

674.024

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ



Т.Д. Балашова, Н.В. Журавлева,
М.В. Коновалова, М.А. Куликова

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Учебное пособие

Допущено учебно-методическим объединением по
образованию в области технологии и проектирования
текстильных изделий в качестве учебного пособия для
студентов нехимических специальностей текстильных вузов

МГТУ им. А.Н. Косыгина
ООО «Совъяж Бево»
Москва 2005

Балашова Т.Д., Журавлева Н.В., Коновалова М.В., Куликова М.А. **ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ: Учебное пособие.** - М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2005. - 363 с.

В учебном пособии рассматриваются строение и свойства текстильных волокон, даются теоретические основы и технологические режимы подготовки, крашения и печатания, а также заключительной отделки материалов из различных видов волокон. Значительное внимание уделяется характеристике оборудования. Приводятся сведения о новых препаратах и технологических процессах, применяемых в крамерно-отделочном производстве.

Пособие рекомендуется для студентов нехимических специальностей вузов текстильного профиля. Может представлять интерес для инженерно-технических работников текстильной промышленности.

Рецензенты: заместитель заведующего отделом ассортимента и технологии трикотажной промышленности ФГУП ЦНИХБИ, канд. техн. наук Т.Н. Ломакина; доцент кафедры текстильного Колорирования и дизайна Российского заочного института текстильной и легкой промышленности, канд. техн. наук Л.А. Лобанова.

ISBN 5-8196-0069-X

© Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина, 2005

© Т.Д. Балашова, Н.В. Журавлева, М.В. Коновалова, М.А. Куликова, 2005

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
Глава 1. Свойства текстильных волокон	11
1.1. Общие сведения о волокнах	11
1.2. Природные волокна	17
1.2.1. Целлюлозные волокна	17
1.2.2. Белковые волокна	25
1.3. Искусственные целлюлозные волокна	41
1.3.1. Гидратцеллюлозные волокна	41
1.3.2. Ацетилцеллюлозные волокна	45
1.4. Синтетические волокна	48
1.4.1. Полиэфирные волокна	49
1.4.2. Полиамидные волокна	50
1.4.3. Полиакрилонитрильные (ПАН) волокна	53
1.4.4. Другие синтетические волокна	55
Глава 2. Подготовка тканей к крашению и печатанию	59
2.1. Опаливание тканей	62
2.2. Подготовка хлопчатобумажных тканей	66
2.2.1. Ворсование	66
2.2.2. Расшлихтовка	66
2.2.3. Отварка	70
2.2.4. Кисловка	77
2.2.5. Беление	77
2.2.6. Мерсеризация	91
2.3. Подготовка изделий из льна	97
2.4. Подготовка тканей из белковых волокон	100
2.4.1. Подготовка шерстяных тканей	100
2.4.2. Подготовка тканей из натурального шелка	111
2.5. Подготовка текстильных материалов из искусственных волокон	113
2.5.1. Подготовка тканей из гидратцеллюлозных волокон	114

2.5.2. Подготовка тканей из ацетилцеллюлозных нитей.	115
2.6. Подготовка тканей из синтетических волокон и нитей.	117
2.7. Применение оптических отбеливающих веществ.	121
2.8. Новые методы интенсификации процессов подготовки текстильных материалов.	123
2.8.1. Использование новых катализаторов и стабилизаторов.	124
2.8.2. Использование неводных сред.	125
2.8.3. Новые физические способы интенсификации процессов подготовки.	127
Глава 3. Крашение текстильных материалов.	129
3.1. Теоретические основы крашения.	129
3.1.1. Общие сведения о красителях.	129
3.1.2. Классификация, основные свойства и номенклатура красителей.	131
3.1.3. Современные представления о процессе крашения.	139
3.1.4. Факторы, влияющие на скорость крашения.	143
3.1.5. Устойчивость окраски.	149
3.2. Оборудование для крашения.	150
3.2.1. Оборудование периодического действия.	153
3.2.2. Оборудование непрерывного действия.	161
3.3. Крашение текстильных материалов из природных целлюлозных и искусственных гидратцеллюлозных волокон.	168
3.3.1. Крашение прямыми красителями.	170
3.3.2. Крашение активными красителями.	176
3.3.3. Крашение кубовыми красителями.	183
3.3.4. Крашение кубозолями.	188
3.3.5. Крашение сернистыми красителями.	190
3.3.6. Крашение путем образования нерастворимых азокрасителей.	193

3.4. Крашение текстильных материалов	
из белковых волокон	195
3.4.1. Крашение шерстяных материалов.	196
3.4.2. Крашение натурального шелка	209
3.5. Крашение текстильных материалов	
из ацетилцеллюлозных и синтетических волокон ..	211
3.5.1. Крашение тканей из ацетилцеллюлозных	
волокон	214
3.5.2. Крашение тканей из полиэфирных	
волокон	215
3.5.3. Крашение тканей из полиамидных	
волокон	217
3.5.4. Крашение текстильных материалов	
из полиакрилонитрильных волокон.	220
3.6. Интенсификация процессов крашения.	223
3.7. Возможные дефекты, образующиеся	
при крашении.	226
 Глава 4. Печатание текстильных материалов.	228
4.1. Общие представления.	228
4.2. Свойства и состав печатных красок	230
4.2.1. Классификация и свойства загустителей ..	231
4.2.2. Приготовление печатных красок	236
4.3. Подготовка текстильных материалов	
перед печатанием	237
4.4. Виды печати.	238
4.4.1. Прямая печать	238
4.4.2. Вытравная печать	251
4.4.3. Резервная печать	254
4.5. Способы печати.	258
4.5.1. Печать на машинах с гравированными	
валами.	258
4.5.2. Печать на машинах с плоскими сетчатыми	
шаблонами.	263
4.5.3. Печать на машинах с цилиндрическими	
сетчатыми шаблонами (ротационные машины) . .	265

