдается образование осадка в виде водонерастворимой гидрофобной плёнки, недостаточно прочно удерживающейся на волокне.

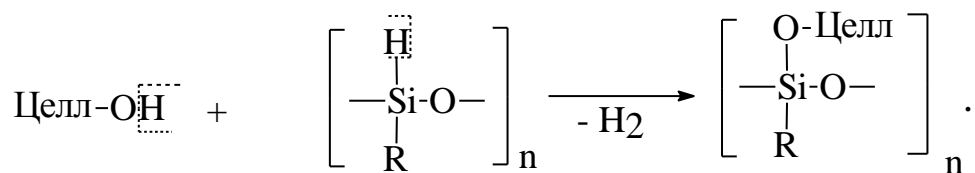
Наиболее широкое применение получили кремнийорганические соединения второго типа – *полиалкил-силоксаны* и *полиалкил-гидро-силоксаны* (ГКЖ-94, ГКЖ-94М, ГКЖ-13), общую формулу которых можно представить в виде



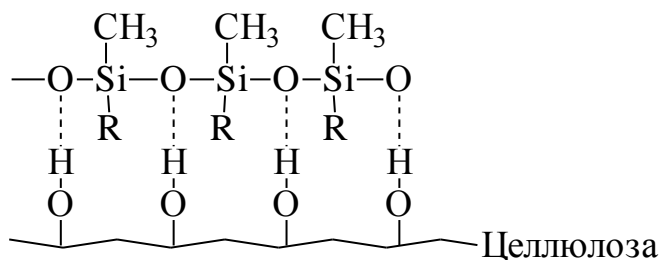
где R – гидрофобная алкильная группа.

Данные соединения оказывают гидрофобизирующее действие на текстильные материалы либо вследствие химического взаимодействия с волокном, либо за счёт блокирования гидроксильных или других реакционно-способных групп волокон.

Химическое взаимодействие имеет место в случае применения гидроксилосанов, содержащих подвижные атомы водорода:



Блокирование гидроксильных групп целлюлозы за счёт образования водородных связей можно представить схемой



где R – вторая алкильная группа или атом водорода.

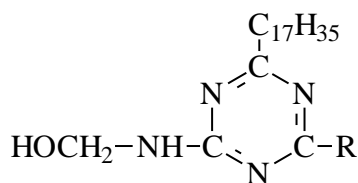
Видно, что при таком типе взаимодействия алкильные группы образуют сплошной заслон, препятствующий контакту воды с гидроксильными группами волокна.

Данные препараты применяют в виде водных эмульсий в сочетании с эмульгаторами, предконденсатами смол и катализаторами (свинцовый, циркониевый или титановый комплексы с триэтаноламином). Ткань пропитывают указанным составом, высушивают и термообработывают при 140 – 170°C в течение 3 – 5 минут.

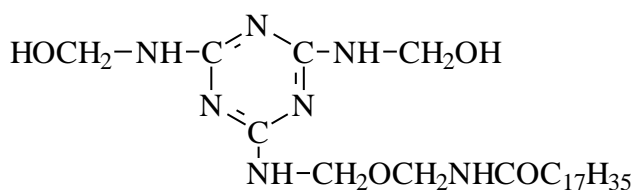
Силиконовые препараты сообщают текстильным материалам не только эффект гидрофобности, но также повышают их износостойчивость, гнилостойкость, улучшают гриф при сохранении прочностных показателей и воздухопроницаемости тканей.

К числу наиболее перспективных и широко используемых гидрофобизирующих веществ относятся метилольные производные не-

которых соединений, содержащие длинные алкильные цепи (аламин М, аламин С (фоботекс ФТЦ)).



Аламин М



Аламин С (фоботекс ФТЦ)

Они придают тканям гидрофобность благодаря химическому взаимодействию метилольных групп с гидрофильными группами волокон, а также вследствие блокирования последних за счёт образования в волокне гидрофобного застила из углеводородных цепочек. Ткань пропитывают составом, содержащим аламин С или аламин М, хлорид аммония, уксусную кислоту, высушивают и термообработывают в течение 5 минут при температуре 140⁰С. Хлопчатобумажные ткани при этом на 15 – 20% теряют свою прочность на разрыв, а устойчивость к истиранию, напротив, возрастает в 2 – 3 раза.

