

Министерство образования и науки России
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский
технологический университет»

И.В. Красина, Э.Ф. Вознесенский

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Учебное пособие

Казань
Издательство КНИТУ
2014

УДК [677.014.2+677.027](075.8)
ББК 37.235

Красина И.В.

Химическая технология текстильных материалов : учебное пособие / И.В. Красина, Э.Ф. Вознесенский; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2014. – 116 с.
ISBN 978-5-7882-1600-3

Рассмотрены основные этапы отделочного производства в производстве текстильных изделий, в частности, стадия подготовки тканей к крашению, собственно крашение и печатание, заключительная отделка тканей. Приведены сведения об особенностях процессов химической отделки для тканей разного волокнистого состава.

Предназначено для студентов всех форм обучения по направлению подготовки 261100.62 «Технология и проектирование текстильных изделий», а также может быть полезно для научных работников, преподавателей и аспирантов вузов.

Подготовлено на кафедре: технологии химических, натуральных волокон и изделий и кафедре плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Рецензенты: ген. директор ООО «Квинта»
канд. техн. наук *А.С. Парсанов*
директор ООО «Текстильные
инновационные технологии»
З.М. Бадретдинов

ISBN 978-5-7882-1600-3 © Красина И. В., Вознесенский Э. Ф., 2014
© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Производство текстиля является исторически сложившейся отраслью, во многих аспектах заимствующей достижения и традиции прошлого. Химическая технология текстильных материалов – это ключевая стадия производства тканей, заключающаяся в превращении сурового некрашеного полотна в отбеленный, колорированный и аппретированный материал, пригодный для пошива швейных изделий и изготовления предметов быта. Развитие химической технологии текстильных материалов определило прогресс фундаментальных и прикладных наук, прежде всего органической, коллоидной химии, органического синтеза. Синтетические и искусственные волокна существенно расширили ассортимент тканей и технологии отделки.

В настоящее время ведутся масштабные исследования и разработка «текстиля будущего» – материалов с уникальными свойствами за счет применения новых технологий физико-химической обработки. Актуальной остается тематика создания материалов с обратной связью на воздействия окружающей среды: управляемая тепло-, влаго-, свето-, огнезащита, мимикрирующая расцветка и многое другое. В начале XXI века области применения текстиля существенно расширились за пределы швейной и легкой промышленности. Текстиль применяется при производстве передовых композитов, таких как углепластики, армированные ткани, строительные материалы.

Учебное пособие содержит сведения об основных этапах и процессах химической отделки тканей разного ассортимента и волокнистого состава. Приведены данные о протекающих при отделке тканей химических процессах и примеры наиболее распространенных технологий.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕКСТИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И ОТДЕЛКЕ ТКАНЕЙ

1.1. Основные тенденции развития отделочного производства

Требования к текстильным материалам – это служить для изготовления одежды и предметов быта, украшать жизнь человека. Наряду с этим предъявляются требования, связанные с необходимостью обеспечить комфорт при их использовании. Указанные требования определяют важность придания тканям формостойкости, повышенной гидрофильности или гидрофобности, легкой отстирываемости и др.

В современном мире к текстильным материалам предъявляются новые требования: уметь изменять свойства в нужном человеку направлении под воздействием внешней среды, т.е. вырабатывать «ответную реакцию» – это, так называемый «умный текстиль». Изделия из него находят широкое применение для экипировки военнослужащих, космонавтов, участников экспедиций; окрашенные ткани могут изменять цвет под действием воды, тепла и света.

Все эти требования нашли свое воплощение в процессах заключительной отделки текстильных материалов, технологическое и аппаратное развитие которых началось практически в XX в. одновременно с развитием химии и технологии полимерных материалов, применение которых лежит в основе заключительной отделки тканей.

Производство текстиля состоит из двух очень непохожих по своей сути стадий: механической и химической технологий. На первой, механической фазе осуществляется производство из природных или химических волокон пряжи (пряжение), из которой затем изготавливаются ткани (ткачество). Практически никаких химических превращений с волокнами, пряжей и тканями не происходит. Для реализации механической стадии технологии необходимы обширные знания физико-механических свойств волокон, которые определяются их химической и физической природой.

Химическая технология текстильных материалов (ХТТМ) в качестве объектов воздействия имеет дело с суровой тканью (реже пряжей), трикотажем или нетканым материалом. Основными стадиями ХТТМ (отделки) являются очистка текстильных материалов от

загрязнений (подготовительные процессы), колорирование (крашение и печатание) и заключительная отделка (аппретирование).

ХТТМ как самостоятельная химико-технологическая дисциплина начинает формироваться в середине XIX в. ХТТМ изучает преимущественно химические, физико-химические и коллоидно-химические явления, лежащие в основе процессов отделочного производства. Практически все основные разделы химии активно используются в ее теории и практике. В развитии ХТТМ как области знаний и прикладной деятельности принимали активное участие видные ученые химики разных стран – У.Г. Перкин, Н.Н. Зинин, А.Е. Порай-Кошиц, М.А. Ильинский, У.Х. Карозерс и др.

Текстиль был важным предметом торговых общений между народами, причиной открытия новых торговых путей, и даже поводом для войн. В настоящее время текстиль является одним из важнейших предметов соглашения в рамках ВТО (Всемирная торговая организация). И это не удивительно, так как доходы от производства и потребления текстиля составляют для больших государств от 15 до 20 % общих поступлений в бюджет (США, Китай). В настоящее время производство натуральных волокон достигло 27–28 млн. т в год и постепенно приближается к своему пределу 32–35 млн. т в год, так как аграрные ресурсы и возможности совершенствования агротехники в значительной мере лимитированы.

Коренная проблема современного этапа развития отечественной текстильной промышленности состоит в повышении конкурентоспособности ее продукции. Путь ее решения лежит в повышении качества продукции, а также в снижении издержек производства.

Применительно к текстильному и отделочному производству снижение издержек может быть достигнуто за счет:

- сокращения расхода технологической воды;
- снижения энергозатрат;
- сокращения расхода основных и вспомогательных реагентов;
- увеличения производительности оборудования;
- снижения вредного влияния текстильного производства на окружающую среду.

1.2. Термины и понятия ХТТМ

К текстильным материалам относят вырабатываемые из волокон и нитей ткани и нетканые материалы, трикотаж, войлок, сети, канаты и др.

Текстильными волокнами называют гибкие прочные тела с малыми поперечными размерами, ограниченной длины, пригодные для изготовления текстильных изделий.

Нить – гибкое и прочное тело малых поперечных размеров и значительной длины, используемое для изготовления текстильных изделий.

Ткани изготавливают переплетением двух взаимно перпендикулярных систем параллельно расположенных нитей основы (продольные нити) и утка (поперечные нити).

Трикотаж вырабатывают из одной или многих нитей одной системы путем образования и переплетения петель.

Нетканые полотна получают скреплением слоев волокон (холстов) или параллельно расположенных нитей.

Подготовка – начальная стадия технологии. Основой подготовки текстильных материалов является очистка от загрязнений и придания текстилю устойчивой капиллярности и белизны. Подготовительная стадия включает в себя ряд последовательных процессов и операций, однако обобщенно может называться – беление.

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.

Аппретирование (от франц. *apprêter* – окончательно отделявать) в текстильной промышленности, одна из основных операций заключительной отделки материалов, в результате которой они приобретают ряд ценных свойств: повышенную износоустойчивость, безусадочность, несминаемость, гидрофобность, противогнилостность, негорючесть и др. В отдельных случаях аппrettiруют пряжу, когда она выпускается в виде товарной продукции (ниточные изделия).

1.3. Истоки искусства окрашивать и печатать ткани

Производство текстиля и изделий из него является одной из самых древних технологий. Эта технология развивалась и совершенствовалась синхронно с развитием цивилизации и, прежде

всего, фундаментальных и прикладных наук; доминирующую роль в ней играла и будет играть химия. Производство текстиля прошло традиционные стадии развития: искусство – ремесло – технология. 6 тысяч лет тому назад человек уже знал и использовал 4 важнейших природных волокна: лен, хлопок, шерсть и шелк. Археологические раскопки доказывают, что еще на самых ранних стадиях развития люди умели эти волокна выращивать и перерабатывать в изделия. Тем самым участвуя в борьбе за свое существование с природой, приспособлявая ее к своим нуждам.

Первым освоенным, окультуренным человеком волокном был лен. Еще пять тысяч лет до н.э. в долине реки Нил на территории современного Египта из льна изготавливали ткани. Еще раньше наши предки умели извлекать волокна из стеблей лубяных растений, плести из них подобие тканей и использовать их для прикрытия своего тела.

Жители найденного археологами на берегу Швейцарского озера древнего поселения, которое процветало в конце каменного века (неолит, около 8–3 тыс. лет до нашей эры), умели прясть и ткать из льна. При раскопках этого поселения в Швейцарии были обнаружены пряжи льняных волокон, фрагменты тканей и примитивные приспособления, с помощью которых производились пряжа и ткань. Тысячелетия эти материалы пролежали под толщей ила в воде озера и потому сохранились.

Вторым важнейшим волокном, которое освоил человек была шерсть. В период неолита (конец каменного века) человек использовал наряду со льном шерсть. Жители древнего поселения на территории современной Швейцарии разводили овец. Самая ранняя дата, связанная с овцеводством и производством шерсти, подтвержденная раскопками, соответствует 4000 лет до нашей эры. В долине Евфрата (Древняя Месопотамия) разводили овец, пряли шерсть и ткали примитивные ткани. В древнем Вавилоне выделывали шерстяные ткани, а на территории страны УР (упоминается в Библии) недалеко от Персидского залива археологи раскопали древнюю мозаику с изображением разведения овец. Это соответствует примерно 3500 году до нашей эры.

Третье важнейшее волокно, освоенное человеком – хлопок. Первое материальное подтверждение его производства относится к 1000 лет до н.э., о чем говорят археологические раскопки поселения в Индии. Исследования показывают, что хлопок начали использовать в

Египте несколько тысяч лет до н.э. Купцы завозили хлопок из Индии на Ближний Восток, в Центральную Азию и затем в Китай.

