

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

Л.А. Гарцева, В.В. Васильев, Г.В. Васильева

**ТЕХНОЛОГИЯ ОТДЕЛКИ
ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Иваново 2006

УДК [677.014+677.027](075.8)

Гарцева, Л.А. Отделка трикотажных полотен: учеб. пособие / Л.А. Гарцева, В.В. Васильев, Г.В. Васильева. – Иваново: ИГТА, 2006. – 112 с.

В учебном пособии основное внимание уделено рассмотрению вопросов химической технологии отделки трикотажных полотен из различных волокон, т.к. изучение их предусмотрено дисциплиной «Химическая технология текстильных материалов», которая определена учебным планом специальности 280306 Технология трикотажа. Вопросы технического оформления технологических процессов рассматриваются только в объеме, необходимом для понимания сущности технологии.

Рецензенты: ученый семинар по проблемам текстильной химии растворов РАН (директор ИХР РАН д-р хим. наук, проф. А.Г. Захаров); канд. техн. наук, доцент кафедры ХТВМ ИГХТУ В.И. Шкробышева)

Научный редактор канд. хим. наук, доц. Л.А. Гарцева
Редактор Т.В. Федорова
Корректор В.В. Зимнякова

Лицензия ИД №06309 от 19.11.2001. Подписано в печать 22.11.2006.

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

Усл.печ.л.6,51. Уч.-изд.л.6,22. Тираж 200 экз. Заказ №

Редакционно-издательский отдел

Ивановской государственной

текстильной академии

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

Типография ГОУ СПО Ивановского энергоколледжа

153025 г. Иваново, ул. Ермака, 41

ISBN 5-88954-232-X

© Ивановская государственная текстильная академия, 2006

ВВЕДЕНИЕ

Качество выпускаемых текстильных изделий в значительной степени определяется уровнем техники и технологии красильно-отделочного производства, где осуществляется их отделка. Под отделкой подразумевается совокупность химических, физико-химических и механических воздействий на волокнистый материал, в результате которых улучшаются его свойства и внешний вид. В зависимости от назначения в процессе отделки текстильным изделиям придается необходимая белизна, окраска, устойчивая к различным обработкам в процессе эксплуатации, на полотна наносится рисунок и всем изделиям придается комплекс улучшенных потребительских свойств. Технология отделки зависит прежде всего от природы и свойств волокна и ассортимента выпускаемых текстильных изделий.

Отделка трикотажных полотен по причине особенностей их структуры имеет свою специфику. Целью настоящего учебного пособия является ознакомление студентов, специализирующихся в области изготовления трикотажа, с основными направлениями развития красильно-отделочного производства предприятий трикотажной промышленности.

Вопросы, связанные с особенностями структуры и свойств текстильных волокон, которые лежат в основе химической технологии текстильных материалов любого ассортимента, подробно изложены в учебной и методической литературе по отделке тканей, поэтому в данном пособии эти вопросы описаны в краткой форме.

1. АССОРТИМЕНТ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ВОЛОКНА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Трикотажная промышленность представляет собой крупную отрасль текстильной промышленности, вырабатывающую широкий ассортимент изделий и полотен как бытового, так и технического назначения.

К основным видам изделий бытового назначения относятся бельевой, спортивный, верхний трикотаж, а также чулочно-носочные и перчаточные изделия. Распределение по видам изделий в большинстве случаев лежит в основе узкой специализации предприятий.

Белье и легкие верхние изделия (блузки, юбки, женские платья, халаты) изготавливают в большинстве случаев из кругловязанных трикотажных полотен, получаемых на кругловязальных машинах в виде трубки, или основовязанных, вырабатываемых на плосковязальных машинах.

Верхний и спортивный трикотаж (свитеры, жакеты, спортивные костюмы) изготавливают из трикотажных полотен (путем раскроя и стачивания выкроенных деталей), из купонов (путем подкраивания и стачивания) и из комплектов деталей, представляющих собой детали кроя определенной формы.

В чулочно-носочном производстве преобладают изделия, связанные на круглочулочных автоматах, из трикотажа вырабатывают также платки, шарфы, искусственный мех, ватин.

Наряду с изделиями бытового назначения в последние годы значительно увеличился выпуск технических полотен. Они используются для изготовления домашней обуви, как основа для искусственной кожи, меха и т.д.

Трикотажные изделия отличаются высокой гигиеничностью, малой сминаемостью, хорошей драпируемостью, способностью облегать фигуру, эластичностью и удобством в эксплуатации. Это определяет высокие темпы роста трикотажного производства.

Характеристика волокон, используемых для производства трикотажных изделий

Вследствие чрезвычайно широкого ассортимента трикотажных изделий в трикотажной промышленности перерабатываются все известные виды текстильных волокон. От особенностей их химического строения и свойств зависят перечисленные выше преимущества трикотажных полотен и технология их беления, крашения, печатания и заключительной отделки.

Сырьем для производства трикотажных полотен и изделий из них могут служить:

- монопнити из различных волокон;
- комплексные нити, состоящие из большого числа филаментных волокон;
- пряжа, получаемая из различного вида волокнистых материалов.

В табл.1 дана классификация основных видов текстильных волокон, имеющих практическое значение для трикотажной промышленности.

Классификация основных видов текстильных волокон

Натуральные		Химические			
		Искусственные		Синтетические	
целлюлозные	белковые	гидратцеллюлозные	эфиры целлюлозы	гетероцепные	карбоцепные
Хлопок, Лен	Шерсть, шелк	Вискозное, медно-аммиачное, полинозное, сиблон	Ацетатное, триацетатное	Полиамидные (капрон, нейлон, анид, энант), полиэфирные (лавсан, терилен), эластомерные	Полиакрилонитрильные (нитрон, куртель), поливинилхлоридное (хлорин), поливинилспиртовое (винол), пропиленовое

В зависимости от вида волокон, из которых изготовлены трикотажные материалы, их ассортимент делят на изделия из хлопчатобумажной, шерстяной и полушерстяной пряжи, из синтетических и искусственных волокон и изделия, изготовленные из пряжи и нитей, содержащих смесь различных волокон с разными свойствами. Последнее дает возможность получать трикотажные материалы определенного назначения и улучшенного качества.

При изготовлении трикотажа более экономично применять химические волокна, чем натуральные, так как стоимость их ниже, а расход пряжи на единицу изделия, как правило, меньше. Кроме того, использование пряжи и нитей из химических волокон позволяет улучшить качество трикотажа, придавая ему более красивый внешний вид и улучшая физико-механические свойства.

Для изготовления бельевых, легких верхних и спортивных трикотажных изделий применяют хлопчатобумажную, хлопко-

вискозную, хлопколавсановую, хлориновую и шерстяную пряжу, а также нити из ацетатных, вискозных и капроновых волокон.

Спортивные трикотажные изделия, купальники, трикотаж медицинского назначения целесообразно изготавливать из эластомерных (полиуретановых) волокон. Применяются они в основном в сочетании с другими волокнами и нитями. Содержание эластомеров в смесях не превышает 10-15%.

Основным свойством эластомерных волокон является их высокая эластичность, подобная эластичности каучуков, поэтому они имеют высокое разрывное удлинение, достигающее 500-800%. Однако полиуретановые волокна имеют свои недостатки: они гидрофобны, легко электризуются, трудно окрашиваются, а главное, имеют низкую термостойкость. При нагревании до температуры 150°C они желтеют, начинается их термодеструкция. Желтизна проявляется и при продолжительном воздействии света.

Эластомерные волокна выпускают под торговыми названиями «спандекс», «ликра», «вирен».

Теплый верхний трикотаж вырабатывают из смешанной пряжи, включающей шерсть с вискозой, нитроном, лавсаном, полиамидом, объемной синтетической и хлопчатобумажной пряжей.

Для выработки чулочно-носочных и перчаточных изделий используют суровую или мерсеризованную хлопчатобумажную, капроновую и смешанную пряжу, а также эластомерные нити и моноволокно.

При изготовлении искусственного трикотажного меха используют штапельные синтетические волокна, пряжу из синтетических волокон, а для грунта меха также хлопчатобумажную пряжу.

В трикотажной промышленности почти не используют лен (ввиду плохой упругости, низкой эластичности и повышенной жесткости) и натуральный шелк (из-за высокой стоимости).

Готовую трикотажную продукцию в зависимости от вида отделки подразделяют на белую, окрашенную, набивную (с печатными рисунками) и пестровязаную. Трикотаж выпускается гладким или ворсованным.

Для крашения и печатания трикотажных полотен используют те же красители, что и для колорирования тканей из различных видов волокон. При этом сохраняется механизм фиксации красителя на волокне. Однако специфика физико-механических показателей

трикотажных полотен диктует и особенности построения технологического процесса.

2. ПОДГОТОВКА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН И ИЗДЕЛИЙ К КРАШЕНИЮ, ПЕЧАТАНИЮ И ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКЕ

В красильно-отделочном производстве трикотажные полотна и изделия подвергаются различным обработкам: белению, крашению, печатанию и специальным видам отделки. Характер и последовательность этих операций определяются видом изделия, его назначением, природой волокнистого материала, из которого изделие изготовлено, а также требованиями, предъявляемыми к качеству готовой продукции.

Важнейшей стадией технологического процесса отделки трикотажных материалов является их подготовка к крашению и последующим операциям. На этой стадии трикотажные полотна, пряжа, готовые изделия подвергаются ряду технологических операций, в процессе которых они приобретают способность смачиваться и белизну. Эти качества трикотажным материалам придаются в процессах отваривания и беления, которые в химической технологии являются основными.

Наряду с основными, существует ряд специфических операций, предназначенных только для отдельных видов волокнистых материалов: мерсеризация, термостабилизация, валка и т.д. Кроме того, в зависимости от назначения трикотажных изделий и требований к качеству их отделки некоторые операции могут быть исключены или совмещены в одну стадию. Поэтому технологию подготовки трикотажных текстильных материалов к крашению, печатанию и заключительной отделке следует рассматривать дифференцированно, в зависимости от вида волокна и ассортимента изделий, который, как указано выше, чрезвычайно разнообразен.

В зависимости от типа трикотажных предприятий, имеющих красильно-отделочное производство, отделке могут подвергаться волокно (служащее для изготовления меха), швейные нити, пряжа, купоны изделий, штучные изделия и трикотажные полотна.

В этой связи для их отделки применяют разнохарактерное оборудование периодического и непрерывного действия.

2.1. ПОДГОТОВКА ПОЛОТЕН И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ХЛОПКА

Суровые хлопчатобумажные трикотажные изделия плохо смачиваются в растворах вследствие присутствия в них сопутствующих веществ. Это природные примеси целлюлозы и вещества, наносимые на материал в процессе переработки хлопка. Белизна суровых трикотажных изделий также не соответствует стандарту.

Естественные примеси целлюлозы в хлопковом волокне образуются в процессе роста хлопчатника. К ним относятся:

- пектиновые вещества (смесь низких полисахаридов);
- азотсодержащие (белковые) вещества (смесь продуктов белкового происхождения, растворимые соли азотной и азотистой кислот);
- жировые и воскообразные вещества (смесь высших жирных спиртов, жирных кислот и их эфиров).

Кроме того, в хлопке содержатся природные красители, минеральные соли (зольные примеси), а в остатках хлопковых коробочек – лигнин.

Примеси, наносимые на волокно в процессе переработки хлопка, включают в себя в основном замасливающие вещества, придающие волокнистым материалам неприятный запах и ухудшенный гриф. Удаление примесей и придание белизны составляют цель подготовки трикотажных изделий к крашению.

2.1.1. Варка и размасливание трикотажной продукции

Большинство указанных примесей удаляется в процессе отваривания, основной целью которого является придание волокнистым материалам способности равномерно смачиваться, улучшение капиллярности и гигроскопичности.

Условия отваривания выбирают в зависимости от требований, предъявляемых к качеству изделий, и от характера последующих обработок. Способы отваривания можно подразделить на варку в нейтральной и щелочной среде.

В настоящее время в трикотажной промышленности наибольшее применение получила варка в нейтральной среде, которую можно проводить как самостоятельную операцию или одновременно с белением и крашением.

Варка в нейтральной среде проводится в кипящем растворе, содержащем поверхностно-активные вещества (ПАВ), обладающие

свойствами смачивателя и эмульгатора. Высокая температура варочного раствора приводит к плавлению твердых компонентов воскообразных веществ и замасливателей и переводу их в жидкое состояние. Эмульгирующие свойства ПАВ способствуют переходу воскообразных и жировых веществ из капилляров волокна в раствор в виде эмульсии (эмульгирование). Это обеспечивает их удаление из волокна.

Наряду с процессом эмульгирования воскообразных и замасливающих веществ под действием кипящего варочного раствора происходит частичный гидролиз пектиновых и азотистых веществ, а также удаление с поверхности волокон загрязнений благодаря мощному действию поверхностно-активных веществ.

Варка в нейтральной среде не требует специального оборудования, ее проводят в красильных или отбельных аппаратах по следующему технологическому режиму:

- аппарат заполняют теплой водой, вводят раствор смачивателя и загружают волокнистым материалом;
- нагревают раствор до кипения и варят в нем изделия 30-60 минут;
- промывают с расхолаживанием раствора и спуском через верхние переливные устройства;
- проводят последующие операции отделки (беление или крашение).

Теплый варочный раствор обеспечивает быстрое смачивание волокнистого материала в момент загрузки его в аппарат. Слив раствора через верхние переливные устройства при промывке позволяет предупредить оседание на материал всплывших на поверхность примесей (замасливателей, воскообразных частиц и др.).

В тех случаях, когда по условиям эксплуатации или из-за сложности получения интенсивных окрасок трикотажному полотну требуется высокая капиллярность, отваривание проводят в щелочной среде. В этом случае варочная жидкость содержит щелочь, силикат натрия, восстановитель и ПАВ.

Под действием горячего щелочного раствора происходит гидролиз пектиновых и азотсодержащих примесей, омыляются жирные кислоты, эмульгируются замасливатели и воскообразные вещества. Часть щелочи расходуется на взаимодействие с целлюлозой. В результате волокно набухает, обеспечивается доступ к сопутствующим примесям, ускоряется их разрушение.

Силикат натрия ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) в условиях отваривания выполняет роль защитного коллоида. Коллоидные частицы кремневой

кислоты, образовавшейся при гидролизе силиката, обладая развитой поверхностью, способны адсорбировать продукты распада примесей целлюлозы и предотвращать их оседание (ресорбцию) на волокнистый материал. Кроме того, кремневая кислота способна связывать ионы тяжелых металлов, присутствующих в воде (например Fe^{3+}), что предотвращает образование на ткани ржавых пятен.

Поверхностно-активные вещества улучшают смачивание волокна и эмульгируют замасливатели и воскообразные примеси.

Восстановители (гидросульфит натрия, дитионит натрия) предотвращают повреждение волокна за счет окисления его кислородом воздуха.

Продолжительность отваривания 30-60 минут, температура 98-100°C, далее следует промывка теплой и холодной водой.

При выпуске полотен или изделий в белом виде или окрашенными в светлые тона после отваривания следует беление. Наиболее эффективно применять щелочно-пероксидный способ подготовки трикотажных изделий, который позволяет совместить отваривание и беление в одну операцию и проводить ее на одном оборудовании. Это сокращает продолжительность процесса подготовки на 30-40 минут, позволяет снизить расходы воды, пара, электроэнергии и химических материалов и уменьшить объем сбрасываемых в канализацию сильнозагрязненных сточных вод.

В трикотажной промышленности для отваривания и беления хлопчатобумажных полотен применяют преимущественно периодические способы обработки. Одним из наиболее распространенных видов оборудования для жидкостной обработки трикотажных полотен является жгутовая барка. На ней можно проводить весь комплекс операций отделки текстильных материалов: отваривание, беление, промывку-релаксацию, крашение, аппретирование. Обработку осуществляют в виде свободного жгута, что предотвращает вытягивание и деформацию полотен.

Машина МКП для обработки текстильных полотен в жгуте (рис.1) состоит из ванны, выполненной из нержавеющей стали 6, которая разделена на две неравные части перфорированной перегородкой 1. Перегородка предохраняет обрабатываемый текстильный материал, находящийся в большой ванне, от попадания на него концентрированных питающих растворов, которые заливаются в малую ванну. В малой ванне расположены также трубы для подачи пара, нагревающего рабочие растворы.

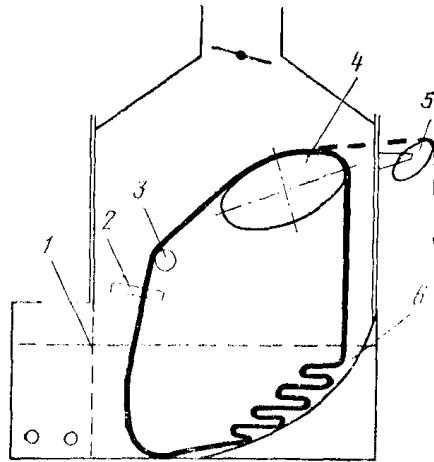


Рис.1. Жгутовая красильно-промывная машина

Жгуты трикотажного полотна перемещаются в рабочей ванне, заполненной раствором, с помощью эллиптического скелетного барабана 4. Благодаря его эллиптической форме полотно укладывается на дно ванны в виде складок. Дно ванны имеет некоторый наклон, что позволяет полотну постепенно сползать и не образовывать заломов. Этим обеспечивается равномерность обработки материала рабочими растворами.

Каждый кусок трикотажного полотна образует жгут, который проходит разделительную решетку 2, направляющий ролик 3, эллиптический барабан 4 и падает на дно ванны. Начало и конец жгута сшиты и образуют замкнутое кольцо. В машину одновременно загружается 10-15 кусков полотна, которые отделяются друг от друга (для предотвращения перепутывания) зубьями разделительной решетки. В процессе работы жгуты непрерывно перемещаются, то погружаясь в раствор, то выходя из него.

Для обеспечения равномерности обработки трикотажных полотен машина оборудована циркуляционным насосом, обеспечивающим интенсивное перемешивание рабочих растворов в ванне. На боковых стенках машины расположены переливные карманы, через которые при промывке уходит верхний слой, содержащий большое количество жиров и масел, удаляемых из материала в процессе его отваривания. По окончании обработки жгуты полотна поочередно выгружают из машины с помощью выборочного барабана 5 и отправляют на отжим.

На машине можно обрабатывать как кругловязанные, так и ос-
нововязанные полотна, но последние предварительно вдоль кромки
сшивают в трубку.

После удаления примесей и придания трикотажным полотнам
капиллярности в процессе отваривания их подвергают отбеливанию.

2.1.2. Беление трикотажных изделий

Беление – это совокупность обработок, в результате которых
текстильному материалу сообщается чистый устойчивый белый
цвет. При выпуске бельевого трикотажа беление является основной
технологической операцией, а при выпуске окрашенных изделий и
набивного трикотажа отбеливание необходимо для улучшения каче-
ства изделий и облегчения процессов крашения и печатания. В по-
следнем случае цель беления – подготовить текстильный материал к
крашению и печатанию.

Повышение белизны объясняется способностью отбеленных
материалов более полно отражать совокупность всех световых лу-
чей вследствие удаления из волокон естественных красящих ве-
ществ. Последние способны избирательно поглощать световые лучи
с определенной длиной волны.

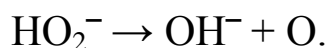
Для беления трикотажных изделий используют в основном пе-
роксид водорода (H_2O_2) и оптические отбеливающие вещества
(ООВ).

Беление пероксидом водорода

Белящее действие пероксида водорода основано на его иониза-
ции с образованием пергидроксида:

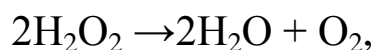


который вследствие неустойчивости разлагается, выделяя атомар-
ный кислород:



Протеканию указанных реакций, а следовательно, увеличению
скорости и полноты отбеливания благоприятствует щелочная среда.
Щелочь снижает концентрацию ионов водорода и сдвигает обрати-
мую реакцию диссоциации пероксида водорода в сторону образова-
ния пергидроксида.

Однако в растворах при $pH > 11$ происходит необратимое раз-
ложение пероксида по реакции



которая является нежелательной, побочной, так как разложение происходит очень интенсивно. Это сопряжено не только с непроизводительным перерасходом отбеливателя, но и со снижением прочности волокна, так как кислород в момент выделения в этих условиях оказывает не только белящее действие, но и разрушает целлюлозу с образованием оксицеллюлозы.

Повышение температуры раствора также ускоряет разложение пероксида водорода и усиливает ее белящее действие.

Для устранения непроизводительного разложения пероксида в отбельную ванну вводят стабилизатор, в качестве которого чаще всего применяют метасиликат или силикат натрия. Стабилизирующее действие объясняется гидролизом их в растворе для беления с образованием геля кремневой кислоты в виде коллоидного осадка с высокоразвитой поверхностью. Образовавшийся гель проявляет повышенную способность сорбировать катализаторы реакции разложения пероксида водорода (тяжелые металлы, их соли, и прежде всего Fe^{3+}) и переводить их в неактивную форму. Кроме стабилизирующего действия, силикаты предотвращают образование на отбеленном материале бурых пятен.

Хорошее стабилизирующее действие силикатов натрия (силиката и метасиликата) проявляется в случае присутствия в воде ионов магния и кальция. Поэтому при белении пероксидом водорода следует использовать жесткую воду.

При обычной температуре слабощелочные растворы пероксида водорода, содержащие стабилизирующее вещество, разлагаются медленно. Поэтому беление начинают при температуре раствора 40-45°C, постепенно нагревая его до 95-98°C, и продолжают процесс в течение 1-2 часов до получения нужной белизны.

В случае выпуска бельевого трикотажа полный цикл обработки складывается из следующих операций: замачивания или отваривания суровых хлопчатобумажных изделий, собственно беления в растворах пероксида водорода, промывки и обработки оптически отбеливающим красителем. Длительность полного цикла обработки составляет 3,5-4 часа.

Беление оптически отбеливающими веществами

Применение оптических отбеливателей основано на изменении спектра лучей, отражаемых освещенной поверхностью текстильного

материала, на которую они нанесены. Оптически отбеливающие вещества (ООВ) способны превращать невидимые ультрафиолетовые лучи в видимые, присущие голубой и синей частям спектра, т.е. обладают способностью к флуоресценции. Это и обеспечивает повышение белизны текстильных изделий, обработанных оптическими отбеливателями. Однако только способом оптического отбеливания достичь необходимой степени белизны невозможно, поэтому ООВ применяют после предварительного их беления окислителями для повышения степени белизны.

Обработку оптическими отбеливателями проводят следующим образом. Последнюю промывную воду в жгутовой красильно-промывной машине нагревают до 30-40°C и при этой температуре обрабатывают изделия в течение 20 минут в растворе, содержащем 0,03 г/л ООВ и 2-5 г/л поваренной соли, после чего изделия выгружают из машины, не промывая. Нельзя допускать повышенного содержания ООВ, так как это приводит к снижению отбеливающего эффекта и получению нежелательного оттенка. Для материалов, используемых при изготовлении верхнего трикотажа, следует выбирать оптические отбеливатели, обеспечивающие белизну, устойчивую к свету. Обработку ООВ можно совмещать с белением продукции, добавляя нужное количество оптического отбеливателя в раствор для беления пероксидом водорода.

Непрерывные способы беления

Беление трикотажных полотен можно осуществлять и непрерывным способом. В этом случае применяются поточные линии двух типов: для обработки полотен расправленным полотном и жгутом.

При обработке полотен в расправленном виде применяют линию ЛБ-220-Т. Она предназначена для беления кругловязанных трикотажных полотен из хлопка и смеси хлопка с вискозным или полиэфирным волокном (рис.2).

Полотно через заправочное устройство 1 поступает в пропиточную машину 2, где обрабатывается белящим раствором, содержащим пероксид водорода, щелочь, стабилизатор и ПАВ. После отжима на отжимных валах 3 полотно укладывается на конвейерную ленту запарной камеры 4. Далее оно промывается в промывных машинах с сетчатыми барабанами 5 и высушивается в сушильной ма-

шине 6. Во время запаривания (до 60 минут) полотно транспортируется уложенным складками на конвейерной ленте и отбеливается.

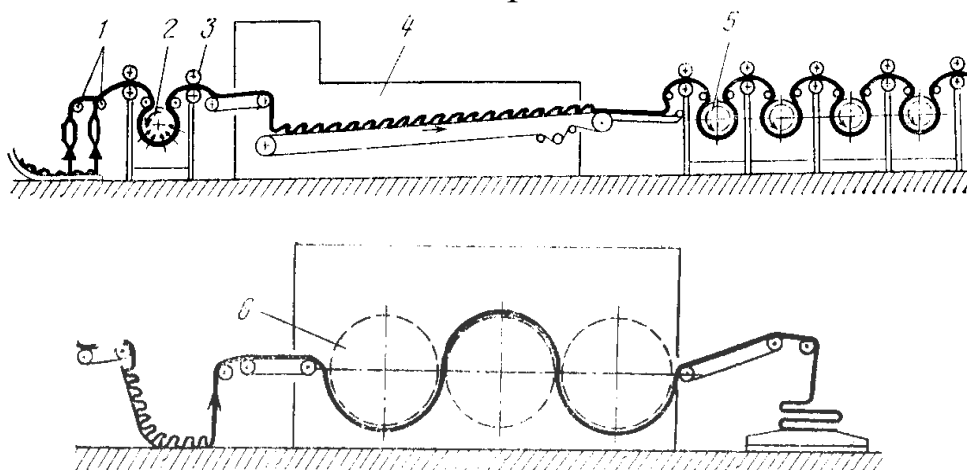


Рис.2. Отбельная линия ЛБ-220-Т

Схема машины для пероксидно-запарного способа беления трикотажного полотна в жгуте представлена на рис.3

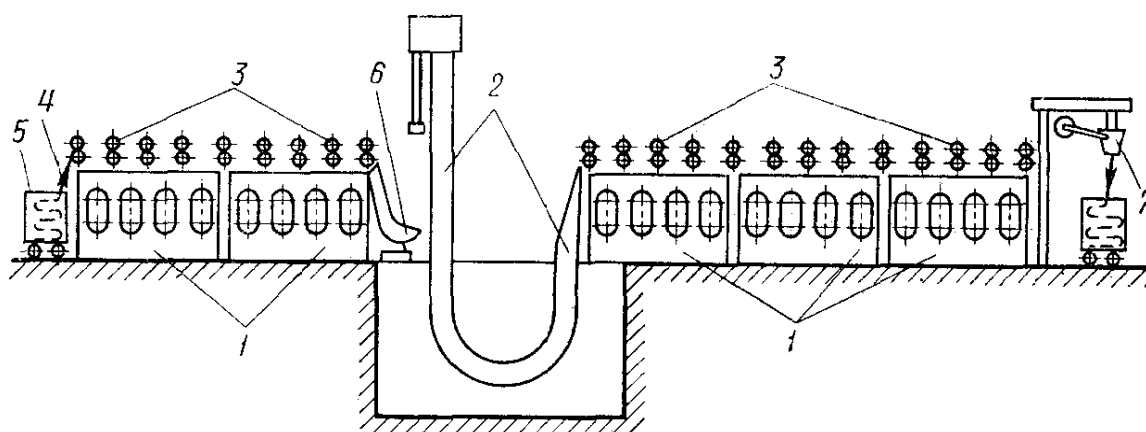


Рис.3. Схема машины для пероксидно-запарного способа беления трикотажного полотна в жгуте

Хлопчатобумажное полотно 4, сшитое по концам кусков в непрерывный жгут, поступает из тележки 5 в первую пропиточную машину 1, в которой замачивается в горячем растворе ПАВ и отжимается валами 3. Валы служат для перемещения жгута в машине и отжима его от избытка раствора или воды. Далее жгут переходит во вторую пропиточную машину, в которой пропитывается отбеливающим раствором, содержащим: пероксид водорода, щелочь (NaOH), стабилизатор (Na_2SiO_3) и смачиватель (ПАВ). После обработки во второй ванне полотно отжимается, поступает в компенсатор 6, а затем укладывается в запарной варочный аппарат 2. Трикотажное по-

лотно, перемещаясь в шахте аппарата, подвергается воздействию водяного насыщенного пара и одновременно отваривается и отбеливается. Время прохождения полотна в запарном аппарате 40-60 минут. Затем отбеленное полотно выбирается из малого колена запарного аппарата и направляется в промывные машины 3, в которых его промывают горячей и холодной водой с промежуточным отжимом в процессе промывки. В последней промывной машине для улучшения потребительских свойств трикотажного полотна его обрабатывают теплым раствором антистатика-мягчителя с добавлением оптического отбеливателя. Отжатое отбеленное полотно выбирается из агрегата самокладом 7 и укладывается в тележку.