Из прочих гидрофобизирующих препаратов применение находят хромолан, препараты 246Н и 101, октадецил-этилен-мочевина, фторсодержащие соединения (латексы БФ – 1 и ГФ – 1). Первые три препарата применяют для придания водоотталкивающих свойств шерстяным и шёлковым тканям.

Изготовление швейных изделий из тканей с водоотталкивающими свойствами сопряжено с определенными трудностями. Они проявляются в пропуске влаги швейными нитками и отверстиями, образовавшимися при прорубании ткани швейными иглами. Поэтому изделия из материалов с гидрофобной отделкой требуют использования специальных нитей с водоупорной обработкой и герметизации швов. Описанные выше способы придания водоотталкивающих свойств могут быть распространены и на технологию производства готовых швейных изделий со специальными свойствами.

4.4.2. Противозагрязняемая отделка

Эксплуатация тканей и швейных изделий в быту связана с постепенным их загрязнением. Различают загрязнения сухие, жидкие и газообразные, поэтому в зависимости от природы загрязнений различают четыре вида противозагрязняемой отделки:

1. ГОС–отделка – грязеотталкивающая отделка по отношению к сухому загрязнению (пыль минерального или растительного происхождения).

2. ГОМ-отделка – грязеотталкивающая отделка по отношению к масляным загрязнениям (маслоотталкивающая отделка).

3. ГОВС-отделка – грязеотталкивающая отделка по отношению к загрязнениям водными суспензиями различных минеральных веществ.

4. ГУ-отделка – грязеотталкивающая отделка, облегчающая удаление жировых загрязнений в процессе стирки и химической чистки швейных изделий.

ГОС-отделка предохраняет изделия от загрязнения домашней пылью, сажой, сухой пылью земли, глины, песка. Она предназначена для декоративных, портьерных, гардинных, мебельно-декоративных тканей (чехлы, шезлонги, матрацы, обивочные материалы), а также для пальтовых, плащевых тканей и тканей для спортивной и специальной одежды. Такой отделке должны подвергаться ткани для верха комнатной обуви.

Из веществ, рекомендуемых для защиты ткани от сухих загрязнений, можно назвать алюмоорганил-силиконаты, например препарат АМСР – 3. Он представляет собой водный раствор метилсиликоната натрия, содержащий алюминий. Технология обработки тканей состоит в её пропитке препаратом (60 г/л) при рН = 6,5 – 7 и обработке при температуре 140 – 150⁰С в течение 3 – 4 минут.

Указанные препараты защищают ткань от сухих загрязнений более эффективно, чем некоторые препараты на основе *фторсодержащих соединений*. Последние обладают одновременно гидрофобными и олеофобными (маслоотталкивающими) свойствами и являются незаменимыми для *ГОМ-отделки*. Это определяется своеобразием их химического строения. Все водные и неводные загрязнения имеют гораздо большее поверхностное натяжение, чем то, которое характерно для фторсодержащих препаратов. Следовательно, данные соединения придают тканям высокие гидрофобные и олеофобные свойства и надёжно защищают их от водных и масляных загрязнений. ГОМ-отделка предназначена для технических материалов, применяемых при пошиве спецодежды работников нефтеперерабатывающей промышленности и др. Отделка эффективна также для столовых тканей (скатерти, салфетки).

ГОВС-отделка уменьшает загрязняемость тканей различными глинисто-грунтовыми водными суспензиями, а также окрашенными водными растворами. Такой отделке подвергаются ткани, используемые для пошива уличной обуви и спецодежды. Для неё пригодны все препараты, придающие тканям водоотталкивающие свойства.