Само слово хлопок («cotton») происходит от арабского слова «quoton». Одной из загадок развития человеческой цивилизации остается вопрос: каким образом человек научился выращивать хлопок, прясть его и ткать из него ткани в одно и тоже время на разных континентах (в Азии и в Южной Америке, в стране древних Инков – Перу). Еще в неоткрытой европейцами Южной Америке, древние инки выделяли хлопчатобумажные ткани превосходного по современным меркам колористического оформления и качества. Таким образом, эти технологии были освоены еще в доисторические времена на разделенных друг от друга тысячами километров континентах.

В Египте 2500 лет до н.э. умели делать ткани высочайшего качества, не уступающие современным. Египетские мумии этого времени были обернуты в ткань плотностью 540 нитей на 1 дюйм. Лучшие современные английские ткани подобного типа имеют плотность 350 нитей на 1 дюйм.

Четвертое важнейшее природное волокно - шелк. Вероятно, Родиной его производства был Китай. Легенда гласит, что китайская императрица Хен-Линг-Чи (примерно 2600 лет до н.э.) первая открыла это замечательное волокно. Она случайно уронила кокон в горячую воду и увидела, что из размяченного кокона отделились шелковые нити. Императрица поняла возможность использования этих нитей. Так родилась древнейшая культура шелководства, основанная на жизнедеятельности тутового шелкопряда, питающегося листьями белой шелковицы (тутовник).

Технология выделывания шелковых тканей точно происходит или из Китая или других стран Дальнего Востока и ее рождение соответствует примерно 3000 лет до н.э.

Китайцы довели культуру и производство шелка и шелковых тканей до совершенства и примерно 1400 лет до н.э. ткани из шелка различного вида и одежда из них стали предметом обычного потребления в этих странах. В Китае существовал в это время налог на использование изделий из шелка.

Таким образом, четыре природных волокна были освоены и использовались для производства тканей доисторическим человеком по технологической схеме: выращивание – прядение – ткачество. Эта простейшая схема, изобретенная более чем 6 тысяч лет тому назад, не претерпела принципиальных изменений до сих пор, пройдя путь от

ручной до высокоавтоматизированной скоростной (робототехника) технологии. Простейшие прялки и ткацкие станки, которые находят при раскопках древних поселений основаны на тех же принципах, что и современное автоматизированное текстильное прядильное и ткацкое оборудование.

На территории нашей страны искусством выделки тканей владели с древних времен. Создание текстильной промышленности и отделочной отрасли ее началось в России в форме мануфактур при Петре I. Мануфактурный период развития характеризуется высоким качеством текстильной продукции. Достаточно сказать, что в XVIII в. Россия являлась одним из ведущих в мире производителей и экспортеров текстиля. В XIX в. происходит переход от мануфактур к фабричной форме организации производства текстиля.

Однако изначально в России текстильное производство в т.ч. и отделочное сильно зависело от Западного капитала: красители, вспомогательные материалы, оборудование и даже специалисты. А готовая продукция экспортировалась в том числе и на Запад.

Современная технология отделки текстиля практически полностью воспроизводит исторически принятую последовательность процессов отделки суровых тканей: беление, крашение, печатание и аппретирование.

Из истории беления тканей

Наиболее технически отсталым в мануфактурный период продолжал оставаться процесс беления тканей: он базировался, в основном, на применении природных факторов (вода, воздух, солнце) и имеет своим назначением уничтожение пигментов ткани и удаление шлихты. Беление производилось на обширных лугах, которые должна была иметь каждая мануфактура.

Беление заключалось в варке полотен в чанах с горячим раствором извести и поташа; затем полотна на жердях развешивались на лугу, в чем собственно и заключалась операция беления. Обе стадии обработки повторялись обычно несколько раз.

Достижением мануфактурной техники является замена ручной поливки тканей механической. На крупных мануфактурах в XVIII в. устанавливались водяные колеса двойного назначения: одни – для подъема воды из реки в белильные каналы, устраиваемые на лугу, другие – для непосредственной поливки развешанных полотен. Процесс беления длился очень долго – от трех недель до двух месяцев,

пока не оказывалось полностью использованным действие солнца и воздуха. Варка в едких щелочах часто портила ткань, и эта операция требовала особенно тщательного наблюдения.

Во время мануфактурного производства подготовка занимала десятки часов, а иногда и недели (особенно подготовка х/б и льняных тканей). В настоящее время подготовку осуществляют на непрерывно действующем оборудовании или на машинах периодического действия высокой производительности. Для повышения производительности труда при подготовке текстильных материалов совмещают отдельные операции. Однако в этом случае надо помнить о том, чтобы не происходило ухудшения свойств текстильных материалов.

Из истории крашения

Окрашивание пряжи или тканей естественными органическими красителями, которые содержатся в растениях или в некоторых видах насекомых и морских животных, уходит своими истоками в глубокую древность. Из всего многообразия растительного мира практикой крашения с течением веков были отобраны те красильные растения, которые обеспечивали наиболее высокое качество, долговечность и красоту окраски.

Круг природных красителей, дающих прочную красную и синюю окраску невелик. Лучшими по красоте и долговечности были два красных красителя животного происхождения: пурпур, добывавшийся из средиземноморских моллюсков до XIX века, и кармин, который экстрагировали из насекомых двух разных видов – червеца на территории Европы и Азии и кошенили в Южной Америке. Наиболее популярным растительным красителем красного цвета, не уступавшим по прочности кармину, был крапп, который извлекали из корней марены красильной.

Самый распространенный краситель синего цвета – индиго, также отличающийся особой стойкостью окраски, был единственным в своем роде. Индиго получали из растения, произрастающего в странах с теплым климатом – Индии, Юго-Восточной Азии. Другие индигоносные растения из более северных широт не давали столь интенсивной окраски, поэтому конкурировать с индиго не могли. До конца XIX века индиго был единственным надежным синим красителем текстильных волокон.

Из красителей других цветов излюбленными были ярко-желтые, которые извлекали из тропического растения куркумы и корней барбариса.

Такие яркие и прочные красители использовались для изготовления драгоценных тканей, потребителями которых были только знатные лица.

Кроме того, существовало множество желтоватых и коричневых красителей разных оттенков, которые получали в каждой стране из местного сырья – корней и коры растений разнообразных видов. Эти красители были самыми доступными, и поэтому коричневые бурые и неяркие желтые тона считались цветами бедноты.

Естественные природные красители использовались в промышленном масштабе вплоть до 60–70-х годов XIX века. Только изобретение анилиновых красителей окончательно вытеснило старые способы крашения. Интересно, что в это время и по всему Востоку распространяются искусственные красители. Ни закон персидского правительства, запрещавший их ввоз, ни распоряжения прекратить работу на тех фабриках, где они применялись, не могли тому воспрепятствовать. Жестокое наказание – отсекать правую руку каждому красильщику, кто прибегал к химии, – скоро было предано забвению, а после первой мировой войны химические красители вошли уже в общее употребление. Однако древние методы сохраняются и в настоящее время в ковроделии и при выработке других художественных изделий ручным способом.

Натуральные красители для текстильных волокон извлекают из высушенного природного сырья: коры, корней, древесины, листьев, плодов, насекомых – путем вываривания их в воде. Исключение составляет только синий краситель индиго, который в воде не растворяется.

Большинство красящих веществ, содержащихся в природном сырье, требует для прочного соединения с волокном обработки ткани или пряжи солями различных металлов, главным образом алюминия, меди, хрома, железа и олова. Соли этих металлов хорошо поглощаются текстильными материалами из водных растворов и при крашении, соединяясь с красителями, образуют на волокнах прочные цветные соединения разных оттенков, называемые лаками.

Нанесение солей металлов на текстильные волокна называется в технике крашения протравливанием, а соли металлов – протравами.

Крашение не растворимым в воде индиго имеет особую технологию и называется кубовым крашением. Сущность кубового крашения заключается в том, что индиго в щелочной ванне в присутствии восстановителей переходит в растворимую форму, называемую лейкосоединением. В светло-желтый щелочной раствор лейкосоединения – куб – погружают ткань или пряжу, которую затем развешивают на воздухе, где она превращается из желто-зеленоватой в синюю, за счет окисления лейкосоединения кислородом воздуха. При окислении лейкосоединение превращается на волокне в исходный нерастворимый краситель синего цвета – индиго.

Зеленые тона получали в древности окрашиванием ткани или пряжи индиго в голубые или синие цвета, а затем желтым красителем, экстрагированным из растений. Таким же образом по окраске индиго получали лиловые и фиолетовые тона, окрашивая синие ткани в красный цвет.

Дальнейшее развитие технологии колорирования текстиля связано с успехами в области получения искусственных красителей из природного сырья и, в частности, анилиновых из индиго (1826 г.). К 60-м годам XIX в. относится появление азокрасителей, наиболее распространенного в настоящее время класса синтетических красителей. В XIX в. развитие красильного дела идет параллельно с прогрессом техники машинного печатания тканей. В начале XX в. тенденцией развития текстильных машин является предельная автоматизация и стремление проникнуть во все звенья производственного цикла, где еще сохранились элементы ручного труда. Электричество широко внедряется в работу исполнительных органов машин. К настоящему времени крашение тканей представляет собой высокопроизводительную автоматизированную промышленную технологию.

Набивка и аппретирование ткани

Обычно ткани после ткачества подвергались ряду аппретурных операций, имевших целью придать материи гладкость и определенный цвет. В древнем Риме в I в. н.э. для обработки тканей употребляли различные виды мела и серы. Добывавшийся в Сардинии сардинский мел шел на аппретуру белых (льняных) материй, при отделке разноцветных тканей применялся кимольский мел, для лощения одежды служил наиболее дорогой сорт умбрийского мела, называвшегося камнем. В средневековой Европе аппретирование льняных тканей

сводилось к белению, сушке и лощению (разглаживанию) под винтовым прессом.

В мануфактурный период для аппретирования полотняных тканей применяются элементарные машины в виде прессов и лощильных аппаратов (роллов). Примером прессы того времени можно считать винтовой пресс, применявшийся на итальянских мануфактурах конца XVI в. и винтовой пресс Большой Ярославской мануфактуры середины XVIII в., служившие для сглаживания полотен и для придания им глянцевого блеска. Здесь рабочий при помощи крюка и деревянной колодки или длинного стержня производил вращение винта вверх и вниз, т.е. выполнял чисто двигательную функцию.