4.5.4. Переводная термopечать	270
4.6. Обработка ткани после печатания.	274
4.7. Деформационное поведение печатных красок и его влияние на качество печати.	277
4.8. Возможные дефекты на напечатанных тканях	280

Глава 5. Колорирование текстильных материалов , из смеси природных и химических волокон	283
5.1. Колорирование текстильных материалов из смеси хлопка с гидратцеллюлозными волокнами.	284
5.2. Колорирование целлюлозно-полиэфирных текстильных материалов	285
5.2.1. Применение красителей двух классов. . . .	285
5.2.2. Применение красителей одного класса . . .	289
5.3. Колорирование текстильных материалов из смеси вискозных и ацетатных нитей.	293
5.4. Колорирование текстильных материалов из смеси шерсти и химических волокон.	294
5.4.1. Колорирование полушерстяных тканей . . .	294
5.4.2. Крашение тканей из смеси шерсти с полиэфирным волокном	297
5.4.3. Крашение тканей и пряжи из смеси шерсти и полиакрилонитрильного волокна. . . .	298
5.5. Колорирование тканей из смеси волокон, содержащих натуральный шелк	300
5.6. Колорирование текстильных материалов из смеси ацетатных и синтетических волокон.	301

Глава 6. Заключительная отделка текстильных материалов	302
6.1. Отделка тканей из целлюлозных волокон. . . .	303
6.1.1. Механическая отделка	303
6.1.2. Придание тканям малосминаемости, малоусадочное™ и формоустойчивости.	304

6.1.3. Улучшение внешнего вида и повышение износостойкости тканей с помощью малосмываемых аппретов	313
6.1.4. Получение на тканях эффектов стойкого тиснения, серебрения и лощения.	315
6.1.5. Оборудование для заключительной отделки тканей из целлюлозных волокон.	316
6.2. Отделка тканей из химических волокон, натурального шелка и из смесей волокон.	325
6.3. Отделка шерстяных тканей и тканей из смесей шерсти с другими волокнами.	336
6.4. Специальные виды заключительной отделки .	346
6.4.1. Водно-, кислото- маслоотталкивающая отделка	346
6.4.2. Огнезащитная отделка	353
6.4.3. Противогниlostная и биозащитная отделка.	355
6.4.4. Грязеотталкивающая отделка	358
6.4.5. Складально-уборочные операции.	361
Литература	362

ВВЕДЕНИЕ

Химическая технология волокнистых материалов (ХТВМ) представляет собой совокупность научных знаний и технологических методов, обеспечивающих разнообразную обработку текстильных материалов на последнем этапе их пути к потребителю. Ткань или какой-либо другой текстильный материал (трикотажное полотно, пряжа и т.д.) поступает в красильно-отделочное производство в суровом виде и, последовательно подвергаясь процедурам подготовки, крашения или печатания и заключительной отделки, приобретает готовый товарный вид. Именно на этой стадии текстильным материалам придаются различные свойства, во многом определяющие их эксплуатационные качества.

Красильно-отделочные производства текстильной промышленности могут быть либо самостоятельными предприятиями, либо составной частью текстильного комбината. Переход многих предприятий в собственность акционерных обществ позволяет расширять ассортимент выпускаемых тканей, использовать новые, в том числе зарубежные, технологии, оборудование, красители и текстильно-вспомогательные вещества. Однако использование современных достижений невозможно без усвоения классических представлений в области текстильной химии. Такие знания необходимы не только профессиональным химикам-технологам, но и другим специалистам.

Дело в том, что «мокрая» отделка текстильных материалов проводится при повышенных температурах в агрессивных кислых и щелочных средах в присутствии окислителей и восстановителей. Это накладывает повышенную ответственность при обеспечении условий труда и сохранности обрабатываемого текстильного материала.

Отделочные предприятия потребляют очень большие объемы воды и сбрасывают сточные воды, содержащие красители и химические материалы. Это является важным

аспектом при выборе методов охраны окружающей среды. Значительное потребление воды, электроэнергии, различных химических материалов ставит множество вопросов к области повышения экономической эффективности процессов отделочного производства.

Технология облагораживания текстильных материалов за многие века своего существования прошла путь от преимущественно ручных операций до высокоскоростных непрерывных способов. Такой прогресс текстильной химии был обеспечен систематической работой в этой области многочисленных специалистов и ученых. Глубокие исследования сущности химических и физико-химических процессов, протекающих в красильно-отделочном производстве, в различное время проводили и проводят такие крупные ученые, как П.П. Викторов, А.Е. Порай-Кошиц, М.М. Чиликин, Ф.И. Садов, Л.И. Беленький, П.В. Морыганов, М.В. Корчагин, Б.Н. Мельников, Г.Е. Кричевский, А.А. Хархаров, А.В. Сенахов и другие. Над совершенствованием техники и технологии отделки активно работают сотрудники высших учебных заведений и отраслевых научно-исследовательских институтов, а также ряда фирм.

Основными направлениями развития красильно-отделочного производства на ближайшее время являются:

- внедрение современного, высокопроизводительного оборудования с высоким уровнем автоматизации;
- разработка и внедрение высокоэффективных и малоотходных технологий;
- разработка и внедрение современных материалов с новыми свойствами и разработка способов их отделки;
- совмещение нескольких разрозненных технологических операций в одностадийные процессы;
- применение новых методов активного воздействия (ИК-излучения, электромагнитных полей, радиации и т.п.) на ткань и растворы химических реактивов;
- замена воды на органические растворители при проведении химико-технологических процессов.

Коллектив авторов выражает надежду, что данное учебное пособие окажет помощь в изучении химической технологии волокнистых материалов студентам нехимических специальностей текстильных вузов.

Авторский коллектив:

Глава 1, разделы 1.1-1.3; глава 2, разделы 2.1-2.4 -
Балашова Т.Д.

Глава 3, разделы 3.4, 3.5; главы 5 и 6 - Журавлева Н.В.