Грязеудаляющая отделка (ГУ-отделка) предназначена для тканей, используемых для пошива часто стираемых изделий, подвергающихся в процессе эксплуатации жиропотовым и маслосодержащим загрязнениям (сорочки, рубашки, простыни, наволочки, пододеяльники, покрывала, халаты). До настоящего времени ещё не создан препарат, придающий изделию устойчивые грязеотталкивающие свойства в процессе длительной эксплуатации. Наиболее пригодны для ГУ-отделки сополимеры акриловой и метакриловой кислот и различных виниловых мономеров (акрилатов, акриламидов, акрилонитрилов, эфиров малеиновой или фумаровой кислот, стирола, хлорвинила и др.). Грязеотталкивающие свойства сополимера и устойчивость эффекта к стиркам зависят как от содержания в нём акриловой кислоты, так и от свойств мономеров и их соотношения.

Грязеудаляющие и грязеотталкивающие отделки применяются отдельно или совмещаются с другими специальными видами обработок. Необходимость их применения определяется в каждом конкретном случае исходными свойствами применяемого сырья с учётом эксплуатации изделий. Если сырьё (волокно, ткань определённой структуры) и вид препарата для основной отделки (малосминаемая, безусадочная, гидрофобная и др.) обеспечивают необходимые противозагрязняемые свойства, то в специальном виде отделки нет необходимости.

4.4.3. Огнезащитная отделка тканей

Текстильные материалы являются определённым источником опасности во время пожаров, так как способствуют распространению пламени и при горении выделяют большое количество дыма и газов. Поэтому в ведущих странах мира воспламеняемость текстильных материалов регламентируется. Особенно необходима огнезащитная отделка для изделий, используемых в качестве декоративно-обивочных в самолётостроении, судостроении, автомобильной промышленности, а также тканей, предназначенных для пошива

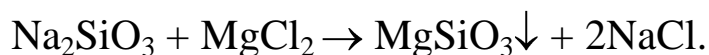
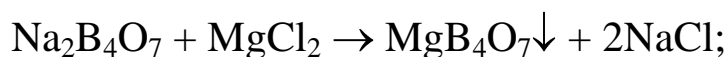
обмундирования военных и спецодежды пожарных, сварщиков и т.д.

Горючими являются все текстильные материалы. Легче всего воспламеняются изделия из целлюлозных волокон, более устойчивы в этом отношении шерстяные ткани. Большинство синтетических волокон при нагревании усаживается и плавится, но после воспламенения горит достаточно интенсивно.

Все способы защиты текстильных изделий от огня основываются на следующих принципах:

- необходимо использовать вещества, которые при температуре горения разлагаются с выделением негорючих газов;
- препараты должны образовывать на поверхности материала негорючие расплавы, защищающие волокно от контакта с кислородом воздуха;
- можно производить химическую модификацию макромолекулы волокна с целью повышения устойчивости полимера к термическому расщеплению.

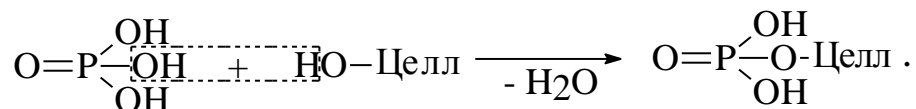
Вещества, придающие текстильным материалам огнезащитные свойства, называют *антипиренами*. Самым простым и достаточно универсальным способом сообщения временных огнезащитных свойств является обработка минеральными солями (фосфатами, хлоридами, сульфатами, солями борной кислоты, солями аммония и др.). При этом реализуется одновременно и принцип выделения негорючих газов и принцип образования огнезащитной плёнки. Однако получаемый эффект неустойчив к мокрым обработкам. Повысить стойкость к действию влаги и света можно путём перевода растворимых солей в нерастворимое состояние непосредственно на волокне по реакциям:



Описанный способ применим лишь для мебельно-декоративных тканей, не требующих частой стирки.

Придать огнезащитные свойства можно путём осаждения на волокне оксидов металлов (олова, сурьмы, титана), разлагающихся при горении с поглощением большого количества тепла и тем самым снижающих температуру пламени. Данный вид отделки достаточно надёжно защищает изделие от горения, но не предотвращает тления.