В отличие от прессы ролл представлял собой вертикальный круглый столб, рабочий вал которого производил лощение ткани путем ее прокатки. На русских мануфактурах XVIII в. роллы приводились в движение силой животных.

В дальнейшем для каландрирования и лощения стали применять каландры, сначала в виде тяжелых подвижных валов в первой половине XVIII в., в последствии с середины XVIII в. – по принципу прокатного стана, в виде двух нагреваемых металлических валов с регулируемым давлением прижима. Отличие лощильного аппарата от каландра заключалось в том, что он имел своим назначением отделку уже готовой набитой ткани, наведение на нее глянца.

Последние звенья технологического процесса текстильного производства представляли действительный образец централизованной формы мануфактуры. Если приготовительные операции, прядение и часто ткачество осуществлялись мелкими производителями, работавшими на дому и объединенными купцом-предпринимателем, то технические особенности аппретурных операций почти всегда требовали концентрации средств производства и рабочей силы в одном помещении. Это относится в особенности к ситценабивным мануфактурам, получающим развитие в Западной Европе с конца XVII в.

Первое предприятие такого рода возникло в Голландии в 1678 г. Первая крупная ситценабивная мануфактура в Англии возникла в 1690 г. в г. Ричмонд. Центром ситцепечатного дела становится г. Аугсбург, одно из предприятий которого имело около 3500 рабочих и выпускало в год 70 000 кусков ситца. К этому же времени относится появление первых, организованных иностранцами ситценабивных мануфактур в России (в 1755–1767 гг.).

Основными участками аппретурных предприятий были: белильное производство, красильное производство, печатание тканей (преимущественно льняных и хлопчатобумажных), каландрирование и лощение материй. Сложное и дорогое оборудование, сырые, материалы, необходимые для этих процессов, требовали организации производства в крупном масштабе и придавали ему ярко выраженный капиталистический характер. Необходимость использования гидравлического двигателя для целей беления и приведения в действие тяжелых каландров и лощильных аппаратов определило географическую локализацию этих предприятий, концентрировавшихся, как и металлургические заводы, преимущественно на берегах рек.

Современная технология заключительной отделки тканей во многом основана на исторически устоявшихся принципах, также используются каландры и прессы. Отличительной особенностью современного этапа является высокий уровень механизации и автоматизации техники, применение механизированной сушки, ширения, стрижки, декатировки и др.

1.4. Особенности строения и свойств текстильных волокон

Сырьем для текстильного производства являются волокна и нити. Особенности строения и свойств волокон определяют выбор технологии ткачества и химической отделки.

По источникам происхождения текстильные волокна подразделяют на натуральные и химические. По происхождению волокнообразующего вещества натуральные волокна подразделяют на три подкласса: растительного, животного и минерального происхождения. Химические волокна подразделяют на искусственные и синтетические.

Натуральные волокна

Различают природные волокна растительного (хлопок, лен, джут) и животного (шерсть, шелк) происхождения. Главным образом они используются для изготовления текстильных изделий. В основе природных растительных волокон лежит целлюлоза, волокнообразующими полимерами волокон животного происхождения

являются белки. Натуральные волокна обладают чрезвычайно развитой микроструктурой и высокой гигроскопичностью.

Хлопок

Хлопок – это волокна, покрывающие семена растений хлопчатника. Хлопчатник – однолетнее растение высотой 0,6–1,7 м, произрастающее в районах с жарким климатом. Основным веществом (94–96 %), из которого состоит хлопковое волокно, является целлюлоза. Хлопковое волокно нормальной зрелости под микроскопом имеет вид плоской ленточки со штопорообразной извитостью и с каналом, заполненным воздухом. Один конец волокна со стороны его отрыва от семени хлопчатника открыт, другой, имеющий коническую форму, закрыт.

Количество волокна зависит от степени его зрелости. Хлопковым волокнам присуща извитость. Волокна нормальной зрелости имеют наибольшую извитость – 40–120 извитков на 1 см. Длина хлопкового волокна колеблется от 1 до 55 мм. В зависимости от длины волокон хлопок делят на:

- коротковолокнистый (20–27 мм),
- средневолокнистый (28–34 мм),
- длиноволокнистый (35–50 мм).

Химическое строение и свойства целлюлозы определяют свойства хлопчатобумажных тканей в целом и технологию их обработки в отделочном производстве. Кроме того, в хлопковом волокне имеются сопутствующие целлюлозе примеси, которые удаляют из нее в процессе подготовки тканей к крашению и печатанию. Основными примесями являются: воскообразные, азотсодержащие (белковые), пектиновые вещества, минеральные соли и естественные красители (следы).

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 $n = 10000–15000$. Хлопковое волокно устойчиво к действию органических растворителей, набухает в водных растворах, особенно при нагревании, выдерживает кратковременное воздействие

температуры 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 деструктирующего воздействия на целлюлозу. При повышении температуры и длительности 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 – оксидцеллюлозы. 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 гидролизуется до гидратцеллюлозы.

Лен

Лен – однолетнее травянистое растение, имеет две разновидности: лен-долгунец и лен-кудряш. Из льна-долгунца получают волокна. 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. К сопутствующим веществам льна относятся: лигнин, пектиновые, жировосковые, азотистые, красящие, зольные (минеральные) вещества, вода. Волокно гигроскопично, его кондиционная влажность – 12 %, и поэтому оно обладает хорошими гигиеническими свойствами и достаточно легко окрашивается всеми классами красителей, рекомендуемыми для колорирования изделий из целлюлозных волокон.

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

Шерсть

Шерстяное волокно является продуктом жизнедеятельности животных: 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 ($-\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}-\text{NH}-$).

Установлено, что в состав 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 между молекулами цистина дисульфидных связей ($-\text{S}-\text{S}-$).

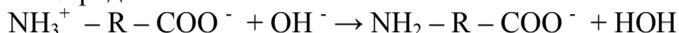
Макромолекулы кератина, помимо главных продольных цепей, имеют боковые ответвления, содержащие функциональные группы $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$. Они могут взаимодействовать между собой и с функциональными группами другой макромолекулы, образуя боковые поперечные связи между главными 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.

Исследования кератина и изучение его упругих свойств позволили установить, что кератин может существовать в трех формах: α -спирали, β -складчатого листа и сверхсокращенной, которые прежде всего различаются длиной цепи. 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 присуще целлюлозным материалам.

Благодаря присутствию основных ($-\text{NH}_2$) и кислотных ($-\text{COOH}$) групп, кератин шерсти проявляет амфотерные свойства. Он может находиться в неионизированном ($\text{NH}_2-\text{R}-\text{COOH}$) или чаще ионизированном ($\text{NH}_3^+-\text{R}-\text{COO}^-$) 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 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 %-ых кипящих растворах КОН 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 хлораминокислот, 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.

Шелк

Натуральный шелк по своим свойствам и себестоимости – ценнейшее текстильное сырье. Получают его разматыванием коконов, образуемых гусеницами шелкопрядов. Наибольшее распространение и ценность имеет шелк тутового шелкопряда, на долю которого приходится 90 % мирового производства шелка.

Из всех природных волокон натуральный шелк – самое легкое волокно и наряду с красивым внешним видом обладает высокой

гигроскопичностью (11 %), мягкостью, шелковистостью, малой сминаемостью.

Натуральный шелк – сырец состоит в основном из природного белка фиброина (75–80 %) и растворимого шелкового 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 шелка 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 шелк не имеет клеточного строения и это роднит его с синтетическими волокнами.

Химические свойства шелкового волокна близки к шерсти. Основные различия обусловлены особенностями химического состава и структуры фиброина шелка.

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 шелка скрип.

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

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

Заметную чувствительность шелк 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 шелковых тканей.

Фиброин достаточно устойчив к действию микроорганизмов и к процессу гниения.

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

Искусственные волокна

Наибольшее значение для текстильной промышленности имеют искусственные волокна: вискозные и ацетатные. Их получают из природных полимеров (древесная или хлопковая целлюлоза) путем химической модификации. Искусственные волокна сочетают в себе свойства, характерные как для натуральных, так и для синтетических волокон.

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-медноаммиачный 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 ее 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 производства.

Основные химические свойства гидратцеллюлозы аналогичны ранее рассмотренным для целлюлозы. Однако, вследствие менее упорядоченной структуры и большей активности, она более чувствительна 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.

Помимо обычного вискозного штапельного волокна, выпускаются высокомодульные гидратцеллюлозные хлопкоподобные волокна (полинозное, сиблон и др.) Они отличаются более равномерным расположением макромолекул по 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. Вискозное высокомодульное волокно сиблон обладает рядом существенных пороков: не прорезанные волокна, склейки, неравномерная влажность, недостаточная рассыпчатость и др.

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, имеет меньшую способность к набуханию в воде, меньше теряет прочность в мокром состоянии. Оно обладает повышенной мягкостью и эластичностью, более высокими упругими свойствами 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 шелка.

Различие в химическом составе определяет особенность свойств ацетатных и триацетатных волокон. Последние имеют пониженную адсорбционную способность, более высокую термостойкость (выдерживают нагревание до температуры $180^{\circ}C$), еще 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 действию щелочей, 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 пригодны для трикотажа. Ткани из ацетатных волокон выпускают в широком ассортименте, преимущественно бытового назначения. Большое распространение получили также шелковые ткани, выработанные из смеси ацетатных нитей с

вискозными, полиамидными и полиэфирными волокнами. Этим достигается высокая стабильность размеров, легкость ухода за изделиями, более низкая электризуемость, что делает подобные смеси пригодными для изготовления тканей бельевой группы.

Синтетические волокна

Синтетические полимеры – это высокомолекулярные вещества, полученные из низкомолекулярных продуктов в процессе химического синтеза. Волокна из синтетических полимеров обладают рядом свойств отличных от натуральных и искусственных, такие как: управляемый размер волокон, высокая прочность, низкая гигроскопичность, блеск и др.