Глава 1, раздел 1.4; глава 2, разделы 2.5-2.8; глава 3 разделы 3.1, 3.3, 3.6, 3.7; глава 4- Коновалова М.В.

Глава 3, разделы 3.2, 3.3 - Куликова М.А.

ГЛАВА 1. СВОЙСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ ВОЛОКОН

1.1. Общие сведения о волокнах

Все многообразные текстильные волокна состоят из органических волокнообразующих полимеров (от греческого «polimeres» - состоящий из многих частей), для которых одновременно характерны общие свойства и структура низкомолекулярных химических соединений и особенности, присущие высокомолекулярным веществам.

Волокнообразующие полимеры являются высокомолекулярными соединениями, молекулы которых (макромолекулы) состоят из сотен тысяч элементарных звеньев, связанных между собой силами главных химических валентностей. Элементарные звенья, из остатков которых построена макромолекула, называются мономерами. Число отдельных элементарных звеньев, составляющих макромолекулу, называется степенью полимеризации. От этой величины и, следовательно, от длины макромолекулы во многом зависят физико-химические и механические свойства полимера.

В соответствии с классификацией текстильные волокна делят на два основных класса: природные и химические.

Природные волокна являются высокомолекулярными соединениями растительного (целлюлозные) или животного (белковые) происхождения.

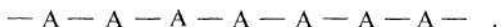
Химические волокна в свою очередь делят на две группы: искусственные и синтетические. К первой группе (искусственные) относятся волокна, сырьем для производства которых служат природные высокомолекулярные соединения, в подавляющем большинстве случаев — целлюлоза.

Ко второй группе относятся волокна, получаемые из полимеров, созданных не природой, а путем синтеза высокомолекулярных соединений из низкомолекулярных. Сырье для их производства получают из газообразных и жидких веществ,

образующихся при перегонке каменного угля, термическом разложении нефти или выделяемых из природных газов. В зависимости от вида высокомолекулярных соединений различают две группы синтетических волокон: гетероцепные и карбоцепные. В гетероцепных основная цепь молекулы высокомолекулярного соединения построена из разных атомов: углерода и азота или углерода и кислорода. В карбоцепных волокнах основная цепь макромолекулы высокомолекулярного соединения построена только из атомов углерода. Классификация основных видов текстильных волокон приведена на схеме 1.

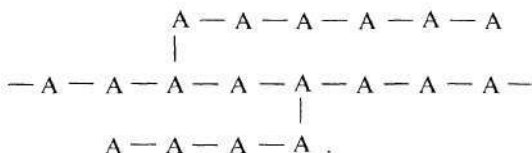
Все волокна обладают гетерогенной физической структурой, причем свойства волокон определяются как их химическим строением, так и физической структурой.

Полимеры могут иметь линейную, разветвленную и сшитую структуру. При линейной нитевидной структуре каждое из элементарных звеньев (А) связано лишь с двумя соседними элементарными звеньями, образуя неразветвленную цепь главных валентностей:



Связь между элементарными звеньями полимера называется внутримолекулярной.

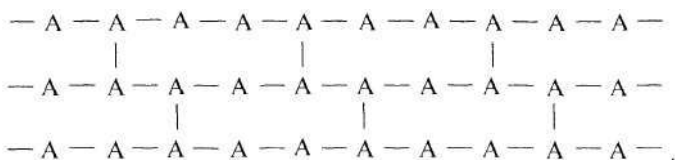
При разветвленной структуре некоторые элементарные звенья связаны более чем с двумя соседними элементарными звеньями. В результате образуются боковые ответвления от главной цепи:



Классификация основных видов текстильных волокон



Для сшитой структуры характерно соединение линейных цепей с помощью главных валентностей еще и поперечно, благодаря чему образуются сетчатые пространственные структуры:



Важной характеристикой волокнообразующего полимера является его молекулярная масса, которая относится к статистическим величинам. Полимеры обычно состоят из полимергомологов, т.е. из различных по молекулярной массе макромолекул, что связано с особенностями современных методов синтеза, а не с природой полимеров. Поэтому синтетические волокнообразующие полимеры полидисперсны, тогда как некоторые природные полимеры (белки) синтезируются в естественных условиях монодисперсными. Величина молекулярной массы для различных видов волокон колеблется в широком интервале — от нескольких десятков тысяч (у химических волокон) до нескольких миллионов (у природных целлюлозных волокон).

Физическую структуру волокон оценивают по следующим основным показателям: степени ориентации макромолекул вдоль оси волокна, степени кристалличности, пористости, отношению к воздействию высоких температур.

В текстильном волокне цепи молекул расположены в большей или меньшей степени упорядоченно вдоль главной оси волокна. Степень приближения всех макромолекул к расположению, отвечающему полной параллелизации их осей вдоль оси волокна, называется степенью ориентации. Чем выше степень ориентации, чем больше плотность упаковки макромолекул, тем прочнее межмолекулярные связи,

выше прочность волокна в сухом состоянии и меньше потечности в мокром состоянии. Цепи макромолекул волокна не представляют собой совершенно неподвижную систему. Под влиянием тепла и механических воздействий они могут в определенной мере изменять свою конфигурацию (конформацию). От степени гибкости цепей макромолекул зависят упругие свойства волокна.

Электронно-микроскопические и другие исследования показывают, что волокна, как правило, имеют надмолекулярную структуру в виде пачек (или агрегатов макромолекул) и фибрилл. Связи между макромолекулами, объединяющие их в такие агрегаты, называются межмолекулярными. Способность иметь фибриллярную надмолекулярную структуру является одним из важных признаков волокнообразующих полимеров. Структура фибрилл или, в общем случае, агрегатов молекул может обладать высокой жесткой упорядоченностью не только ближнего, но и дальнего порядка, что свойственно кристаллической структуре. Однако кристаллические полимерные образования имеют существенную особенность: по длине волокна они чередуются с аморфными и переходными областями таким образом, что одна достаточно длинная макромолекула может отдельными своими участками входить как в кристаллические, так и в аморфные области волокна. Следовательно, можно считать, что все волокна состоят из кристаллических, переходных и аморфных областей.