К соединениям, которые повышают огнестойкость по третьему принципу (химическая модификация волокна) можно отнести фосфорную кислоту и двухзамещенный фосфат аммония. При взаимодействии с целлюлозой они образуют сложные эфиры, обладающие пониженной способностью к горению. Реакция протекает по схеме:



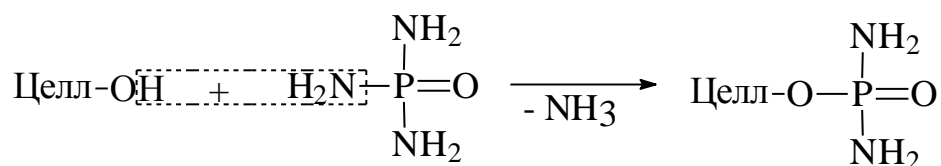
Недостатком способа является потеря прочности материала.

Для огнезащитной отделки шерстяных тканей из неорганических веществ наиболее целесообразно использовать гексафторцирконат калия.

Химическим волокнам огнеупорность можно придать путём введения антипиренов непосредственно в прядильные растворы.

Наиболее устойчивый эффект огнезащитной отделки можно получить за счёт использования хлорированных углеводов совместно с оксидами некоторых металлов (сурьмы, титана). Оксиды выступают в роли катализаторов разложения хлорированных углеводов с выделением хлористого водорода, выполняющего роль пламегасителя.

Перспективным способом придания огнезащитных свойств является обработка целлюлозных материалов препаратом отечественного производства, известным под названием ТАФ – триамид фосфорной кислоты. Препарат хорошо растворим в воде и при высоких температурах взаимодействует с гидроксилами целлюлозы с отщеплением аммиака по схеме



Для уменьшения потерь механической прочности препарат ТАФ используют совместно с предконденсатами термореактивных смол, реализуя технологию малосминаемой отделки.

С целью придания огнестойкости применяют также фосфорорганические соединения (препараты ВАР, ТНРС, АРО, пироватекс ЦП и др.). Вступая в химическое взаимодействие с волокном, они позволяют получить огнезащитный эффект, устойчивый к мокрым обработкам и химической чистке.

4.4.4. Противогнилостная и биоцидная обработка тканей

Текстильные изделия склонны к разрушению под действием микроорганизмов (бактерий, грибов плесени и др.). Росту и развитию микроорганизмов способствуют определенные температурно-влажностные условия (30 – 40°C, pH = 8 – 8,5); повышенная влажность, наличие на тканях некоторых минеральных солей). Поэтому особенно легко разрушаются ткани, хранящиеся в сырых, плохо вентилируемых складских помещениях, а также изделия, эксплуатируемые в подобных условиях или в странах с тропическим климатом.

Биоцидной (биозащитной) отделке подвергаются прежде всего материалы, используемые в медицине (перевязочные, шовные, лечебно-профилактические), медицинское бельё, одеяла и др. Это значительно снижает возможность инфекционного заражения. Биозащитная отделка необходима и для палаточных полотен, рыболовных сетей, тканей для чехлов, плащевых материалов.

Наилучший эффект защиты от деструктирующего влияния микроорганизмов достигается двумя путями:

- химическое предупреждение роста бактерий путём закрепления на волокне соединений, ядовитых для микроорганизмов (*бактерицидных веществ*);
- химическая модификация волокон с получением полимеров, не чувствительных к действию микроорганизмов.

От разрушающего действия микроорганизмов текстильные материалы защищают предконденсаты термореактивных смол в присутствии гидрофобизирующих веществ, однако для бактерицидной отделки применяют и специальные вещества. С этой целью можно использовать:

– нерастворимые соединения меди, производные фенола, четвертичные аммонийные соли, органические производные серы (составляют препараты первой группы);

– органические соединения (хлорированные фенолы, производные акридина, некоторые гетероциклические соединения) – препараты второй группы.