В основу технологии непрерывной подготовки к крашению положен одностадийный щелочно-пероксидный способ беления, предусматривающий совмещение в одну операцию процессов отваривания и беления. Этот способ экономичен, обеспечивает высокую степень белизны, хороший гриф, мягкость, предотвращает образование заломов и заминов, полотно не подвергается вытяжке. Однако вследствие кратковременности запаривания этим способом трудно получить высокую степень белизны при обработке полотен, изготовленных из хлопка низших сортов, содержащих большое количество остатков коробочек и загрязнений. Кроме того, установка оборудования непрерывного действия экономически целесообразна только на предприятиях большой мощности, выпускающих значительное количество отбеленных полотен или полотен, предназначенных для крашения в светлые тона или для белоземельной печати.

2.1.3. Мерсеризация трикотажной продукции

Мерсеризацией называется процесс обработки текстильных изделий из хлопка концентрированными растворами щелочей с последующей промывкой для удаления щелочи. В трикотажной промышленности мерсеризации подвергают хлопчатобумажную пряжу и полотна. В результате мерсеризации хлопчатобумажные изделия приобретают шелковистость, увеличиваются их крашиваемость, гигроскопичность, реакционная способность, эластичность.

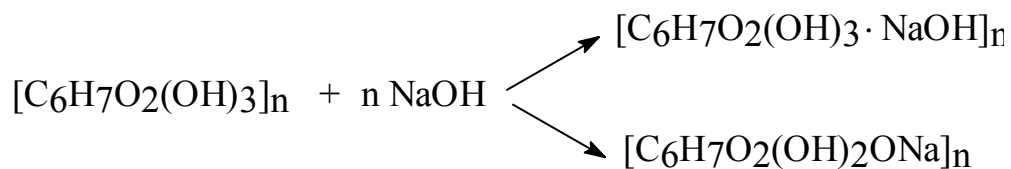
Мерсеризацию можно проводить под натяжением и без него. При обработке концентрированной щелочью волокно сильно набухает, его стенки утолщаются, канал сужается и практически исчезает. Это сопровождается изменением морфологического строения во-

локна – переходом из формы извитой скрученной спирали в цилиндрическую поверхность. Более гладкая цилиндрическая форма способствует лучшему отражению света, волокно приобретает блеск. Наибольший блеск достигается при максимальном натяжении, но при этом несколько ухудшается окрашиваемость и эластичность (по сравнению с мерсеризованной без натяжения). В то же время мерсеризация под натяжением способствует увеличению прочности на разрыв.

Мерсеризованные пряжа и полотна более интенсивно окрашиваются, что позволяет значительно экономить дорогостоящие красители. Одновременно улучшаются колористические показатели окраски: чистота, яркость, насыщенность, а также устойчивость к свету.

Такого рода явления объясняются изменением надмолекулярной структуры волокна. Вследствие сильного набухания волокна происходит разрыв части водородных межмолекулярных связей. Изменяется также ориентация полимерных цепей по причине поворота отдельных глюкозидных звеньев. В результате снижается степень кристалличности, увеличивается число аморфных зон и эффективный объем волокна, а главное, появляются свободные гидроксильные группы, способные фиксировать молекулы воды и красителя. Это обеспечивает более глубокое проникновение красителя в волокно, повышается его гигроскопичность и реакционная способность.

В процессе мерсеризации с целлюлозой происходят и химические изменения. В концентрированных растворах целлюлоза вступает в химическое взаимодействие со щелочью с образованием щелочной целлюлозы:



Щелочная целлюлоза – соединение неустойчивое и как соль, образованная сильной щелочью и слабой кислотой (такие свойства проявляют многоатомные спирты), легко гидролизуется водой в процессе промывки с образованием гидратцеллюлозы. Последняя имеет ту же формулу, что и исходная целлюлоза, но отличается от нее структурой. Одновременно при мерсеризации разрушается и удаляется часть естественных примесей целлюлозы.

Степень изменений, происходящих в волокне в процессе мерсеризации, зависит от концентрации раствора NaOH, температуры, продолжительности обработки и степени натяжения.

Концентрация щелочи при мерсеризации составляет 280-300 г/л, продолжительность обработки 40-60 секунд. Так как взаимодействие целлюлозы с гидроксидом натрия сопровождается выделением тепла (экзотермическая реакция), мерсеризацию лучше осуществлять при невысоких температурах (15-20°C). В последние годы начали широко применять «горячую мерсеризацию», при которой требуется более высокое содержание щелочи. В то же время это позволяет совмещать мерсеризацию с отваркой, а необходимый эффект достигается быстрее.

Мерсеризация пряжи

В трикотажной промышленности продолжительное время мерсеризации подвергали только пряжу, которую далее использовали для изготовления изделий и полотен. Это связано с отсутствием отечественного оборудования для мерсеризации трикотажных полотен, обладающих высокой растяжимостью и деформируемостью, а также с трудностью обеспечения равномерного натяжения.

Хлопчатобумажную пряжу можно мерсеризовать в мотках или в жгуте. В мотках мерсеризуют пряжу при небольших объемах производства, а в жгутах – при большой потребности в мерсеризованной пряже. Более широкое распространение получила мерсеризация пряжи в мотках, которой подвергают сухую суровую пряжу или после ее предварительной варки в щелочном растворе. Наиболее распространен способ мерсеризации сухой суровой пряжи, благодаря исключению операций варки и отжима и устранению разбавления раствора щелочи влагой, вносимой отваренной пряжей. Суровую пряжу обрабатывают на мерсеризационной машине в растворе щелочи, содержащем 290-300 г/л едкого натра (NaOH) и не менее 5 г/л сульфирола-8. Присутствие сульфирола-8 обеспечивает быструю смачиваемость суровой пряжи и способствует диффузии вязкого концентрированного раствора щелочи в глубь волокон.

Мерсеризацию в мотках проводят в машинах с вертикальным (машина фирмы «Мекканотессиле», Италия) или горизонтальным (машины объединения «Текстима» и ММП-1) расположением валов.

Процесс мерсеризации на машинах с горизонтальным расположением валов (наиболее широко применяемых) схематически изображен на рис.4 а, б.

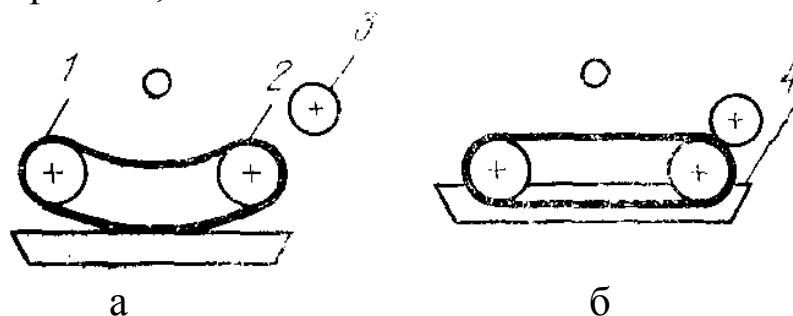


Рис.4. Мерсеризационная машина для мерсеризации пряжи в мотках

Основными рабочими органами машины (рис.4,а) являются два обремененных вала 1 и 2, причем вал 2 может приближаться к валу 1 или удаляться от него. Этим обеспечивается необходимое натяжение нитей. Мотки пряжи надевают на валы, валы разводят и под них подводят ванну 4 (рис.4,б) с раствором щелочи, при этом валы с надетой на них пряжей наполовину погружаются в раствор щелочи. Валы приводят во вращение и обрабатывают пряжу сначала в течение нескольких секунд без отжима, а затем при отжиме с помощью отжимного вала 3. По окончании обработки (2-3 минуты, температура 20°С) ванна опускается, под валы подводят поддон 6 для сброса промывных вод и через спрыски 5 подают горячую, затем холодную воду для промывки. После промывки пряжу отжимают и, сблизив валы, снимают мотки. Первые горячие промывные воды используют для приготовления свежего раствора, холодная вода спускается в канализацию.

Далее мотки пряжи подвергают дополнительной промывке и обработке разбавленной кислотой для нейтрализации остатков щелочи. Эти операции можно осуществлять на пряжекрасильных или в специальных кисловочных машинах. После промывки пряжу отжимают в центрифугах, мотки расправляют и растрясывают на специальных раструсочных машинах в целях распутывания и отделения нитей друг от друга и высушивают. Далее пряжа поступает на перемотку.

При выпуске белой пряжи ее после мерсеризации направляют на белиение, промывку, кисловку, отжим и сушку.

Для получения цветной мерсеризованной пряжи ее дополнительно окрашивают, используя технологию, определяемую природой применяемого красителя.

Мерсеризацию текстильных материалов предложено осуществлять в среде жидкого аммиака, что позволяет совмещать процесс мерсеризации с крашением и заключительной отделкой смолами. Однако этот способ не нашел практического применения, что обусловлено необходимостью использования особого герметичного оборудования, снабженного установкой для рекуперации жидкого аммиака.

2.2. ПОДГОТОВКА ПОЛОТЕН ИЗ БЕЛКОВЫХ ВОЛОКОН

2.2.1. Полотна из шерстяных волокон

На трикотажных предприятиях чистошерстяные полотна вяжут преимущественно из пряжи, полученной из окрашенного волокна. Основными технологическими операциями подготовки к крашению шерстяного волокна, предназначенного для получения пряжи, являются промывка и карбонизация.

Промывка. Суровое шерстяное волокно моют на предприятиях первичной обработки, где с волокна удаляется основная часть природных сопутствующих веществ. Немытая шерсть содержит шерстяной жир и пот (12-26%), грязь, растительные и минеральные примеси. Промывку проводят в растворе, содержащем 0,5-1 г/л неионогенного или анионоактивного ПАВ при температуре 80-85°C или в растворе мыла (3 г/л) и соды (0,2 г/л) при 50-60°C в течение 30 минут. После этого волокно промывают теплой, а затем холодной водой.

Так как промывку проводят в слабощелочной среде, возникает ряд проблем, связанных со свойлачиванием волокна, а иногда и потерей его прочности. Это ухудшает прядильные свойства и повышает обрывность.

Для промывки можно применять также органические растворители, которые растворяют жиры, не повреждая волокно. Кроме того, из органических растворителей легче, чем из воды, извлекается ценная составная часть шерстяного жира – ланолин. Мытая шерсть содержит 0,5-1% шерстяного жира.

Карбонизация. Целью карбонизации является удаление растительных примесей (репейник, трава, солома). Сущность операции состоит в обработке волокна раствором, содержащим 30-50 г/л серной кислоты (плотность 1,84 г/см³), с последующей термической обработкой при температуре 105-110°С. Карбонизация основана на разном отношении белковых и целлюлозных волокон к действию кислот. Под действием кислоты целлюлоза гидролизуется, а образующаяся гидроцеллюлоза, обладающая низкой механической прочностью, легко удаляется при последующих обработках. После карбонизации волокно нейтрализуют, промывают и окрашивают. Из окрашенного волокна изготавливают пряжу, а затем вяжут трикотажное полотно.

В процессе прядения и перематывания на волокно и нити наносят замасливатели, поэтому в отделочном производстве трикотажных предприятий полотна подвергают промывке-релаксации. Ограниченный ассортимент трикотажных полотен подвергают валке (с целью повышения теплоизоляционных свойств) и белению (если изделия выпускаются в белом виде).

Промывка-релаксация преследует цель удалить остатки природных жировых веществ, грязь и замасливатели. Ее проводят в растворах, содержащих 1-2 г/л ПАВ и 0,2-0,5 г/л соды. Полотно можно обрабатывать жгутом в красильно-промывных машинах МКП-1, но лучшие результаты получают при обработке полотна в расправленном виде. Температура промывки 40-45°С. Одновременно с удалением примесей в процессе промывки происходит релаксация полотна, снятие внутренних напряжений и выравнивание петельной структуры.

Беление шерстяных полотен и изделий проводят редко, так как шерсть очень трудно отбеливать из-за ее относительно низкой устойчивости как к окислителям, так и восстановителям. Наиболее часто шерсть отбеливают пероксидом водорода в слабощелочной среде при рН 8-9, создаваемом аммиачной водой в присутствии 1-1,5 г/л стабилизатора (пирофосфата натрия). Концентрация 30%-ного пероксида водорода 10-15 мл/л, температура 40-50°С, продолжительность 2-4 часа. После беления полотно тщательно промывают и нейтрализуют в растворе, содержащем 2-4 г/л 30%-ной уксусной кислоты.

После беления повышается способность шерсти сорбировать красители. Причина этого заключается в том, что обработка окисли-

телями частично разрушает поверхностный чешуйчатый слой и изменяет число реакционных групп в волокне, являющихся активными центрами для сорбции молекул красителей. При этом необходимо учитывать возможное ухудшение ровноты окраски.

Для повышения степени белизны полотна после беления обрабатывают 0,2-0,5%-ным ООВ в присутствии 30%-ного раствора CH_3COOH в количестве 7 г/л.

Валке подвергают ограниченный ассортимент изделий из шерсти и смеси ее с синтетическими волокнами, в основном штучные изделия. Цель валки – повышение теплоизоляционных свойств в результате изменения линейных размеров и уплотнения путем создания на поверхности плотной структуры – фильца. Валкоспособность – специфическое свойство шерстяного волокна, обусловленное особенностями его структуры (наличием на поверхности чешуйчатого слоя, упругостью и эластичностью). Это способствует сцеплению и перепутыванию отдельных волокон и образованию на поверхности войлокообразного застила.

Оптимальными условиями для валки являются температура 40-45°С и слабощелочная среда, поэтому валочный раствор содержит 3-5 г/л мыла и 0,5-1 г/л соды. В таком растворе происходит набухание волокна, что ускоряет валку. При температуре ниже 40°С снижается способность к набуханию, а при нагревании выше 45°С уменьшаются упругие свойства волокна.

Валку проводят после промывки-релаксации на машинах, обеспечивающих относительно интенсивное механическое воздействие на волокнистый материал, создающее условия для перепутывания и зацепления чешуек соседних волокон. Продолжительность процесса зависит от того, какую степень валки должно получить изделие.

2.2.2. Плотна из натурального шелка

В отечественной трикотажной промышленности натуральный шелк не применяется, зарубежные фирмы выпускают трикотаж из натурального шелка.

Ранее полотна и изделия изготовляли только из предварительно обесклеенного волокна, так как считалось, что шелк-сырец, обладая повышенной жесткостью и хрупкостью, непригоден для переработки на вязальных машинах. Однако в последние годы исследова-

ния показали, что и шелк-сырец обладает достаточной эластичностью и прочностью. Наиболее пригодной машиной для переработки необесклеенной шелковой нити является кругловязальная машина с язычковыми иглами.

Основной операцией подготовки полотен из шелка-сырца является отваривание – обесклеивание, в процессе которого удаляются серицин, воскообразные вещества, замасливатели и загрязнения. Отваривание проводят в слабощелочной среде в растворах мыла или ПАВ при pH 10-10,5 и температуре кипения в течение 1 часа.

При выпуске трикотажных полотен в белом виде их подвергают белению в растворах пероксида водорода при pH 8-8,5 и температуре 60-70°C в течение 2-3 часов. Для повышения степени белизны проводят обработку полотен ООВ в присутствии уксусной кислоты.

Полотна, выпускаемые в окрашенном виде, после их отваривания красят. Отваривание, беление и крашение выполняют на оборудовании, обеспечивающем обработку свободным жгутом без натяжения.

Заключительной операцией отделки трикотажных полотен из натурального шелка является операция «оживление». Это обработка полотна в растворах, содержащих 2-3 г/л 30%-ной уксусной кислоты. В процессе «оживления» полотно приобретает характерный блеск и приятный гриф (скрип на ощупь).

2.3. ПОДГОТОВКА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ИСКУССТВЕННЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Общим для трикотажных изделий из искусственных и синтетических волокон является то, что они не содержат трудноудаляемых природных примесей. В процессе подготовки из них удаляют замасливатели и водорастворимые красители, используемые для маркировки, а также случайные загрязнения.

Обработка нитей и волокон замасливателями производится в процессе их переработки (после формования, при перемотке, вязании) для уменьшения трения, сцепляемости, склеивания и электризуемости. В состав замасливателей обычно входят минеральные масла, эмульгаторы и антистатика. Содержание замасливателя на нитях и волокнах достигает 3-3,5% массы волокна.

Процесс подготовки состоит из двух операций: отваривания и беления, которые часто совмещают. Искусственные и синтетические нити поступают в трикотажное производство в отбеленном виде, т.к. их белиение осуществляется в процессе производства на заводах химических волокон. Поэтому полотна и изделия из химических волокон отбеливают только в том случае, если они выпускаются в белом виде или предназначены для белоземельной печати или окрашивания в очень нежные цвета.

Полотна и изделия, выпускаемые в окрашенном виде, подвергают только отвариванию с целью удаления замасливателей. Отваривают также полотна и изделия из окрашенных в массе волокон и пряжи, выпускаемых на заводах химического волокна. Наличие замасливателя на трикотажном изделии делает его жирным на ощупь, а при продолжительном хранении оно приобретает запах старого масла. В процессе отваривания происходит также выравнивание петельной структуры и снятие внутренних напряжений, возникающих в нитях при прядении и вязании. Поэтому операцию отварки называют также «промывка-релаксация». Она способствует повышению формоустойчивости трикотажных изделий, более равномерному их окрашиванию и улучшает внешний вид. Эту же цель преследует и специальная операция – термостабилизация.

Так как большинство химических волокон термопластично, изделия из них в процессах подготовки и крашения при высоких температурах могут образовывать заломы и замины. Поэтому для обработки их желательно использовать оборудование для расправленного полотна, работающего при минимальном натяжении. Кроме того, при построении технологического процесса подготовки необходимо четко соблюдать температурные параметры нагревания и охлаждения рабочих растворов.

2.3.1. Полотна из гидратцеллюлозных волокон

Ввиду того, что гидратцеллюлозные волокна в водной среде сильно набухают, теряют механическую прочность и имеют низкий модуль упругости в мокром состоянии, все процессы подготовки проводят при минимальном натяжении и минимальных механических воздействиях.

Для удаления замасливателей их отваривают в растворе, содержащем 1-2 г/л смачивателя и 1-2 г/л соды при температуре 95-98°C в течение 30-45 минут.

При белении вязкозных материалов могут применяться те же отбеливающие вещества, что и для хлопка: гипохлорит натрия, пероксид водорода, хлорит натрия. Но чаще всего трикотажные полотна из гидратцеллюлозных волокон отбеливают в слабощелочных растворах пероксида водорода при температуре 80-90°C в течение 30-60 минут.

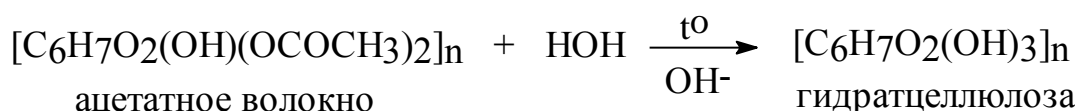
Беление пероксидом водорода необходимо проводить в присутствии стабилизаторов, чтобы замедлить процесс каталитического разложения H_2O_2 на воду и кислород. Использование для этих целей силиката натрия повышает жесткость трикотажного полотна, что приводит к прорубанию петель при пошиве из него изделий. Для предупреждения этого дефекта при белении вязкозных трикотажных полотен рекомендуется использовать в качестве стабилизатора мочевины в сочетании с гексаметафосфатом натрия. Белящий раствор в этом случае содержит 1 г/л смачивателя, 0,1-0,2 г/л гексаметафосфата натрия, 0,5-0,7 г/л мочевины, 2,5-3 мл/л 30%-ного раствора пероксида водорода и 0,5 г/л едкого натра. Для повышения степени белизны в раствор может быть введен оптический отбеливатель концентрации 0,5-2 г/л.

Обычно отваривание и отбеливание выполняют на жгутовых красильно-промывных машинах периодическим способом. Кругловязанные полотна из смеси вязкозного волокна с хлопком можно также отбеливать по непрерывному щелочно-пероксидному способу на отечественных линиях ЛБ-220-Т.

2.3.2. Полотна из ацетатного и триацетатного шелка

Трикотажные полотна из ацетатного и триацетатного волокон в процессе подготовки подвергаются тем же обработкам, что и полотна из гидратцеллюлозного волокна: отвариванию и отбеливанию. Однако, в отличие от гидратцеллюлозы, ацетатный и, особенно, триацетатный шелк проявляет свойства термопластичности. Это роднит ацетатные волокна с синтетическими, поэтому полотна из триацетатного волокна подвергают термостабилизации – специфической операции, которая необходима для всех термопластичных волокон.

Отваривание трикотажных полотен из ацетатного волокна проводят в растворах неионогенных ПАВ при температуре не выше 70°C. Обработка при более высокой температуре в растворах ПАВ, имеющих щелочную реакцию, может привести к омылению уксуснокислых эфиров целлюлозы, из которых состоят ацетатные волокна. Реакция гидролиза протекает с частичным образованием гидратцеллюлозы по схеме:



В результате волокно теряет блеск и шелковистость, а в случае неравномерного омыления могут возникать трудности при крашении (непрокрас и неровнота окрасок).

Полотна из триацетатного волокна более устойчивы к действию щелочных сред и температур, поэтому отваривание их можно проводить в слабощелочной среде для полного удаления замасливателей при температуре 80-90°C. Длительность процесса отваривания 30-60 минут.

Для беления трикотажных полотен из ацетатных и триацетатных нитей можно применять хлорит натрия (NaClO_2), надуксусную кислоту (CH_3COOOH), восстановители (дитионит натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), а также пероксид водорода.

Наиболее распространен хлоритный способ беления, при котором сначала проводят отваривание для удаления замасливателей, а затем белят в растворе, содержащем: 1,5 г/л 80%-ного раствора хлорита натрия, 0,5–2 г/л $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (моноаммоний фосфат) и 1 г/л неионогенного ПАВ. Температура обработки 80°C, продолжительность 40-60 минут. После беления полотна обрабатывают ООВ.

В некоторых случаях процесс подготовки ацетатных волокон совмещают с антистатической отделкой, которая снижает электризацию. Для этого поверхностный слой волокна омыляют в щелочной среде. В результате на поверхности образуется тонкая пленка из гидратцеллюлозы, что способствует снижению электризуемости и повышает степень окрашиваемости красителями, применяемыми для целлюлозных волокон.

Для этого случая разработан способ беления трикотажных полотен из ацетатных нитей пероксидом водорода с одновременным поверхностным омылением. В состав белящего раствора входят 0,3-0,5 г/л смачивателя, 10 г/л кальцинированной соды (для омыле-

ния), 1 г/л силиката натрия, 2,5 г/л пероксида водорода и ООВ. Температура беления 80°C, продолжительность 45-60 минут.

Полотна из триацетатных волокон далее подвергают термостабилизации.

2.3.3. Полотна из синтетических волокон

Основная цель подготовки трикотажных полотен из синтетических волокон (полиамидных, полиэфирных, полиакрилонитрильных, а также менее распространенных поливинилхлоридных, поливинилспиртовых, полипропиленовых и эластомерных нитей) – отваривание с целью удаления замасливателей. Отбеливают трикотажные полотна из синтетических волокон чрезвычайно редко, так как многие из них поступают в трикотажное производство окрашенными в массу. Поэтому белению подвергают небольшой объем полотен, предназначенных для белоземельной печати или изготовления штучных изделий белого цвета. Чаще ограничиваются отвариванием с последующей обработкой ООВ.

Отваривание проводят в растворах ПАВ при температурах, оптимальных в зависимости от природы волокна, в течение 30-40 минут. Материалы из полиамидных волокон размазывают при температуре 80-90°C, из высокообъемных полиамидных нитей – 60-80°C, из полиэфирного волокна – 70-80°C. Размазывание материалов из объемной полиакрилонитрильной пряжи можно совмещать с процессом усадки-релаксации. В этом случае процесс проводят при нагревании до 80°C, а затем при медленном нагревании до 95°C и обработке при этой температуре в течение 30 минут.

Материалы из поливинилхлоридных волокон, обладающих низкой термостойкостью, отваривают при температурах не выше 40-50°C.

Отваривание и беление трикотажных полотен из искусственных и синтетических волокон можно проводить на оборудовании периодического и непрерывного действия. Применение жгутовых красильно-промывных машин периодического действия эффективно в том случае, если далее полотна подвергаются крашению. Недостатками способа является низкая производительность и возможность деформации полотен, приводящей к образованию заломов и заминов при обработке жгутом.

На рис. 5 приведена схема отечественной машины МП-220-Т, предназначенной для промывки, беления и отваривания трикотажных полотен в расплавленном состоянии при минимальном натяжении.

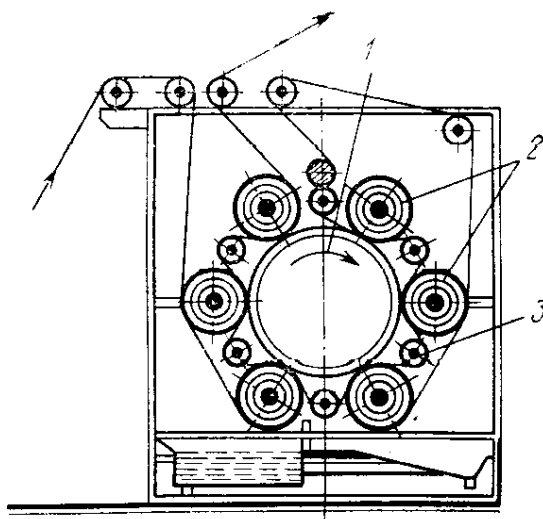


Рис.5. Технологическая схема машины МП-220-Т

Трикотажное полотно проходит между большим центральным барабаном 1 и шестью отжимными валами 2. Моющий раствор подается на полотно через spryski в тот момент, когда оно огибает направляющие ролики 3. После пропитки раствором полотно отжимается между центральными валами. Внизу машины расположена ванна, куда раствор стекает и откуда с помощью насоса опять подается в spryski. В ванне раствор нагревается глухим паром. При непрерывной обработке эти машины агрегируют по две-три в линию. На первой проводится отваривание, а на последней – обработка ООВ.

2.3.4. Термостабилизация полотен

Большинство химических волокон при нагревании или стирке дают большую усадку (10-20%). Усадка отдельных волокон неодинакова, поэтому структура волокна сильно деформируется, а полотно и изделия становятся неровными и смятыми. Причиной усадки является неравномерная вытяжка волокон в процессе их производства, перематывания и вязания. При вытягивании происходит смещение отдельных макромолекул относительно друг друга, в результате чего межмолекулярные связи между отдельными макромолекулами в волокне становятся напряженными (натянутыми).

Для предотвращения усадки при крашении, стирке и других обработках, которые проводят при нагревании, необходимо отрелаксировать волокно, т.е. снять внутренние напряжения и, повысив энергию межмолекулярного взаимодействия, прочно закрепить структуру волокна.

С этой целью полотна и изделия из термопластичных синтетических волокон и триацетатного волокна подвергаются термостабилизации, при которой с волокна снимаются все внутренние напряжения, трикотажные полотна обретают устойчивую к нагреванию структуру. В результате трикотажные полотна приобретают устойчивые линейные размеры и форму, меньше усаживаются и сминаются.