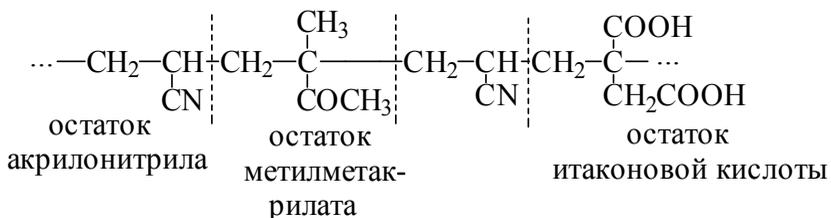
Полиакрилонитрильные волокна

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.

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, для некоторых типов ассортимента доля потребления ПЭФ достигает 70 %.

Высокий спрос на полиэфирные волокна обусловлен созданием материалов нового типа, обладающих комплексом свойств, за счет которых они составляют конкуренцию 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.

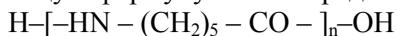
К недостаткам полиэфирных волокон следует отнести крайне низкую гигроскопичность, высокую электризуемость и степень кристалличности. Это затрудняет процесс их крашения, который, как правило, проводят при температурах порядка 130°C, на работающем под давлением оборудовании. Однако в настоящее время выпускаются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

Важнейшей тенденцией 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.

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 шелковой 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 amino- ($-\text{NH}_2$) и карбоксильные

(–COOH). В этой связи капроновое волокно приближено к натуральному шелку.

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 в сравнении 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 шелковой 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 (наносит на волокно или ткань в процессах их изготовления).

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

Вышеперечисленные примеси сообщают суровым тканям жесткость, гидрофобность (несмачиваемость), неприятный серовато-желтый цвет, склонность к развитию микроорганизмов и др. Если их не удалить, они серьезно 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 природой волокна.

2.1 Подготовка хлопчатобумажных тканей

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

2.1.1. Опаливание

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 ее внешний вид; четко выявляется ткацкая структура полотна; облегчается проведение последующих технологических процессов.

Не подлежат опаливанию полотенежные ткани, марля, фланель, бумазая, 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 щетками, 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 насыщенного водяного пара, лишенного 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

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

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 его степень 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 ее количества на ткани и введением в ее состав вспомогательных веществ (антиоксидантов, ингибиторов коррозии, регуляторов вязкости, замасливателей). Перечисленные добавки улучшают качество шлихтования, но повышают устойчивость шлихты к химическим реагентам, используемым при ее 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 диапазоне температур 85–120°C и 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 нанесенной 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 ее 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 ее 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. Щелочная отварка

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 процессов, 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:

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

2. 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.

3. 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 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 и 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.

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. Такие ПАВ 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 щелочью 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 оксигидролиз.

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 жесткости 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. Помимо бисульфита натрия, в условиях непрерывных процессов отварки при высоких концентрациях щелочи, в качестве восстановителей рекомендуют использовать ронгалит, диоксид тиомочевины, 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 засоренного хлопка. Принцип работы котла заключается в двустороннем (сверху вниз и снизу вверх) прокачивании варочной жидкости с концентрацией щелочи 9–12 г/л при температуре 130 °С 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 трудоемкий 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 концентрации 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 белиenia и составляют секцию отvarки. Этим достигается высокая производительность непрерывных способов подготовки (белиenia) 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 ее структуре.

2.1.4. Белиenie

Целью белиenia является повышение степени белизны отvarенной ткани и ее 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 белиenia состоит в разрушении природных красящих веществ хлопка, которые придают неотбеленным тканям буроватую или кремовую окраску. При отvarивании в щелочных растворах красящие пигменты не претерпевают заметных изменений, поэтому при белиении их разрушают с помощью окислителей.

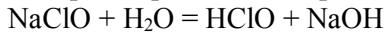
В качестве отбеливателей в текстильной технологии в основном используют три типа окислителей: гипохлориты натрия или кальция, перекись водорода и хлорит натрия. Очень редко для белиenia используют надуксусную кислоту и производные дихлоризоциануровой кислоты. Для достижения высокого эффекта белизны применяют оптические отбеливающие вещества (ООВ).

Беление гипохлоритами

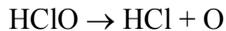
Для беления используют техническую хлорную известь ($\text{CaClO}_2 \cdot \text{CaO} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) или гипохлорит натрия (NaClO). Приготовление рабочих растворов хлорной извести производится путем медленного выщелачивания и многократного отстаивания водных суспензий технического продукта. Последний представляет собой сложную смесь веществ, часть которых при белении образует осадки – 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 непосредственно на отделочных предприятиях путем электролиза раствора поваренной соли или способом насыщения растворов гидроксида натрия газообразным хлором. При этом протекает реакция:



Гипохлорит натрия как соль, образованная слабой кислотой и сильной щелочью, 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 действие:



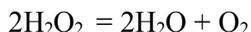
При этом образуется соляная кислота, что проявляется в снижении рН среды при отбеливании. Реакция среды (кислая, нейтральная, щелочная) в значительной степени влияет на процесс гидролиза, а следовательно, и на отбеливающее действие гипохлорита. Количество образующейся HClO падает с ростом рН среды (повышением щелочности), вследствие снижения степени гидролиза NaClO , что, в свою очередь, приводит к уменьшению скорости беления. При понижении рН (в кислой среде) происходит обратный процесс – равновесие сдвигается в сторону увеличения концентрации 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, а ядовитый хлор 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.

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

Беление пероксидом водорода

В настоящее время пероксид водорода и основанные на его использовании способы беления получили наиболее широкое применение во всем мире. Это 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 ее из технологической цепочки подготовки ткани.

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

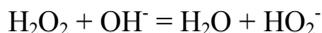


С точки зрения эффективности процесса беления эта реакция является нежелательной, поскольку не обеспечивает необходимой степени белизны, а кислород повреждает целлюлозу. Приведенная реакция каталитически ускоряется на свету, в присутствии ионов металлов, в щелочной среде и при повышенных температурах.

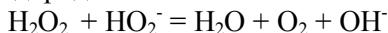
Отбеливающее действие оказывает продукт диссоциации перекиси водорода как кислоты с образованием пергидроксил-иона:



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



Образование основной белящей частицы – пергидроксил-иона – еще 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 $\text{pH} = 3\text{--}4,5$ в присутствии специальных активаторов.

Основные технологии беления хлопчатобумажных тканей

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

Классический щелочно-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 по активному хлору при температуре не выше 40°C и $\text{pH} = 8,5\text{--}10$ и выдерживают в емкостных 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, что обеспечивает сохранение прочности ткани. После этого следует окончательная промывка горячей и холодной водой.

Непрерывный запарной щелочно-перекисный способ. Его можно осуществлять в две стадии путем отваривания, а затем беления в

паровой среде или за счет совмещения обеих операций в одну стадию. Для подготовки (беления) тканей по этому способу используют поточные линии, на которых ткань может обрабатываться в виде жгута или расправленным полотном.

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 H_2SO_4 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: H_2O_2 (3–5 г/л), NaOH (рН = 10–11), Na_2SiO_3 и ПАВ.

Хлоритный способ. Несмотря на ряд технологических трудностей (коррозия оборудования, выделение токсичных газообразных продуктов) беление хлоритом приобретает все 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 и промывают. Затем пропитывают горячим раствором хлорита натрия, содержащим помимо основного компонента, $NaNO_3$, ПАВ и активатор ($NH_4H_2PO_4$). 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 рН = 3,5–4. После пропитки белящим раствором ткань отжимают до 100 %-го привеса и запаривают 1–2 часа при температуре 101–103 °С, 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 окрашиваемость, устойчивый шелковистый блеск, эластичность и дополнительную прочность.

В настоящее время классическую операцию мерсеризации проводят обработкой 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 щелочи и последующей промывки водой, происходит последовательное 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 ее надмолекулярную структуру. Сорбция целлюлозой щелочи 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 результате волокно проявляет повышенную сорбционную и реакционную способность, становится более гигроскопичным, легче окрашивается. Этому способствует также увеличение площади поперечного сечения волокна, его объема, размера пор внутри волокна.

Хлопчатобумажные ткани 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 щелочи ее 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 сохраняется сущность физико-химических явлений, свойственных подготовке хлопчатобумажных тканей.

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, жесткость, 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 щелочно-гипохлоритно-перекисному способу, который включает приведенные ниже последовательно повторяющиеся операции.

1. Пропитку тканей раствором гипохлорита натрия, выдерживание ее в емкостном компенсаторе в течение 1,5 ч без нагревания и последующую промывку. На этой стадии осуществляется расшлихтовка ткани и ее беление.

2. Пропитка щелочным раствором перекиси водорода, запаривание при температуре 90 °С, 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 °С, выдерживание ее в емкостном компенсаторе и промывка холодной водой.

При подготовке льняных тканей наиболее перспективным является хлоритно-перекисный способ. Отбеливание льна в горячих (80 °С) кислых растворах хлорита натрия (рН = 4–5) с последующим добеливанием по щелочно-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 процесс подготовки тканей из них преследует цель очистить материал от шлихты, замасливателей, маркирующих красителей.

Процесс очистки суровых тканей от примесей проводят путем отварки в растворах, содержащих синтетические моющие средства (СМС) и кальцинированную соду при температуре 85–90 °С 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 шликту на основе крахмала. Вследствие этого их очистка путем отварки в растворах СМС и соды малоэффективна.

Вискозные штапельные ткани подготавливают к крашению по непрерывному одностадийному щелочно-перекисному способу, совмещая в одну стадию процессы расшлихтовки и беления. Ткань пропитывается раствором, содержащим H_2O_2 , $NaOH$, Na_2SiO_3 и ПАВ, запаривается при температуре $98^\circ C$ 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 предусмотрены воздействия, вызывающие 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 шликты и жировых веществ, присутствие которых затрудняет проведение последующих процессов крашения и отделки.

Чаще всего в шерстяной отрасли шликтованию подвергают основную пряжу гребенных тканей, так как она обладает пониженной линейной плотностью. Для шликтования 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, повышает 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 (остатки репья, корма, затканые нити 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, путем 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 результате повышаются теплоизоляционные свойства ткани, увеличивается ее 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 °С, а длительность процесса определяется требованиями к величине уплотнения и свойлачивания.