Биоцидные свойства текстильным материалам сообщают и некоторые красители: трифенилметановые, металлкомплексные прямые и кислотные, некоторые активные.

Несмотря на обилие предложенных биоцидных материалов, лишь немногие из них нашли практическое применение. К ним относятся:

- гексахлорофен, на основе которого разработана технология антимикробной отделки тканей для медицинских целей;
- салициланид (шерлан);
- превентоль ЖД (диокси-дихлор-дифенилметан).

5. СПЕЦИФИКА ОТДЕЛКИ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Особой отраслью легкой промышленности является трикотажное производство. За последние годы оно получило значительное развитие, поэтому студентам специальности 280306 Технология трикотажа необходимо знать специфику химической отделки трикотажных изделий.

Основной целью процессов химической технологии трикотажного производства является придание трикотажу определенных свойств и улучшенного внешнего вида. Это достигается в красильно-отделочном производстве трикотажной промышленности при осуществлении процессов беления, крашения, печатания и заключительной отделки.

Для производства трикотажа могут быть использованы почти все виды натуральных и химических волокон. Поэтому изложенный в пособии материал является основой для изучения химической технологии трикотажных изделий, поскольку сущность и методы осуществления всех рассмотренных ранее химических, физико-химических и механических обработок сохраняются. Вместе с тем отделка трикотажа имеет и свои специфические особенности, проявляющиеся в выборе наиболее выгодных и оптимальных условий проведения процессов, подборе оборудования и вспомогательных химических материалов.

Процессы подготовки трикотажных изделий к крашению и печатанию включают операции: варка, размасливание и беление продукции, опаливание и мерсеризация пряжи, стабилизация формы изделий из синтетических и ацетатных волокон.

Сущность происходящих при этом химических и физико-химических процессов изложена в соответствующих главах данного пособия.

Окрашенные трикотажные изделия получают различными способами. По видам расцветок трикотажные изделия можно подразделить на полотна с однотонной и разнотонной расцветками.

Однотонная расцветка достигается крашением полотна или изделий из одного вида волокна или вязанием полотна из однотонно окрашенных нитей.

Разнотонную расцветку получают при вязании полотна и изделий из пряжи разных цветов, при крашении полотна и изделий, изготовленных из нитей, содержащих разные волокна; подбором красителей, обеспечивающих разнотонное окрашивание разных волокон.

Для крашения пряжи и полотен используют ранее рассмотренные красители с учетом области их применения, механизма и технологии крашения.

Процесс печатания трикотажных полуфабрикатов можно подразделить на следующие стадии:

1. Подготовка полуфабрикатов к печатанию (варка, размасливание, беление или крашение, сушка-ширение или сушка с последующим каландрированием или формированием изделия).

2. Нанесение на изделие рисунка с помощью сетчатых шаблонов, гравированных валов или способами переводной термопечати.

3. Запаривание или термообработка трикотажных изделий в аппаратах периодического действия или зрельниках, промывка, механическое обезвоживание их, сушка-ширение основовязаных, сушка с каландрированием кругловязаных полотен, формирование штучных изделий.

После беления, крашения или печатания трикотажные изделия подвергают заключительной отделке.

К операциям заключительной отделки трикотажных изделий относят аппретирование, механическое обезвоживание, сушку, ворсование, стрижку, каландрирование, плиссирование, формирование, заключительную стабилизацию, расправление, сортировку, упаковку.

В основе аппретирования лежат химические и физико-химические процессы, рассмотренные ранее.

Аппретированию подвергают полотно, чулочно-носочные изделия, штучные изделия верхнего трикотажа и пряжу.

Аппретирование полотна проводят для придания ему мягкости или жесткости, повышенной гигроскопичности или водоотталкива-

ющих свойств, стойкости к истиранию, для уменьшения способности к электризации, к прорубке при шитье, улучшения способности к ворсованию и для придания других необходимых свойств.

Чулочно-носочные изделия аппретируют для снижения их способности к электризации, к распусканию петель и образованию затяжек, а также для придания им хорошей способности к формованию и улучшению грифа.