Соотношение между количеством кристаллических и аморфных областей называется степенью кристалличности волокна. Объектом воздействия химико-технологических процессов отделочного производства являются только аморфные и в некоторых случаях переходные области волокна. Кристаллические области волокна практически недоступны для проникновения химических реагентов. Таким образом, степень кристалличности оказывает влияние на проницаемость волокна как объекта воздействия химико-технологических процессов.

Все волокна, с точки зрения отношения к температуре, можно разделить на термопластичные, т.е. плавящиеся, и нетермопластичные — разрушающиеся под воздействием высокой температуры. Температурные характеристики имеют первостепенное значение при определении области использования волокнообразующих полимеров и технологии обработки ткани в условиях отделочного производства. Тепловое воздействие, особенно в присутствии веществ, способных снижать межмолекулярное взаимодействие (поверхностно-активные вещества, влага и др.), способствует дезориентации макромолекул, т.е. изменению надмолекулярной структуры волокна.

Важнейшими показателями свойств текстильных волокон независимо от их химической природы и способов получения являются: длина, толщина, эластичность, плотность, гигроскопичность. Для полной оценки волокнистых материалов используют и другие показатели в зависимости от вида волокна и его назначения.

Толщина и длина текстильных волокон определяют их пригодность для текстильной переработки (прядение, ткачество), возможную толщину вырабатываемых из них нитей и тканей, прочность и другие свойства.

Растяжимость текстильных волокон, т.е. способность удлиняться под действием растягивающей нагрузки, повышает их сопротивляемость внешним механическим воздействиям. Растяжимость характеризуется абсолютным (AL) или относительным удлинением (%) волокна или нити, которое происходит под действием растягивающей нагрузки перед разрывом.

Если химические нити имеют высокую прочность, их разрывное удлинение, как правило, невелико; малая прочность, наоборот, сочетается со значительным разрывным удлинением. При увеличении прочности волокна теряется его гибкость и оно становится хрупким. Конфликт гибкости и прочности присущ всем волокнам, так как он является следствием процессов, происходящих при ориентации макромолекул, когда они располагаются почти параллельно оси во-

локна и плотно упаковываются. Это способствует образованию межмолекулярных связей, волокно становится более -писталличным и, следовательно, более хрупким. При изготовлении волокон стремятся к тому, чтобы максимально возможная прочность сочеталась с такой гибкостью, которая не препятствовала бы переработке нитей в ткань.

Важным свойством волокон является гигроскопичность, т.е. способность поглощать влагу. Гигроскопичность зависит от степени пористости волокна, характера функциональных групп в макромолекуле полимера, его внутренней структуры и степени полимеризации. Она определяется отношением массы поглощенной волокном влаги при температуре 20—25 °С и относительной влажности воздуха 65 % к массе абсолютно сухого волокна, выражаемым в процентах. Изделия из волокон с большей гигроскопичностью более гигиеничны. Как правило, гигроскопичные волокна имеют невысокую прочность, большое разрывное удлинение, хорошую гибкость, эластичность и электропроводность.

Большое значение имеют такие физические свойства волокон, как форма поперечного сечения, однородность волокна по этому сечению, его извитость, и такие химические свойства, как устойчивость к химическим реагентам, изменение свойств под влиянием света и радиации, негорючесть, способность окрашиваться, несминаемость.

1.2. Природные волокна

1.2.1. Целлюлозные волокна

Среди целлюлозных волокон различают семенные и лубяные (табл.1). Первые представляют собой волоски, образующиеся на семенах плода при его созревании. К семенным относится одно из важнейших текстильных волокон — хлопковое. Лубяные волокна заложены в особом слое стеблей некоторых растений, откуда их извлекают биохимическим или

механическим путем (зеленый луб). К лубяным относят льняное волокно, пеньку, джут, рами и др.

При рассмотрении под микроскопом хлопковое волокно представляется в виде плоской ленточки, основная часть которой закручена штопорообразно, а концы суживаются: верхний — больше, нижний — меньше. Верхний конец волокна конусообразный, закрытый; нижний, прикреплявшийся к семени, оборван, так как на хлопкоочистительных заводах волокна отрывают от семян.

Для крашения и ряда других химических обработок большое значение имеют тонина стенки и ширина канала, которые обуславливают относительную легкость проникания красильных растворов в толщу волокна. Такому прониканию способствует также открытый с одного конца канал волокна.

Основным полимером хлопкового волокна, определяющим его практическую ценность, является целлюлоза. Кроме того, определенную роль в процессах технологической обработки играют сопутствующие вещества (примеси), количественное содержание которых зависит от многих причин. Оно различно для различных видов хлопкового волокна и обусловлено зрелостью последнего, местом и условиями его произрастания, климатическими особенностями данного года.

Основными примесями хлопкового волокна являются азотсодержащие, пектиновые, воскообразные, зольные и другие вещества. Естественные красители, содержащиеся в хлопковом волокне, обычно количественно не определяются.

Зрелое хлопковое волокно в среднем содержит (в % к абсолютно сухому веществу):

— целлюлозы	94;
— воскообразных веществ	0,6;
- органических кислот	0,8;
— пектиновых веществ (считая на пектиновую кислоту)	0,9;
— азотистых веществ (считая на белки)	1,3;
— зольных веществ	1,2;
— Сахаров	0,3;
— неисследованной части	0,9.

Как видно из приведенных выше данных, на долю веществ сопутствующих целлюлозе, приходится в среднем 6%, в том числе только 0,9 % относится к неисследованной части.

Помимо названных выше сопутствующих веществ, являющихся естественной составной частью хлопкового волокна, в нем могут находиться механические примеси в виде остатков семенных коробочек, частиц листочков, стеблей, появление которых объясняется условиями сбора и обработки хлопка-сырца на хлопкоочистительных заводах. Для этих сопутствующих веществ особенно характерно высокое содержание лигнина.