При термостабилизации трикотажные полотна или изделия в расправленном виде при небольшом натяжении или в свободном состоянии подвергают тепловой обработке с последующим быстрым охлаждением. Механизм процесса условно можно разделить на три стадии:

- разрыв межмолекулярных напряженных связей под действием высоких температур при тепловой обработке;
- релаксация и образование новых межмолекулярных связей;
- фиксация вновь образовавшихся связей при резком охлаждении.

Технологический режим термостабилизации выбирается с учетом природы волокна и имеющегося на предприятии оборудования.

Тепловую обработку можно проводить в кипящей воде, насыщенным паром или горячим воздухом.

Стабилизация полотен в горячей воде не обеспечивает необходимой стабильности размеров. Термостабилизация в среде насыщенного пара требует достаточно большой продолжительности (10-30 минут), что создает определенные трудности вследствие специфики строения и свойств трикотажных полотен. Поэтому стабилизацию полотен проводят главным образом в среде горячего воздуха. В результате улучшается стабильность размеров, повышается устойчивость к мокрому смятию. Время термостабилизации горячим воздухом значительно ниже и составляет 20-30 секунд. Температуру термостабилизации выбирают следующим образом. Верхний предел должен быть на 20-30°С ниже температуры пластификации, а нижний – на 30-40°С выше температуры последующих обработок (при крашении или эксплуатации).

Недостатком термостабилизации полотен в среде горячего воздуха является повышение степени кристалличности волокна и, как следствие, снижение влагопоглощения и сорбции красителей при последующем крашении.

Термофиксации может подвергаться суровое полотно, полотно после отваривания и беления или после крашения. Каждый из способов имеет свои достоинства и недостатки.

При термостабилизации суровых полотен может происходить пожелтение волокна вследствие его частичной окислительной деструкции и по причине разложения замасливателей, антистатиков и других загрязнений.

Термостабилизацию после отваривания и беления сложно включить в общий технологический цикл (полотно после подготовки приходится выгружать из машин, расправлять, высушивать, термофиксировать, а затем вновь загружать в машину для последующего крашения). Кроме того, при отваривании в жгуте нестабилизированного полотна на нем могут образоваться заломы.

Термостабилизация после крашения требует использования для окрашивания красителей, устойчивых к сублимации (способности под действием температуры переходить в газообразное состояние). В промышленности применяют все три способа с учетом условий каждого конкретного предприятия.

Наибольшие преимущества имеет стабилизация после отваривания и беления. Они заключаются в следующем:

- крашение трикотажа, как правило, проводится в жгуте, что создает опасность образования заломов у предварительно нестабилизированных полотен;
- исключается возможность изменения оттенка окраски вследствие термодеструкции или сублимации красителя;
- в процессе следующих за термофиксацией жидкостных обработок устраняется желтизна и жесткость.

Термостабилизация трикотажных полотен с основязальных машин проводится в среде горячего воздуха на сушильно-ширильно-стабилизационной машине, схема которой представлена на рис. 6.

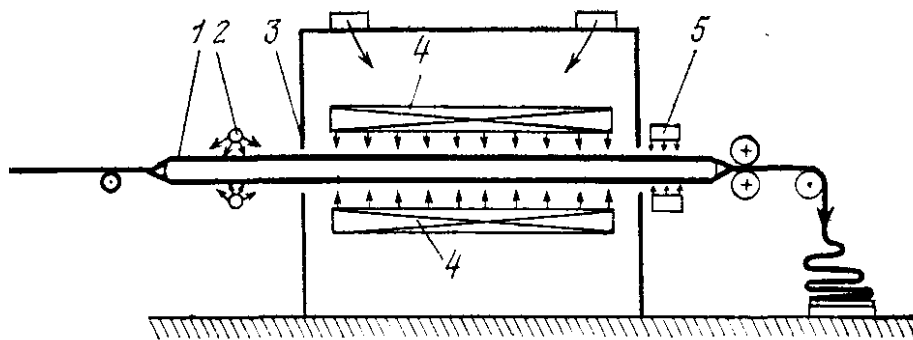


Рис.6. Схема сушильно-ширильно-стабилизационной машины

Кромки полотна накалывают на иглы игольчатых пластин, закрепленных на двух бесконечных цепях, перемещающихся по двум направляющим рамам ширильной машины. Перед этим полотно проходит через винтовые ширители (для расправления по ширине) и поступает на обрешиненный валик, подающий полотно с некоторым опережением на винтовые кромкораспределители. Специальными щетками механизма накалывания полотно закрепляется на иглах цепей ширильной машины. Далее ширильная машина с заправленной в ней тканью проходит через сушильные и стабилизационные камеры. Благодаря механизму опережения, который можно регулировать в интервале 5-40%, ткань собирается на иглах мелкими складками, расправляющимися на последующих стадиях сушки и термостабилизации вследствие естественной усадки. Все это обеспечивает релаксацию полотна и сообщает ему свойства малоусадочности в процессе эксплуатации.

На выходе из стабилизационной камеры расположено охлаждающее устройство, необходимое для быстрого охлаждения волокна до температуры ниже температуры стеклования полимера. Это обеспечивает стабилизацию вновь образовавшейся структуры. Для термостабилизации неразрезанных полотен с кругловязальных машин используют специальное оборудование, которое выпускается как в России, так и за рубежом.

3. КРАШЕНИЕ ТРИКОТАЖА

Крашением называют совокупность химических и физико-химических процессов, протекающих при обработке волокнистого материала растворами красителей. В процессе крашения текстильные изделия приобретают окраску, устойчивую к различным воз-

действиям (к стирке, трению, атмосферным условиям, химической чистке и т.д.).

3.1. КРАСИТЕЛИ. ОБЩИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ

В древности для крашения изделий применяли природные красители, добываемые из растений и живых организмов. Наиболее распространенными красителями растительного происхождения являются: хна, шафран (дающий желтую окраску), морена (в корнях которой содержится красная краска – крапп), молочай, индиго и др. Из мелких ракообразных получали пурпур, из насекомых кошенили – алый краситель кармин.

Природные красители являются дорогими и дефицитными. В настоящее время они в очень ограниченном количестве применяются в пищевой промышленности и в косметике, а также в народных промыслах для крашения ковровой пряжи и пряжи для вязания.

В текстильном производстве используются исключительно синтетические красители, в разработке способов производства которых ведущая роль принадлежит русским ученым Н.Н. Зинину, М.А. Ильинскому, Н.Н. Ворожцову, А.Г. Порай-Кашицу, В.М. Родионову и др.

Число марок синтетических красителей, выпускаемых в настоящее время, превышает несколько тысяч. Это обусловлено большим разнообразием волокнистых материалов и различными требованиями к цветам и оттенкам красителей. Для удобства ориентации в большом спектре красителей их классифицируют.

В отрасли по производству красителей их объединяют в группы по особенностям химического строения (азокрасители, антрахиноновые, трифенилметановые и др.). В текстильной промышленности используют техническую классификацию, в основу которой положены колористические и технологические свойства красителей. Согласно этой классификации все красители делят на три большие группы в зависимости от их растворимости в воде (табл.2).

Для крашения трикотажных полотен или изделий применяют красители почти всех классов, что объясняется многообразием видов волокон, используемых для изготовления трикотажа. Данные о пригодности красителей того или иного класса для крашения различных волокон приведены в табл.3.

Таблица 2

Растворимые	Нерастворимые	Образующиеся на волокне
Прямые Кислотные Хромовые Металлокомплексные Активные Катионные	Кубовые Сернистые Дисперсные Пигментные	Нерастворимые азокрасители Черный анилин

Таблица 3

Пригодность красителей для крашения различных волокон

Красители	Волокна							
	Целлюлозные	Шерстяные	Активные	ПА	ПЭ	ПАН	ПВХ	ПВС
Прямые	+++	+ -	-	++	-	-	-	++
Кислотные	-	+++	-	++	-	-	-	-
Хромовые	-	+++	-	+ -	-	-	-	-
Металлокомплексные	-	+++	-	++	-	-	-	+ -
Активные	+++	+++	-	+++	-	-	-	+ -
Катионные	-	-	-	-	-	+++	-	-
Кубовые	+++	+ -	-	+ -	+ -	-	-	+ -
Кубозоли	+++	++	-	+ -	-	-	+ -	+ -
Сернистые	+++	-	-	-	-	-	-	-
Дисперсные	-	-	+++	+++	+++	+ -	++	++

Обозначения: +++ хорошо окрашивают и широко применяются; ++ хорошо окрашивают, ограниченно применяются; + - окрашивают, но практически не применяются; - не окрашивают.

Технические красители выпускаются в виде порошков и паст, представляющих собой не химически чистые соединения, а смеси, в которые кроме самого красящего вещества входят полупродукты, продукты неполного синтеза, минеральные соли и различные добавки.

3.2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ЦВЕТНОСТИ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ

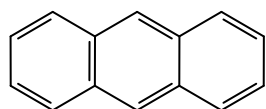
Главным отличительным свойством красителей является способность их молекул поглощать и преобразовывать энергию электромагнитных излучений (световую энергию) в видимой области спектра. В результате краситель, нанесенный на волокнистый материал, взаимодействует со светом, и человеческий глаз воспринимает тело как:

- бесцветное или белое (если все лучи проходят через прозрачное тело или отражаются от непрозрачного);
- черное (все лучи поглощаются волокном);
- серое (все лучи частично поглощаются и равномерно отражаются);
- окрашенное (избирательно поглощаются лишь лучи определенной длины волны, остальные отражаются).

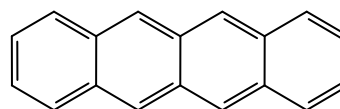
Цвет тела определяет характер отраженных лучей. Способность к избирательному поглощению световой энергии зависит от химического строения красителя. Эта зависимость положена в основу современной теории цветности органических соединений.

Основными положениями теории цветности являются следующие:

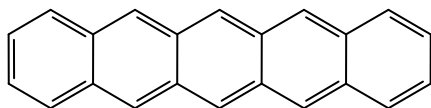
1. Молекулы красителей должны содержать достаточно длинную (как правило, замкнутую) цепь чередующихся двойных и одинарных связей (цепь сопряжения). Это смещает энергию электромагнитных колебаний в длинноволновую область, появляется возможность поглощения света в видимой части спектра, т.е. тело приобретает окраску.



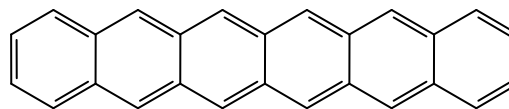
антрацен
(бесцветный)



тетрацен
(оранжевый)



пентацен
(фиолетовый)

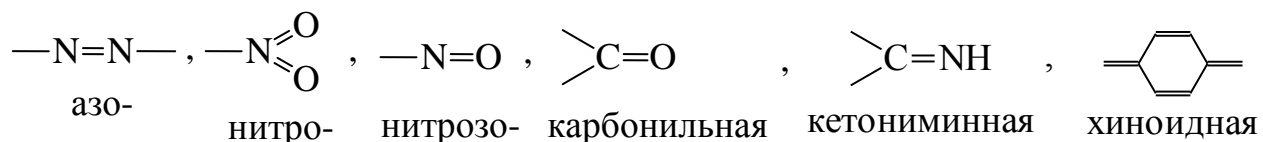


гексацен
(синевато-зеленый)

2. Введение в молекулу органического соединения гетероатомов (галогенов, кислорода, азота и др.), имеющих неподеленные пары электронов, облегчает взаимодействие со светом, что также способствует сдвигу максимума поглощения света в видимую область.

Среди заместителей, содержащих гетероатомы, различают электроноакцепторные и электронодонорные группы.

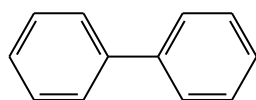
К электроноакцепторным заместителям относятся:



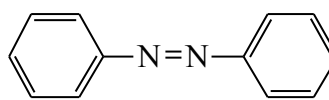
Электронодонорными являются (—NH_2 , —OH , —SH)
амино- окси- меркапто-

группы и их производные.

Электроноакцепторные (хромофорные) группы, содержащие двойные связи, удлиняют цепь сопряжения молекулы органического соединения и усиливают делокализацию π -электронов в сопряженной системе. В результате происходит сдвиг поглощения в длинноволновую (в том числе в видимую) часть спектра и соединение приобретает окраску.



дифенил
бесцветный



азобензол
оранжевый цвет

Введение в молекулу электронодонорных (ауксохромных) заместителей не приводит к появлению цвета. Однако, включаясь в общую π -электронную систему молекулы, они оказывают поляризующее действие на нее. Это приводит к появлению частичного положительного заряда на одном конце цепи сопряжения и отрицательного на другом, что сопровождается углублением цвета и повышением интенсивности окраски, изменением его оттенка.

3. Электронодонорные и электроноакцепторные свойства заместителей усиливаются ионизацией молекул органических соединений, что также ведет к появлению цвета. Так, краситель фенолфталеин в нейтральной среде – бесцветный, а в щелочной имеет малиновую окраску, т.к. переходит в соль, способную диссоциировать на ионы.

4. Присоединение к цепи сопряжения дополнительных электронодонорных заместителей или новых ароматических колец приводит к возникновению конкурирующих (перекрещивающихся) сопряженных систем, что изменяет окраску.

5. Нарушение плоскостного строения молекулы красителя приводит к частичному или полному разобщению цепи сопряжения и, как следствие, максимум поглощения света сдвигается в коротковолновую область, т.е. наблюдается повышение цвета (снижение интенсивности окраски).

6. На характер поглощения света влияет способность молекул красителей к комплексообразованию с металлами, что сопровождается углублением цвета.

Знание основ химического строения органических соединений позволяет синтезировать новые красители с заданными свойствами и прогнозировать их цвет и технологические свойства.

3.3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ

Крашение представляет собой сложный физико-химический процесс, сущность которого заключается в переходе красителя из водной среды на текстильный материал и последующей фиксации красителя на волокне.

Важнейшими свойствами красителей, используемых в текстильном производстве, являются:

- способность переходить в растворимую форму и диссоциировать в красильном растворе на ионы;
- способность самопроизвольно переходить из раствора на волокно (проявлять сродство к волокну);
- способность фиксироваться на реакционных группах внутри волокна с помощью различных по природе связей.

В соответствии с современными теоретическими представлениями о процессе крашения основными его стадиями являются: диффузия частиц красителя в растворе к поверхности волокна, адсорбция его молекул активными группами на поверхности, диффузия молекул красителя в глубь волокна и их фиксация на активных центрах внутри его. Эти процессы при крашении протекают одновременно, но с различной скоростью, а у каждой молекулы красителя – последовательно.

Условия протекания перечисленных стадий оказывают большое влияние на результат крашения (равномерность и прочность окраски), поэтому, чтобы управлять процессом, необходимо знать, какие факторы влияют на каждую из этих стадий и на процесс в целом.

Скорость диффузии молекул красителя к поверхности волокна зависит от способа крашения, свойств среды, в которой она протекает (вода, органический растворитель, пленка загустителя и т.д.), и свойств самого красителя (размер молекул, заряд ионов и т.д.). В реальных условиях крашения при интенсивной циркуляции раствора в красильной ванне или перемещении окрашиваемого материала в растворе и при высокой температуре процесс подхода красителя к волокну идет с большой скоростью.

Вторая стадия – адсорбция частиц красителя поверхностью волокна, происходит благодаря специфическим силам взаимного притяжения между молекулами красителя и активными группами на поверхности волокнообразующего полимера. Скорость адсорбции зависит в первую очередь от физико-химических свойств волокна, его химического строения и химической структуры и свойств самого красителя. Важнейшим фактором, определяющим процесс адсорбции, является сродство красителя к волокну – термодинамическая характеристика, представляющая собой разность химических потенциалов красителя в растворе и в волокне. Этот фактор является движущей силой процесса крашения, обуславливающей самопроизвольный переход красителя из раствора на текстильный материал. Величина сродства в основном зависит от природы волокна и красителя. Кроме того, на скорость адсорбции большое влияние оказывают температура и присутствие в растворе текстильных вспомогательных веществ (ТВВ). Последние, воздействуя на краситель или волокно, могут ускорять или замедлять адсорбцию.

Скорость адсорбции оказывает большое влияние на качество окраски. Очень большая скорость вызывает опасность получения неровной или кольцевой окраски (когда краситель прочно удерживается на поверхности волокна, не проникая внутрь). В этом случае для регулирования скорости крашения вводят вещества, снижающие сродство красителя к волокну. При низкой скорости адсорбции ухудшается поглощение красителя волокном; значительная часть его остается в красильной ванне. Это приводит к непроизводитель-

ному расходу красителя и загрязнению сточных вод. Поэтому скорость адсорбции следует регулировать.

Важнейшими факторами, способными изменять скорость адсорбции, являются: температура, концентрация красителя и введение в раствор ТВВ (электролитов, ПАВ, кислот, щелочей, органических растворителей).

Поскольку адсорбция – процесс экзотермический (протекает с выделением тепла), ему способствует понижение температуры. При высоких температурах по причине увеличения кинетической энергии молекул может происходить десорбция красителя, т.е. переход его назад в раствор.

С повышением концентрации красителя скорость адсорбции возрастает. Однако при очень высокой концентрации красителя возможно взаимодействие отдельных его молекул или ионов друг с другом с образованием больших по размеру агрегированных частиц. Это может замедлить процесс адсорбции, а в конечном итоге привести к образованию неровной окраски. Дезагрегации красителя способствует повышение температуры и введение в красильный раствор гидрофильных органических растворителей.

Подбор эффективных ТВВ позволяет регулировать скорость адсорбции, обеспечивая высокое качество окрасок. Некоторые из них (электролиты, кислоты) могут изменять величину заряда поверхности волокна и тем самым ускорять или замедлять процесс адсорбции.

Все текстильные волокна при погружении в воду или красильные растворы приобретают тот или иной заряд, величина которого зависит от вида волокна и степени его подготовки к крашению. Молекулы красителей при растворении в воде также диссоциируют на ионы. Если ионы красителя и волокна имеют одноименные заряды, адсорбция замедляется из-за отталкивания одноименно заряженных частиц. В этом случае введение противоположно заряженных ионов электролита или кислоты ускорит переход красителя на волокно. Если ионы красителя и волокна имеют противоположные заряды, возникает опасность получения неравномерных окрасок из-за быстрого перехода красителя на волокно. В этом случае необходимо введение ТВВ, способных замедлять адсорбцию (благодаря образованию комплексов с молекулами красителей, снижению их диссоциации или блокированию активных центров на поверхности волокна).

Важнейшей стадией процесса крашения является диффузия красителя внутрь волокна. Она происходит по субмикроскопическим порам волокна, заполненным красильным раствором. Размеры пор волокна (расстояние между отдельными макромолекулами) и молекул красителя соизмеримы друг с другом, поэтому эта стадия самая медленная и именно она определяет продолжительность всего процесса крашения. Кроме того, процесс диффузии тормозится из-за адсорбции молекул на активных центрах волокна, которые встречаются на пути движения красителя. Чем дольше молекула удерживается на этих активных центрах, тем медленнее она проникает в глубь текстильного материала.

Скорость внутренней диффузии зависит от многих факторов: химического строения и свойств волокна, размеров и формы частиц красителя, сродства красителя к волокну, температуры, наличия ТВВ.

От химического строения и свойств волокна зависит наличие или отсутствие субмикроскопических пор, их число и размеры, способность к набуханию, а для синтетических волокон – температура стеклования (температура, выше которой полимер переходит в вязкотекучее состояние и обеспечивает образование пустот, через которые краситель проникает внутрь волокна).

Чем меньше размеры молекул красителя, чем они компактнее, тем большей подвижностью они обладают и тем быстрее протекает диффузия. Кроме того, необходимо учитывать, что, так как внутрь волокна могут проникать только отдельные молекулы, плохая растворимость и склонность к образованию агрегированных частиц также будут замедлять процесс.

С повышением сродства красителя к волокну скорость диффузии замедляется. Чем выше сродство красителя, тем дольше он удерживается на промежуточных активных центрах.

Из большого разнообразия ТВВ, применяемых в крашении, наибольшее влияние на скорость внутренней диффузии оказывают ПАВ, а при крашении синтетических волокон – органические растворители. Они улучшают растворимость красителя, снижают сродство к волокну, способствуют набуханию волокна.

Наиболее важным фактором, повышающим скорость внутренней диффузии, является температура. При повышении температуры увеличиваются размеры пор, возрастает подвижность молекул красителя, частично разрушаются межмолекулярные связи, уменьшает-

ся степень агрегации. Все это приводит к увеличению проницаемости волокна и ускоряет процесс крашения.

Заключительной стадией является фиксация красителя на активных центрах внутри волокна. Эта стадия происходит одновременно с двумя предшествующими. Как правило, в фиксации участвует не один тип связей, а несколько, но какая-то из них является главной для крашения красителями данного класса.

В процессе крашения могут быть реализованы все виды физического и химического взаимодействий. Важнейшими из них являются следующие:

– *межмолекулярные силы Ван-дер-Ваальса*. Энергия этих сил очень мала, она составляет всего 2,1-8,5 кДж/моль и едва превышает среднюю тепловую энергию молекул. Однако это взаимодействие может быть значительным при одновременном сближении множества атомов;

– *водородная связь* – промежуточный тип связи между физической и химической. Энергия связи невелика: 42 кДж/моль.

Водородные связи и силы Ван-дер-Ваальса играют важную роль в фиксации красителей всех классов, а для некоторых из них (прямых, кубовых, сернистых, дисперсных, нерастворимых азокрасителей) они являются основными типами связей;

– *ионная химическая связь* возникает между противоположно заряженными группами красителя и волокна. Эта связь обусловлена силами электростатического притяжения ионов, ей соответствует энергия 40-80 кДж/моль. Благодаря ионной связи фиксируются кислотные красители на белковых и полиамидных волокнах и катионные красители на ПАН-волокнах;

– *координационная (донорно-акцепторная) связь* образуется между атомами металла, входящего в металлкомплексный краситель, и электроотрицательными атомами функциональных групп волокна. Возникновение координационной связи обусловлено передачей электронной пары с заполненной орбитали донора на свободную орбиталь акцептора (металла) и образованием общей орбитали. С помощью координационных связей фиксируются хромовые и металлсодержащие красители на шерстяном волокне.

Наиболее прочной из всех видов взаимодействий между красителем и функциональной группой волокна является ковалентная связь. Она возникает при обобщении пары электронов, принадлежащих двум различным атомам молекулы красителя и функцио-

нальной группе волокна. Энергия ковалентной связи зависит от природы атомов, участвующих в ее образовании, и колеблется от 210 до 420 кДж/моль. Ковалентная связь является основной при взаимодействии активных красителей с целлюлозными, белковыми и полиамидными волокнами.

3.4. ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПРОЦЕССА КРАШЕНИЯ ТРИКОТАЖА

Разнообразие ассортимента трикотажных изделий предъявляет особые требования как к красителям, используемым для крашения волокна, пряжи, изделий, так и к оборудованию, на котором проводят крашение. Повышенные требования предъявляются к устойчивости окрасок.

3.4.1. Виды расцветок трикотажных полотен и изделий

По видам расцветок трикотажные изделия можно подразделить на имеющие однотонную окраску или узорчатую (разнооттеночную) расцветку.

Однотонная окраска получается при крашении и белении полотна, а также при вязании из предварительно окрашенных в один тон нитей. Полотна и изделия с однотонной расцветкой, полученной при крашении, называют гладкоокрашенными.

Разнотонную расцветку получают:

- при вязании полотна и изделий из пряжи разных цветов;
- при крашении полотна или изделий, изготовленных из нитей и пряжи, содержащих различные по природе волокна;
- подбором красителей, обеспечивающих разнотонное окрашивание волокон различного происхождения;
- подбором красителей, окрашивающих одни волокна, в то время как другие волокна не окрашиваются.

Разнотонную расцветку получают также методом печатания.

Крашение можно проводить на любой стадии производства. Можно красить волокно в массе при его синтезе и формовании. При этом краситель вводится непосредственно в прядильный раствор. Можно красить волокно и из него вырабатывать окрашенную пряжу. Окрашивают также пряжу или жгут, трикотажные полотна, чулочно-носочные изделия.

Разработку расцветок с учетом эстетических и практических требований к ним называют колорированием. Эстетические требования предъявляются к красоте и оригинальности расцветок, гармоническому и модному сочетанию цветов в них в соответствии с назначением изделия, практические – к необходимой устойчивости окрасок к физико-химическим воздействиям и практической целесообразности расцветок в условиях эксплуатации изделий.

3.4.2. Требования к окраскам трикотажных изделий

При выборе красителя для крашения трикотажных изделий необходимо учитывать не только его колористические свойства, но и способность обеспечивать требуемую устойчивость окраски к различным физико-химическим воздействиям в процессе эксплуатации.

Требования, предъявляемые к устойчивости окрасок, зависят от назначения изделия и условий его эксплуатации. Например, изделия бельевого ассортимента должны, прежде всего, обладать устойчивостью к мокрым обработкам и к поту, но им необязательна высокая устойчивость к свету.

Напротив, верхние трикотажные изделия должны обладать устойчивостью к свету, трению, глаженью, химической чистке.

Окраска пряжи, применяемой для изготовления пестровязанных изделий, должна иметь очень высокую устойчивость к воде, мыльному раствору, поту, глажению. Это необходимо, чтобы предупредить переход красителя на соседние неокрашенные или имеющие другую окраску нити или участки.

Аналогичные требования предъявляются при выборе красителей для печатания.

При эксплуатации чулочно-носочных изделий их окраска в результате различных воздействий постепенно частично или полностью разрушается. Сохранение первоначальной окраски при эксплуатации изделий имеет большое потребительское значение. Поэтому наилучшими красителями являются такие, которые обеспечивают устойчивость окрасок, соответствующую сроку службы самих изделий.

Прочность окрасок зависит от ряда факторов, и прежде всего от характера связи красителя с волокном.

Водородные связи и силы Ван-дер-Ваальса не обеспечивают высокой устойчивости окрасок, особенно к мокрым обработкам. Это утверждение справедливо прежде всего для водорастворимых красителей. Кубовые, сернистые, азоидные красители прочно удерживаются на волокне по причине своей нерастворимости в воде.

Ионная связь обеспечивает хорошую и удовлетворительную устойчивость окраски к мокрым обработкам, координационные и ковалентные связи дают возможность получать самые прочные окраски.

Устойчивость окраски изделий зависит также от организации технологического процесса и характера подготовки продукции к крашению.

Причиной низкой устойчивости окрасок может служить:

- отсутствие (или несоответствие выбранному способу крашения) подготовки к крашению;
- необоснованный выбор рецептуры крашения;
- несоблюдение установленного технологического режима;
- недостаточно полная промывка окрашенных изделий.

Расцветка трикотажных изделий должна не только отвечать необходимым требованиям по устойчивости к физико-химическим воздействиям, но и обладать высокой ровнотой окраски, соответствовать заданному тону, удовлетворять требованиям эстетики и моды.

3.4.3. Оборудование для крашения трикотажных материалов

В трикотажной промышленности для крашения преобладает оборудование периодического действия. Применение непрерывных линий экономически целесообразно только при выпуске больших партий полотна одного цвета. Высокопроизводительные красильные линии не позволяют получать большого разнообразия цветов и оттенков, а из-за высокой скорости работы линий возникают сложности перехода с одного цвета на другой.

Основными требованиями, предъявляемыми к оборудованию, предназначенному для крашения трикотажных полотен, являются:

- возможность обработки при минимальном натяжении и при отсутствии сильных механических воздействий;
- обеспечение равномерности обработки и равномерного обогрева полотна и красильного раствора;

- минимальный расход воды, пара, электроэнергии;
- оснащение оборудования контрольно-измерительными приборами, системами для программированного управления технологическим процессом.

В трикотажной промышленности большое внимание уделяется унификации оборудования, т.е. обеспечению возможности проведения различных операций (крашения, беления, отваривания, аппретирования и т.д.) в одной и той же машине.