Беление шерсти, имеющей слабую природную окраску, осуществляют перексидом водорода в щелочной среде при $\text{pH} = 8\text{--}9$ или в подкисленных растворах при температуре 40–50 °С. 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 шелка

Шелковые ткани, изготовленные из шелка-сырца, имеют неприглядный внешний вид, жестки на ощупь, в них отсутствует характерный для этого волокна блеск. Их жесткость и матовость обусловлены присутствием на волокне шелкового клея – серицина. Шелковые основы обычно не шлихтуются, но шелк-сырец

подвергается замочке – обработке составами, в которые входят растительные, животные и минеральные масла. Перед кручением шелковые нити подкрашивают. Все эти вещества и, прежде всего, серицин подлежат удалению.

Суровые шелковые и полушелковые ткани перед отваркой подвергают опаливанию на газоопаливающих машинах.

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

Наибольшее применение имеет классический мыльно-содовый способ отварки шелка. Процесс отварки проходит в две стадии. На первой стадии (собственно отварки), которая проводится в течение 1 часа при 92°C в мыльно-содовом растворе, удаляется 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 шелк 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. Ее применяют для придания специфического грифа, скрипучести и повышения блеска. Если шелк 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 шелка, основанные на применении щелочных буферных смесей. Одним из таких способов является ускоренный бисульфитно-содовый.

Буферную смесь, способную поддерживать определенное значение pH раствора для удаления серицина, готовят смешением соды с рассчитанным количеством бисульфита натрия. При этом часть соды переходит в бикарбонат, который при гидролизе образует щелочь.

При использовании этого способа наблюдается значительное повышение скорости обесклеивания, что позволяет проводить процесс собственно отварки в течение 15–30 минут. Однако, обработанный шелк, будучи полностью обесклеенным, остается грубым и жестким,

поэтому его переваривают в мыльном растворе в течение 30 минут, а затем промывают. Выделившийся при реакции сульфит натрия (Na_2SO_3) способствует отбеливанию шелка.

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

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

2.6. Подготовка тканей из синтетических волокон и ацетатного шелка

Такие ткани могут содержать *илихту*, *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 используют 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 шелка является проведение специальной операции – термостабилизации структуры и размеров полотна. Данный процесс 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 ее 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

Крашение и печатание тканей 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 печатании в качестве красильной ванны 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 реакционно-способных 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. Ее 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, определяющей 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 вглубь волокна, краситель фиксируется на его реакционно-способных 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;
- водородные связи;
- ионная химическая связь, возникающая при наличии у волокна и красителя противоположных зарядов;
- ковалентная химическая связь – самая прочная, обеспечивающая наиболее устойчивую окраску.

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 осуществляется 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 сушильную 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: подготовку под печать, нанесение рисунка, сушка напечатанной ткани, зреление и промывку.

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.

Машины с гравированными валами широко используют при колорировании тканей из целлюлозных волокон; машины с сетчатыми шаблонами – при печатании шелковых, 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 ее 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. 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°C и выше. На этой стадии происходит набухание пленки 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. Ее 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 нее 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, 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, черный анилин.

Поскольку основной ассортимент выпускаемых в настоящее время тканей включают 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, 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.

3.3. Крашение и печатание тканей из целлюлозных волокон

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

Несмотря на различия в химическом строении и технологических свойствах, все красители, применяемые для окрашивания целлюлозных волокон, имеют общие признаки. Это, прежде всего, склонность к образованию больших по размерам агрегированных частиц.

Ввиду того, что поглощение красителя волокном возможно лишь в виде отдельных ионов или молекул, задача диспергирования частиц красителей до мономолекулярного состояния за счет их дезагрегации, 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 счет 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, кубосолям и азосотавляющим азоидных красителей.

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, 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 ее 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, растет доля мономолекулярной фракции, 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.

3.3.1. Крашение тканей прямыми красителями

Эти красители применяют, в основном, для гладкого крашения хлопчатобумажных тканей. Гидратцеллюлозные (особенно шелковые) 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 счет физических сил межмолекулярного взаимодействия и водородных связей. Кроме того красители 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 способность. 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 из нейтральных или слабощелочных растворов с добавлением электролитов по периодическому или непрерывному способам.

При периодическом способе в состав красильного раствора вводят краситель, электролит и соду или гексаметафосфат натрия. 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 создает слабощелочную среду, способствующую протеканию реакций взаимодействия красителя с волокном.

Крашение начинают при температуре 30–40°C, затем ее 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 устойчивость 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 крашения. 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:



- SO_3Na – группа, придающая красителю растворимость в воде;
- R – органический радикал, строение которого определяет цвет, сорбционную и диффузионную способность 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.

Побочная 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, ее называют реакцией гидролиза красителя, а образовавшийся продукт – гидролизованным красителем.

Очевидно, что технологический процесс крашения должен быть построен таким образом, чтобы свести к минимуму процент образования гидролизованного красителя.

При осуществлении обеих реакций выделяется соляная кислота, для связывания которой и увеличения выхода основного продукта, нужен щелочной агент. Кроме того щелочь 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 с учетом химической природы и свойств красителей.

Активные красители, применяемые для колорирования целлюлозных материалов, делят 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 теплой 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 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. Для этого 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 счет 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 щелочи, 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 двухваннном запарном способе крашения ткань пропитывают нейтральным раствором красителя и высушивают. Затем следует 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 гидролизуется на волокне с выделением щелочи, 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, мочевины, 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 прочность окрасок к мокрым обработкам и трению резко снижаются, 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 увеличения растворимости красителя. Кроме того, она пластифицирует загуститель, способствует набуханию волокна, так как является гидротропным веществом и увеличивает влажность ткани, и дополнительно 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 ткань 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:

- легкая 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 черный 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

Хлопчатобумажная промышленность широко применяет кубовые красители и в крашении, и в печати, так как ни один другой класс красителей не обеспечивает столь высоких качественных показателей окраски. Поэтому мировой процент потребления кубовых красителей в отделочном производстве значительно превышает аналогичный показатель для других 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:

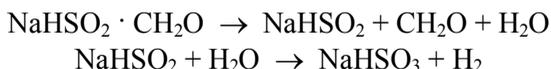


В качестве восстановителей кубовых красителей применяют достаточно большой ассортимент соединений. Однако, максимальное использование в крашении получил гидросульфит натрия ($Na_2S_2O_4$), а в печати – ронгалит С ($NaHSO_2 \cdot CH_2O$). Гидросульфит натрия в щелочной

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 проявляет свойства слабой кислоты и растворяется в щелочи с образованием легко гидролизующейся соли. В водных растворах она частично диссоциирует, образуя 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.

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

При щелочно-восстановительном способе ткань пропитывают раствором лейкосоединения, содержащим краситель, гидросульфит

натрия и гидроксид натрия, отжимают и запаривают при температуре 100°С в течение 30–60 секунд, далее следуют процессы окисления и промывки. Они оказывают решающее значение при получении высококачественных окрасок. От скорости и полноты окисления зависит интенсивность окраски, ее прочность 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 ее проведения является удаление поверхностно-закрепленного красителя, который снижает устойчивость окраски к трению. Краситель проникший вглубь волокна, рекристаллизуется, что повышает устойчивость окрасок к свету, 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 темных тонов. Они нашли широкое применение во всем 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°С;
- плюсование ткани проявительным щелочно-восстановительным раствором в присутствии нейтрального электролита при 25–30°С;
- обработка ткани в запарной камере при 103–105°С в течение 40–60 секунд;
- окисление, мыловка, промывка, сушка.

Печатание тканей кубовыми красителями

Широкая цветовая гамма, яркость и высокая устойчивость окрасок к действию света, мокрым обработкам и трению делают кубовые красители одними из наиболее перспективных в печатании тканей из целлюлозных волокон.

Печатание осуществляют по трем принципиально различным схемам:

- печатной краской, содержащей предварительно восстановленный краситель, с последующей сушкой и проявлением окраски в запарном зрельнике (щелочно-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 трех схемах процесс заканчивается проводкой ткани через промывные машины, в которых осуществляют окисление, мыловку и промывку.

Наиболее перспективным из указанных способов узорчатого расцвечивания является ронгалитно-поташный, практически не имеющий недостатков. 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°C 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

включают операцию промежуточной сушки. После этого ткань направляют в промывную часть линии, где первоначально ее 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 запаривают 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 при сплавлении азотсодержащих ароматических веществ, получаемых из отходов химических производств, с серой или полисульфидами натрия. Этот факт обуславливает дешевизну данного класса красителей 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 аппаратурного оформления и удовлетворительная прочность 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 путем восстановления сульфидом натрия (Na_2S) в присутствии щелочи.

Применение сульфида натрия в качестве восстановителя основано на его способности гидролизироваться с выделением водорода.

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 и с помощью окислителей они переходят в исходные пигменты.

Крашение тканей сернистыми красителями осуществляется по периодическому и непрерывному способам.

При периодическом способе, используемом в основном для плотных одежных тканей, крашение осуществляют в ванне, содержащей сернистый краситель, смачиватель, диспергатор, сульфид натрия и щелочь, при температуре $85\text{--}90^\circ\text{C}$. Далее проводят окисление лейкосоединения на волокне, путем 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 $40\text{--}60$ секунд при температуре $101\text{--}102^\circ\text{C}$, 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 путем синтеза пигментов на волокне

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

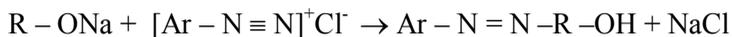
В основе синтеза на волокне нерастворимых оксиазокрасителей лежит реакция азосочетания азосоставляющих (азотолов) с устойчивыми формами диазосоединений (диазолями), каждое из

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 азосотавляющих, нерастворимы в воде, но могут растворяться в щелочах, поэтому их применяют в виде натриевых солей, называемых азотолятами, общую формулу которых можно записать как $R - ONa$. Азотоляты поглощаются целлюлозным волокном подобно прямым красителям и фиксируются на волокне за счет 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 оксиазокрасителями осуществляют непрерывным способом. Ткань пропитывают щелочным раствором азотола при температуре $70^\circ C$ подсушивают или усиленно отжимают и обрабатывают раствором диазоля, который предварительно нейтрализуют уксуснокислым натрием до необходимого значения pH . Крашение проводят на холоду (оптимальной считают температуру $5-10^\circ C$). 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 азотолитированной ткани;

- смесью азотолов и устойчивых пассивных форм diazosоединений.