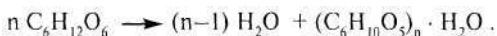
Льняные волокна относятся к лубяным и находятся в виде отдельных пучков в паренхимном слое, идущем кольцеобразно вокруг стебля. Таких пучков в растении образуется 20—25, и в каждом содержится 15—30 элементарных волокон, соединенных между собой так называемыми срединными пластинками. Элементарные волокна представляют собой отдельные клетки с утолщенными стенками веретенообразной формы с острыми концами; внутри клетки имеется узкий канал, закрытый с обеих сторон. Средняя длина их равна 25 мм, средняя толщина — 15—17 мкм, удельная прочность превышает удельную прочность хлопковых волокон, что объясняется большей упорядоченностью макромолекул целлюлозы в элементарном волокне. Лубяные пучки расположены по всей длине стебля, и длина их равна высоте растения (15-125 см).

Примерные данные о химическом составе суровой льняной пряжи приведены ниже (% к абсолютно сухому веществу):

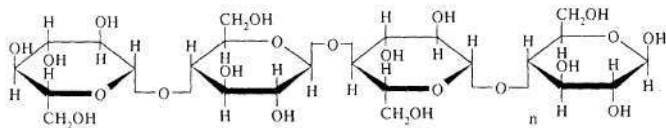
целлюлоза	73,93—78,82;
воскообразные	1,69—2,9;
лигнин	2,05-2,88;
белковые	2,1—2,34;
пектиновые	1,85-2,34;
зольные	0,71-1,06;
неисследованные	15,41-12,78.

Строение целлюлозы

Образование целлюлозы как продукта реакции поликонденсации d-глюкозы схематически может быть представлено уравнением:



Установлено также, что в условиях биологического синтеза целлюлозы в клетках растительных организмов молекулы глюкозы вступают во взаимодействие как бифункциональные соединения. Это приводит к образованию макромолекулы линейной структуры и (β-глюкозидных связей между отдельными атомами глюкозы за счет глюкозидного гидроксила у первого углеродного атома одного глюкозного остатка и спиртового гидроксила у четвертого углеродного атома другого глюкозного остатка. Таким образом, макромолекулу целлюлозы можно представить в следующем виде:



Таким образом природная целлюлоза представляет собой линейный полимер, построенный из ангидридов d-глюкопиранозы, связанных внутримолекулярной β-глюкозидной связью. Ангидриды глюкозы в цепи расположены по винтовой линии, каждый из них повернут по отношению к соседнему на 180°, вместе составляя многократно повторяющиеся остатки целлобиозы.

Глюкозные остатки целлюлозы помимо концевых имеют три гидроксильные группы: первичную (у шестого углеродного атома) и две вторичные (у второго и третьего углеродных атомов). Эти группы несколько различаются по реакционной способности при реакциях этерификации и алкилирования,

осуществляемых в кислой и щелочной средах, и при избирательном окислении. Так, гидроксильной группе у второго углеродного атома свойственна повышенная кислотность.

Для упрощения можно также пользоваться брутто-формулой $[C_6H_7O_2(OH)_3]_n$, подчеркивающей, что на каждый глюкозный остаток приходится три гидроксильные группы.

Макромолекула природной целлюлозы содержит 10000—15000 глюкозных остатков и представляет собой линейный стереорегулярный полимер. В макромолекуле нет никаких разветвлений, поэтому имеет место интенсивное межмолекулярное взаимодействие при помощи водородных связей. Следствием этого является высокая прочность и низкая растворимость целлюлозы. Повышенная жесткость макромолекулы и сравнительно высокая термостойкость целлюлозы объясняются циклической структурой элементарного звена макромолекулы.

Благодаря стереорегулярному строению и интенсивному межмолекулярному взаимодействию природные целлюлозные волокна характеризуются высокой кристалличностью (~ 70 %) и низкой эластичностью.

Макромолекулы в природной целлюлозе объединены в микрофибриллы (пучки), между которыми есть микропоры. Микрофибриллы соединены в свою очередь в фибриллы, между которыми имеются макропоры. Фибриллы образуют элементарные волокна. Микро- и макропоры волокна заполнены воздухом.

Отношение целлюлозы к химическим веществам

По химическим свойствам целлюлоза ведет себя как многоатомный спирт.

Большое влияние на химическую устойчивость целлюлозы оказывают ацетальные (глюкозидные) связи, которые обладают пониженной устойчивостью к действию кислот.

Отношение целлюлозы к воде и растворителям. Несмотря на большое количество гидроксильных групп, гидрофильных по своей природе, целлюлоза в воде не растворяется из-за

большого количества межмолекулярных водородных и ван-дер-ваальсовых связей, но набухает, причем поперечное сечение ее увеличивается на 45—50 %, а длина — на 1—2 %. В основе набухания целлюлозы лежит явление гидратации. Причем доступными являются гидроксильные группы в аморфной части целлюлозы.

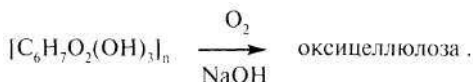
Целлюлоза может растворяться в растворах некоторых солей: медно-аммиачном реактиве, кадоксене и других.

Она не растворяется ни в одном из известных органических растворителей (спиртах, эфирах, бензине, пиридине, перхлорэтилене), которые могут оставаться в порах волокна — инклюдироваться. При этом поглощение большинства из них приводит к снижению её прочности.

Действие разбавленных растворов щелочей (до 10 г/л). В разбавленных растворах гидроксида натрия целлюлоза ведет себя как многоатомный спирт, способный к ионизации ОН-групп: $\text{Целл}-(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Целл}-(\text{O})$, Степень ионизации целлюлозы зависит от pH среды и при pH 11,5 (обеспечивается раствором Na_2CO_3 концентрацией 10 г/л) достигает максимальной величины.