Крашение кругловязанных трикотажных полотен в жгутах осуществляют в основном в красильно-промывных машинах МКП (рис.1, с.11). Они могут быть использованы для беления и крашения практически всех видов полотен из различных видов волокон, но наиболее целесообразно их применять для крашения хлопчатобумажных, шерстяных и полушерстяных полотен.

Для крашения трикотажных полотен из синтетических волокон, плохо окрашивающихся в обычных условиях и обладающих термопластичностью, широко применяется оборудование двух типов: эжекторные машины и машины новой типа.

Существует большое число конструкций машин эжекторного типа, но общим для всех них является то, что обработка и перемещение полотна осуществляется потоком циркулирующего рабочего раствора.

Все эжекторные машины можно разделить на две основные группы: машины трубного (рис.7) и котлового (рис.8) типов.

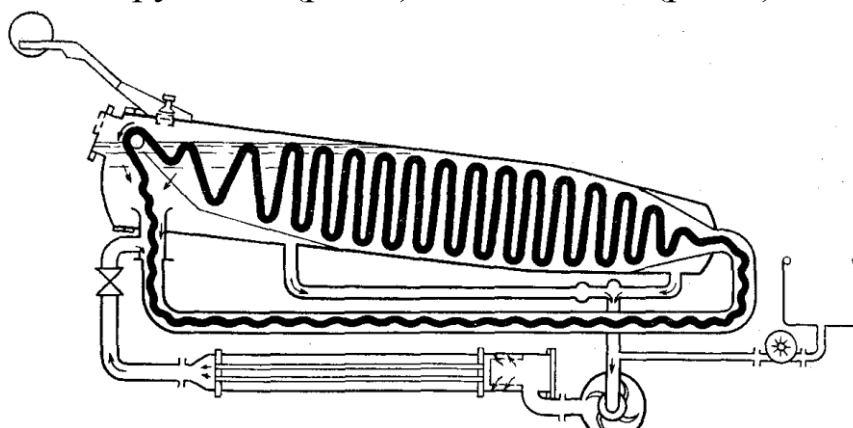


Рис.7. Эжекторная машина трубного типа

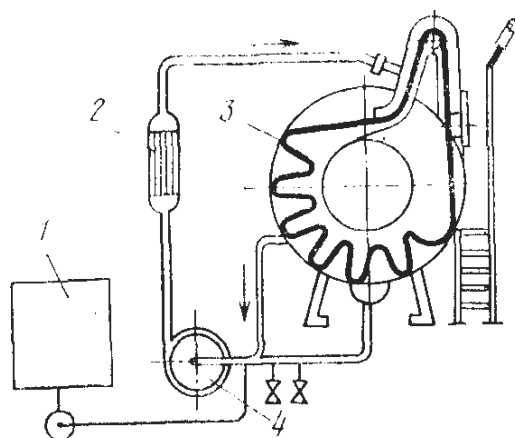


Рис.8. Эжекторная машина котлового типа ЭЖ-140-4

В машинах трубного типа полотно полностью погружено в раствор, поэтому почти не деформируется и не вытягивается.

Машина котлового типа включает в себя красильный бак 3, бак 1 для приготовления растворов красителей, теплообменник 2 и циркуляционный насос 4. Обработка ведется жгутом. Преимуществом машин котлового типа является низкий модуль красильной ванны, что обеспечивает малый расход воды, химических материалов, красителей и пара.

Для крашения основовязаных и кругловязаных разрезанных полотен применяют аппараты навойного типа (рис. 9).

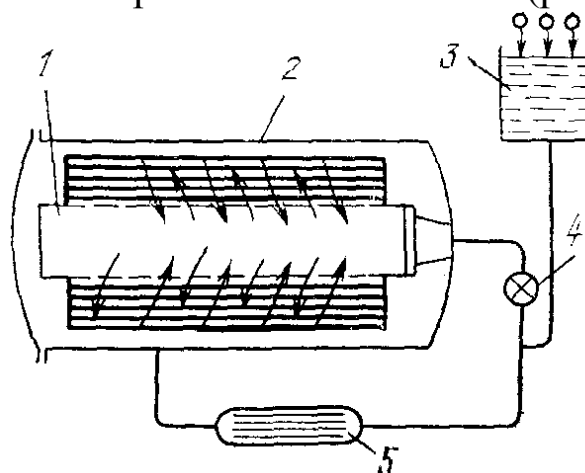


Рис.9. Аппарат навойного типа АК-220-Т

Перед крашением полотно наматывают на перфорированный барабан 1 с помощью накатной машины. Барабан помещают в автоклав 2, герметично закрывают крышкой и красят при двусторонней циркуляции красильного раствора (от периферии к центру и от центра к периферии). Циркуляция осуществляется насосом 4, нагрев раствора – теплообменником 5.

Аппарат обеспечивает хорошую сохранность полотна, исключает образование заломов и заминов, позволяет проводить крашение при 100°C и под давлением при 130°C.

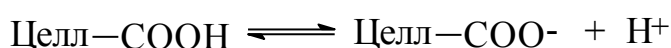
Чулочно-носочные изделия окрашивают в барабанных красильных аппаратах.

Пряжу окрашивают в мотках или бобинах на специальных универсальных красильных аппаратах УКА-1 или УКБ-100.

3.5. КРАШЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

Основными свойствами целлюлозных волокон, оказывающими влияние на их способность окрашиваться, являются:

- наличие большого числа гидроксильных групп, которые могут образовывать водородные связи и вступать в химическое взаимодействие с молекулами красителей;
- наличие развитой системы субмикроскопических пор в аморфных зонах волокон;
- увеличение размеров пор при набухании волокна, что позволяет ионам и молекулам красителя проникать внутрь него;
- возникновение отрицательного заряда при погружении волокна в воду за счет диссоциации гидроксильных и карбоксильных групп. Последние образуются в результате частичного окисления гидроксидов:



Для крашения целлюлозных волокон могут быть использованы красители многих классов: прямые, активные, кубовые, сернистые, азоидные, черный анилин.

3.5.1. Крашение прямыми красителями

Прямые красители получили наиболее широкое применение для крашения полотен и изделий в трикотажной промышленности. Это объясняется тем, что красители этого класса имеют широкую гамму цветов и оттенков, отличаются простотой технологического процесса крашения и низкой стоимостью.

Красители называют прямыми, потому что они обладают способностью окрашивать без каких-либо дополнительных обработок

различные волокнистые материалы, поскольку проявляют к ним химическое сродство. Сродство красителей обусловлено специфическим строением их молекул:

- вытянутой линейной структурой;
- наличием в структуре молекулы длинной цепочки сопряженных двойных связей;
- плоскостным строением молекулы;
- присутствием в молекуле реакционных амино- ($-\text{NH}_2$) и гидроксильных ($-\text{OH}$) групп.

На целлюлозном волокне прямые красители фиксируются благодаря образованию водородных связей с гидроксилами целлюлозы. Кроме того, между бензольными ядрами красителя и пирановыми кольцами целлюлозы (глюкозными остатками) при их сближении возникает большое число связей за счет сил Ван-дер-Ваальса. Если молекула красителя не имеет плоскостного строения, эти связи не проявляются.

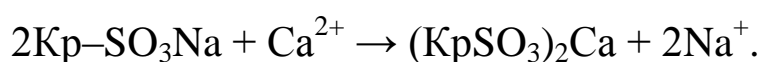
Особенностью прямых красителей (как и других растворимых в воде) является наличие в их молекуле сульфогруппы ($-\text{SO}_3\text{Na}$), поэтому при растворении в воде красители диссоциируют на окрашенный анион и катион натрия:



где $\text{R}_{\text{кр}}$ – органический радикал, строение которого определяет цвет красителя, его сорбционную и диффузионную способность.

Поскольку частицы красителя заряжены отрицательно, в процессе крашения имеет место электростатическое отталкивание, что замедляет переход красителя на волокно. Чтобы устранить указанный недостаток, крашение проводят в присутствии нейтральных электролитов (NaCl , Na_2SO_4). В красильном растворе электролиты диссоциируют с образованием положительного иона Na^+ , который подавляет ионизацию целлюлозы и красителя. В результате краситель быстрее и более полно переходит на волокно, окраска получается более интенсивной, меньше красителя сбрасывается в канализацию и загрязняет сточные воды.

Крашение прямыми красителями необходимо проводить в умягченной воде, так как они чувствительны к солям жесткости. Взаимодействуя с солями кальция и магния, они образуют нерастворимые осадки, которые могут сорбироваться волокном, образуя на полотне трудноудаляемые пятна:



Для умягчения воды можно использовать соду или гексамети́лфосфат натрия.

Существенным фактором, влияющим на процесс крашения, является температура. При повышении температуры увеличивается скорость внутренней диффузии, однако после достижения оптимальной температуры (для большинства красителей 60-80°C) скорость адсорбции красителя снижается по причине непрочной связи красителя с волокном.

Устойчивость окраски, полученной с помощью прямых красителей, недостаточно высока к стирке, к мылу, к поту, а часто к свету. Повысить устойчивость окраски можно путем обработки окрашенных материалов специальными закрепителями – ДЦУ, ДЦМ и «Устойчивый-2», которые представляют собой уксуснокислые соли продуктов конденсации дициандиамида с формальдегидом. Действие этих закрепителей основано на их способности взаимодействовать с красителем с образованием малорастворимого соединения по схеме



Кроме того, на поверхности волокна образуется защитная пленка дициандиамидной смолы, препятствующая десорбции красителя с волокна в промывной раствор.

Закрепитель ДЦМ дополнительно содержит соли меди, которые повышают устойчивость окраски к свету.

В трикотажной промышленности прямые красители нашли широкое применение для крашения хлопчатобумажных и вискозных полотен, предназначенных для изготовления белья, так как изделия данного ассортимента окрашивают главным образом в светлые тона и не подвергают воздействию прямого солнечного света. Их используют также для крашения пряжи и чулочно-носочных изделий как в светлые, так и в темные цвета. В последнем случае необходимо упрочнение окрасок.

Технология крашения прямыми красителями

Крашение трикотажных полотен прямыми красителями осуществляют главным образом периодическим способом. При крашении в светлые тона, а иногда и средние, процесс проводят с предварительным или одновременным отбеливанием пероксидом водорода. Крашение в темные тона требует предварительного отваривания и последующего закрепления окраски.

Состав красильного раствора включает краситель, соду, электролит, а иногда смачиватель. Крашение начинают при 30-40°C, в два приема вводят краситель и медленно нагревают ванну до оптимальной (60-80°C) температуры. Раствор электролита приливают в середине крашения в два, три приема, затем ванну охлаждают, раствор сливают и полотно промывают.

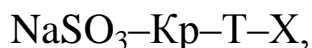
После промывки ванну опять заполняют водой, если необходимо (для темных цветов) окраску упрочняют закрепителями. Для этого в воду добавляют уксусную кислоту и 2-3 г/л закрепителя. Температура обработки 60-70°C. На заключительной стадии трикотажные полотна обрабатывают смягчителем.

При крашении с одновременным белением полотно сначала отваривают в растворе ПАВ, вводят метасиликат, щелочь, затем пероксид водорода и в два, три приема краситель. Красят сначала при 40°C, затем раствор медленно нагревают до 98°C и красят еще 15-20 минут при этой же температуре, а затем в остывающей ванне. Далее полотно промывают и обрабатывают смягчителем.

3.5.2. Крашение активными красителями

Активными называют красители, молекулы которых содержат атомы или группы атомов, способные вступать с функциональными группами волокна (-NH₂, -OH) в химическое взаимодействие с образованием прочной ковалентной связи.

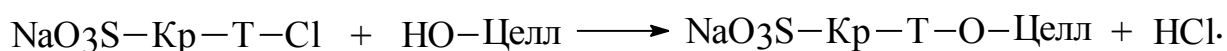
В общем виде формула этих красителей может быть представлена следующим образом:



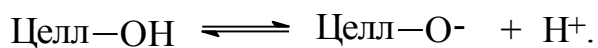
где X – реакционная группа (чаще всего атома -Cl);

T – носитель реакционной группы (триазин, пиримидин, винилсульфон).

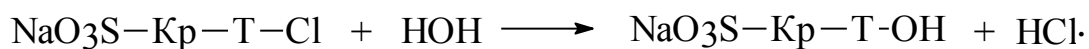
В процессе крашения краситель адсорбируется целлюлозным волокном, диффундирует внутрь него, а затем посредством ковалентной связи фиксируется на гидроксильных группах волокна по реакции



Химическая реакция протекает только в щелочной среде. Она нужна для нейтрализации выделяющейся при реакции кислоты и для ионизации гидроксильных групп целлюлозы:



Параллельно с основной реакцией в водном растворе протекает побочная реакция между красителем и водой (реакция гидролиза):



Полученный гидролизованный краситель не содержит реакционных групп, способных образовывать ковалентные связи с волокном. Он фиксируется, подобно прямым красителям, водородными связями, поэтому присутствие гидролизованного красителя на волокне снижает устойчивость окрасок. Условия крашения должны быть такими, чтобы скорость реакции красителя с волокном была максимальной, а скорость гидролиза – минимальна. Это достигается регулированием температурного режима, изменением рН среды (природой щелочного реагента) и условиями крашения.

При увеличении температуры повышается скорость диффузии красителя в волокно и его реакционная способность. Одновременно возрастает скорость побочной реакции гидролиза и снижается сродство красителя к волокну. Чем выше реакционная способность красителя, тем большее влияние оказывает температура на процесс крашения. Красители, выпускаемые отечественной промышленностью, делятся на три группы:

1. С индексом X (холодные). Они имеют наибольшую реакционную способность и легко гидролизуются. Поэтому для их фиксации требуется низкая температура (20-30°C).

2. Красители с индексом T (теплые). Они обладают меньшей реакционной способностью и склонностью к гидролизу. Поэтому ими красят при более высокой температуре (40-60°C).

3. Красители без индекса имеют очень низкую реакционную способность и требуют высокой температуры для фиксации (70-80°C).

Скорость реакции с волокном возрастает с увеличением рН среды, при этом еще больше ускоряется процесс гидролиза красителя, что недопустимо. Поэтому к выбору природы щелочного реагента и его концентрации необходимо подходить очень серьезно, учитывая реакционную способность красителя, его склонность к гидролизу и способ крашения.

В качестве щелочных реагентов при крашении активными красителями используют бикарбонат натрия (NaHCO_3), карбонат натрия (Na_2CO_3), тринатрийфосфат (Na_3PO_4) и реже гидроксид

натрия (NaOH). Чем выше реакционная способность красителя, тем ниже рН среды.

Технология крашения активными красителями

Крашение трикотажных полотен активными красителями можно проводить периодическим, непрерывным и полунепрерывным способами.

При периодическом способе процесс крашения разделяют на две стадии.

Сначала крашение проводят в нейтральной среде в присутствии электролитов. Электролит (так же как и при крашении прямыми красителями) способствует более быстрому и полному переходу красителя на волокно, так как снижает отрицательный заряд волокна и красителя. Чем ниже сродство красителя к волокну, тем выше должна быть концентрация электролита. На этой стадии краситель равномерно распределяется в волокне и фиксируется на нем только непрочными физическими связями.

На второй стадии в красильную ванну вводят щелочной реагент, чтобы краситель вступил в химическую реакцию с волокном. В этом случае идет и побочная реакция гидролиза красителя. Поэтому после крашения, чтобы смыть гидролизованный краситель, необходима тщательная промывка полотна горячей водой и мыльно-содовым раствором.

Крашение трикотажных полотен непрерывным способом осуществляется довольно редко и может проводиться тремя способами: однованным запарным (схема 1), двухваннным запарным (схема 2) и термическим (схема 3).

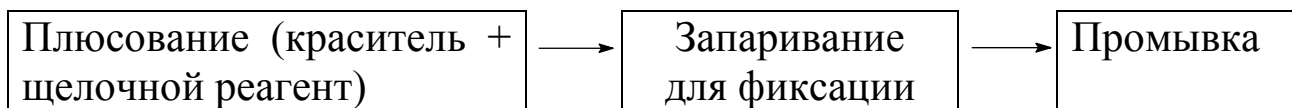


Схема 1. Однованный запарной способ крашения

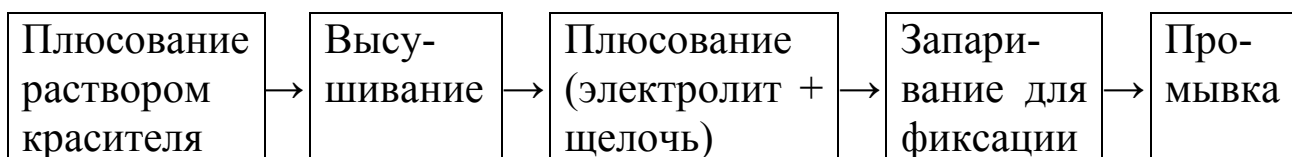


Схема 2. Двухваннный запарной способ крашения

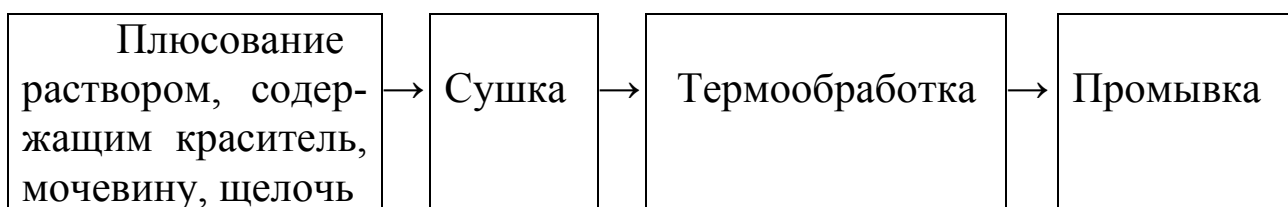
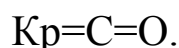


Схема 3. Термический способ крашения

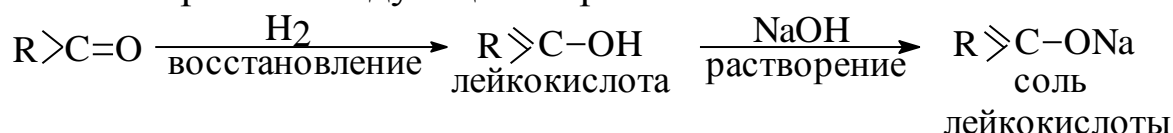
Активные красители являются одним из наиболее ценных классов красителей. Объем производства их неуклонно растет. Ассортимент отечественных активных красителей включает в себя более 50 марок. Эти красители имеют широкую гамму цветов и оттенков, дают яркие и сочные тона с высокой устойчивостью окраски к мокрым обработкам.

3.5.3. Крашение кубовыми красителями

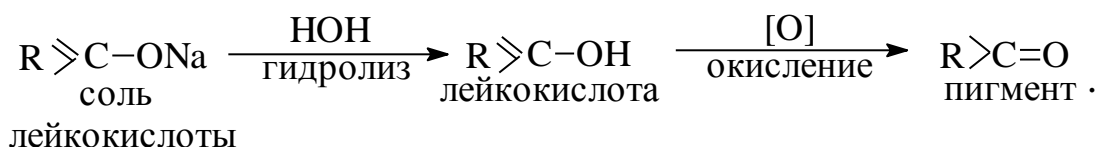
Особенностью химического строения кубовых красителей является наличие в их структуре карбонильных группировок ($=C=O$), поэтому в общем виде формула их может быть представлена так:



Красители нерастворимы в воде и не имеют сродства к волокну, поэтому в процессе крашения их сначала переводят в растворимую форму восстановлением в щелочной среде. Схематично это можно изобразить следующим образом:



Соль лейкокислоты обладает высоким сродством к волокну и быстро сорбируется им из щелочных растворов. По окончании процесса крашения краситель прямо на волокне возвращают в исходную нерастворимую форму путем окисления в кислой среде по схеме



Технология крашения кубовыми красителями

Кубовые красители позволяют получить широкую гамму ярких и сочных цветов, обладающих высокой устойчивостью к мокрым обработкам и к свету. Однако при крашении ими трикотажных по-

лотен возникает целый ряд технологических трудностей, поэтому в трикотажной отрасли их используют в основном для крашения пряжи и нитей, предназначенных для изготовления пестровязанных изделий. Для крашения полотен кубовые красители применяют только в том случае, если они предназначены для пошива комбинированных изделий из белых и цветных деталей. В этом случае к устойчивости окраски предъявляются особые требования.

Существуют три основных способа крашения кубовыми красителями: щелочно-восстановительный, лейкокислотный и суспензионный. Выпускают также растворимые в воде кубовые красители – кубозоли.

При крашении *щелочно-восстановительным* способом сначала готовят концентрированный раствор восстановительного кубового красителя (куба). В него входят краситель, диспергатор, щелочь и восстановитель (дитионит натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$). Затем из этого концентрированного раствора готовят рабочий раствор, который используют для крашения пряжи периодическим способом. По окончании крашения пряжу промывают холодной водой, где под действием углекислоты и кислорода происходит гидролиз и окисление соли лейкосоединения до нерастворимого пигмента. Затем следует промывка горячей водой, обработка ПАВ (мыловка) и окончательная промывка.

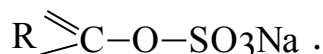
Недостатком способа является то, что соль лейкокислоты обладает очень высоким сродством к волокну, вследствие чего трудно получить ровную окраску, особенно на трикотажных полотнах, которые красят в жгуте. Кроме того, растворы лейкосоединения очень неустойчивы и быстро окисляются кислородом воздуха.

При крашении *суспензионным* способом на текстильный материал наносят нерастворимый краситель в виде высокодисперсной суспензии, а затем прямо на материале его сначала переводят в растворимую, а затем нерастворимую форму.

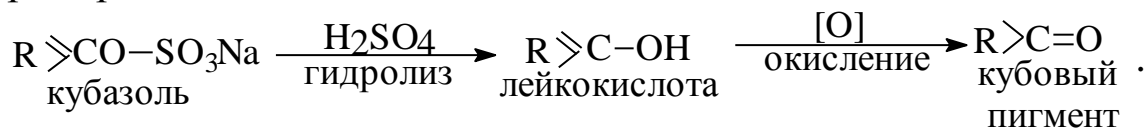
Лейкокислотный способ является разновидностью суспензионного, только на текстильный материал наносят нерастворимую лейкокислоту, которую затем растворяют в щелочи.

Для крашения трикотажных полотен суспензионный и лейкокислотный способы почти не применяются, так как они дают хорошие результаты главным образом при непрерывных способах обработки расправленным полотном.

Кубозоли. Кубозоли являются растворимыми в воде кубовыми красителями и в общем виде могут быть представлены формулой



При крашении кубозолями их переводят непосредственно на текстильном материале в нерастворимый пигмент гидролизом в растворе серной кислоты и окислением по схеме



В качестве окислителей при крашении кубозолями могут быть использованы нитрит натрия (NaNO_2) и дихромат калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). В соответствии с этим различают нитритный и хроматный способы крашения, из которых наибольшее практическое применение получил нитритный способ. Он более универсальный и обеспечивает получение ярких тонов.

В отечественной трикотажной промышленности кубозоли широкого применения не получили.

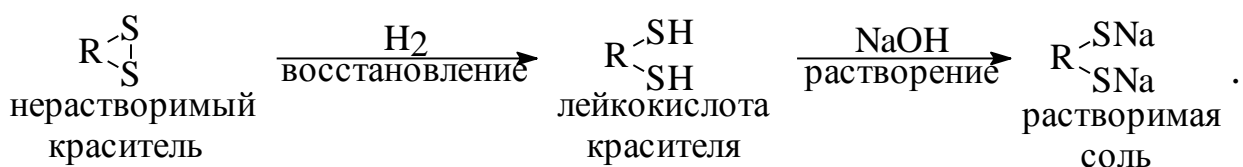
3.5.4. Крашение сернистыми красителями

Сернистые красители являются сложными органическими соединениями с большой молекулярной массой. Их химическая структура до сих пор не изучена, поэтому сернистые красители обычно

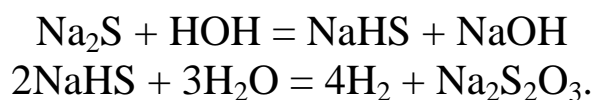
представляют общей формулой $R \begin{matrix} \text{S} \\ | \\ \text{S} \end{matrix}$.

Красители нерастворимы в воде. Подобно кубовым красителям их сначала переводят в растворимую форму восстановлением в щелочной среде, а затем после крашения окисляют на волокне до исходной нерастворимой формы.

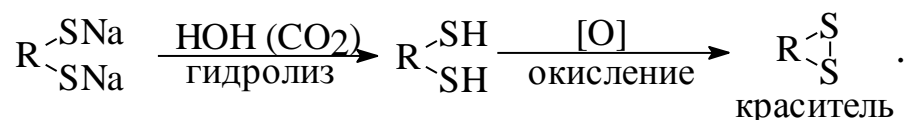
Способность сернистых красителей восстанавливаться и переходить в растворимую форму обусловлена наличием в их структуре дисульфидной группировки:



В качестве восстановителя обычно используют сульфид натрия Na_2S , который в щелочной среде способен гидролизироваться с выделением водорода и проявлять восстановительные свойства:



Окисление до исходной нерастворимой формы протекает по схеме



Сернистые красители легко гидролизуются и окисляются даже при промывке изделия холодной проточной водой, содержащей углекислоту и кислород.

Технология крашения

Сернистые красители получают из отходов химических производств, поэтому содержание красящего вещества в выпускаемой форме не превышает 25-30%. Поэтому расход красителей, особенно с учетом того, что они используются для крашения только в темные тона, довольно высок: 15-20% от массы окрашиваемого материала.

В трикотажной промышленности сернистые красители применяются в основном для крашения пряжи, предназначенной для изготовления пестровязаных изделий (например тельняшек). Они могут быть использованы также для крашения хлопчатобумажных трикотажных полотен для пошива дешевых спортивных изделий. Окраски, полученные сернистыми красителями, имеют ограниченную гамму цветов (синие, черные, зеленые, коричневые), тусклые оттенки, но хорошую устойчивость к мокрым обработкам и удовлетворительную – к трению. Основное их достоинство – это самые дешевые красители. Интерес к сернистым красителям объясняется также их высокой экономичностью, устойчивостью окраски (например сернистый черный является самым экономичным и прочным среди черных красителей всех классов, используемых для крашения целлюлозных волокон) и тем, что они стали выпускаться в удобной для применения жидкой форме, готовой к употреблению и не требующей предварительного восстановления.

3.6. КРАШЕНИЕ ШЕРСТИ

В трикотажной промышленности окрашивают главным образом волокно и гребенную ленту, из которых изготавливают пряжу и вяжут изделия. Очень редко крашению подвергают полотна, предназначенные для изготовления верхних и бельевых изделий, а также

штучных, чулочно-носочных и перчаточных изделий. Объясняется это тем, что в процессе крашения может происходить частичное свойлачивание изделий, в результате которого теряется рельефность структуры трикотажного переплетения. Кроме того, окраска шерстяной пряжи, полученной из окрашенной ленты или волокна, более равномерная.

Основными свойствами шерсти, оказывающими влияние на ее способность окрашиваться, являются:

- наличие большого числа функциональных аминогрупп ($-\text{NH}_2$), способных к ионизации в кислой среде ($-\text{NH}_3^+$);
- высокая гидрофильность волокна. При погружении в воду волокна сильно набухают, увеличивается размер пор;
- наличие развитой структуры субмикроскопических пор. Высокая пористость и рыхлость характерны лишь для внутреннего коркового слоя;
- высокая степень химической и физической неоднородности волокна. Это затрудняет получение равномерных окрасок.

Для крашения шерсти применяют главным образом анионные (отрицательно заряженные) красители: кислотные, хромовые, металлкомплексные, активные. В отдельных случаях могут применяться кубозоли.