Первый способ используют в грунтовой печати. На ткань, пропитанную раствором азотолята 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 азотолерования ткани.

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

Разработано несколько вариантов реализации этого способа из которых наибольшее применение получил способ печати нейтрально проявляемыми diaзаминолами (пологены, нейтрогены, diaзаминолы с маркой Н и др.) Diaзаминосоединения в этих препаратах устойчивы в обычных условиях, а в условиях запарного зрельника при высокой влажности и температуре, распадаются с выделением активного diazosоединения. 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 сернокислые соли цинка и алюминия. Восстановители превращают соли диазония в неактивные соединения, а соли – нейтрализуют щелочь 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 черного анилина

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

Крашение черным анилином в настоящее время применяют редко, однако возможность получения глубокой черной 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 идет 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 черным 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 черно-анилиновому фону можно получить только резервным способом, поскольку окраска столь прочная, что не может быть разрушена путем вытравки. В качестве резервирующих веществ используют вещества щелочного характера и восстановители. Щелочь нейтрализует анилиновую соль, выделяя свободный анилин, который в нейтральной среде не окисляется. Восстановители погашают действие окислителей.

Резервирование проводят на ткани, пропитанной черно-анилиновым раствором, содержащим: анилиновую соль, KClO_3 , $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и воду. Материал высушивают при температуре 60–70°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 черном фоне получают белый рисунок. Для получения цветных узоров по черно-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 счет «пришивки» к внешней поверхности элементарных волокон с помощью специального связующего вещества, образующего на волокне в процессе последующей термообработки окрашенную пигментом прозрачную эластичную пленку.

Основным требованием, предъявляемым к пигментным красителям, является высокая степень дисперсности. Выпускные

формы пигментов должны содержать частицы, размером не более 2 мкм, иначе их объем превысит толщину образующейся пленки связующего, 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 пленку, обладающую следующими свойствами:

- она должна иметь высокую адгезионную способность, то есть способность удерживать пигменты в структуре пленки и на волокне;
- пленка 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 терморезактивных полимеров.

Термопластичные полимеры, как правило производные акриловой кислоты, служат для образования прозрачной пленки. Их называют пленкообразующими.

Терморезактивные полимеры – метилольные производные мочевины и триазина – применяются как «сшивающие» реагенты. Они обеспечивают прочную связь пленки, 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 их закрепление на ткани происходит не за счет межмолекулярных и химических связей, а посредством связующего. Этот факт является одним из основных достоинств пигментной печати.

В состав печатной краски входит тонкодисперсный пигмент; комплексное связующее (термопластичный и терморезактивный полимеры); катализатор кислой природы; загустка и различного рода текстильные вспомогательные вещества, улучшающие качество пленки, окрасок и потребительские свойства готовых тканей. После печатания и сушки ткань подвергают термической обработке при температурах 140–160 °С 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 жесткость, помимо той, что дает пленка связующего. В качестве загустителей можно использовать эмульсионные загустки, представляющие собой вязкие растворы не смешивающихся с водой органических растворителей. Ее 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 гладкрашеном виде. В набивном виде шерстяная промышленность выпускает, в основном, штучные изделия (платки, палантины, скатерти) высокой художественной ценности. В малом объеме вырабатывают также шерстяные и полушерстяные набивные ткани.

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

3.4.1. Крашение шерстяных тканей 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 ($\text{HCl} \rightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$), нейтрализуют отрицательный заряд карбоксильных групп и одновременно создают положительный заряд на аминогруппах волокна. В результате анион красителя взаимодействует с положительно заряженными аминогруппами волокна за счет сил электростатического притяжения, образуя ионную химическую связь.

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 очень 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 как молекулы красителей, так и воздействуют на активные группы волокна.

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

1. Хорошо выравнивающие кислотные красители – имеют малую молекулярную массу, высокую растворимость, низкое сродство к волокну и высокую скорость диффузии. Устойчивость окрасок у них самая низкая. Крашение следует проводить при низком значении $pH=2-4$, которое достигается введением в красильный раствор минеральной кислоты (H_2SO_4). Применение выравнителей не требуется.

2. Средне выравнивающие 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 $pH=4-6$.

3. Плохо выравнивающие красители – имеют высокую молекулярную массу, плохую растворимость, склонны к агрегации, проявляют высокое сродство к волокну и низкую диффузионную способность. Дают окраски высокой прочности, но низкой равномерности. Крашение проводят при $pH=6-7$.

Крашение шерсти кислотными красителями традиционно проводится периодическим способом. Крашение начинают при $30-40^\circ C$, 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 шерстяных тканей хромовыми и металлкомплексными красителями

Хромовыми называются кислотные красители, содержащие группировки, способные образовывать с солями трехвалентного хрома прочные трудно растворимые 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 счет 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 $K_2Cr_2O_7$. Восстановителем, переводящим шестивалентный хром в трехвалентный, может служить само волокно, так как дисульфидные

группы цистиновой 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 еще на стадии их синтеза. Технология крашения аналогична той, что применяется для обычных кислотных красителей, а результаты крашения подобны хромовым – получаются 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 *III*, например, активный ярко-зеленый 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 условий, 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 мокрому обработкам.

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

3.4.4. Печатание шерстяных тканей

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

Изделия из натурального шелка окрашиваются кислотными, активными, прямыми красителями и кубосолями.

Шелк 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 шелка 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 °С в нейтральной или слабощелочной среде, применяя смягченную 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 °С с целью удаления гидролизованного красителя и окончательной промывкой в воде.

Температура крашения оптимальна в зависимости от ранее приведенных свойств красителя.

Для крашения шелка можно использовать кубозоли. Крашение проводят в кислой среде, создаваемой уксусной кислотой при температуре 90 °С. Проявление окраски проводят в растворах бихромата калия. После промывки для восстановления блеска проводят оживление в растворах уксусной кислоты.

Печатание шелковых тканей

Расцветки кислотными красителями на материалах из натурального шелка 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 шелковым тканям применяют кубовые индигоидные красители, не требующие больших концентраций щелочи для растворения.

3.6. Крашение и печатание тканей из синтетических волокон и ацетатного шелка

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

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. Растворимость красителей увеличивается при температуре выше 80°С и в присутствии поверхностно-активных веществ. Красители имеют высокую температуру плавления и склонны к

сублимации, то есть обладают способностью при нагревании переходить в парообразное состояние.

Красильные растворы красителей данного типа представляют собой высокодисперсные системы, в которых частицы красителя находятся как в мономолекулярной (растворимой), так и в твердой фазах. Таким образом, крашение всегда проводят из насыщенных при заданной температуре растворов. 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 счет межмолекулярных сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей.

С целью повышения скорости диффузии дисперсных красителей в высоко кристаллические 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 периодическими, так и непрерывными 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 °С 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 °С, 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 счет 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 теплой 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.

Крашение полиакрилонитрильных волокон (ПАН)

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 счет 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 счет 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, чему 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 еще 45–60 минут. После крашения раствор медленно охлаждают до 70 °С, с целью сохранения упруго-эластических 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.

Печатание тканей из синтетических волокон и ацетатного шелка

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 зрельнике при температуре 100–140 °С или при термообработке при 150–180 °С в течение 4–5 минут. Достаточно эффективным способом фиксации дисперсных 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 теплой 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 выработывают пряжу или ткань (меланжевую, камвольную). Раздельное крашение волокон применяется также при выработке тяжелых 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.

- В случае отсутствия общего класса красителей каждая составляющая должна окрашиваться красителем, наиболее пригодным для данного волокна, в условиях не повреждающих остальные компоненты смеси.

- Классы красителей, выбранные для колорирования, должны соответствовать друг другу по цвету, оттенку, яркости и прочности.

- 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 еще 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 процессах заключительной отделки происходит значительное улучшение качества тканей, повышение долговечности и износостойкости изделий из них. Заключительной отделке подвергают отбеленные, гладкокрашенные и набивные ткани. Основной задачей является придание тканям завершеного товарного вида, красивого высоко эстетического оформления, стандартной ширины. На этом этапе в зависимости от назначения материала также необходимо придать ему жесткость 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 химическая 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 дифференцировано.

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 путем 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 ее износостойкости и придания специальных свойств. Обязательными операциями технологического процесса аппретирования являются пропитка ткани соответствующим составом и последующая ее сушка. Для некоторых видов отделок необходима дополнительная термическая обработка. Вид отделки и ее 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 расщепленный крахмал, мыло, глицерин, вода и, иногда, смягчители. При аппретировании бельевых полотен и тканей с бело-земельным рисунком для улучшения 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, жесткость, 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);
- терморективные 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: полиэтилен, поливинилхлорид, поливинилацетат, полистирол, поливиниловый спирт, эфиры ПВС, эфиры полиакриловой кислоты, эфиры полиметилакриловой кислоты.

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

При использовании латексов для аппретирования тканей их разбавляют водой до концентрации 2–5 % в пересчете на сухую смолу. Чем тоньше пленка, тем выше ее сцепляемость с волокном. Для смягчения образующейся на ткани пленки 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 дает полиметилметакриловый латекс (ПММА).

Он представляет собой эмульсию белого цвета с концентрацией сухого вещества 30–33 % и образует на ткани прозрачную эластичную пленку, повышающую ее белизну. Концентрация латекса в пропиточном растворе – 50–100 г/л, смягчителя – 2–3 г/л. При аппретировании мокро отжатой ткани концентрацию ПММА повышают до 160 г/л. Для повышения белизны материала в состав аппрета целесообразно вводить ООВ, из расчета 0,2–0,3 г/л. Температура пропиточной ванны 20–25 °С, отжим – 70–80 %. Для аппретирования окрашенных и набивных тканей рекомендуется применять латекс СВХ. Он образует на ткани прочную, эластичную

желтоватую пленку. 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 измельченный порошок окиси кремния, то ткань приобретает дополнительную плотность и добротность, а ее износоустойчивость 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 обеспечивают 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 определенного вида брака.

Аппреты на основе термореактивных смол

В отличие от термопластичных полимеров (ТПП), которые являются готовыми высокомолекулярными соединениями, термореактивные смолы синтезируются непосредственно на ткани при ее обработке предконденсатами термореактивных 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 счет образования ковалентных химических связей. Следовательно, отделочные препараты на основе термореактивных смол являются более устойчивыми к стиркам, чем латексы.