Наличие отрицательного заряда у целлюлозы в щелочной среде очень важно с точки зрения протекания сорбционных процессов (например, крашения), так как все красители, применяемые для крашения целлюлозных волокон, имеют ионный характер.

При нормальных условиях разбавленные растворы гидроксидов не разрушают целлюлозу, но при температуре 100 °C и выше в присутствии кислорода происходит разрушение волокна с образованием оксигидролизата:



В этих условиях гидроксид натрия играет роль катализатора окислительной деструкции целлюлозы (см. ниже).

Действие концентрированных растворов щелочей. Целлюлоза как многоатомный спирт может образовывать щелочную целлюлозу:

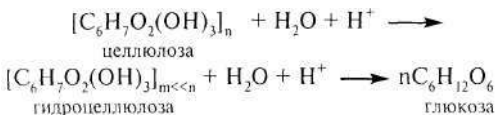


Протекание этой обратимой реакции сильно зависит от температуры. Скорость образования щелочной целлюлозы (прямая реакция) тем выше, чем ниже температура. При температуре меньше 20 °С отношение констант скорости прямой и обратной реакций намного больше 1.

Щелочная целлюлоза является неустойчивым соединением и быстро взаимодействует с водой с образованием гидратцеллюлозы, что сопровождается снижением степени кристалличности волокна с 70 % (у природной целлюлозы) до 30-40 %. Это объясняется тем, что гидратцеллюлоза имеет то же химическое строение, что и природная, но другую физическую структуру (элементарные звенья макромолекулы повернуты одно относительно другого на 90 °С). У нее более высокие гидрофильность и реакционная способность.

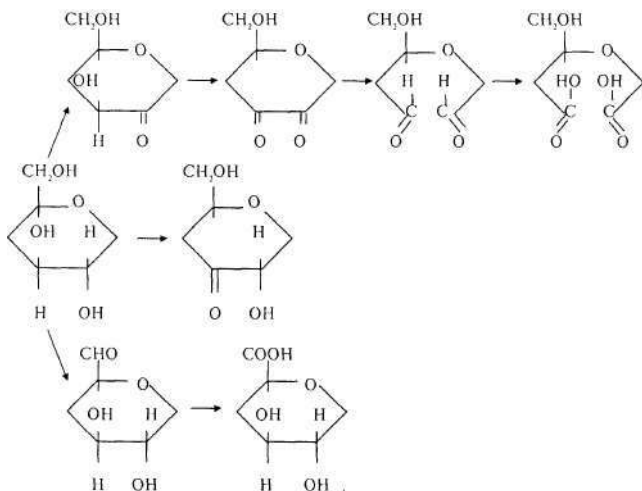
Действие кислот. Органические кислоты даже при высокой температуре не оказывают влияния на целлюлозу. Минеральные кислоты - азотная, соляная, серная - в отсутствии воды образуют сложные эфиры целлюлозы. В присутствии воды происходит гидролитическая деструкция целлюлозы по глюкозидным связям. Кислота в этих условиях играет роль катализатора. Степень полимеризации целлюлозы в процессе гидролиза уменьшается, что вызывает снижение прочности волокна. Оно становится хрупким и может быть растерто в порошок.

Промежуточные соединения, получающиеся в процессе гидролиза целлюлозы, называются гидроцеллюлозой, а конечным продуктом гидролиза является глюкоза:



Действие восстановителей и окислителей. Целлюлоза устойчива к действию восстановителей.

Окислители окисляют функциональные группы целлюлозы, причем гидроксильные группы переходят в альдегидные, а затем в карбоксильные, что сопровождается раскрытием пиранового кольца, деструкцией макромолекул, разрывом глюкозидной связи. Смесь продуктов окислительной деструкции целлюлозы называется оксиглюкозой:



Образование оксиглюкозы сопровождается ухудшением физико-механических показателей волокна. Сильно окисленная целлюлоза может растворяться даже в разбавленных растворах гидроксидов.

На практике некоторые окислители (гипохлорит натрия, хлорит и белящие вещества в условиях, не вызывающих глубокого окисления целлюлозы, при соблюдении технологических параметров.

Целлюлоза неустойчива к фотодеструкции. Наиболее активной в этом отношении является ультрафиолетовая часть солнечного света. При этом сначала окисляются гидроксильные группы, а затем идет деструкция по глюкозидным связям. Первоначальная прочность волокна при инсоляции в течение 940 ч падает на 50 %.

Действие микроорганизмов. Целлюлоза неустойчива к процессам гниения и действию микроорганизмов, особенно в условиях повышенной температуры и высокой относительной влажности среды. Прочность волокна под действием микроорганизмов резко снижается.

Действие температуры. Кратковременное пребывание при температуре 120—150 °С не оказывает на целлюлозу заметного влияния. Длительное пребывание при температуре 100 °С снижает способность волокна к набуханию, а следовательно, и к окрашиванию. При температуре выше 275 °С происходит бурное разложение целлюлозы. При температуре 400–450 °С целлюлоза обугливается.

Целлюлоза легко воспламеняется и быстро сгорает, оставляя запах жженой бумаги.

1.2.2. Белковые волокна

Морфология шерстяного волокна

Шерсть является продуктом жизнедеятельности животных, образующим на их коже так называемый шерстяной покров.

В зависимости от расположения относительно кожи животного различают следующие морфологические участки шерстяного волокна: луковица, корень, стержень.

Луковицей называют утолщенную часть корня, который погружен в углубление кожного покрова. Стержень выступает

над поверхностью кожи и представляет собой именно тот участок волокна, который срезается при стрижке и используется в качестве текстильного сырья. В непосредственной близости от произрастающего волокна расположены сальные и потовые железы. Продукты их выделения, смешиваясь, образуют жиропот, распределение которого на поверхности волокон предупреждает их спутывание, а также способствует защите от разрушительного действия природных факторов.