Пряжу и нити подвергают аппретированию для придания им эластичности, снижения электризуемости. Это ведет к улучшению перемоточной и вязальной способности.

Основными способами механического обезвоживания трикотажных изделий с целью удаления грубокапиллярной влаги являются: центрифугирование, обезвоживание с помощью отжимных валов (как правило, на оборудовании непрерывного действия), просасывание или нагнетание воздуха через волокнистый материал и вакуумирование.

Трикотажное полотно после обработок в растворах и отжима подвергают расправлению.

Расправление кругловязаного полотна перед сушкой позволяет исключить фиксацию заминов, образование полос мигрирующего красителя в складках полотна при сушке, обеспечить ровноту сушки.

Расправление (расправление шва вдоль боковых кромок) основовязанного полотна проводят для правильного накалывания кромок полотна на иглы сушильно-ширильных машин.

Для сушки кругловязаного полотна применяют конвективные сушилки непрерывного действия, работающие по принципу противотока. Полотно на выходе из сушильной камеры соприкасается со свежим холодным воздухом и, отдавая ему часть тепла, охлаждается. Благодаря этому уменьшается возможность пересушивания полотна и оно приобретает мягкость.

Основовязанные полотна в процессах мокрых обработок заметно вытягиваются по длине и усаживаются по ширине. В связи с этим их сушат на сушильно-ширильных машинах, в которых одновременно устраняют деформации полотна, перекосы его петельной структуры, придают ему устойчивые размеры и выравнивают плотность.

Процесс каландрирования (разглаживание увлажненного паром полотна валами каландра при одновременном ширении) применяют

обычно для кругловязанных полотен. Наряду с гладкой поверхностью полотну сообщают стабильные размеры, необходимую плотность, улучшенный гриф, устраняют перекосы петельных рядов и деформации линейных размеров. Трикотажным полотнам можно сообщить эффекты лощения, тиснения, серебристо-шелковистый эффект. Плиссированию и гофрированию обычно подвергают полотна из термопластичных волокон, образующих устойчивые складки. Плиссирование изделий из трикотажа на основе целлюлозных волокон и ацетатного шелка проводят после обработки их предконденсатами терморезактивных смол.

В трикотажном производстве используют также новые виды отделки, например, отделка под замшу, придание водоотталкивающих свойств, дублирование трикотажных полотен и др.

6. ВАРИАНТЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ

Итогом самостоятельной работы студентов является выполнение контрольной работы. Ниже приведены варианты контрольных заданий, рекомендуемых студентам заочного факультета. При выполнении контрольной работы в соответствии с вопросами задания необходимо описать:

- особенности структуры и свойств волокна, из которого изготовлено швейное изделие;
- технологию подготовки ткани к крашению или печатанию, основываясь на механизмах воздействия на волокно используемых в процессе подготовки химических материалов;
- технологию крашения или печатания тканей предлагаемым классом красителей;
- технологию придания улучшенных потребительских свойств ткани в направлении, указанном в контрольном задании.

Предложенные варианты контрольных заданий можно использовать для контроля знаний студентов дневной формы обучения.

Задание 1

Из какого природного волокна Вы выберите гладкоокрашенную ткань для изготовления легкого нарядного платья?

Приведите строение, состав и свойства этого волокна и процесс обработки такой ткани в отделочном производстве. Дайте технологию подготовки суровой ткани к крашению. Опишите, какими красителями ее можно окрасить и как придать ткани улучшенные потребительские свойства.

Задание 2

Какую ткань Вы используете для изготовления пальто?

Ткань обладает теплоизоляционными свойствами и окрашена кислотными красителями. Опишите строение, состав и свойства волокна, из которого изготовлена ткань, и приведите технологические процессы подготовки, крашения и заключительной отделки этой ткани в отделочном производстве.

Задание 3

Летний костюм выполнен из набивного сатина. Узор на ткань нанесен кубовыми красителями. Ткани придана устойчивая к стиркам серебристо-шелковистая отделка. Описать технологический процесс изготовления такой ткани в отделочном производстве: строение и свойства хлопкового волокна, процессы подготовки, печатания и заключительной отделки ткани.