3.6.1. Крашение кислотными красителями

Кислотные красители, подобно прямым и активным, являются натриевыми солями органических сульфокислот и имеют общую формулу $\text{Kp}-\text{SO}_3\text{Na}$. Поэтому они хорошо растворимы в воде и при температуре крашения практически полностью диссоциируют на ионы по схеме



В отличие от молекул прямых красителей они не проявляют высокого сродства к целлюлозным волокнам по причине малого размера молекул, отсутствия длинной цепи сопряжения и плоскостного строения. Кислотные красители могут применяться для крашения лишь тех волокон, в структуре которых имеются положительно заряженные группы. В частности, к таким волокнам относятся белковые и полиамидные, которые содержат аминогруппы, способные ионизироваться в кислой среде.

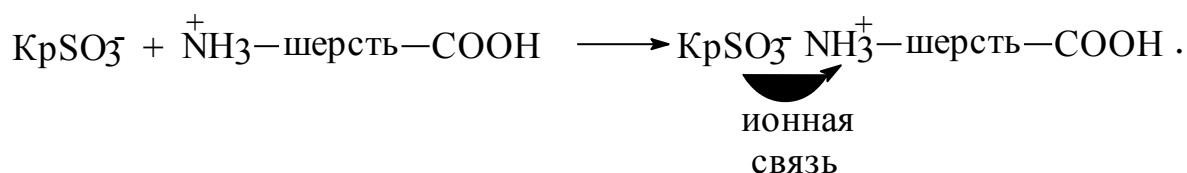
Красители фиксируются на волокне преимущественно благодаря образованию ионной (солевой) связи между красителем и аминогруппами волокна. Возможно также образование водородных связей. Крашение проходит в два этапа:

1. Взаимодействие шерстяного волокна с ионами водорода, образовавшимися при диссоциации кислоты ($\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{Cl}^-$):



В результате этой реакции в волокне образуются положительно заряженные активные центры, способные электростатически притягивать к себе молекулы красителя.

2. Взаимодействие аниона красителя с положительно заряженными аминогруппами волокна с образованием малодиссоциирующей соли:



Чем выше энергия этого взаимодействия, тем прочнее связь, тем меньше склонность образовавшейся соли к диссоциации в воде, тем устойчивее окраска к мокрым обработкам. Кроме ионной связи между красителем и волокном образуются также водородные связи и возникают силы Ван-дер-Ваальса.

Большое влияние на процесс крашения шерсти кислотными красителями оказывает сродство красителя к волокну. Чем выше сродство, тем прочнее окраска, тем быстрее краситель взаимодействует с волокном и тем труднее получить ровную окраску.

На основании величины сродства к волокну и диффузионных свойств кислотные красители делятся на три группы: хорошо-, средне- и плоховыравнивающие. Под выравнивающей способностью понимают склонность красителя к миграции, т.е. способность легко и быстро перераспределяться с интенсивно окрашенных участков на малоокрашенные.

Хорошовыравнивающие красители имеют низкое сродство к волокну, а поэтому медленно переходят из раствора на текстильный материал и, следовательно, позволяют получать ровные окраски. Однако эти окраски имеют низкую устойчивость к мокрым обработкам.

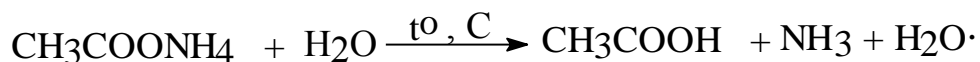
Наибольший интерес представляют плоховыравнивающие красители. Они, имея большое сродство к волокну, позволяют получать

наиболее устойчивую, но неравномерную окраску. При крашении ими необходимо замедлить скорость перехода красителя из ванны на волокно.

Управлять процессом крашения и получать высококачественные окраски можно путем регулирования основных параметров, влияющих на скорость адсорбции красителей волокном: рН среды (кислотность ванны), температуры, наличия или отсутствия электролитов и текстильных вспомогательных веществ.

Влияние рН среды. Так как в основе процесса крашения шерсти кислотными красителями лежит электростатическое притяжение отрицательных ионов красителя положительными аминогруппами волокна, скорость процесса крашения будет определяться числом и доступностью этих положительно заряженных центров.

При введении в красильную ванну кислоты диссоциация карбоксильных групп понижается, а ионизация аминогрупп усиливается. В результате волокно приобретает избыточный положительный заряд. Чем ниже значение рН раствора (т.е. чем сильнее кислота и чем большей концентрации она вводится в красильную ванну), тем больше красителя связывается волокном, тем выше интенсивность окраски. Поэтому при крашении красителями, имеющими низкое сродство, т.е. хорошевыравнивающими, применяют сильные минеральные кислоты (обычно серную). Они обеспечивают более быстрый и полный переход красителя из красильного раствора на волокно. Для средневыравнивающих красителей достаточно рН=4-5 (для его создания вводят слабую уксусную кислоту). Что касается плохоравнивающих красителей, то для получения равномерной окраски крашение начинают в нейтральной среде в присутствии ацетата аммония ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$). В процессе крашения при высокой температуре он постепенно гидролизует, выделяя кислоту и создавая необходимую величину рН:



Влияние температуры. С повышением температуры скорость сорбции и диффузии красителя быстро возрастает, но это приводит к неравномерности окраски. Поэтому процесс крашения начинают при низкой температуре (30-40°C), а затем ее медленно повышают до температуры кипения. Высокие температуры необходимы для разрушения плотного чешуйчатого слоя, препятствующего проникновению частиц красителя во внутренние слои волокна. Это способствует набуханию и доступности волокнообразующего полимера.

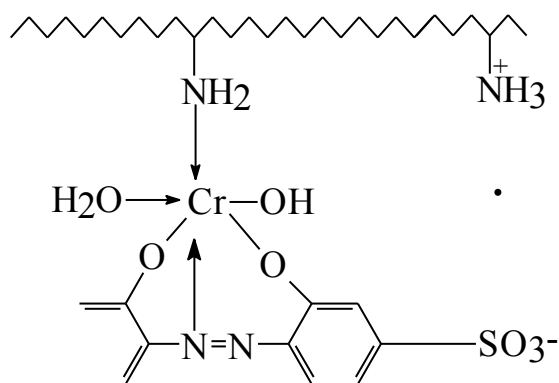
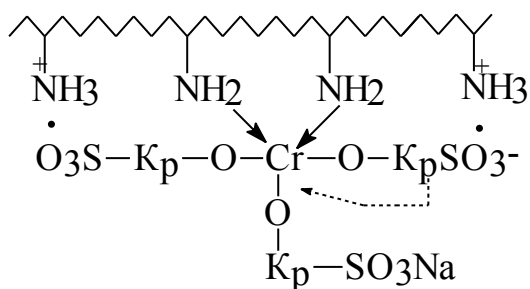
Влияние электролитов. В отличие от крашения целлюлозных волокон анионными красителями (прямыми, активными, кубовыми, сернистыми) электролит при крашении шерсти кислотными красителями не ускоряет, а замедляет процесс перехода красителя на волокно. Это способствует получению более равномерной окраски.

Механизм действия электролита как выравнителя заключается в том, что анион электролита, обладая меньшими размерами и большей подвижностью, быстрее проникает внутрь волокна. Взаимодействуя с положительно заряженной аминогруппой, он блокирует ее от контакта с анионом красителя. Так как сродство красителя к волокну выше, чем электролита, анионы красителя постепенно вытесняют с аминогрупп анионы электролита. Благодаря этой конкуренции процесс сорбции красителя замедляется, а окраска получается более ровной.

В качестве выравнителей используют также ПАВ, способные образовывать нестойкие промежуточные комплексы с красителем и волокном, которые замедляют переход красителя из раствора на текстильный материал.

3.6.2. Крашение кислотно-хромовыми и металлкомплексными красителями

Основным отличием хромовых красителей от кислотных является то, что в их структуре содержатся группы, способные взаимодействовать с солями хрома с образованием нерастворимых комплексных соединений – лаков. В процессе крашения красители фиксируются на волокне не только по механизму крашения кислотными красителями (ионными связями), но и с образованием координационных связей между электроноакцепторными атомами хрома и электронодонорными группами волокна и красителя:



Благодаря этому взаимодействию обеспечивается высокая устойчивость окрасок к различным физико-химическим воздействиям, в том числе к мокрым обработкам и свету.

Процесс крашения кислотно-хромовыми красителями можно разбить на две стадии:

– крашение в кислой среде подобно крашению обычными кислотными красителями;

– обработка солями хрома ($K_2Cr_2O_7$) – хромирование, при котором происходит образование комплексного соединения атома трехвалентного хрома с красителем.

Переход хрома из шестивалентного ($K_2Cr_2O_7$) в трехвалентный происходит в результате восстановления хрома в кислой среде за счет цистиновых связей кератина или с помощью введения в раствор слабых восстановителей.

На практике используют три способа крашения: с предварительным, одновременным и последующим хромированием.

Наиболее экономичным является способ крашения с последующим хромированием. Волокна сначала окрашивают, так же как кислотными красителями, а затем, после полного истощения ванны, в нее вводят 1,5-2,05 хромпика, предварительно охладив раствор до температуры 60-70°C. Ванну снова нагревают до кипения и волокнистый материал обрабатывают в этом растворе еще 20-30 минут.

Недостатком способа является изменение оттенка и интенсивности окраски после хромирования, а главное, возникает экономическая проблема, связанная с необходимостью сброса большого количества хрома в сточные воды.

Металлсодержащие кислотные красители, в отличие от хромовых, содержат в своей структуре атом металла (он вводится в молекулу на стадии синтеза красителя). Таким образом, эти красители представляют собой окрашенные комплексные соединения, которыми красят текстильные материалы как обычными кислотными красителями (без хромирования), а фиксируются на волокне не только солевыми, но и координационными связями. По устойчивости окраски они не уступают кислотно-хромовым, но позволяют получить более яркие цвета, не изменяющиеся в процессе крашения, и интенсифицировать его.

3.7. КРАШЕНИЕ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН И ИЗДЕЛИЙ ИЗ АЦЕТАТНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Доля синтетических волокон и нитей в общем балансе текстильного сырья неуклонно возрастает. Между тем при их крашении возникают определенные трудности, связанные с особенностями их структуры и свойств.

К таким особенностям относятся:

- высокая гидрофобность и кристалличность структуры, что затрудняет их набухание и диффузию красителей в глубь волокна;
- химическое строение волокон, малое число реакционных групп, способных фиксировать краситель;
- низкая доступность активных центров для красителя вследствие высокой степени кристалличности и высокой температуры стеклования;
- высокий поверхностный отрицательный заряд.

Некоторая часть ацетатных и синтетических волокон подвергается крашению в массе, т.е. в процессе синтеза полимера или формирования волокна. Однако это не позволяет получать широкое разнообразие цветов и оттенков, что обедняет возможности колористического оформления трикотажных изделий. Вместе с тем крашение в массе позволяет получать интенсивные окраски, отличающиеся высокой устойчивостью к мокрым обработкам, чего не всегда удается достигнуть при традиционных способах крашения.

3.7.1. Крашение ацетатных, полиамидных и полиэфирных волокон дисперсными красителями

Дисперсные красители не содержат в своей структуре ионизирующихся групп, т.е. являются неэлектролитами. По этой причине они относятся к малорастворимым соединениям (растворимость 2-150 мг/л, в зависимости от химического строения). Растворимость красителей в воде повышается при нагревании и при введении в красильную ванну поверхностно-активных веществ, обладающих свойствами диспергаторов и солюбилизаторов.

Солюбилизация – коллоидная растворимость, связанная с особенностями структуры ПАВ, т.е. их способностью образовывать крупные частицы-мицеллы, внутри которых располагаются молеку-

лы красителя. Мицеллы служат как бы резервом для поставки в раствор новых молекул красителя.

ПАВ играют роль не только солюбилизаторов, но и диспергаторов. По причине низкой растворимости дисперсных красителей крашение ими осуществляется в виде дисперсии (суспензии), за что они и получили свое название.

В красильной ванне одновременно присутствуют и молекулярно-растворенный краситель, и твердые частицы с различной степенью дисперсности. ПАВ обеспечивают однородность и устойчивость дисперсии, препятствуют оседанию крупных частиц красителя на волокно и на дно ванны.

В процессе крашения в красильной ванне устанавливается подвижное равновесие: молекулы красителя сорбируются волокном, проникают внутрь него, что нарушает создавшееся в ванне равновесие между растворенной, солюбилизированной и диспергированной частями. Для восстановления равновесия в раствор переходят новые молекулы красителя. С целью повышения растворимости дисперсных красителей в ванну иногда вводят гидрофильные органические растворители.

Диффундировать в глубь волокна может только краситель, находящийся в мономолекулярном состоянии (в виде отдельных молекул). Особенностью дисперсных красителей является низкая молекулярная масса, позволяющая им проникать в плотную кристаллическую структуру синтетических волокон. Другим достоинством дисперсных красителей является то, что они медленно (постепенно) переходят на волокно, поэтому не подчеркивают физическую и химическую неоднородность, свойственную синтетическим волокнам. Это обеспечивает ровноту крашения, что трудно достичь при крашении синтетических волокон красителями других классов.

К основным недостаткам дисперсных красителей следует отнести сравнительно низкую устойчивость к мокрым обработкам, а ряда красителей – к свету и сублимации.

Невысокая устойчивость к стиркам объясняется тем, что красители фиксируются на волокнах водородными связями и силами Ван-дер-Ваальса, образующимися между полярными группами волокна и красителя. Устойчивость окраски зависит от структуры волокна: чем плотнее структура и чем выше температура стеклования полимера, тем труднее его окрасить, но тем выше устойчивость окраски к мокрым обработкам. В ряду химических волокон она воз-

растает в такой последовательности: ацетатное < полиамидное < триацетатное < полиэфирное.

Одним из важных показателей, характеризующих устойчивость окраски, является ее стойкость к сублимации (способности при нагревании переходить из твердой фазы в газообразную). Это имеет большое значение в связи с расширением применения высокотемпературных способов крашения и при термостабилизации окрашенных полотен и изделий.

Технология крашения дисперсными красителями различных волокон

В последние десятилетия доля синтетических волокон и нитей в общем балансе текстильного сырья неуклонно возрастает. Ацетатные волокна по своим свойствам и способности окрашиваться также ближе стоят к синтетическим волокнам, чем к целлюлозным, и окрашиваются только дисперсными красителями. Вместе с тем в зависимости от природы волокна технологические режимы крашения имеют свою специфику.

Ацетатные волокна. Ацетатные волокна гидрофобны и имеют достаточно плотную структуру, что не позволяет окрашивать их водорастворимыми красителями, широко применяющимися для крашения целлюлозных волокон. Вместе с тем триацетатные волокна содержат большое количество полярных эфирных групп (а диацетатные еще и небольшое количество гидроксильных групп, способных образовывать водородные связи), являющихся активными центрами для сорбции и фиксации красителей.

Крашение трикотажных ацетатных полотен проводят периодическим способом либо в жгутовых красильно-промывных машинах, либо в расправленном состоянии в аппаратах навойного типа. Второй способ предпочтителен, так как при крашении в жгуте возникает большая опасность образования заломов по причине термопластичности волокна.

Ацетатные волокна красят при температуре не выше 70°C, так как при более высокой температуре возможен процесс омыления эфирных групп целлюлозы. Полотна и изделия из более гидрофобного триацетатного волокна красят при 90-100°C, а иногда и под давлением при 130°C.

После отваривания и промывки в красильно-промывную машину заливают суспензию красителя и раствор ПАВ, ванну медлен-

но нагревают до необходимой температуры и окрашивают материал 40-60 минут, потом раствор охлаждают, смывают, а полотно промывают.

Полиамидные волокна. Полиамидные волокна по химической структуре напоминают шелк, поскольку их макромолекула образована остатками простейших аминокислот. Основными функциональными группами волокна являются $-\text{NH}_2$ и $-\text{COOH}$, однако число их невелико.

Дисперсные красители для полиамидных волокон применяют в трикотажной промышленности при крашении чулочно-носочных изделий, трикотажных полотен и пряжи периодическим способом. Крашение проводят после предварительной подготовки или одновременно с отвариванием. Температура крашения $90-95^\circ\text{C}$, продолжительность – 30-60 минут.

Окраски дисперсными красителями полиамидных волокон не достаточно устойчивы к мокрым обработкам, особенно при крашении в черный, темно-синий и другие насыщенные цвета. В этом случае могут быть использованы дисперсные диазотируемые красители.

Полиэфирные волокна. Крашение полиэфирных волокон затрудняют большая плотность упаковки их макромолекул, высокая кристалличность и гидрофобность полимера, отсутствие функциональных групп. Еще большие трудности возникают при крашении полотен после термостабилизации, повышающей кристалличность волокна и затрудняющей диффузионную способность.

Крашение полиэфира дисперсными красителями можно осуществлять в волокне, пряже или окрашивать полотна и изделия. При этом применяют три основных способа:

- крашение при атмосферном давлении и температуре кипения в присутствии интенсификаторов (переносчиков);
- крашение в водной среде под давлением при температуре до 130°C ;
- термозольный способ крашения при температуре $190-200^\circ\text{C}$.

При первом способе крашения в качестве интенсификаторов применяют сильнополярные органические соединения (ароматические углеводороды, фенолы, эфиры бензойной и салициловой кислот, галогенсодержащие ароматические углеводороды). Действие их как ускорителей процесса крашения основано на том, что их малые по размерам и сильнополярные молекулы быстро проникают в поры

волокна и ослабляют межмолекулярные связи полимера. Это способствует набуханию волокна, снижает температуру стеклования полимера и облегчает проникновение частиц красителей внутрь волокна. Кроме того, многие интенсификаторы хорошо растворяют краситель, что ускоряет процесс крашения.

Достоинством способа является возможность проведения процесса на обычном оборудовании. Однако большинство интенсификаторов токсичны, имеют неприятный запах, трудно удаляются из сточных вод при их очистке. Они с трудом вымываются из волокна, вследствие чего снижается устойчивость окраски к мокрым обработкам и к свету, а в процессе носки изделия может возникать раздражение кожи.

Наиболее широкое распространение в трикотажной промышленности получил второй способ – крашение под давлением. При температуре выше 100°C скорость диффузии красителя в волокно увеличивается в десятки раз. При повышенном давлении могут работать эжекторные машины и аппараты навойного типа.

Сущность термозольного способа заключается в следующем. На полотно путем плюсования (пропитка и отжим) наносится суспензия красителя. Затем его высушивают и подвергают термофиксационной обработке в среде горячего воздуха при температуре $180\text{-}200^{\circ}\text{C}$ в течение 30-90 секунд, затем промывают. Способ пока не получил широкого применения и используется главным образом для крашения гардинно-тюлевых изделий.

Дисперсные красители можно также использовать для крашения поливинилхлоридных, поливинилспиртовых и эластомерных волокон.

Поливинилхлоридные волокна по причине их низкой термостойкости окрашивают при температуре $50\text{-}55^{\circ}\text{C}$, поливинилспиртовые – при $80\text{-}85^{\circ}\text{C}$, эластомерные – при $85\text{-}90^{\circ}\text{C}$ в условиях, аналогичных крашению полиамидных волокон.

3.7.2. Крашение полиамидных и полиэфирных волокон красителями других классов

В сравнении с триацетатными и полиэфирными волокнами полиамидные имеют более низкую степень кристалличности и температуру стеклования, а главное, их макромолекулы содержат реакционноспособные амино- ($-\text{NH}_2$) и карбоксильные группы ($-\text{COOH}$).

Благодаря этому ассортимент красителей, способных окрашивать полиамидные волокна, довольно широк. Кроме того, полиамидные волокна окрашиваются значительно легче, чем триацетатные и полиэфирные, и не требуют применения повышенного давления и высоких температур.

Кроме дисперсных красителей для крашения *полиамидных волокон* можно использовать кислотные, кислотные металлсодержащие, хромовые, прямые, активные, кубовые и нерастворимые азокрасители.

При крашении *кислотными красителями* реализуется механизм их взаимодействия с белковыми волокнами, а именно: краситель фиксируется на аминоклуппах волокна с образованием ионных химических связей. Основная сложность крашения состоит в получении равномерных окрасок. Для равномерного прокрашивания в красильную ванну необходимо вводить органические растворители, а также анионоактивные или катионоактивные ПАВ в количестве 3-6% от массы волокна.

Крашение трикотажных полотен и чулочно-носочных изделий осуществляется, как правило, по периодическому способу. Крашение начинают при температуре 30-40°C и обрабатывают изделие при этой температуре 15 мин, после чего постепенно вводят уксусную кислоту до pH=4-6. Далее ванну медленно нагревают до 95-100°C и продолжают крашение в течение 60 минут, после этого текстильное изделие промывают.

Механизм крашения полиамидных волокон *прямыми красителями* подобен механизму крашения кислотными красителями, однако установлено, что общее количество сорбированного красителя превышает предел насыщения свободных аминоклупп. Следовательно, распределение красителя в волокне осуществляется также за счет водородных связей и сил Ван-дер-Ваальса.

Крашение проводят в нейтральной или слабокислой среде при температуре 100°C в течение 60-90 минут. Выбор красителя в волокне может быть значительно повышен при введении в красильную ванну веществ, вызывающих набухание волокна и повышающих степень дисперсности частиц красителя.

На трикотажных полиамидных полотнах, окрашенных прямыми красителями, можно получать белые и цветные узоры, используя способность этих красителей вытравляться.

Процессы, происходящие при крашении полиамидных волокон *активными красителями*, отличаются сложным характером и протекают в две стадии.

Первая стадия – сорбция красителя – идет по механизму кислотного (анионактивные красители) или дисперсного (дисперсные активные красители) крашения.

Вторая стадия – химическое взаимодействие активных групп красителей с аминогруппами волокна.

Кубовые красители для крашения трикотажных полиамидных полотен не получили большого распространения по причине сложности технологии и низкой прочности окраски к трению. Более широко используют лейкоэфиры кубовых красителей (кубозоли). Ими можно красить по плюсовочно-термическому способу с проявлением окраски на волокне на стадии термообработки.

Крашение полиамидных волокон образующимися на волокне *нерастворимыми азокрасителями* заключается в предварительной обработке волокна дисперсиями смесей азотолов с азоаминами (азоацетами). Проявление окраски осуществляют в растворе нитрита натрия (NaNO_2) и органической кислоты. В заключение окрашенный материал промывают.

Для крашения *полиэфирных волокон* кроме дисперсных можно применять активные красители, кубозоли и азоацеты. Однако на практике широкого распространения они не получили по причине ограниченной гаммы цветов и сложности технологического процесса.

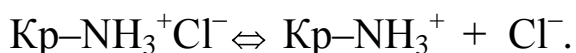
3.7.3. Крашение трикотажных полотен и изделий из полиакрилонитрильных волокон

Из ПАН-волокон в трикотажном производстве наиболее широко используют нитрон. Поверхность этого волокна имеет довольно высокий отрицательный заряд и достаточно низкую температуру стеклования ($T_c=80^\circ\text{C}$). Нитрон частично выпускается окрашенным в массу. Для крашения его могут быть использованы катионные, дисперсные, кислотные, кубовые красители и кубозоли. На практике применяют катионные и иногда дисперсные, так как красители других классов позволяют получать только очень светлые окраски, в большинстве своем недостаточно устойчивые к физико-химическим воздействиям.

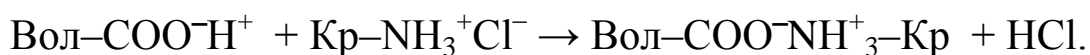
Катионные красители специально синтезированы для крашения полиакрилонитрильных волокон.

По химическому строению они представляют собой соли четвертичных аммониевых оснований и в общем виде их формулу можно представить так: $\text{Кр-NH}_3^+\text{Cl}^-$.

В водных растворах эти красители диссоциируют, образуя окрашенный катион и бесцветный анион:



В основе крашения ими ПАН-волокон лежит образование ионной (солевой) связи между карбоксильными группами волокон и катионом красителя:



Чем больше отрицательно заряженных групп на волокне, тем быстрее и полнее происходит сорбция красителя. Часть молекул красителя фиксируется с помощью водородных связей и сил Ван-дер-Ваальса, которые образуются в результате присутствия в волокне большого числа электроотрицательных полярных групп – CN. Это обеспечивает получение высоких прочностных показателей окрасок ко всем физико-химическим воздействиям, в том числе и к свету.

При разработке технологии крашения волокон и изделий из них следует учитывать следующие технологические свойства катионных красителей:

1) красители имеют сравнительно невысокую растворимость в воде и склонность к осмолению при высоких температурах. Для устранения этих недостатков в красильный раствор вводят уксусную кислоту и поддерживают pH красильного раствора на уровне 4-5;

2) при погружении ПАН-волокна в раствор катионного красителя очень быстро образуется поверхностный концентрированный слой, состоящий из катионов красителя. Так как энергия образующейся при этом солевой связи достаточно высока, их перераспределение из поверхностного слоя внутрь волокна протекает очень медленно, что приводит к неровноте окрасок.

Основными факторами, влияющими на качество окрасок, скорость крашения, а также позволяющими управлять процессом, являются температура, pH среды и введение ТВВ.

При температуре ниже T_c (80°C) ПАН-волокна практически не окрашиваются даже в течение 3 часов. Это объясняется очень низ-

кой скоростью диффузии красителя в волокно, находящееся в застеклованном состоянии. В интервале температур 90-100°C скорость внутренней диффузии резко возрастает по причине набухания волокна и ослабления сил связи в аморфных слоях полимера. Это приводит к неравномерности окраски. Для предотвращения этого явления крашение ПАН-волокон проводят в специальном температурном режиме. До температуры 80°C скорость нагрева может быть достаточно высокой (1°C/мин), а в интервале 80-100°C красильный раствор нагревают очень медленно, давая возможность красителю равномерно распределяться в структуре волокна.

Скорость сорбции красителей можно регулировать также введением в красильную ванну кислоты, электролитов и выравнивателей. Они замедляют процесс перехода красителя на волокно по причине снижения диссоциации молекул красителя в растворе и уменьшения отрицательного заряда карбоксильных групп.

В трикотажной отрасли катионные красители применяют главным образом для крашения волокна, жгута или пряжи. Трикотажные полотна и штучные изделия окрашивают реже, что объясняется трудностью получения равномерных окрасок.

Полотна, изделия и пряжу красят в основном периодическим способом, жгут – непрерывным.

Текстильный материал сначала обрабатывают в растворе, содержащем смачиватель, CH_3COOH , электролит и выравниватель, при 40-50°C в течение 10-15 минут, затем в несколько приемов вводят концентрированный раствор красителя и быстро нагревают раствор до 85°C. Затем температуру медленно доводят до кипения и красят 60-90 минут до требуемой интенсивности окраски. По окончании крашения раствор медленно охлаждают, чтобы предотвратить образование заломов и сохранить высокие упругоэластичные свойства волокна, и промывают.

При крашении жгута непрерывным способом, когда фиксация красителя происходит в основном в процессе кратковременного запаривания, в красильный раствор вводят интенсификаторы (бензиловый спирт, этиленкарбонат, нафтолы, фенолы и др.). Они повышают растворимость красителей, способствуют набуханию волокна или образуют на его поверхности концентрированный слой красителя, из которого диффузия в волокно происходит более активно.

Технологическая схема непрерывного способа крашения нитронового волокна катионными красителями строится следующим образом:

- пропитывание волокна при $t=25-35^{\circ}\text{C}$ в растворе, содержащем краситель, интенсификатор и кислую соль, отжим 100%;
- запаривание при $t=98-100^{\circ}\text{C}$ в течение 20-40 минут;
- промывка теплой водой, ПАВ и снова водой.

3.8. КРАШЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СМЕСИ ВОЛОКОН

Использование для изготовления трикотажных изделий смеси волокон и сочетания различных нитей позволяет расширить ассортимент изделий и улучшить их потребительские свойства. Одновременно с этим возникают большие трудности при колорировании.