Кератин, являющийся основным — волокнообразующим — полимером шерсти, образуется из вещества, содержащегося в протоплазме нормально развивающихся в корневой зоне волокна клеток. Это вещество является белковым соединением, содержащим сульфгидрильные группы.

В отличие от одноклеточных хлопковых и элементарных лубяных волокон шерстяное волокно построено из значительного числа отдельных клеток, к тому же не однородных, а различающихся по форме, размерам, составу и свойствам. Клетки каждой разновидности образуют выделяемые в структуре волокон три слоя: чешуйчатый, корковый, сердцевинный.

Чешуйчатый слой представляет собой внешнюю оболочку, защищающую расположенные внутри него слои волокна от внешних воздействий. Составляющие его тонкие роговидные чешуйки образовались за счет видоизменения части исходных эпителиальных клеток луковицы при потере признаков клеточного строения (ядра, оболочки, протоплазмы). Чешуйки расположены на поверхности волокна настолько плотно, что их края как бы перекрывают прилегающую часть чешуек расположенного выше ряда. Выделяющиеся на поверхности стержня волокна краевые участки чешуек направлены своими концами к его верхушечной части. Подобное черепицеобразное строение чешуйчатого слоя как бы подчеркивает его назначение.

Основную массу волокна шерсти составляет расположенный внутри чешуйчатого слоя корковый слой, образованный совокупностью большого числа отдельных удлинённых

клеток, называемых в соответствии с их формой веретенообразными.

Веретенообразные клетки (длина около 100 мкм; размер оперенного сечения около 4 мкм) расположены в корковом слое параллельно одна другой и оси волокна. По современным представлениям эти клетки состоят из микрофибрилл, которые в свою очередь образуются из протофибрилл, имеющих структуру типа «кабеля» из трех (или двух) спиралей.

В образовании микрофибриллы участвуют 11 протофибрилл, девять из них размещаются, соприкасаясь одна с другой при образовании своеобразного внешнего кольца, внутри которого располагаются остальные две.

Внутри коркового слоя между веретенообразными клетками расположены прослойки так называемого межклеточного вещества, химический состав которого не уточнен. В стенках веретенообразных клеток размещаются зерна пигментов, которые придают волокну шерсти природную окраску.

Присутствие сердцевинного слоя характерно лишь для так называемых остевых волокон грубой шерсти, в центральной части которых он и расположен. Этот слой состоит из клеток различной конфигурации (частично с содержанием небольших пузырьков воздуха и отдельных воздушных прослоек).

Морфология натурального шелка

Шелк отличается от других природных волокон (хлопковых, льняных, шерстяных) отсутствием клеточного строения. В этом отношении и по способу образования он обнаруживает большое сходство с искусственными и синтетическими волокнами.

Нить, отделенная от кокона тутового шелкопряда, состоит из двух рядом лежащих нитей основного белка шелка фиброина, покрытых снаружи и соединенных между собой шелковым клеем — серицином. Освобожденное от серицина неповрежденное шелковое волокно имеет вид однородной бесструктурной нити. С помощью химических и механических (раздавливание, трение) воздействий можно вызвать про-

дольное расщепление волокна на более тонкие волокна - фибриллы. Фибриллярность является причиной одного из пороков шелкового волокна — моховатости. Способность шелкового волокна к фибриллярному распаду и развитию моховатости зависит от природы шелкопряда и условий выкармливания гусениц.

Помимо фиброина и серицина — веществ белковой природы - в состав коконной нити входит небольшое количество соединений, извлекаемых эфиром и этиловым спиртом. В шелковом волокне, имеющем естественную окраску (желтую, зеленую и др.), содержится небольшое количество красящих веществ. После сжигания шелкового волокна остается немного золы. Содержание всех этих веществ не постоянно, а изменяется в довольно широких пределах, зависящих от природы шелкопряда, а также от места и условий выкармливания. Так, в состав коконной нити может входить 70-75 % фиброина, 25—30 % серицина, 0,5—0,6 % веществ, извлекаемых эфиром, 1,5 —2,5 % веществ, извлекаемых спиртом, и 1 — 1,7 % минеральных веществ.

Строение белков

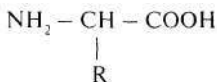
Изучение химического строения белков началось еще в начале прошлого столетия, однако до настоящего времени данный вопрос полностью не решен.

В настоящее время установлено, что отдельные белки природного происхождения характеризуются определенными молекулярными массами, что связано с условиями их биологического синтеза. В этом отношении белки отличаются от синтетических полимеров, которые обычно представляют собой смеси полимергомологов и характеризуются среднестатистической молекулярной массой.

Все белковые вещества гидролитически расщепляются растворами кислот и щелочей, а большинство белков — также и протеолитическими ферментами. Этот распад идет через образование ряда промежуточных продуктов и в конечном счете приводит к аминокислотам. Таким образом, все белки оказы-

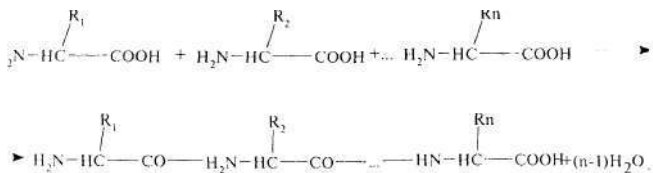
ваются построенными в основном из аминокислот, и это является их важнейшей химической характеристикой. Аминокислоты, выделенные из белков, являются α -аминокислотами.

Аминокислоты можно охарактеризовать общей формулой:



Особенность каждой аминокислоты определяется природой радикала R.

Название «полипептиды» присвоено веществам, состоящим из двух и более аминокислот, соединенных так называемой пептидной связью по типу кислотных амидов. Схематически реакция образования поли пептида может быть представлена так:

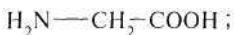


В настоящее время установлено, что главной формой связи отдельных аминокислот в белках является пептидная связь, и белковая молекула может рассматриваться как полипептидная цепь или как несколько полипептидных цепей.