Задание 4

Куртка изготовлена из плотной, тяжелой хлопчатобумажной ткани, окрашенной в черный цвет, а по черному фону нанесен узор с использованием металлических бронзового и алюминиевого порошков. Ткань обладает гидрофобными свойствами. Описать технологический процесс изготовления такой ткани в отделочном производстве: строение и свойства хлопкового волокна, процесс подготовки плотных тяжелых тканей к крашению, процесс крашения ткани дешевыми красителями для хлопка, процесс печатания ее пигментами и технологию гидрофобной отделки.

Задание 5

Легкий костюм пошит из ткани на основе гидратцеллюлозного волокна. Ткань окрашена активными красителями. На стадии заключительной отделки ей приданы свойства малосминаемости и малоусадочности.

Привести технологический режим обработки такой ткани в отделочном производстве: строение, состав и свойства гидратцеллюлозных волокон, технологию подготовки тканей из них к крашению, технологию крашения ткани активными красителями и процесс придания ей малосминаемых и малоусадочных свойств.

Задание 6

Плащ изготовлен из хлопчатобумажной ткани, окрашенной кубовыми красителями. На стадии заключительной отделки ткани придали водоупорные свойства и придали устойчивый к стирке гляцевый эффект, имитирующий кожу. Привести технологию об-

работки такой ткани в отделочном производстве: описать строение, состав и свойства хлопкового волокна, процесс подготовки хлопчатобумажных тканей к крашению и печати, химию и технологию крашения тканей кубовыми красителями и технологию получения на тканях гидрофобного и глянцевого эффектов, устойчивых к мокрым обработкам.

Задание 7

Платье-костюм изготовлен из льняной ткани. Суровая льняная ткань отбелена, на отдельные ее места в виде купона нанесен цветной узор активными красителями. Юбка костюма заплиссирована способом, придающим устойчивость эффекту к стиркам. Привести технологию отделки такой ткани в отделочном производстве: описать строение, состав и свойства льняного волокна, подготовку льняных тканей к печати, химизм и технологию колорирования ткани активными красителями и технологию формоустойчивой отделки тканей.

Задание 8

Вечернее платье изготовлено из легкой шелковой ткани, сотканной из нитей химических волокон. На ткань нанесен сложный многоцветный рисунок. Она обладает улучшенными потребительскими свойствами. Привести технологию изготовления такой ткани: описать общие принципы получения химических волокон, специфические особенности их строения и свойств, технологию подготовки таких тканей под печать, способ печати, позволяющий получать сложные, многоцветные узоры по тканям из химических волокон, и технологию заключительной отделки этих тканей.

Задание 9

Летнее платье изготовлено из набивного хлопчатобумажного сатина. Ткань сначала окрашена азоидными красителями, а затем по окрашенной ткани нанесен рисунок в виде белого и цветного узоров.

Привести технологию отделки такой ткани в отделочном производстве: описать строение, состав и свойства хлопкового волокна, процесс подготовки хлопчатобумажных тканей под крашение и пе-

чать, химию и технологию получения белых и цветных узоров способами вытравной печати и технологию заключительной отделки хлопчатобумажных тканей.