Для получения аппрета на основе карбамола используют модифицированный аммиаком препарат в смеси с поливиниловым спиртом или крахмалом. Одна из метилольных групп «блокирована» аммиаком, модифицированный карбамол в условиях сушки (не выше 100 °С) вступает в реакцию с крахмалом или ПВС и не реагирует с

волокном. В результате «сшивки» макромолекул целлюлозы, усиливающей жесткость структуры волокна, снижения его прочности не происходит.

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 .

Гликазин и метагин 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.

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. Это приводит к разрыву непрочных межмолекулярных связей, которые после снятия сминающей нагрузки 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 путем обработки ткани предконденсатами термореактивных смол.

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 используют различные химические соединения, отличающиеся строением, свойствами и способом практического применения. Все многообразие существующих в настоящее время препаратов такого типа можно условно подразделить на три группы. В основу классификации положены принцип 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 диметилмочевины. На ее основе выпускается технический продукт под названием карбамол. Из числа препаратов, производных меламинаформальдегида, 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.

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: карбамол ЦЭМ, Карбамол ГЛ, Карбазон Э. Для них характерным 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, сульфиск А, метилолакриламид, эпоксидные смолы, препарат ЛУР-1.

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».

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.

Отложение в порах волокна смолы приводит к заполнению в нем 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 жесткости и снижение прочности материала. Потеря прочности на разрыв особенно ощутима на хлопчатобумажных тканях. Применительно к вискозным штапельным полотнам такой вид отделки осуществляется в больших масштабах.

Технология процесса малосминаемой отделки тканей

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

Пропитку ткани осуществляют раствором предконденсата термореактивной смолы в присутствии катализатора кислой природы. В состав раствора часто вводят смачиватель, мягчитель, пластификатор. Смачиватель интенсифицирует процесс пропитки, особенно низко капиллярных тканей. Мягчитель устраняет нежелательный эффект жесткости полотна. В качестве мягчителей

используют препарат АМ, алкамон ОС-2, аламин М, стеарокс, кремнийорганические соединения (алкамоны). Пластификатор повышает устойчивость ткани к истиранию и снижает потери ее прочности на разрыв. С этой целью можно использовать эмульсии термопластичных полимеров, а также мочевины, которая воздействует на структуру волокна и связывает формальдегид. Совместное применение указанных веществ придает 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 ее 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 подъема 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°C. Термообработка создает 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 ее подвергают усиленной мерсеризации.

Технологический процесс малосминаемой отделки льняных тканей более сложен. Ткань сначала мерсеризуют, отмывают от щелочи, затем обрабатывают раствором предконденсата смолы, высушивают, термообработывают, выдерживают в роликах. Далее вновь следует мерсеризация, промывка, сушка, обработка раствором мягчителя и окончательная сушка.

Придание тканям свойств несминаемости в мокром состоянии

Сопrotивляемость смятию в мокром состоянии можно сообщить двумя путями:

- с использованием обычных предконденсатов, реагирующих с целлюлозой при наличии кислотных катализаторов;
- с 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. Существенным недостатком способа является медленное 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, 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 °С, промывают и окончательно высушивают.

При совместном использовании этамона ДС с карбамолом ЦЭМ ткань приобретает малосминаемость одновременно в сухом и мокром состоянии. 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 ДИМОС) требуются щелочные катализаторы.

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, термообрабатывают 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.

Формоустойчивая отделка тканей

Отделочные предприятия поставляют ткань с «потенциальной» несминаемой отделкой, то есть материал, пропитанный отделочным препаратом, но не прошедший термическую обработку.

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.

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 60°C, 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 125–130 °С или 3–6 минут при 150–160°C. Для этих целей за рубежом выпускают специальные термофиксационные машины.

Противоусадочная химическая отделка

Придание тканям свойств малой усадочности является одной из основных задач заключительной отделки текстильных материалов. Склонность к изменению линейных размеров определяется рядом факторов и, в первую очередь, химической природой волокна, структурой пряжи и характером переплетения ткани.

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 термореактивных 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 термореактивных смол практически ничем не отличается от такового при сообщении текстильным материалам свойств несминаемости. 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 обязательно должны быть безусадочными. Для подобного ассортимента разработана специальная технология противоусадочной химической отделки. 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, метазин, 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 аппрет 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 легкой термической обработке при температуре 120–130°C. Стабилизированные химическим путем ткани выдерживают не менее 10 бытовых стирок.

4.1.2 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 путем обработки на ширильной машине.

Ширильные машины используются на различных переходах отделочного производства. Они входят в состав мерсеризационных, аппретурно-отделочных линий или используются индивидуально 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 ее плотность по утку несколько снижается, а по основе – растет. 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 – клуппами, 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 сближены, 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 клупп).

В зависимости от конструкции различают ширильные машины с игольчатыми и ножевыми клуппами. При захвате ткани ножевыми клуппами кромка удерживается стальными пластинами (ножами), на игольчатых машинах кромка насаживается на два ряда игл,

расположенных в шахматном порядке, с помощью специального механизма накальвания.

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 клуппами снабжены механизмом опережения, позволяющим вводить ткань в машину с несколько большей скоростью, чем скорость движения цепей. В результате ткань накальвается на иглы мелкими складками, что облегчает процесс ширения и обеспечивает естественную усадку полотна за счет 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.

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

Придание тканям указанных эффектов достигается путем 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-, трех- и четырех вальные каландры. Ведущими валами, имеющими привод, являются металлические, прочие валы вращаются вследствие сил трения. Металлические валы разогреваются паром или электричеством до температуры 110–120°C. Эластичные валы

набираются 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, лощеной 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 «теплый» 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 от его поверхности. Для получения максимального эффекта серебрения необходимо, чтобы число и наклон штрихов перекрывали структуру переплетения ткани.

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

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

Эффект каландрирования определяется не только типом каландра, но и режимом 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 °С 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°С, в зависимости от ассортимента ткани и вида получаемого эффекта. Повышение температуры может вызвать преждевременный процесс смолообразования на поверхности ткани еще до операции каландрирования, что негативно отразится на качестве отделки. При пересушивании ткань становится жесткой и теряет механическую прочность, она с трудом поддается 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°С в течение 5–8 минут. Эффект каландрирования в данном случае будет устойчивым к многократным стиркам за счет 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 объему. Это исключает возможность миграции смолы к поверхности волокна и способствует получению отделки высокого качества.

Получение устойчивых эффектов гофрирования

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 рифленых 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 гладкокрашенной 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 остается 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.

Чистошерстяные ткани не требуют химических обработок с целью улучшения их потребительских свойств. Поэтому аппретированию подвергаются только полушерстяные 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 нее 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 щетками, вращающимися навстречу движению ткани.

Платьевые ткани, имеющие небольшую плотность, легко воспринимают различные механические воздействия. 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. Внутри цилиндра подается пар и просасывается через толщу материала, длительность процесса составляет 10 минут. Далее ткань охлаждают, прогоняя через нее холодный воздух. В процессе декатировки стабилизируется структура

волокна, ткань приобретает малую сминаемость и безусадочность, приобретает умеренный блеск, не исчезающий при попадании влаги.

4.3 Заключительная отделка тканей из натурального шелка, химических волокон и смеси волокон

В процессе заключительной отделки *шелковых 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 шелка 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 придает готовой ткани хорошо выраженный креповый эффект, стабильные линейные размеры и малую усадку. Для придания наполненности ткани из шелковой пряжи аппретируют составом, содержащим декстрин, трагант, уксусную кислоту и обрабатывают на сушильно-ширильной машине (СШМ).

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 придает 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 ее вытяжку, так как увлажненный 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 фрикционных, 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.

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, преимущественно 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, мягчитель (стеарокс), а для отбеленных тканей дополнительно вводится оптический отбеливатель, высушивается и подвергается термической обработке.

Важной операцией при отделке тканей из синтетических волокон и ацетатного шелка является *термостабилизация*. Она осуществляется на термостабилизационных СШМ, которые помимо сушильных имеют в своем 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 *расчесывания* 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 °С. 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 °С. 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

Природные и искусственные гидратцеллюлозные волокна гидрофильны по своей природе. Это обусловлено наличием в макромолекулах волокнообразующих полимеров большого числа гидроксильных групп, способных взаимодействовать с водой.

Тканям из целлюлозных волокон часто требуется сообщить гидрофобные свойства, то есть способность отталкивать воду. Таким требованиям должны удовлетворять технические ткани. Из тканей бытового назначения водоотталкивающими свойствами должны обладать костюмные, плащевые, пальтовые ткани.

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

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

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

1. Нанесением на поверхность ткани сплошной пленки гидрофобных веществ, вследствие чего капли воды уже не впитываются, а стекают с ткани, не смачивая ее. Такую отделку называют водонепроницаемой. Для ее реализации используют покрытия из резины, полихлорвинила и др. Однако, сплошная пленка закрывает поры волокна и делает ткань воздухопроницаемой, поэтому данный способ имеет ограниченное применение и используется только при изготовлении тканей технического назначения.

2. Блокированием поверхности отдельных волокон и нитей без закупоривания пор материала. При этом ткань сохраняет воздухопроницаемость, а гидрофобные свойства приобретаются за счет химического взаимодействия препаратов с реакционно-способными группами волокна. Такая отделка называется водоотталкивающей и находит наиболее широкое применение. При этом ткани сохраняют присущую им фактуру и пористость. Однако, при реализации водоотталкивающей отделки не удастся достичь абсолютной гидрофобности материалов.

При выборе препаратов для водоотталкивающей отделки руководствуются следующими требованиями:

- они должны обеспечивать высокие устойчивые показатели водоупорности ткани;
- быть дешевыми 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 эффекта к стиркам, химическим чисткам, старению.

Эмульсии восков и парафинов

Препараты данного типа выпускают под различными торговыми наименованиями (церолы T, 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. Их способ 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 погоды. Препараты дешевы, не закупоривают поры ткани, следовательно, не оказывают отрицательного влияния на ее 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: метилсиликонат (ГКЖ-11), этилсиликонат (ГКЖ-10), винилсиликонат (ГКЖ-12). Указанные соединения способны

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

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

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 °С в течение 3–5 минут.