Различные волокна окрашиваются красителями разных классов, условия крашения которыми далеко не всегда одинаковы. В результате возникают проблемы с подбором красителей и трудность получения окраски одинаковой насыщенности и цветового тона.

В то же время при крашении изделий из смеси волокон появляется возможность получения многоцветных эффектов, которых нельзя добиться другими путями.

Класс красителей выбирается в зависимости от природы волокон в смеси, их соотношения, от требований к устойчивости окрасок и от имеющегося на предприятии оборудования. В частности, многие способы, применяемые для крашения смешанных тканей, неприемлемы для трикотажных полотен из-за отсутствия специального оборудования.

При крашении изделий из смеси волокон используют одно- и двухваннный способы.

Однованный способ предусматривает крашение в растворе, содержащем либо красители одного класса, которые однотонно закрашивают оба волокна, либо смесь красителей разных классов, каждый из которых закрашивает одно из волокон, входящих в смесь. В последнем случае условия крашения каждого из волокон должны быть близки, а красители в растворе должны быть совместимы.

При двухваннном способе сначала в одной ванне окрашивают один из компонентов смеси, раствор сливают, вводят красильный состав другого красителя и окрашивают второе волокно.

Первый способ более экономичен, второй позволяет получить более устойчивые окраски.

В трикотажном производстве практикуется большой набор разнообразных сочетаний волокон.

Крашение изделий из смеси целлюлозных и полиэфирных волокон

Смесь хлопковых или гидратцеллюлозных волокон с полиэфирными наиболее часто используют в производстве бельевого, верхнего трикотажа и чулочно-носочных изделий.

Для крашения применяют прямые или активные красители, закрашивающие целлюлозную компоненту и оставляющие незакрашенными полиэфирные волокна. При этом создается меланжевый эффект.

При необходимости однотонного крашения в темные тона используют смеси дисперсных красителей с прямыми, активными и кубовыми.

Крашение полушерстяных изделий

К полушерстяным относят текстильные изделия, связанные из пряжи, содержащей шерсть с хлопком, вискозой, полиамидными, полиэфирными или акриловыми волокнами.

Крашение изделий из смеси шерсти с целлюлозными волокнами можно проводить смесями кислотных красителей с прямыми, активными или кубозолевыми или только активными красителями. В последнем случае необходимо иметь в виду, что целлюлозные волокна окрашиваются менее интенсивно, чем шерстяные.

При крашении шерсти с ПАН-волокнами применяют смесь активных или кислотных красителей с катионными. Крашение в темные тона проводят по двухванному способу, так как при высокой концентрации катионный краситель частично фиксируется на шерсти.

Изделия из шерсти с полиэфирным волокном красят дисперсными и кислотными красителями в присутствии интенсификаторов. Высокотемпературные способы неприемлемы из-за опасности разрушения шерсти.

Шерстяные полотна, содержащие полиамидные нити, окрашивают кислотными красителями.

Крашение полотен из смеси синтетических и ацетатных волокон

Для крашения используют дисперсные красители. При этом необходимо учитывать, что многие красители дают на различных волокнах разные оттенки.

Эластомерные волокна, используемые для изготовления чулочно-носочных и корсетных изделий, спортивного трикотажа и купальников, применяются, как правило, в сочетании с другими химическими волокнами. Их окрашивают дисперсными, кубозолевыми и нерастворимыми азокрасителями по технологии крашения синтетических полиамидных волокон при $t=85-90^{\circ}\text{C}$ в течение 40-60 минут.

4. ПЕЧАТАНИЕ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН

Печатанием называется технологический процесс получения на трикотажных полотнах или изделиях одноцветных или многоцветных рисунков. Ассортимент печатных трикотажных изделий включает бельевой трикотаж, женские платья, блузки, спортивные и чулочно-носочные изделия.

Физико-химические процессы, протекающие на волокне при печатании, идентичны крашению. Для нанесения рисунка используют те же красители, сохраняется механизм фиксации на волокне. Основные различия состоят в способе нанесения красителя на поверхность текстильного материала и в аппаратурном оформлении процесса.

Нанесение рисунка на трикотажное полотно связано с определенными трудностями, обусловленными структурными особенностями трикотажа: высокой растяжимостью, наличием сильно закручивающейся кромки или отсутствием таковой, рельефностью поверхности.

Следствием высокой растяжимости часто является искажение формы рисунка, особенно при печатании полотен облегченных структур.

Большие трудности при печатании возникают из-за сильно закручивающейся кромки. Это препятствует плотному прилеганию печатающего устройства (печатного вала или шаблона) к полотну по всей его ширине. Поэтому печатные машины должны быть

оснащены устройствами, обеспечивающими расправление кромки. Хорошие результаты дает проклеивание кромок.

Другой особенностью процесса печатания в сравнении с крашением является необходимость получения четких контуров рисунка, так как процесс печатания рассматривается как локальное крашение отдельных участков трикотажного изделия. В этой связи для нанесения рисунка используют загущенные красильные растворы, называемые печатными красками.

Печатные краски представляют собой композиции, содержащие краситель, растворитель (обычно воду), вещества, создающие условия для максимально полной фиксации красителя на волокне, и загуститель.

Для получения высококачественной печати с четким контуром рисунка печатная краска должна обладать следующими свойствами:

- не растекаться при нанесении на текстильный материал;
- быть однородной по составу, легко проникать через шаблон, не засоряя его, или легко заполнять гравюру печатного вала и выходить из нее в процессе нанесения рисунка на изделие;
- обладать клейкостью, вязкостью, но при этом легко смачивать материал и хорошо смываться при промывке;
- быстро и равномерно набухать при запаривании и не препятствовать переходу красителя на волокно.

Большинство из перечисленных свойств печатная краска приобретает благодаря наличию в ней загустителя. Одним из основных требований, предъявляемых к загустителю, является недопустимость взаимодействия его с красителем и текстильно-вспомогательными веществами, входящими в состав печатной краски.

В текстильной промышленности в качестве загустителей печатных красок в основном используют природные полимеры, такие, как крахмал, декстрин, альгинат натрия, камеди. Однако природные загустители не всегда обладают всем комплексом необходимых для трикотажа свойств. Кроме того, расширился ассортимент текстильных изделий, подвергаемых печати, увеличилась доля синтетических волокон. Это выдвинуло некоторые дополнительные требования к загустителям, в результате получены новые загущающие вещества на основе модифицированных природных полимеров. Из загустителей на основе модифицированных полимеров широкое применение получили простые и сложные эфиры крахмала (карбоксии-

метиловый и гидроксипропиловый), карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), оксиметилцеллюлоза, метилцеллюлоза. По своим печатно-технологическим свойствам они приближаются к наиболее качественным, но дорогим и дефицитным природным загустителям на основе траганта и камедей.

Еще одним направлением решения проблемы замены пищевых и дорогостоящих загусток является создание синтетических загустителей. Среди них практическое использование получили полиакриламид, поливиниловый спирт, продукты щелочного омыления полиакрилонитрила, соли полиакрилатов. Однако широкого применения синтетические загустители пока еще не нашли, так как печатно-технологические свойства их ниже, чем у природных полимеров.

4.1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕЧАТАНИЯ

Последовательность технологических операций при печатании трикотажных полотен может быть представлена схемой: «подготовка к печатанию → нанесение рисунка → высушивание → зреление → промывка → высушивание».

4.1.1. Подготовка трикотажных полуфабрикатов к печатанию

Подвергаемые печатанию полуфабрикаты должны иметь хорошую капиллярность, чтобы краситель легко проникал в волокно из печатной краски, а также разглаженный вид, устойчивые размеры, отсутствие перекосов петельных рядов во избежание искажения формы рисунка. Указанные свойства придаются в процессе подготовки полуфабрикатов к печатанию.

Подготовка включает в себя отваривание, беление, сушку-ширение основовязанных полотен или высушивание и каландрирование кругловязанных полуфабрикатов. Последние могут подвергаться печатанию в разрезанном и неразрезанном виде (т.е. в виде трубки).

При нанесении рисунка на неразрезанное полотно возникает целый ряд проблем: полотно нельзя приклеивать к поверхности стола, так как обратная сторона также печатается; возникает необходимость обеспечения совпадения рисунка на одной и другой сторонах трубки и, особенно, на сгибе; возможна деформация полотна вследствие его неравномерной усадки; снижается производительность печатной машины, поскольку полотно пропускается через нее дважды.

Поэтому в большинстве случаев полотна печатаются в разрезанном виде. Разрезание является одной из подготовительных операций и осуществляется на специальных машинах, где проводится, кроме разрезания, расправление полотна и при необходимости проклеивание кромок.

Некоторые виды полуфабрикатов в зависимости от назначения и природы волокна могут быть подвергнуты дополнительным обработкам. Например, шерстяные материалы перед печатанием хлорируют, а полотно из лавсана подвергают термофиксации.

4.1.2. Способы нанесения рисунков на трикотажные полотна

В трикотажной промышленности могут быть реализованы все известные способы нанесения печатной краски на текстильный материал: ручная печать, аэрографный способ, полихроматическое крашение, печатание металлическими гравированными валами, сетчатыми шаблонами, способом переводной термопечати.

Машины с металлическими гравированными валами, обладающие высокой производительностью, не нашли широкого распространения в трикотажной промышленности вследствие большой деформации полотен, проходящих через машину под сильным натяжением. Ручную печать с помощью сетчатых шаблонов иногда применяют для штучных изделий (чулочно-носочных, спортивных, верхнего трикотажа).

Наиболее широкое применение в трикотажном производстве получил способ фотофильмпечати (сетчатыми шаблонами). Для этого используют машины двух типов: с плоскими и с ротационными сетчатыми шаблонами. Технологические схемы этих машин представлены на рис. 10, 11.

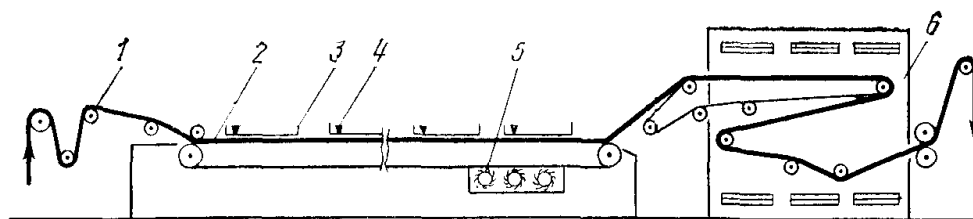


Рис.10. Печатная машина с плоскими сетчатыми шаблонами

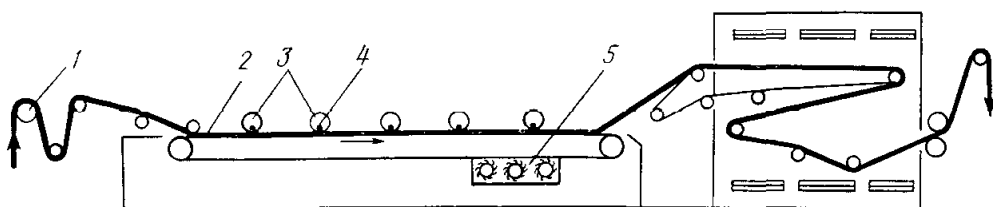


Рис.11. Печатная машина с цилиндрическими сетчатыми шаблонами

Общим для машин обоих типов является наличие печатного стола, роль которого выполняет бесконечная конвейерная лента 2. Полотно, пройдя заправочное устройство 1, приклеивается к ней специальным клеем и с ее помощью транспортируется через рабочую зону машины. Затем у выхода из зоны печатания полотно отводится от поверхности печатного стола и поступает в сушильную камеру 6. Загрязненная печатной краской поверхность конвейерной ленты промывается в кирзмойной машине 5, высушивается и возвращается к началу стола.

Машины отличаются конструкцией шаблонов 3 и ракельных механизмов 4, протирающих печатную краску через сита шаблонов.

Шаблон представляет собой прямоугольную раму, на которую натянута капроновая или полиэфирная сетка. Размер рамы шаблона определяется шириной машины, а длина должна быть кратной раппорту рисунка. На сетку шаблона наносят два-три слоя лака, представляющего собой раствор перхлорвинилового смолы в бутилацетате. Затем шаблон покрывают светочувствительной эмульсией, высушивают и устанавливают на фотокопировальный станок. Копирование производится с раппортных калек. На них участки рисунка, на которые не должен попасть свет при экспозиции (освещение металлогенной лампой), закрыты черной тушью. При попадании света на незащищенные участки светочувствительного слоя, он задубливается до нерастворимого в воде соединения. На защищенных участках задубливания не происходит, и светочувствительная эмульсия в этих местах смывается при промывке водой. Лак с сетки шаблона снимают тампоном, смоченным в бутилацетате.

Число шаблонов, необходимое для воспроизведения рисунка, определяется количеством в нем цветов. Шаблоны устанавливаются над конвейерной лентой и в момент ее останова автоматически опускаются на полотно. В этот момент включаются механизмы движения ракель, которые, сделав один-два прохода, протирают пе-

чатную краску через сито шаблона. По окончании работы ракля шаблоны автоматически поднимаются, а полотно вместе с конвейерной лентой перемещается на величину раппорта (на длину шаблона). Один шаблон образует отпечаток детали рисунка одного цвета, серия шаблонов воспроизводит рисунок в целом.

Основными недостатками этих машин является большая длина (25-30 м) и малая производительность, которая объясняется затратами времени на останов, опускание шаблонов и работу ракельного механизма. Это привело к созданию машин с ротационными (цилиндрическими) сетчатыми шаблонами.

Основой цилиндрического шаблона является бесшовный полый цилиндр из хромоникелевой сетки. Поверхность цилиндра покрывают слоем светочувствительной эмульсии и высушивают. Далее на никелевую гильзу укладывают позитивную пленку с рисунком и подвергают экспозиции. Гильзу помещают в ванну с водой ($t=30^{\circ}\text{C}$) на 5-6 минут для набухания лака и сильной струей воды смывают его с мест, закрытых рисунком и не подвергавшихся экспозиции. Заключительной операцией является термообработка гильзы при 180°C в течение 1 часа с целью полимеризации лаковой пленки в местах рисунка и придания ей необходимой химической и механической прочности.

В никелевые гильзы шаблонов клеивают торцевые кольца, которые устанавливают в шаблонодержатели печатной машины. Печатная краска по шлангам с помощью насосов подается внутрь шаблонов и протирается с помощью неподвижно закрепленной внутри вращающегося шаблона ракля 4. Количество шаблонов соответствует количеству цветов.

Машины с цилиндрическими шаблонами работают с большей скоростью, имеют меньшие габариты, могут печатать рисунки практически всех видов на трикотажных полотнах любого ассортимента.

4.1.3. Обработка полотна после печатания

Высушивание полотен после печатания необходимо для предотвращения смазывания рисунка и сохранения его контуров при последующих обработках. В сушильной машине полотно обдувается горячим воздухом ($90-130^{\circ}\text{C}$). При этом не должно происходить вытягивания и деформации материала.

После высушивания краситель находится в тонкой пленке сухой печатной краски на поверхности волокна. Чтобы обеспечить условия для прочной фиксации красителя, необходима тепловая обработка, во время которой краситель должен перейти из слоя печатной краски в волокно.

Условия тепловой обработки зависят от вида волокна и класса красителей, применяемых для печатания. Фиксацию большинства красителей на природных волокнах проводят в среде водяного насыщенного пара при 100-105°С или перегретым паром при 140-170°С. В процессе запаривания под действием влаги и тепла пленка загустителя набухает и создаются условия для диффузии красителей сначала внутри слоя печатной краски к поверхности волокна, а затем сорбции и диффузии его внутри текстильного материала. Параллельно с этим протекает ряд химических превращений: восстановление, окисление, растворение, образование высокомолекулярной смолы. Природа этих реакций определяется механизмом фиксации красителя данного класса.

В отдельных случаях фиксацию красителя проводят сухим горячим воздухом при 150-200°С (термообработка). На трикотажных предприятиях для запаривания полотна применяют оборудование периодического (аппараты котлового типа) и непрерывного (петлевые зрельники) действия. Технологическая схема завесного петлевого зрельника представлена на рис.12.

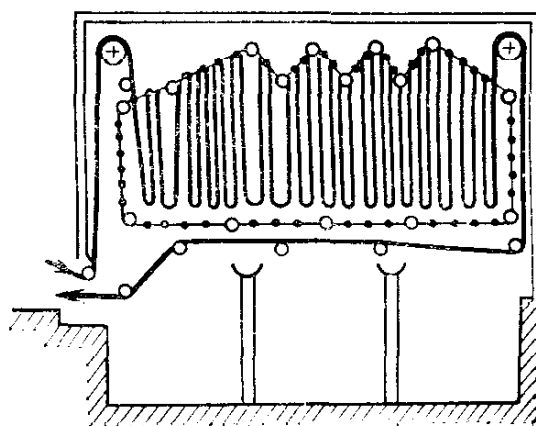


Рис. 12. Петлевой зрельник

Зрельник представляет собой прямоугольную камеру, изолированную от окружающей среды. В нее подается насыщенный или перегретый пар, в отдельных случаях – горячий воздух. Для предот-

вращения капли стенки и потолок камеры делают из обогреваемых плит.

Полотно вводится в зрельник через узкую щель и с помощью завесного устройства навешивается на ролики, закрепленные на бесконечных транспортирующих цепях, образуя свободную петлю. Это позволяет избежать вытягивания и деформации, что особенно важно для трикотажных полотен облегченных структур и полотен из текстурированных нитей, склонных к деформациям.

После запаривания или термической обработки трикотажные полотна подвергают промывке с целью удаления загустителя, незафиксированного красителя и ТВВ, входящих в печатную краску. Оптимальным вариантом промывки является обработка расправленного полотна непрерывным способом. Для этого применяют те же линии, что и для промывки-релаксации: МП-220-Т, машины иностранных фирм. Условия промывки зависят от класса красителей, используемых для печати.

4.1.4. Печатание штучных изделий

Для печатания штучных изделий применяют в основном два способа:

- прямая печать с помощью сетчатых шаблонов;
- переводная термопечать.

Для прямой печати используют машины с плоскими сетчатыми шаблонами или печатают вручную с помощью сетчатых шаблонов на столах. Печатанию подвергаются детали после раскроя изделия.

Машина для печати сетчатыми шаблонами имеет 10 небольших плоских печатных столиков, закрепленных на бесконечном цепном конвейере, который обеспечивает их перемещение вместе с деталями через все рабочие положения.

Деталь укладывается на столик, предварительно смазанный клеем. Это необходимо для предотвращения смещения детали во время печати и транспортирования, а также отрыва от плоскости столика и приклеивания к шаблону в процессе печатания. Далее изделие на столике перемещается к первому шаблону, шаблон опускается, ракля выполняет заданное число проходов, шаблон поднимается и изделие перемещается к другому шаблону. По окончании полного цикла печати детали со столиков снимают и укладывают на конвейерную линию сушильной машины, установленной рядом с

печатной машиной. После печати детали кроя передаются в швейный цех, где из них изготавливают изделия, которые затем проходят заключительную отделку.

В соответствии с требованиями моды в последние годы было внедрено печатание чулочно-носочных изделий. Рисунок на них наносят вручную с помощью сетчатых шаблонов. Изделие надевают на форму и печатают, используя пигментные красители, которые не требуют промывки.

Нанесение рисунка может быть также осуществлено способом переводной термопечати.

Сущность переводной печати заключается в том, что рисунок наносят на бумагу-подложку, а затем с бумаги переносят его на текстильный материал. В трикотажном производстве используют два вида переводной печати.

Первый основан на применении термопластичных полимеров. В этом случае рисунок наносят на бумагу-подложку печатной краской, содержащей краситель, связующее и термопластичный полимер. Последний в процессе переноса под действием высоких температур размягчается, переносится с бумаги на текстильный материал и приклеивается к нему, а связующее обеспечивает прочную фиксацию термопластичной пленки, содержащей краситель.

Для переноса рисунка с бумаги на волокно используют прессы с верхней обогреваемой металлической плитой, температура которой должна быть не ниже 210°C . Продолжительность прессования 20-30 секунд. Этот способ термопереноса может быть использован для печатания изделий как из натуральных, так и синтетических волокон.

Второй способ переводной печати основан на использовании сублимирующих дисперсных красителей, поэтому получил название «сублистатик». Широкое распространение этого способа обусловлено быстрым ростом производства синтетических волокон, особенно полиэфирных, печатание которых традиционным способом вызывает большие трудности.

Способ «сублистатик» основан на способности некоторых красителей при нагревании (до температуры $180-200^{\circ}\text{C}$) сублимировать – переходить из твердого состояния в газообразное – и в виде паров сорбироваться на текстильном материале, проникать внутрь волокна и фиксироваться на нем.

Для колорирования трикотажных полотен и штучных изделий этот способ печатания представляет большой интерес, поскольку он позволяет исключить операции запаривания и промывки. Способ «сублистатик» с большой точностью воспроизводит сложные узоры, обеспечивает высокое качество при печатании грунтовых рисунков, позволяет получить четкие контуры (даже тонкие линии) и быстро менять рисунки.

Перенос рисунка с бумаги на полотно осуществляется на специальном оборудовании – каландрах. Получили распространение каландры двух типов:

– термокаландры с обогреваемым металлическим валом и сукном;

– вакуумные каландры.

Схема каландра с сукном представлена на рис. 13.

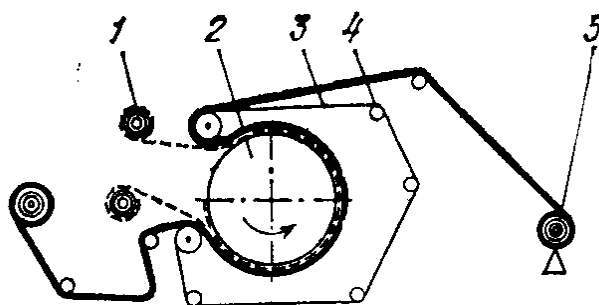


Рис.13. Каландр для термопечатания с сукном

Основным рабочим органом этого каландра является большой металлический обогреваемый цилиндр 2, выполняющий функции стола для нанесения печатного рисунка. Вокруг цилиндра проходит бесконечное термостойкое сукно 3, перемещающееся по направляющим роликам 4. Бумагу с рисунком 1 и полотно 5 заправляют между горячим валом и сукном, которое плотно прижимает бумагу к полотну и к нагретой поверхности цилиндра.

Температура поверхности вала регулируется в интервале 150-230°С, продолжительность контакта определяется скоростью вращения цилиндра и составляет 15-45 секунд.

Недостатком такого каландра является изменение грифа трикотажных полотен вследствие сильного прижатия полотна сукном к нагретой поверхности цилиндра. Кроме того, в результате неравномерного прижима может иметь место неравномерный перенос рисунка с бумаги на полотно.

С этой точки зрения более перспективными являются вакуумные каландры, работающие по принципу вакуумирования. Технологическая схема такого каландра представлена на рис. 14.

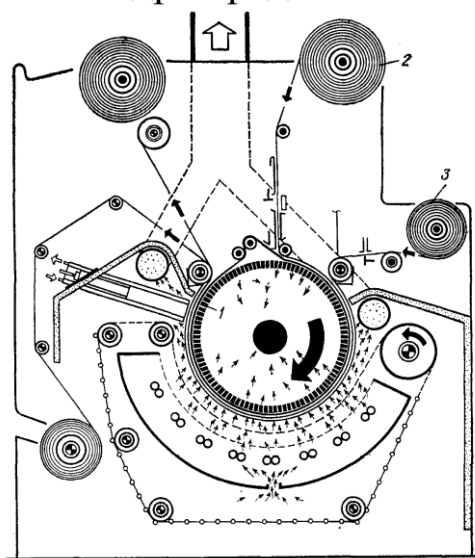


Рис. 14. Вакуумный каландр для переводной термопечати

Внутри перфорированного цилиндра 1 создается разрежение 8-13 кПа. Нагревание осуществляется инфракрасными излучателями, установленными снаружи. Бумага 3 и полотно 2 огибают перфорированный цилиндр и перемещаются вместе с ним, прижимаясь к его поверхности благодаря разности давлений снаружи и внутри него.

Использование принципа вакуумирования ускоряет сублимацию красителя и облегчает его переход с поверхности бумаги на волокно. В результате улучшается прокрашивание, повышается яркость и насыщенность окраски, улучшаются прочностные свойства. Отсутствие сильного прижатия, снижение температуры и уменьшение времени контакта обеспечивают получение мягкого грифа и сохраняют объемность полотна.

Для переноса рисунка с бумаги на штучные изделия используют прессы с верхней обогреваемой электричеством металлической плитой. Печатать можно как детали кроя, так и готовые изделия.

Термопечатанию подвергают полотна и изделия практически из всех синтетических и триацетатных нитей, а также из смеси синтетических волокон с натуральными, если содержание последних не превышает 25-30%. Наибольшее распространение нашло термопечатание трикотажных полотен и изделий из полиэфирных волокон.

Способность красителей к сублимации зависит от строения молекул красителей, их молекулярной массы и полярности. Для

применения в печати рекомендовано 40 марок дисперсных красителей, 2 кислотных, один кубовый и 14 катионных красителей. Кроме красителя состав печатной краски, наносимой на бумагу, содержит растворитель (воду, органический растворитель или их смесь) и загустку. К загустителю для переводной печати предъявляются особые требования: он должен быть термостоек, не взаимодействовать с красителем, пленка загустителя не должна препятствовать сублимации красителя.

Важным фактором, влияющим на качество переводной термопечати, является качество бумаги-подложки. Она должна быть термостойкой, иметь гладкую поверхность, равномерно смачиваться печатным составом, оставаться на поверхности бумаги, не проникая внутрь ее. Для термопечати выпускают специальную низкопористую бумагу с лощеной поверхностью.

Рисунок на бумагу можно наносить способами, применяющимися в полиграфической промышленности (глубокой печати, офсетным и флексографическим), или на машинах с сетчатыми шаблонами, применяемыми при традиционной печати.

Совершенствование переводной термопечати идет в направлении улучшения выпускных форм красителей, разработки новых видов подложек многократного использования на основе термостойких полиамидов, силиконированной бумаги, разработки способов переводной печати для изделий из натуральных волокон.

4.2. ВИДЫ ПЕЧАТИ

По характеру рисунка и площади, занимаемой им на полотне, различают белоземельную, полугрунтовую и грунтовую печать.

В трикотажном производстве наиболее широко распространена белоземельная печать, при которой площадь полотна, занимаемая рисунком, не превышает 20-30%. Ее чаще применяют для бельевых изделий.

Грунтовые рисунки (более 60% площади) и полугрунтовые (40-60%) применяют сравнительно редко (исключая переводную термопечать), что связано с изменением грифа полотна и сложностью получения равномерной печати вследствие особенностей строения трикотажных полотен. Однако для верхних трикотажных изделий они представляют большой интерес.

Печатать можно на отбеленном или окрашенном полотне. В соответствии с этим различают прямую, вытравную и резервную печать.

При *прямой печати* печатную краску наносят на отбеленное или окрашенное в светлые тона полотно. В последнем случае печатная краска должна быть более насыщенного тона или другого цвета, непрозрачной, а цвет фона не должен смешиваться с цветом печатной краски.

При *вытравной печати* рисунок наносят на предварительно окрашенное трикотажное полотно или изделие печатной краской, содержащей вещества, способные разрушать окраску фона. Для предварительного крашения используют красители, способные вытравляться (прямые, нерастворимые азокрасители, дисперсные и кислотные азокрасители). Особенностью этих красителей является способность их хромоформных азогрупп разрушаться под действием восстановителей:



В результате образуются бесцветные амины, которые сравнительно легко удаляются с волокна при промывке.

Вытравная печать бывает белая и цветная (на окрашенном полотне соответственно получается белый или цветной узор). Печатная краска содержит восстановитель (ронгалит), щелочной агент (поташ), загуститель и воду. Иногда для ускорения процесса восстановления в печатную краску добавляют гидротропные вещества и катализаторы восстановления. Печатная краска для цветной вытравной печати дополнительно содержит краситель, устойчивый к действию восстановителей или требующий восстановления для прочной фиксации на волокне. Наиболее широко для цветных вытравок применяют кубовые красители.