Задание 10

Костюм пошит из ткани, изготовленной из полиэфирного волокна. Ткань окрашена дисперсным красителем, обладает улучшенными потребительскими свойствами. Привести технологию обработки такой ткани в отделочном производстве: описать строение и свойства полиэфирных волокон, технологию подготовки тканей из лавсана к крашению; охарактеризовать свойства дисперсных красителей, механизм и технологию крашения ими полиэфирных волокон и технологию заключительной отделки тканей из синтетических волокон.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балашова, Т.Д. Краткий курс химической технологии волокнистых материалов /Т.Д. Балашова и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Балашова, Т.Д. Отделка шелковых тканей /Т.Д. Балашова и др. – М.: Легпромбытиздат, 1986.
3. Новородовская, Т.С. Химия и химическая технология шерсти /Т.С. Новородовская, С.Ф. Садова.– М.: Легпромбытиздат, 1986.
4. Симон, Л. Отделка трикотажных изделий /Л. Симон, М. Квапиль. –М.: Легпищемаш, 1982.
5. Никитин, М.Н. Художественное оформление тканей. – М.: Легкая индустрия, 1971.
6. Мельников, Б.Н. Физико-химические основы процесса отделочного производства /Б.Н. Мельников и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
7. Мельников, Б.Н. Современное состояние и перспективы развития технологии крашения текстильных материалов /Б.Н. Мельников и др.– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983.
8. Мельников, Б.Н. Прогресс техники и технологии печатания тканей /Б.Н. Мельников и др. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1980.
9. Мельников, Б.Н. Современные способы заключительной отделки тканей из целлюлозных волокон, /Б.Н. Мельников, Т.Д. Захарова. – М.: Легкая индустрия, 1975.
- 10.Беленький, Л.И. Крашение и печатание текстильных материалов из смесей природных и химических волокон /Л.И. Беленький и др.– М.: Легпромбытиздат, 1987.
- 11.Мельников, Б.Н. Прогресс текстильной химии /Б.Н. Мельников и др. – М.: Легпромбытиздат, 1988.
- 12.Андросов, В.Р. Синтетические красители в легкой промышленности /В.Р.Андросов, И.Н.Петрова. – М.: Легпромбытиздат, 1989.
- 13.Васильев, В.В. Исследование процесса хромирования алюминиевых печатных валов /В.В. Васильев, Г.М. Прияткин, В.Р. Ополовников //Изв. вузов. Технология текст. промышленности.– 2001. –№5. – С. 120-122.
- 14.Сафонов, В.В. Химическая технология отделочного производства. – М.: МГТУ, 2002.
- 15.Отделка хлопчатобумажных тканей: справочник /под ред. Б.Н. Мельникова.-Иваново: изд-во «Талка», 2003.

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| Введение | 3 |
| 1. Особенности структуры и свойств волокнообразующих полимеров и волокон | 4 |
| 1.1. Хлопок | 6 |
| 1.2. Лен | 8 |
| 1.3. Шерсть | 8 |
| 1.4. Шелк | 13 |
| 2. Процессы подготовки тканей из различных волокон к крашению и печатанию | 18 |
| 2.1. Подготовка хлопчатобумажных тканей к крашению и печатанию | 19 |
| 2.2. Подготовка льняных тканей | 32 |
| 2.3. Подготовка тканей из гидратцеллюлозных волокон | 34 |
| 2.4. Подготовка шерстяных тканей | 35 |
| 2.5. Подготовка тканей из натурального шелка | 37 |
| 2.6. Подготовка тканей из синтетических волокон и ацетатного шелка | 39 |
| 3. Крашение и печатание тканей | 40 |
| 3.1. Общие принципы построения процессов крашения и печатания | 43 |
| 3.2. Техническая классификация красителей | 45 |
| 3.3. Крашение и печатание тканей из целлюлозных волокон | 46 |
| 3.4. Крашение и печатание шерстяных тканей | 68 |
| 3.5. Крашение и печатание тканей из натурального шелка | 72 |
| 3.6. Крашение и печатание тканей из синтетических волокон и ацетатного шелка | 73 |
| 3.7. Крашение и печатание ткани из смеси волокон | 78 |
| 4. Заключительная отделка тканей | 79 |
| 4.1. Заключительная отделка тканей из целлюлозных волокон | 80 |
| 4.2. Заключительная отделка шерстяных тканей | 100 |
| 4.3. Заключительная отделка тканей из натурального шелка, химических волокон и смеси волокон | 102 |
| 4.4. Придание текстильным материалам специальных свойств | 104 |
| 5. Специфика отделки трикотажных изделий | 115 |
| 6. Варианты контрольных работ для студентов заочного отделения | 119 |
| Библиографический список | 123 |