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

К числу наиболее перспективных и широко используемых гидрофобизирующих веществ относятся метилольные производные некоторых соединений, содержащие длинные алкильные цепи (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 счет образования в волокне гидрофобного застила из углеводородных цепочек. Ткань пропитывают составом, содержащим аламин С или аламин М, хлорид аммония, уксусную кислоту, высушивают и

термообрабатывают в течение 5 минут при температуре 140 °С. Хлопчатобумажные ткани при этом на 15–20 % теряют свою прочность на разрыв, 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 шелковым тканям.

4.4.2 Противозагрязняемая отделка

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 (масло отталкивающая 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 чистке швейных изделий.

ГОС-отделка предохраняет изделия от загрязнения домашней пылью, сажей, сухой пылью земли, глины, песка.

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 ее пропитке препаратом (60 г/л) при рН = 6,5–7 и обработке при температуре 140–150 °С 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 (масло отталкивающими) 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 надежно защищают их от водных и масляных загрязнений.

ГОВС-отделка уменьшает загрязняемость тканей различными глинисто-грунтовыми водными суспензиями, а также окрашенными водными растворами.

Грязеудаляющая отделка (ГУ-отделка) предназначена для тканей, используемых для пошива часто стираемых изделий, подвергающихся в процессе эксплуатации жиропотовым и маслосодержащим загрязнениям. До настоящего времени еще 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 нем акриловой кислоты, так и от свойств мономеров и их соотношения.

Грязеудаляющие и грязеотталкивающие отделки применяются самостоятельно или совмещаются с другими специальными видами обработок.

4.4.3 Огнезащитная отделка тканей

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 горят 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 пленки. Однако, получаемый эффект неустойчив к мокрым обработкам. Повысить стойкость к действию влаги и света можно путем перевода растворимых солей в нерастворимое состояние непосредственно на волокне.

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

Придать огнезащитные свойства можно путем 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 надежно защищает изделие от горения, но не предотвращает тления.

К соединениям, которые повышают огнестойкость по третьему принципу (химическая модификация волокна) можно отнести фосфорную кислоту и двух замещенный фосфат аммония. При взаимодействии с целлюлозой они образуют сложные эфиры, обладающие пониженной способностью к горению. Недостатком способа является потеря прочности материала.

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

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

Наиболее устойчивый эффект огнезащитной отделки можно получить за счет использования хлорированных углеводов совместно с оксидами некоторых металлов (сурьмы, титана). Оксиды выступают в роли катализаторов разложения хлорированных углеводов с выделением HCl, 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.

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. Росту и развитию микроорганизмов способствуют определенные температурно-влажностные условия (30–40 °С, рН = 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.

Биозащитной (биоцидной) отделке подвергаются прежде всего материалы, используемые в медицине (перевязочные, шовные, лечебно-профилактические), медицинское белье, одеяла и др. Это значительно снижает возможность инфекционного заражения.

Наилучший эффект защиты от деструктирующего влияния микроорганизмов достигается двумя путями:

- химического предупреждения роста бактерий путем закрепления на волокне соединений, ядовитых для микроорганизмов (бактерицидных веществ);
- химической модификации 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).

Библиографический список

1. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов: учебник для вузов. – в 3 т. Т. 1. Теоретические основы технологии. Волокна. Загрязнения. Подготовка текстильных материалов / Г.Е. Кричевский. – М., 2000. – 436 с.
2. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов: учебник для вузов. – в 3 т. Т. 2. Колорирование текстильных материалов / Г.Е. Кричевский. – М., 2001. – 540 с.
3. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов: учебник для вузов. – в 3 т. Т. 3. Заключительная отделка текстильных материалов / Г.Е. Кричевский. – М., 2001. – Т.3. – 298 с.
4. Все или почти все о текстиле : учебное пособие. Т.1 / Г.Е. Кричевский. – М., 2013. – 240 с.
5. Гарцева, Л.А. Химическая технология текстильных материалов: текст лекций / Л.А. Гарцева, В.В. Васильев. – Рязань: ИГТА, 2004. – 124 с.
6. Кричевский Г. Е. История производства текстиля: авторизованный перевод исторического эссе «The History of Textiles»/ Г.Е. Кричевский // «Текстильная химия» № 1(10). – 1997. – С.88–94.
7. Очерки истории текстильной техники / Е.А. Цейтлина. – М., 1940. – 466 с.
8. Новорадовская, Т.С. Химия и химическая технология шерсти / Т.С. Новорадовская, С.Ф. Садова, – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 200 с.
9. Балашова, Т.Д. Краткий курс химической технологии волокнистых материалов / Т.Д. Балашова [и др.]. – М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1984. – 200 с.
10. Балашова, Т.Д. Отделка шелковых тканей / Т.Д. Балашова, Н.Е. Булушева, И.В. Попиков. – М.: Легпромбытиздат, 1986. – 376 с.
11. Художественное оформление тканей / М.Н. Никитин. – М.: Легкая индустрия, 1971. – 280 с.
12. Мельников, Б.Н. Физико-химические основы процессов отделочного производства: учебное пособие для вузов / Б.Н. Мельников, Т.Д. Захарова, М.Н. Кириллова. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. – 292 с.
13. Мельников, Б.Н. Современное состояние и перспективы развития технологии крашения текстильных материалов / Б.Н. Мельников,

- М.Н. Кириллова, А.П. Морьганов. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 232 с.
14. Мельников, Б.Н. Прогресс техники и технологии печатания тканей / Б.Н. Мельников, И.Б. Блиничева, Г.И. Виноградова. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 264с.
15. Мельников, Б. Н. Современные способы заключительной отделки тканей из целлюлозных волокон / Б. Н. Мельников, Т. Д. Захарова. – М.: Легкая индустрия, 1975. – 208 с.
16. Беленький, Л.И. и др. Крашение и печатание текстильных материалов из смесей природных и химических волокон / Л.И. Беленький, Ц.Я. Росинская, Н.Д. Олтаржевская. – М.: Легпромбытиздат, 1987. – 208 с.
17. Мельников, Б.Н. Прогресс текстильной химии / Б.Н. Мельников, И.Б. Блиничева, Г.И. Виноградова. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 240 с.
18. Андросов, В.Ф. Синтетические красители в легкой промышленности / В.Ф. Андросов, И.Н. Петрова. – М.: Легпромиздат, 1989. – 368 с.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕКСТИЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И ОТДЕЛКЕ ТКАНЕЙ	4
1.1. Основные тенденции развития отделочного производства	4
.....	4
1.2. Термины и понятия ХТТМ	5
1.3. Истоки искусства окрашивать и печатать ткани	6
1.4. Особенности строения и свойств текстильных волокон ...	14
2 ПРОЦЕССЫ ПОДГОТОВКИ ТКАНЕЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВОЛОКОН К КРАШЕНИЮ И ПЕЧАТАНИЮ	27
2.1 Подготовка хлопчатобумажных тканей	28
<i>2.1.1. Опаливание</i>	28
<i>2.1.2. Расилхтовка</i>	29
<i>2.1.3. Щелочная отварка</i>	31
<i>2.1.4. Беление</i>	34
<i>2.1.5. Мерсеризация</i>	38
2.2. Подготовка льняных тканей	40
2.3. Подготовка тканей из гидратцеллюлозных волокон	41
2.4. Подготовка шерстяных тканей	42
2.5. Подготовка тканей из натурального шелка	44
2.6. Подготовка тканей из синтетических волокон и ацетатного шелка	46
.....	46
3. КРАШЕНИЕ И ПЕЧАТАНИЕ ТКАНЕЙ	48
3.1. Общие принципы построения процессов крашения и печатания	50
3.2. Техническая классификация красителей	52
3.3. Крашение и печатание тканей из целлюлозных волокон	53
<i>3.3.1. Крашение тканей прямыми красителями</i>	54
<i>3.3.2. Крашение и печатание тканей активными красителями</i> ...	56
<i>3.3.3. Крашение и печатание кубовыми красителями</i>	60
<i>3.3.4. Крашение и печатание кубозолями</i>	64
<i>3.3.5. Крашение сернистыми красителями</i>	65
<i>3.3.6. Крашение и печатание путем синтеза пигментов на волокне</i>	66
....	66

3.3.7. Печатание пигментами.....	70
3.4. Крашение и печатание шерстяных тканей.....	72
3.4.1. Крашение шерстяных тканей кислотными красителями...	72
3.4.2. Крашение шерстяных тканей хромовыми и металлкомплексными красителями.....	74
3.4.3. Крашение шерсти активными красителями.....	75
3.4.4. Печатание шерстяных тканей.....	76
3.5. Крашение и печатание тканей из натурального шелка....	76
3.6. Крашение и печатание тканей из синтетических волокон и ацетатного шелка.....	77
3.7. Крашение и печатание тканей из смеси волокон.....	82
4 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ТКАНЕЙ.....	83
4.1 Заключительная отделка тканей из целлюлозных волокон.....	83
.....	83
4.1.1 Аппретирование тканей.....	84
4.1.2 Придание тканям стандартной ширины и исправление перекосов точных нитей.....	94
4.1.3 Получение на тканях эффектов серебристо-шелковистой отделки, тиснения, лощения, гофрирования.....	95
4.2 Заключительная отделка шерстяных тканей.....	98
4.3 Заключительная отделка тканей из натурального шелка, химических волокон и смеси волокон.....	100
4.4 Придание текстильным материалам специальных свойств.....	102
4.4.1 Придание тканям водоотталкивающих свойств.....	102
4.4.2 Противозагрязняемая отделка.....	106
4.4.3 Огнезащитная отделка тканей.....	107
4.4.4 Противогнилостная и биоцидная обработка тканей.....	109
Библиографический список.....	111

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

И. В. Красина, Э. Ф. Вознесенский

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ответственный за выпуск доц. С. В. Илюшина

Подписано в печать 02.07.2014

Формат 60×84 1/16

Бумага офсетная

Печать Riso

6,74 усл.печ.л

7,25 уч.-изд. л.

Тираж 100 экз.

Заказ «С» 76

Издательство Казанского национального исследовательского
технологического университета

Офсетная лаборатория Казанского национального
исследовательского технологического университета
420015, Казань, К.Маркса, 68