Технологический процесс вытравной печати проводят по схеме: наносят на полотно или изделие рисунок, высушивают его, подвергают запариванию при температуре 100-120°C в течение 5-15 минут и промывают. Важнейшей операцией является запаривание, так как именно под действием влаги и тепла происходит обесцвечивание (восстановление) красителя. При цветной вытравке одновременно с восстановлением осуществляется процесс перехода кубового красителя в растворимую форму и фиксация его на волокне.

При *резервной печати* на отбеленное полотно наносят печатную краску, а затем подвергают его крашению. Печатная краска должна содержать вещества, которые препятствуют фиксации красителя при крашении. Это самый древний способ печатания, который лежит в основе техники росписи «батик».

На изделие наносится рисунок веществом, непроницаемым для красителя, например разогретым воском, а после застывания воска изделие подвергают крашению. В местах, где нанесен воск, краситель не может проникнуть в волокно и зафиксироваться там, поэтому после удаления резервирующего вещества эти места остаются неокрашенными.

В настоящее время для резервирования применяют различные химические вещества.

В трикотажной промышленности наиболее широко используют прямую печать, так как вытравной и резервной способы довольно сложны. Однако эти способы печати очень интересны в плане получения высокохудожественных колористических эффектов на деталях трикотажных изделий.

4.3. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕЧАТАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ВОЛОКОН

Для печатания трикотажных полотен из целлюлозных волокон (хлопок, вискоза) можно использовать кубовые, активные, прямые, азоидные красители и пигменты. Широкое практическое применение из них находят кубовые, активные красители и пигменты.

В трикотажном производстве применяют преимущественно ронгалитно-поташный способ печатания *кубовыми красителями*. При его реализации печатная краска содержит краситель (в виде пасты для печати), восстановитель (ронгалит), щелочной агент (поташ) и загустку. Пасты кубовых красителей содержат специальные вещества, обеспечивающие их устойчивость при хранении и способствующие быстрому восстановлению красителя (антифризы, антисептики, катализаторы, диспергаторы, гидроторопные вещества).

После печатания полотно высушивают, запаривают в восстановительном зрельнике при 102-105°C в течение 10-15 минут и промывают холодной водой, раствором окислителя для перевода красителя в исходную нерастворимую форму, кипящим раствором ПАВ и водой.

Активными красителями, предпочтительно красителями с маркой X, трикотажные полотна печатают одностадийным способом. Печатная краска содержит краситель, мочевины, бикарбонат натрия, лудигол, воду и загустку. Мочевину вводят для лучшего растворения красителя, бикарбонат натрия – для создания щелочной среды, обеспечивающей образование ковалентной связи, лудигол предотвращает разрушение красителя в условиях запаривания. В качестве загустителя нельзя применять крахмал, образующий с красителем малорастворимое соединение, которое с трудом смывается с волокна и придает ему жесткость. Наилучшим загустителем является альгинат натрия.

Фиксацию красителя проводят в запарном или термическом зрельнике. При использовании для фиксации горячего воздуха при 150-180°C содержание мочевины в печатной краске увеличивают до 150-200 г/кг. Промывают полотно холодной водой, раствором, содержащим мыло и соду, при 95°C и снова теплой и холодной водой.

Для печатания изделий из ацетатных волокон наиболее широко используют дисперсные красители. Печатная краска содержит дисперсный краситель, диспергатор, мочевины, лудигол, загустку и воду. Фиксацию красителя проводят в среде насыщенного водяного пара при температуре 102-105°C (20-30 минут) или перегретого пара при 110-130°C (7-20 минут). Закрепление красителя на изделиях из триацетатного волокна осуществляют в термических зрельниках, далее следует промывка.

Трикотажные полотна из *полиамидных волокон* наиболее часто печатают дисперсными, активными и кислотными металлсодержащими красителями.

В состав печатной краски при печати дисперсными красителями входят краситель, мочевины, лудигол, иногда интенсификатор, вода и загустка.

Активные красители позволяют получать окраски с высокой устойчивостью к мокрым обработкам, что очень важно при печати спортивного трикотажа, например купальников. Печатная краска содержит краситель, бикарбонат натрия, мочевины, лудигол, загустку и воду.

Кислотные металлсодержащие красители чаще используют при печатании трикотажных полотен из комплексных и текстурированных нитей эластик. В состав печатной краски входят краситель, ин-

тенсификатор, мочеви́на, сульфат аммония или уксусная кислота, вода и загустка.

После печатания и высушивания полотна запаривают в среде насыщенного пара при температуре 102-104°C в течение 20-25 минут и промывают.

В последние годы расширился ассортимент облегченных трикотажных полотен из полиакрилонитрильного волокна, предназначенных для пошива платьев. Для печатания таких полотен можно применять дисперсные и катионные красители, но предпочтение отдается катионным. В состав печатной краски входят катионный краситель, тиодигликоль, уксусная кислота, вода и загустка. После печатания и сушки полотно запаривают в течение 20 минут и промывают.

При печатании трикотажных полотен из полиэфирного волокна возникают трудности в достижении нужной степени фиксации красителя из-за высокой гидрофобности и кристалличности полимера. Поэтому для нанесения рисунков применяют в основном способ переводного термопечатания.

При использовании традиционных способов печати для нанесения рисунков на трикотажные полиэфирные полотна применяют дисперсные полиэфирные красители и иногда пигменты. Печатаная краска содержит дисперсный краситель, диспергатор, мочеви́ну, уксусную кислоту, воду и загустку. Фиксацию проводят в среде перегретого пара при температуре 150-170°C в течение 6-8 минут или в среде горячего воздуха при 180-200°C.

В последние годы постоянно расширяется ассортимент трикотажных полотен из *смеси волокон* (целлюлозных и полиэфирных, вискозных в смеси с ацетатными и полиамидными, смесь ацетатных и полиамидных). В этом случае наиболее удобным вариантом является использование красителей одного класса, позволяющих получить однотонную окраску независимо от химической природы волокна. Такими свойствами обладают пигментные красители, представляющие особенно большой интерес для печатания трикотажных полотен и изделий из смеси волокон.

4.4. ПЕЧАТАНИЕ ПИГМЕНТАМИ

Пигментами называются окрашенные нерастворимые в воде вещества, которые не проявляют сродства к волокну. Поэтому их

фиксируют с помощью полимерных пленкообразующих веществ, т.е. как бы приклеивая к поверхности текстильного материала.

В качестве пигментов используют как органические, так и неорганические вещества. Из неорганических соединений применяют нерастворимые оксиды и соли металлов, микрокристаллическую сажу, металлические порошки (бронзовый, алюминиевый), слюду. С их помощью на изделиях можно получить необычные колористические эффекты – печать, имитирующую золото, серебро, перламутр.

Органические пигменты представляют собой органические красители, нерастворимые в воде: азокрасители, полициклические соединения, фталоцианиновые, флуоресцирующие пигменты.

Пигментные красители можно применять для печатания любых видов текстильных материалов независимо от химической природы волокна, поэтому особый интерес они представляют при нанесении рисунков на трикотажные полотна и изделия из смеси волокон.

Основными факторами, определяющими качество пигментной печати, являются:

- степень дисперсности пигмента и однородность дисперсии;
- качество связующего, образующего на волокне полимерную пленку;
- качество загустителя печатной краски.

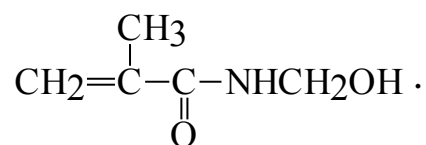
От степени дисперсности пигмента, его однородности зависят колористические свойства: яркость окраски, кроющая способность, устойчивость окрасок к трению. Оптимальная степень дисперсности пигментов 0,6-2 мкм.

Качество пигментной печати в значительной степени зависит от свойств связующих веществ, обеспечивающих прочную фиксацию красителя на текстильном материале. Полимерная пленка, которую они образуют на поверхности волокна, должна быть прозрачной, мягкой и эластичной, чтобы не придавать жесткости и не изменять эластичности трикотажа. Полимер должен иметь высокую адгезию к волокну, прочно удерживать пигмент, обладать достаточно высокой устойчивостью к физико-химическим воздействиям. Индивидуальных веществ, удовлетворяющих всем этим требованиям, найти очень сложно. Поэтому в качестве связующих при пигментной печати используют смесь веществ, в которую входят пленкообразующие и сшивающие (сеткообразующие) соединения.

Пленкообразующие вещества равномерно распределяют в себе тонкодисперсные частицы пигмента и образуют на поверхности волокна прозрачную цветную пленку, обладающую адгезионной способностью. В качестве их применяют различные термопластичные полимеры (латексы), например сополимеры бутандиена со стиролом (латекс СКС-65 ГП), эфиры акриловой кислоты и др.

Сшивающие (сеткообразующие) соединения при термообработке способны образовывать пространственную сетчатую структуру, обеспечивающую прочную связь пленки с волокнистым материалом. В качестве таких веществ используют предконденсаты термоактивных смол, в молекулах которых содержится несколько реакционных функциональных групп. Одни из этих групп взаимодействуют с пленкообразующим полимером, другие с волокном, что и обеспечивает прочную фиксацию пигмента. В качестве сеткообразующего полимера наиболее широко применяют метазин.

Научный поиск, направленный на совершенствование процесса пигментной печати, привел к созданию препаратов, соединяющих в себе свойства и пленко- и сеткообразующих веществ, например метильное производное амида метакриловой кислоты



При полимеризации этого соединения образуется термопластичная пленка, а за счет реакционной N-метилольной группы ($-\text{NHCH}_2\text{OH}$) она прочно фиксируется на волокне.

Особые требования при пигментной печати предъявляются к загустителям. Применение традиционных загустителей приводит к ухудшению грифа полотна, повышает его жесткость, так как при промывке загуститель не смывается, поскольку нерастворим в воде. Одним из путей решения этой проблемы является применение загусток, компоненты которых улетучиваются с волокна в процессе сушки. К таким загустителям относятся эмульсионные загустки, представляющие собой вязкие системы на основе воды и нерастворимых в ней органических растворителей. Они обладают всем комплексом необходимых свойств: хорошей загущающей способностью, достижением четких контуров, более глубоким проникновением печатной краски, а главное, они не требуют промывки. Однако высокое содержание в загустке растворителя (уайт-спирит) делает ее взрывоопасной и загрязняет атмосферу.

Решение этой проблемы было достигнуто путем использования синтетических загустителей на основе акрилатов, выпускаемых в нашей стране под торговыми названиями «эмукрилов».

Образование полимерной термопластичной пленки и фиксация ее на волокне происходит только при высокой температуре и в присутствии катализаторов (солей аммония или магния).

С учетом сказанного технологический процесс печати пигментами проводят по следующей схеме. Трикотажное плотно или изделие печатают краской, содержащей пигментный краситель в пасте, термопластичный полимер, сеткообразующий полимер (предконденсат терморезактивной смолы), катализатор, смягчитель и загустку. После печатания текстильный материал высушивают и подвергают термической обработке при 140-150°C в течение 5 минут. Промывка при печати пигментами исключается, что является особым достоинством при печатании штучных изделий. Рисунок можно наносить как на белое, так и окрашенное полотно без вытравления окраски основного фона.

Главным недостатком пигментных красителей является низкая устойчивость окраски к трению. Это объясняется тем, что пигмент располагается на поверхности волокна в тоненькой пленочке полимера, которая не обладает высокой устойчивостью к механическим воздействиям. Другим недостатком является повышенная жесткость в местах нанесения рисунка, для устранения которой необходимо введение смягчителя и правильный выбор связующего и загустителя.

5. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН И ШТУЧНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Под заключительной отделкой понимают ряд технологических операций, выполняемых в целях придания полотнам и изделиям красивого внешнего вида, приятного туше, устойчивости к различным химическим и механическим воздействиям в процессе эксплуатации, снижения электризуемости и др. Если необходимо, трикотажным изделиям могут быть сообщены специфические свойства: огнестойкость, гидрофобность, устойчивость к действию микроорганизмов, противозагрязняемость и др.

Все процессы заключительной отделки осуществляются механическими и химическими способами.

К механическим способам относятся удаление влаги (отжим), высушивание, ширение, разглаживание, ворсование, стрижка, тиснение, декатировка, плиссирование и т.д.

Химические способы отделки заключаются в нанесении на полотна различных химических составов (аппретов), которые придают изделиям улучшенные и необходимые свойства: мягкость или жесткость, малосминаемость и формоустойчивость, малоусадочность, несвойлачиваемость, отсутствие электризуемости и пиллингуемости и т.д. Процесс нанесения химических составов на текстильный материал называется аппретированием. Как правило, аппретирование выполняют перед механическими обработками.

5.1. АППРЕТИРОВАНИЕ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН

До последнего времени аппретирование трикотажных изделий применялось редко, исключая обработку смягчителями для придания мягкого грифа, снижения прорубки и электризуемости. В связи с расширением ассортимента трикотажных полотен, особенно для верхнего трикотажа, а главное, с существенным ростом требований к качеству выпускаемых изделий способы отделки трикотажа стали значительно разнообразнее. Кроме того, в последние годы выросли и объем, и ассортимент полотен технического назначения, требующих специальных видов отделки.

Аппретирование можно проводить в том же оборудовании, что и предшествующие ему жидкостные обработки (отваривание, белевание, крашение), т.е. в жгутовых машинах МКП-1, эжекторных машинах и аппаратах навойного типа. В этом случае аппретовы вводят в последнюю промывную ванну и проводят обработку в течение 15-20 минут. Затем полотно выгружают из машины, отжимают и подвергают механическим обработкам в соответствии с заданной технологией отделки.

Недостатком этого способа аппретирования является большой расход химических материалов. Кроме того, при обработке полотна жгутом не всегда достигается равномерность нанесения аппретирующих веществ и имеет место значительный сброс их в сточные воды. Поэтому данный способ используют только при нанесении аппретов на кругловязанные трикотажные полотна.

Более рациональным и экономически выгодным является способ нанесения аппрета плюсованием. В трикотажной промышленно-

сти для этой цели применяют двухвальные плюсовки, на которых полотно, огибая направляющие ролики, расположенные в ванне, пропитывается аппретирующим составом и отжимается между двумя отжимными валами. Затем полотно высушивают на сушильно-ширильной машине.

Основной трудностью в данном случае является необходимость расправления закрученных кромок и устранения перекоса полотна, приводящего к его деформации. В плюсовках проводят аппретирование основовязаных и разрезанных кругловязаных полотен.

5.1.1. Придание трикотажным полотнам мягкости и исключение прорубки при пошиве изделий

Одним из серьезных дефектов, возникающих при пошиве изделий из трикотажных полотен, является прорубка, которая возникает в результате повреждения нитей полотна швейной иглой. Это приводит к спуску петель. Наиболее часто явление прорубки наблюдается на трикотажных полотнах из искусственных и синтетических нитей. Причинами прорубки нитей могут быть обработки, снижающие эластичность волокна и повышающие его жесткость, электризуемость, хрупкость. Основными мерами борьбы с прорубкой являются способы снижения трения между нитями полотна и иглой.

В отделочном производстве для снижения прорубки и получения мягкого грифа полотна обрабатывают мягчителями. В качестве мягчителей используют поверхностно-активные вещества, эмульсии, содержащие минеральные масла, кремнийорганические соединения. Иногда в раствор вводят гидротропные вещества, повышающие влажность полотна и снижающие его электризацию. Концентрация мягчителей при аппретировании в машинах периодического действия составляет 0,5-2 г/л, а при непрерывных способах обработки 5-10 г/л. Температура раствора поддерживается на уровне 40-45°C.

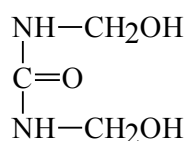
Мягчители образуют на поверхности волокна защитную пленку, снижающую его жесткость и уменьшающую поверхностное трение.

5.1.2. Придание трикотажным полотнам формоустойчивости, малоусадочности и малосминаемости

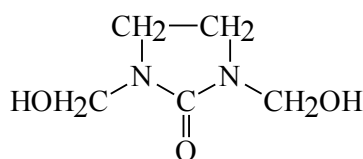
Формоустойчивость, малоусадочность и малосминаемость полотнам можно придать механическим и химическим способами.

Химические способы предусматривают аппретирование полотна составами на основе предконденсатов термореактивных смол. Они применяются для отделки трикотажных полотен из целлюлозных волокон.

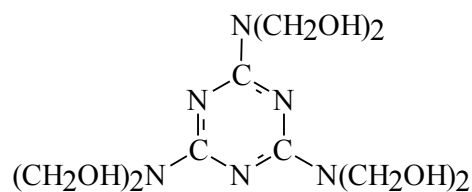
Для отделки трикотажа применяются те же препараты, что и для отделки тканей: карбамол, карбомол ЦЭМ, метазин.



Диметилломочевина
(карбамол)

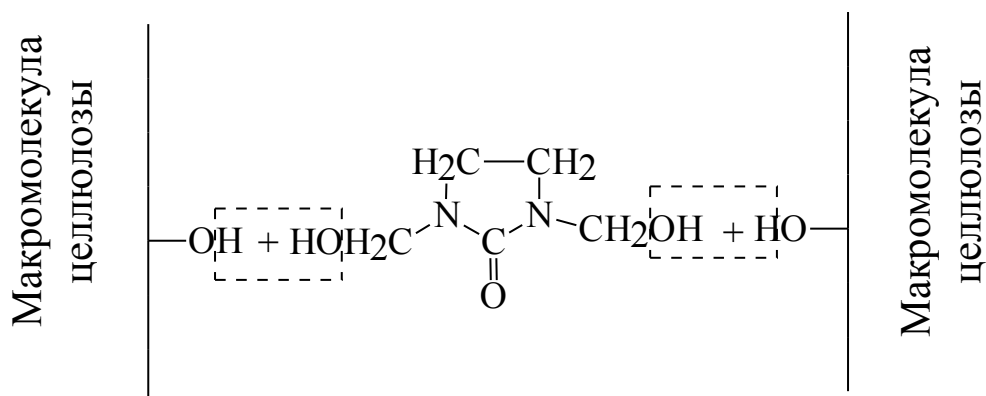


Диметиллоэтиленмочевина
(карбамол ЦЭМ)



Гексаметиленмелами
(метазин)

Снижение усадки, повышение формоустойчивости и уменьшение способности полотен к смятию после обработки этими препаратами объясняется способностью последних вступать в химическое взаимодействие с гидроксильными группами соседних макромолекул целлюлозы с образованием между ними прочных поперечных связей.



Такое взаимодействие приводит к снижению подвижности макромолекул волокна друг относительно друга и стабилизирует его структуру. Чем больше число поперечных сшивок, тем стабильнее размеры полотна, кроме того, уменьшается его сминаемость и усадка. Вместе с тем обработка предконденсатами смол приводит к снижению эластичности, появлению жесткости, уменьшается устойчи-

вость к истиранию, что очень важно для трикотажных полотен. Поэтому технология отделки трикотажа имеет свои специфические особенности.

Процесс отделки состоит из пропитки полотна на плюсовке составом, содержащим одно из метилольных производных (например карбамол ЦЭМ), катализатор (смесь соли ($MgCl_2$) и органической кислоты) и смягчители. Концентрация предконденсата терморективной смолы составляет 80-100 г/л, что значительно ниже, чем при отделке тканей. Сушку и термообработку проводят в сушильно-ширильной стабилизационной машине при 160-170°C в течение 60 секунд.

Мягчители, вводимые в состав плюсовочной ванны, уменьшают потерю прочности, жесткость и улучшают гриф полотна, его эластичность, стойкость к истиранию.

Для аппретирования трикотажных полотен с целью придания им наполненности и улучшения драпируемости можно использовать аппреты на основе термопластичных смол в виде эмульсий и латексов (поливинилацетат, эфиры поливинилового спирта и полиакриловых кислот).

5.1.3. Придание шерстяным полотнам несвойлачиваемости и малоусадочности

Свойлачиваемость и высокая усадка являются специфическими свойствами шерстяного волокна и обусловлены особенностями его строения: наличием чешуйчатого наружного слоя, упругостью и извитостью.

Усадка шерстяных изделий происходит по двум причинам: из-за релаксации и свойлачивания. Релаксационная усадка может быть устранена в процессе промывки-релаксации и последующей влажно-тепловой обработки. Для устранения свойлачиваемости необходима специальная технология.

В основе придания трикотажным изделиям свойств несвойлачивания лежит изменение характера поверхности шерстяного волокна – сглаживание ее, уменьшение чешуйчатости. Благодаря этому снижается сцепление волокон друг с другом.

Существующие способы придания несвойлачиваемости можно разделить на две группы:

- основанные на деструкции чешуйчатого слоя;

– предусматривающие обработку шерсти полимерами, образующими на ее поверхности пленку, сглаживающую чешуйки.

К первой группе относятся способы, заключающиеся в обработке волокна хлорсодержащими веществами (растворами гипохлорита натрия, хлорсодержащими органическими веществами, газообразным хлором), окислителями (озоном, перманганатом калия), а также спиртовыми растворами щелочей. Под действием этих веществ происходит частичная окислительная или гидролитическая деструкция поверхностного чешуйчатого слоя. Существенным недостатком этих способов является возможность повреждения волокна и ухудшение его физико-механических свойств.

Поверхность шерстяного волокна можно модифицировать также физическими методами, в частности воздействием низкотемпературной плазмы. Это приводит не только к снижению свойлачиваемости, но и улучшению капиллярности и повышению скорости крашения кислотными красителями.

Способы второй группы основаны на использовании полимеров, образующих на поверхности волокна пластичную, упругую пленку. Она сглаживает выступающие на поверхности концы чешуек. Для этой цели могут быть использованы мочевино- и меламиформальдегидные смолы, препараты на основе полиуретана, полиэтиленамина и др.

Обработку можно проводить в оборудовании, имеющемся на любом трикотажном предприятии. Она заключается в плюсовании соответствующим раствором, отжиме, высушивании и термообработке в сушильно-ширильно-стабилизационной машине.

5.1.4. Антистатическая отделка

Одним из существенных недостатков волокон является склонность к накоплению статического электричества. Об электрофизических свойствах волокон судят по величине удельного поверхностного электрического сопротивления, которое наиболее велико у гидрофобных ацетилцеллюлозных и синтетических волокон (10^{11} - 10^{15} Ом). Высокая электризуемость вызывает целый ряд отрицательных явлений при эксплуатации трикотажных изделий из ацетатных и синтетических волокон: прилипание, повышенную загрязняемость, образование зарядов при трении в процессах переработки волокон и носки изделий из них.

В производстве широко используются физические методы снятия электрического заряда: заземление деталей машин, повышение влажности воздуха, его ионизация и др.

К химическим методам получения материалов с антистатическими свойствами относятся введение антистатических веществ в полимерную массу при формировании волокон, нанесение этих веществ на поверхность текстильных изделий, а также модификация поверхности волокна. На электрическую проводимость трикотажных изделий некоторое влияние оказывает тип нитей (комплексная, текстиурованная пряжа и т.д.), из которых связано полотно, а также плотность вязания.

Выбор антистатических препаратов и способов отделки обусловлен природой волокна, назначением полотен и требованиями к устойчивости эффекта.

Для придания временных антистатических свойств, необходимых на период переработки волокон (прядения, перемотки, вязания), используют замасливатели, легко удаляющиеся при отваривании перед белением и крашением.

При заключительной отделке трикотажных полотен с целью придания им антистатических свойств используют растворы поверхностно-активных веществ неионогенного, катионактивного и анионактивного характера. Способность ПАВ снижать электризуемость основана на том, что они создают на поверхности волокна слой, обладающий высокой электропроводностью.

Для обработки трикотажных полотен рекомендуются следующие ПАВ: алкамон ОС-2, тетрамон С, стеарокс-6, стеарокс-920, препарат ОС-20, эпамин-06 и эпамин-15, а также антистатики, выпускаемые зарубежными фирмами.

Все перечисленные препараты одновременно являются смягчителями и снижают прорубку полотна при пошиве. Недостатком этих веществ является неустойчивость эффекта к стирке, в ряде случаев они снижают прочность окраски.

Для получения устойчивой антистатической отделки могут быть использованы методы химической модификации поверхности волокна путем прививки химических соединений, имеющих в своем составе полярные гидрофильные группы.

Широкое применение получила S-отделка – поверхностное омыление в щелочной среде ацетатного, триацетатного и полиэфирного волокон.

5.2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ОТДЕЛКИ ТРИКОТАЖА

Химические способы улучшения потребительских свойств трикотажных изделий, как правило, совмещают с механическими, которые следуют за жидкостными обработками.

Трикотажные полотна после химических обработок содержат до 200-250% влаги, основная масса которой должна быть удалена механическим отжимом. Это необходимо для облегчения процесса сушки.

В трикотажном производстве используют три основных способа удаления грубокапиллярной влаги:

- отжим с помощью отжимных валов, установленных на оборудовании непрерывного действия;
- отжим в вакуум-отсосных машинах;
- центрифугирование, являющееся самым распространенным способом для трикотажных изделий.

После отжима трикотажные полотна высушивают. Трикотажные материалы, обработка которых (отваривание, крашение, отжим) проводилась жгутом, перед высушиванием подвергают расправлению и накатыванию в рулон, основовязанные полотна – распарыванию и расправлению.

Расправление кругловязанных полотен проводят на жгуторасправительных машинах, в которых одновременно осуществляется ширение и расправление с помощью сменных металлических ширителей, заправляемых внутрь трубки полотна. Размер ширителя должен быть на 10-15% больше диаметра цилиндра вязальной машины. Расправленное полотно захватывается двумя рабочими валами и накатывается в рулон.

Расправление основовязанных полотен производится на жгутораспорочной машине, которая устанавливается перед сушильно-ширильной машиной.

Для *высушивания* трикотажных полотен чаще всего используют конвективную сушку горячим воздухом, нагреваемым калориферами.

Высушивание кругловязанных полотен осуществляют в петлевых сушильных машинах или на машинах с сетчатыми барабанами.

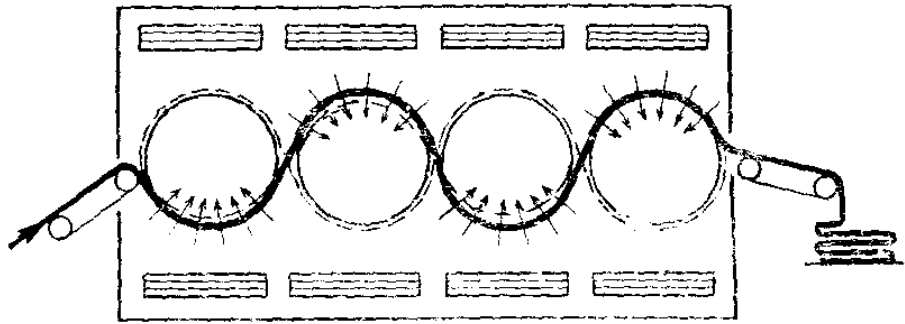


Рис.15. Сушильная машина с сетчатыми барабанами

Принцип работы сушильных машин с сетчатыми барабанами заключается в просасывании горячего воздуха через полотно, огибающее четыре перфорированных цилиндра, которые вращаются попарно в противоположных направлениях. Полотно прижимается к ним потоком воздуха, засасываемого внутрь цилиндра через перфорацию. Горячий воздух, унося с собой влагу, выбрасывается наружу. Поверхность барабана, не перекрытая полотном, закрывается специальным кожухом, предотвращающим засасывание горячего воздуха через эту часть. Полотно в машину можно вводить с небольшим опережением, что способствует его усадке в процессе сушки. Одновременно с удалением влаги в процессе высушивания протекают релаксационные процессы, необходимые для устранения деформаций, полученных при обработке жгутом.

Повышение требований к качеству полотен, их формоустойчивости привело к созданию сушильных машин конвейерного типа.

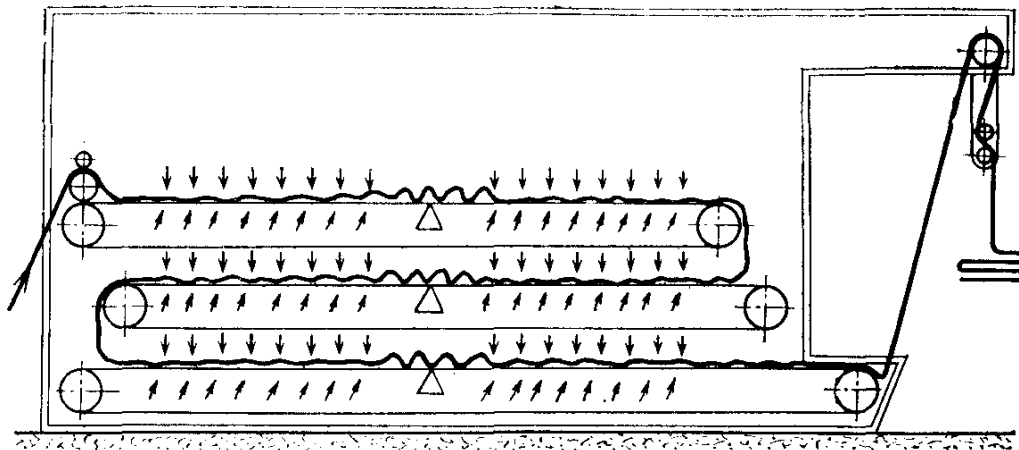


Рис.16. Сушильная машина конвейерного типа

Полотно в свободном состоянии укладывается на сетчатую конвейерную ленту, с помощью которой осуществляется его транспортирование через сушильную камеру. Благодаря подаче полотна с

опережением и особой системе подачи воздуха достигается высокая степень релаксации полотна, что позволяет максимально снизить его потребительскую усадку. Одновременно в машину можно заправлять до четырех полотен с машин малого диаметра и одно или два разрезанных полотна.

Высушивание основязанных полотен проводят на сушильно-ширильных машинах, в которых наряду с сушкой осуществляется устранение деформаций полотна, перекосов его петельной структуры, полотну придают устойчивые размеры и выравнивают его плотность. Эти машины однотипны по конструкции с сушильно-ширильными термостабилизационными машинами.

После высушивания кругловязанные трикотажные полотна из хлопка, шерсти, полушерсти, смеси натуральных и химических волокон подвергают *каландрированию*. Эту операцию проводят в целях разглаживания, придания стандартной ширины, снижения усадки.

На трикотажных предприятиях применяются каландры двух типов: фильц-каландры (каландры с сукном) и каландры с декатирующим устройством. Схема каландра с сукном представлена на рис. 17.

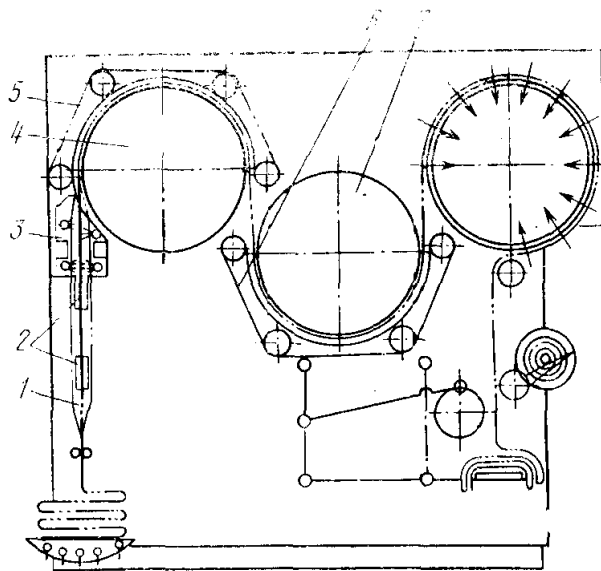


Рис.17. Каландр с сукном

Полотно заправляют в каландр через съемный ширитель 1 с помощью подающих роликов 2, имеющих принудительное движение. Вращаясь, ролики как бы натягивают полотно на ширитель. Изменяя частоту их вращения, можно подавать полотно с опережением. Перед поступлением на каландровые валы полотно проходит

подпаривающее устройство 3, что способствует лучшему разглаживанию, устранению заломов и заминов. Далее полотно проходит между сукном 5, перемещающимся по направляющим роликам и первым каландровым валом 4, а затем – между вторым сукном 6 и вторым валом 7, разглаживаясь сначала с одной, а затем с другой стороны. Каландровые валы представляют собой гладкие обогреваемые металлические цилиндры. Далее полотно подсушивается на перфорированном барабане.

Для придания малоусадочности чистошерстяным трикотажным полотнам, а также полотнам из смеси шерсти с химическими волокнами их подвергают *декатировке*. В процессе декатировки повышается формоустойчивость изделий при носке, снижается их усадка, полотна приобретают мягкий гриф и красивый внешний вид.

Сущность декатировки заключается в тщательном пропаривании полотна в расправленном состоянии при небольшом давлении на него со стороны спутника (мягкой толстой хлопчатобумажной ткани) и последующем быстром охлаждении. В процессе запаривания происходит разрыв межмолекулярных связей, находящихся в напряженном состоянии, релаксация волокна, снятие внутренних напряжений. Образовавшееся равновесное состояние волокна фиксируется при резком охлаждении.

Декатировку можно проводить периодическим и непрерывным способами.

На декатирах периодического действия полотно вместе со спутником наматывается в несколько слоев на перфорированный цилиндр при слабом натяжении. Сначала внутрь перфорированного цилиндра подают пар, который, проходя через полотно, запаривает его. По окончании процесса пар из барабана удаляют с помощью вакуум-отсоса. Засасываемый снаружи холодный воздух проходит через рулон и охлаждает полотно, удаляя влагу.

При декатировке непрерывным способом полотно пропаривается и разглаживается, проходя между поверхностью перфорированного цилиндра и бесконечным спутником, перемещающимся по направляющим роликам. На выходе из зоны запаривания полотно отделяется от спутника и поступает в зону охлаждения, где огибает перфорированный цилиндр, через который интенсивно просасывается холодный воздух.

5.3. ОТДЕЛКА ЧУЛОЧНО-НОСОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Технология отделки чулочно-носочных изделий определяется видом сырья и видом обрабатываемых изделий. Все основные виды выпускаемой продукции по технологической последовательности отделки можно разделить на четыре группы.

1. Изделия, изготавливаемые из суровой пряжи и подвергаемые отвариванию, крашению, белению. К таким изделиям относятся чулки, носки, гольфы, колготки из хлопчатобумажной пряжи, из смеси хлопка с шерстью и синтетическими волокнами, из смеси шерсти с синтетическим волокнами.

2. Женские чулки, колготки из капроновых комплексных нитей или текстурированных нитей эластик, выпускаемые гладкоокрашенными.

3. Изделия из одиночных текстурированных полиамидных нитей эластик левой и правой крутки, выпускаемые гладкоокрашенными и не подвергаемые формованию.

4. Пестровязанные чулочно-носочные изделия из предварительно окрашенной пряжи.

Основными операциями, которым подвергаются чулочно-носочные изделия в красильно-отделочном производстве, являются отваривание, крашение, аппретирование, отжим, сушка или сушка-формование. При отделке изделий из синтетических нитей проводят операцию предфиксации (запаривания). Она необходима для получения стабильных размеров, выравнивания петельной структуры, для уменьшения закручивания края детали изделия, предотвращения заломов и заминов.

Отваривание, беление, крашение и аппретирование чулочно-носочных изделий проводят в аппаратах барабанного типа. Принцип обработки состоит в том, что изделия загружаются в перфорированный барабан, разделенный перфорированными решетками на несколько секций. Барабан погружен в ванну, заполненную рабочим раствором, и вращается в ней вокруг своей оси. Нагревание рабочих растворов осуществляется паром. По окончании обработки мокрые изделия вручную выгружают и направляют на отжим в центрифугу. Далее изделия поступают на разборку и сушку-формование. При высушивании используют и контактный и конвективный способ. Наибольшее применение получил способ сушки на формовочных машинах, где изделия, надетые на плоские металлические формы,

обдуваются горячим воздухом, циркулирующим в сушильной камере. Далее следует контроль качества и упаковка изделий.

Пестровязанные чулочно-носочные изделия подвергаются обработке по схеме: замачивание → отжим → сушка-формование → контроль качества → подбор в пары → упаковка. Изделия из синтетических нитей термостабилизируют.

В последние годы было внедрено печатание чулочных изделий. Рисунок наносят как на все изделие, так и на паголенок. Печатание осуществляется вручную сетчатыми шаблонами с использованием пигментных красителей. Нанесение рисунка может быть также осуществлено способом переводной термопечати на прессах.

Принцип обработки чулочно-носочных изделий положен и в основу отделки перчаток и варежек, которые, как правило, вяжут из окрашенной пряжи. Поэтому в отделочном производстве перчаточные изделия подвергаются только формованию, иногда валке для повышения теплоизоляционных свойств.

5.4. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ШТУЧНЫХ ВЕРХНИХ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Вид отделки, которой подвергаются штучные верхние трикотажные изделия в отделочных цехах трикотажных предприятий, обусловлен следующим:

1) волокнистым составом пряжи и нитей. Для производства верхних трикотажных изделий применяют все виды волокон, как натуральных, так и химических. Широко используют смеси волокон и, прежде всего, смеси шерсти с синтетическими волокнами;

2) видом сырья. Оно может быть суровым, изготовленным из волокна, окрашенного в массу, или из окрашенной пряжи;

3) видом изделий и способом их производства. Верхние трикотажные изделия выпускаются кроеными из деталей, связанных на плосковязальных машинах, и в виде купонов.

Верхние трикотажные изделия, изготовленные из различных видов волокон, а также купоны вяжут в основном из предварительно окрашенного волокна. В процессе заключительной отделки они подвергаются следующим операциям: предфиксации, промывке-релаксации, аппретированию, отжиму, сушке, формованию или прессованию.

Кроеные трикотажные изделия изготавливают из отделочного полотна, поэтому после пошива они подвергаются только прессованию или формованию на формовочных или паровоздушных машинах.

Практикуется также технология изготовления штучных изделий верхнего трикотажа из суровых нитей с последующим крашением готовых изделий. Их отделывают по схеме: отваривание или промывка → крашение → аппретирование → отжим → высушивание → формование или прессование. Изделия из синтетических нитей предварительно подвергают предфиксации. Крашение и отделка готовых изделий из суровых нитей позволяют расширить ассортимент, быстрее реагировать на изменение моды, в несколько раз сократить период от создания модели до ее реального воплощения и выпуска готового изделия.

Ограниченный ассортимент изделий из шерсти и смеси шерсти с синтетическими волокнами, пухом подвергают валке. Основной трудностью, возникающей при этом, является обеспечение равномерного эффекта по всему изделию. Некоторые зарубежные фирмы выпускают для валки штучных изделий специальные машины, но чаще всего используют стиральные или красильные аппараты барабанного типа. Валку проводят в мыльно-содовых растворах при температуре 40-45°C после промывки-релаксации. Продолжительность процесса зависит от того, какую степень валки должно получить изделие. Для трикотажных материалов валка, как правило, незначительна.

Высушивание верхних трикотажных изделий и купонов осуществляют на машинах барабанного типа. Изделия загружаются в перфорированный вращающийся барабан, помещенный в камеру, куда подается нагретый воздух. Он обдувает изделия и отсасывается вентилятором.

Для высушивания можно применять также конвейерные сушильные машины, в которых изделия проходят через сушильную камеру на сетчатой конвейерной ленте, а также формовочные машины, где высушивание изделий осуществляется на металлических контурных формах. Эти способы сушки обеспечивают получение более качественных изделий.

После промывки-релаксации детали кроя, купоны или изделия подвергаются влажно-тепловой обработке на прессах или формовочных машинах, которая предназначена для окончательного раз-

глаживания, выравнивания петельной структуры, придания изделию формы. Материал получает окончательную усадку, заканчиваются релаксационные процессы, готовые изделия расправляются, происходит разглаживание швов. Изделия из синтетических волокон подвергаются термостабилизации.

Принцип обработки на прессах состоит в том, что изделия пропариваются между двумя прессующими обогреваемыми плитами.

Для заключительной отделки штучных изделий рекомендуется применять паровоздушные манекены. Принцип обработки на них заключается в том, что изделие надевают на манекен, имеющий форму изделия, а затем через него пропускают пар или горячий воздух. Изделие разглаживается, расправляются его швы, оно приобретает необходимую форму, которая фиксируется при подсушивании горячим воздухом.

Некоторые материалы, особенно детского и спортивного ассортимента, подвергают печатанию. Для нанесения рисунков используют в основном два способа: прямую печать с помощью сетчатых шаблонов и переводную термопечать. Перенос рисунка с бумаги-подложки осуществляют на прессах. Для прямой печати используют машины с плоскими сетчатыми шаблонами.

5.5. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВИДЫ ОТДЕЛКИ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН

К специальным видам отделки относятся шлифование, тиснение, плиссирование, отделка под бархат, дублирование трикотажных полотен. С расширением выпуска трикотажных полотен технического назначения возросло число видов специальных отделок, сообщаящих им водо- и маслоотталкивающие свойства, повышающих устойчивость к загрязнению, к действию микроорганизмов, придающих огнестойкость.

Шлифование – операция, применяющаяся для отделки полотен с велюровым эффектом под замшу. В процессе шлифования на полотне образуется красивая ворсистая блестящая поверхность. Шлифование осуществляется при механическом воздействии на поверхность трикотажного полотна быстровращающихся роликов, обтянутых наждачной бумагой. Шлифованию подвергаются полотна достаточно узкого ассортимента: из хлопка с основовязальных машин, а также из текстурированных полиэфирных нитей.

Тиснением называют получение на полотне устойчивого рельефного узора. Тиснению подвергают трикотажные полотна из синтетических термопластичных волокон, которые при нагревании и механических воздействиях деформируются, а после охлаждения сохраняют приданную им форму.

Стойкое тиснение на трикотажных полотнах из целлюлозных волокон можно получить, если их предварительно обработать составами на основе предконденсатов терморезактивных смол.

Для придания эффекта тиснения полотна пропускают через тиснильный каландр (рис.18). Основными рабочими органами каландра являются два вала, один из которых 1 металлический гравированный, обогреваемый до температуры 180-230°C, а другой 2 эластичный.

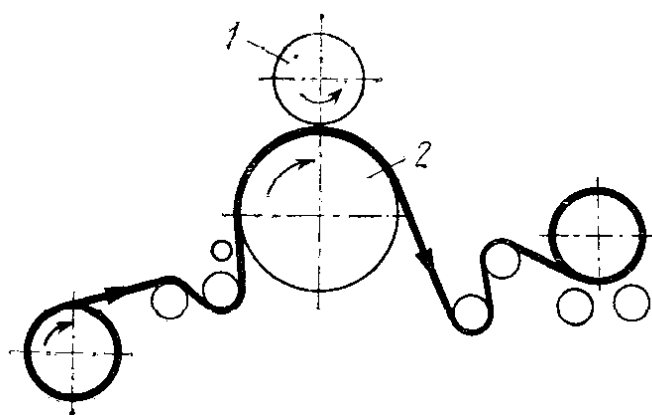


Рис.18. Тиснильный каландр

Эластичный вал выполняется наборным из хлопкошерстяных прессованных дисков. В процессе отделки полотно проходит через заправочное устройство, кромкорасправители и поступает в жало валов между гравированным и эластичным валами. Под действием давления и температуры на полотне образуется рельефный рисунок, формы которого фиксируются при охлаждении на выходе из жала валов. Тиснению можно подвергать полотна не только гладких переплетений, но и ворсовые.

Плиссирование – это создание на трикотажных полотнах устойчивых складок плиссе и гофре. Их делают в основном на изделиях из термопластичных химических волокон (полиамидных, полиэфирных, триацетатных).

Машины для плиссирования имеют складкообразующий механизм и каландровые валы. Складкообразующий механизм состоит из двух металлических ножей, расположенных под углом друг к

другу и совершающих возвратно-поступательные движения, в процессе которых формируются складки. Ширина складок регулируется изменением длины хода ножей, а фиксация их происходит при прохождении полотна между двумя обогреваемыми каландровыми валами и последующем охлаждении.

Полотно проходит через все рабочие органы вместе с прокладочной бумагой, в качестве которой может быть использована бумага для переводной термопечати. В этом случае узор воспроизводится только на наружных складках полотна.

Дублирование – это соединение двух или трех полотен разного вида между собой или с другими материалами с целью повышения теплоизоляционных свойств и износостойкости. Его используют для изготовления зимней одежды, спортивных изделий, обуви и т.д.

Применяют два способа дублирования: огневой и клеевой. В первом случае трикотажное полотно соединяют с рулонным пенополиуретаном толщиной 1,5-3 мм и дублируют с помощью горелки. При этом поверхностный слой поролона оплавляется и соединяется с трикотажным полотном при пропуске сдублированного материала между двумя охлажденными водой барабанами.

При клеевом способе на одно из полотен наносят клей, а затем их соединяют между двумя нагретыми валами и пропускают через фильц-каландр с нагретым металлическим валом, где завершается процесс приклеивания.

Большинство трикотажных полотен имеет бытовое назначение и используется для пошива белья и одежды. Поэтому придание им специфических свойств проводят редко. С расширением ассортимента трикотажных изделий некоторые полотна, например для пошива верхней одежды, требуют придания им *гидрофобной отделки*. Гидрофобизация волокнистых материалов основана на блокировании гидрофильных групп волокна, притягивающих воду. При этом поверхность волокон не смачивается водой, но свободно пропускает пары и воздух. Для сообщения гидрофобных свойств в настоящее время выпускается большое количество гидрофобизирующих веществ: кремнийорганические соединения (ГКЖ-10, ГКЖ-11), производные метилолмеламина и стеариновой кислоты (аламин С, фоботекс FТС), препарат хромолан и др. Эти препараты позволяют получить стойкий гидрофобный эффект, что обусловлено созданием на поверхности текстильного материала плотно упакованного слоя мо-

лекул, содержащих гидрофобные алкильные радикалы, ориентированные наружу.

Полотно обрабатывают эмульсией препарата, высушивают и подвергают термообработке при 140-150°C 5 минут.

Гардинно-тюлевые и обивочные материалы подвергают *огнезащитной* и *грязеотталкивающей* отделке. В результате грязеотталкивающей отделки волокнистые материалы приобретают устойчивость к загрязнению жидкими маслами, пылью, суспензиями различных минеральных веществ. Некоторое снижение загрязняемости наблюдается уже при аппретировании предконденсатами смол и антистатическими препаратами. Выпускают и специальные вещества, придающие грязеотталкивающие свойства на основе кремнийорганических, фторсодержащих соединений и др.

В процессе придания огнезащитных свойств на текстильный материал наносят такие вещества, которые увеличивают количество энергии, требующейся для воспламенения полимера, или вещества, которые снижают количество энергии, выделяющейся при горении, что приводит к затуханию. Вещества, обеспечивающие выполнение этих двух условий, называются антипиренами. К антипиренам первой группы относятся некоторые неорганические вещества ($MgSiO_3$, MgB_4O_7 , гидроксид алюминия и др.). Однако такая обработка не приемлема для полотен, предназначенных для пошива одежды. Кроме того, она не устойчива к стиркам.

Хороший огнестойкий эффект достигается при использовании фосфорсодержащих веществ (препарат ТАФ, антипирен Т-2, пироватекс СР и др.). Эти препараты в своей структуре содержат группы, способные вступать в химическое взаимодействие с реакционными группами волокна. Это сообщает эффекту устойчивость к стиркам.

6. ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ТЕОРИИ И ПРАКТИКЕ ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Отделочное производство, входя в общий текстильный комплекс, занимает в нем ведущее место, обеспечивая набор потребительских свойств текстильным материалам и изделиям из них.

Фундаментальная структурная перестройка мировой текстильной промышленности началась более двадцати лет тому назад, но она практически не затронула нашу страну. Основными факторами

этой перестройки, прямо или опосредованно связанными друг с другом, являются энергетический, экологический и демографический. Эти факторы выдвинули единые экономические требования и привели к следующим сдвигам в мировой текстильной промышленности:

1) бурное развитие промышленности химических волокон. Во всем мире упор был сделан на производство синтетических волокон (полиэфирных), тогда как в России их выпуск уменьшился. Для производства синтетических волокон у нас есть прекрасная сырьевая база (нефть, газ), не худшая, чем для производства гидратцеллюлозных (лес). Однако выпуск нового поколения химических волоконобразующих полимеров требует гигантских капиталовложений, значительно превышающих государственные субсидии;

2) к российским проблемам химического волоконного сырья добавляются трудности, связанные с производством природных волокон.

У нас практически не культивируется хлопок, а хлопчатобумажная отрасль была и пока остается наиболее мощным сектором текстильной промышленности.

Россия является потенциально мощной льносеющей страной, но уровень урожайности льна в 2-3 раза ниже, чем в Европе. Сейчас во всем мире «бум» моды на лен, но общегосударственные программы возрождения «русского льна» носят лишь декларативный характер.

Шерсти в России производится достаточно, но качество ее не может удовлетворить шерстяную отрасль текстильной промышленности, которая вынуждена закупать высококачественную шерсть из-за рубежа;

3) резкое увеличение доли тканей и трикотажа из смеси волокон. В России эта тенденция только начала проявляться, тогда как в Западной Европе и Японии, практически не имеющих природного сырья, доля изделий из смеси химических и натуральных волокон очень велика;

4) повышение доли и роли трикотажа и нетканых материалов (НТМ). В этой связи остро стоит вопрос универсализации текстильных предприятий по видам выпускаемой продукции: производство тканей, трикотажа и НТМ на одной фабрике;

5) универсализация производства по видам волокон. Переход к малым предприятиям, способным быстро реагировать на широкий

круг запросов рынка. На мировом рынке выживают только предприятия, способные произвести по заказу покупателя продукцию в нужном количестве и нужного качества в нужное время;

6) уход от узкого ткачества к широкому (до 2 м) и постоянное наращивание этой тенденции;

7) текстильная промышленность и отделочное производство стали наукоемкими, внедряющими био- и информационные технологии, робототехнику, плазменную, радиационную, лазерную технологии, фотохимию и др.;

8) имеет место сдвиг в географии производства волокон, тканей, красителей, ТВВ и оборудования. В настоящее время большая часть мирового текстиля производится в зарубежных странах Дальнего Востока (Тайвань, Южная Корея, Таиланд, Индонезия), в Южной Америке, Африке, на Ближнем Востоке, а потребляется в Западной Европе и США.

Текстильная промышленность работает в тесном контакте с широким кругом комплектующих отраслей (производителями волокон, красителей, ТВВ, оборудования) и со швейным производством. Все они составляют единый текстильный комплекс, который имеют США, Западная Европа и Япония. В России он был разрушен при распаде СССР, сейчас у нас нет хлопка, полиэфира, некоторых красителей и очень слаба машиностроительная база. Наиболее ценное достояние российского текстильного комплекса – кадровые рабочие в текстиле, ИТР, квалифицированные научные и педагогические кадры. Это позволяет надеяться на успешное решение проблем по совершенствованию технологий, позволяющих выпускать высококачественные текстильные изделия, в том числе и трикотажа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абрамов, С.А. Технология отделки трикотажных изделий [Текст] /С.А. Абрамов, В.П. Гусев. – М.: Легкая индустрия, 1973.
2. Ковтун, Л.Г. Технология отделки трикотажа [Текст] /Л.Г. Ковтун.– М.: Легпромиздат, 1990.
3. Отделка хлопчатобумажных тканей: справочник /под ред. Б.Н. Мельникова. – Иваново: Изд-во «Талка», 2003.
4. Мельников, Б.Н. Физико-химические основы процесса отделочного производства [Текст] /Б.Н. Мельников [и др.]. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
5. Типовые технологические режимы печатания трикотажных полотен. [Текст]. – М., 1980.
6. Кожурин, И.А. Оборудование трикотажно-отделочных предприятий. [Текст] / И.А. Кожурин. – М., 1989.
7. Симон, Л. Отделка трикотажных изделий [Текст]/Л. Симон, М. Квапиль. – М.: Легпищемаш, 1982.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Ассортимент трикотажных изделий и волокна, используемые для их изготовления.....	3
2. Подготовка трикотажных полотен и изделий к крашению, печатанию и заключительной отделке.....	7
2.1. Подготовка полотен и изделий из хлопка.....	8
2.1.1. Варка и размасливание трикотажной продукции.....	8
2.1.2. Беление трикотажных изделий	12
2.1.3. Мерсеризация трикотажной продукции.....	16
2.2. Подготовка полотен из белковых волокон.....	20
2.2.1. Полотна из шерстяных волокон.....	20
2.2.2. Полотна из натурального шелка.....	22
2.3. Подготовка трикотажных полотен и изделий из искусственных и синтетических волокон.....	23
2.3.1. Полотна из гидратцеллюлозных волокон.....	24
2.3.2. Полотна из ацетатного и триацетатного шелка.....	25
2.3.3. Полотна из синтетических волокон.....	27
2.3.4. Термостабилизация полотен.....	28
3. Крашение трикотажа.....	31
3.1. Красители. Общие представления.....	32
3.2. Основные положения теории цветности органических красителей.....	34
3.3. Физико-химические основы процесса крашения.....	36
3.4. Практические вопросы процесса крашения трикотажа.....	41
3.4.1. Виды расцветок трикотажных полотен и изделий.....	41
3.4.2. Требования к окраскам трикотажных изделий.....	42
3.4.3. Оборудование для крашения трикотажных материалов.....	43
3.5. Крашение материалов из целлюлозных волокон.....	46
3.5.1. Крашение прямыми красителями.....	46
3.5.2. Крашение активными красителями.....	49
3.5.3. Крашение кубовыми красителями.....	52
3.5.4. Крашение сернистыми красителями.....	54
3.6. Крашение шерсти.....	55
3.6.1. Крашение кислотными красителями.....	56
3.6.2. Крашение кислотно-хромовыми и металлкомплексными красителями.....	59
3.7. Крашение трикотажных полотен и изделий из ацетатных и синтетических волокон.....	61
3.7.1. Крашение ацетатных, полиамидных и полиэфирных волокон дисперсными красителями.....	61

3.7.2. Крашение полиамидных и полиэфирных волокон красителями других классов.....	65
3.7.3. Крашение трикотажных полотен и изделий из полиакрилонитрильных волокон.....	67
3.8. Крашение изделий из смеси волокон.....	70
4. Печатание трикотажных полотен	72
4.1. Технологические операции процесса печатания.....	74
4.1.1. Подготовка трикотажных полуфабрикатов к печатанию.....	74
4.1.2. Способы нанесения рисунков на трикотажные полотна	75
4.1.3. Обработка полотна после печатания.....	77
4.1.4. Печатание штучных изделий.....	79
4.2. Виды печати.....	83
4.3. Технология печатания изделий из различных видов волокон.....	85
4.4. Печатание пигментами.....	87
5. Заключительная отделка трикотажных полотен и штучных трикотажных изделий.....	90
5.1. Аппретирование трикотажных полотен	91
5.1.1. Придание трикотажным полотнам мягкости и исключение прорубки при пошиве изделий.....	92
5.1.2. Придание трикотажным полотнам формоустойчивости, малоусадочности и малосминаемости.....	93
5.1.3. Придание шерстяным полотнам несвойлачиваемости и малоусадочности.....	94
5.1.4. Антистатическая отделка.....	95
5.2. Механические способы отделки трикотажа.....	97
5.3. Отделка чулочно-носочных изделий.....	101
5.4. Заключительная отделка штучных верхних трикотажных изделий	102
5.5. Специальные виды отделки трикотажных полотен	104
6. Основные тенденции в теории и практике отделочного производства.....	107
Библиографический список.....	110