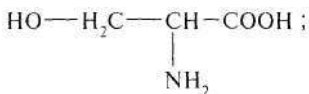
По химическому строению большинство аминокислот являются ациклическими соединениями, но некоторые из них относятся к карбоциклическим и гетероциклическим. По характеру функциональных групп ациклические аминокислоты в свою очередь разделяются на моноаминокарбоновые, моноаминодикарбоновые, диамино-, оксиамино- и тиоаминокислоты.

К ациклическим относятся, например, следующие аминокислоты:

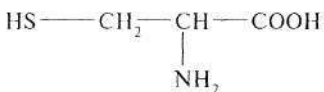
— моноаминокарбоновые: глицин, или аминокусная кислота



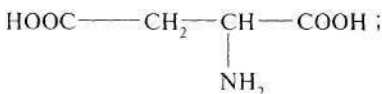
- оксиаминокислоты: серии, или α-амино-β-окси-пропионовая кислота



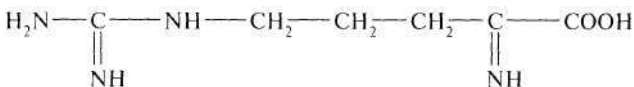
— тиоаминокислоты: цистеин, или α-амино-β-тио-пропионовая кислота



— моноаминодикарбоновые: аспарагиновая кислота, или α-аминоянтарная кислота

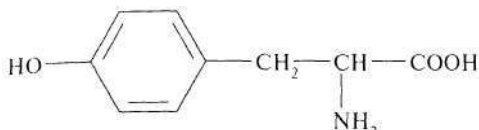


— диаминомонокарбоновые: аргинин, или α-амино-5-гуанидинвалерьяновая кислота



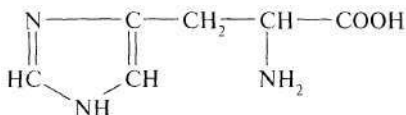
К карбоциклическим относится:

- тирозин, или α-амино -p-оксифенилпропионовая кислота

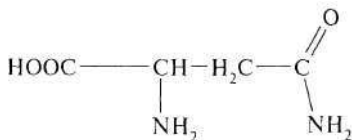


Примером *гетероциклических* является:

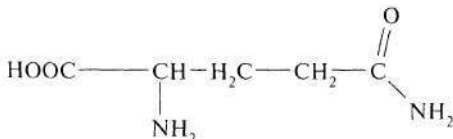
- гистидин, или α-амино -(3-имидазолил)пропионовая кислота



Помимо перечисленных аминокислот в состав белков обычно входят еще два амида: амид аспарагиновой кислоты — аспарагин:



и амид глутаминовой кислоты — глутамин:



Если полипептидная цепь полностью расправлена, ее остов имеет зигзагообразную форму вследствие свойственного углеродному атому направления валентностей к вершинам тетраэдра.

Полипептидная цепь характеризуется не только остовом, но и боковыми цепями, состоящими из радикалов R, свойственных отдельным аминокислотам. Естественно, что степень ветвистости полипептидной цепи зависит от аминокислотного состава белка. Так, боковые цепи составляют 19 % массы у фиброина шелка и 45 % — у кератина шерсти, поскольку фиброин состоит из простых аминокислот: глицина, аланина, серина, тирозина и др., а кератин — из более сложных диамино-дикарбоновых кислот.

Природой боковых цепей в значительной степени определяются физико-химические свойства белков: положение изоэлектрической точки, способность к сольватации и гидратации — отсюда набухание и растворимость и другие.

Активными функциональными группами в боковых цепях в значительной степени определяются химические реакции, свойственные белковым веществам. Между боковыми цепями может возникать взаимодействие, могут образовываться разного рода лабильные связи и тем самым обуславливаться определенное пространственное расположение полипептидных цепей, конформация молекулы.

Применение современных химических и физических методов исследования позволило установить размеры (величину, форму) частиц различных белков и подойти к выяснению их внутреннего строения. Многие белки имеют округлую эллипсоидную форму. Они называются *глобулярными*. Белки кератина и фиброина имеют нитевидную форму, т.е. длина их молекул значительно (в сотни и тысячи раз) преобладает над толщиной, поэтому эти белки называют *фибрилярными*.

В настоящее время принято различать *первичную, вторичную, третичную и четвертичную* структуры белковой молекулы.

Под *первичной структурой* понимают последовательность в расположении аминокислотных остатков в полипептидных

цепях, составляющих молекулу белка. Наряду с аминокислотным составом последовательность расположения аминокислотных остатков является важнейшей характеристикой каждого индивидуального белка. Первичная структура волокнистых белков кератина и фиброина выяснена пока частично.

Под *вторичной структурой* понимают геометрическую форму (конформацию), свойственную единичной полипептидной цепи или отдельным ее участкам. Одной из наиболее часто встречающихся вторичных структур полипептидных цепей является правая α -спираль.

Возможна и другая конформация полипептидной цепи — β -структура, или складчатый листок. В этом случае белковые цепи находятся в состоянии гораздо большей вытянутости: в пределе — до зигзагообразной формы вполне вытянутой полипептидной цепи. Такая структура стабилизируется уже не внутримолекулярными, а межмолекулярными водородными связями между параллельно расположенными полипептидными цепями.

Белки и синтетические полипептиды, имеющие α -форму, можно перевести в β -форму. Это достигается растяжением в специальных условиях. Обычно α -форма белков неустойчива и постепенно переходит в α -форму, за исключением фиброина шелка, для которого в силу особенностей аминокислотного состава и первичной структуры в естественных условиях характерна β -форма.

Под *третичной структурой* понимают расположение в пространстве составляющих молекулу одной или нескольких полипептидных цепей — субъединиц (спирализованных, вытянутых или тех и других одновременно).

Третичная структура определяет форму и размер белковой молекулы. Стабилизация такой структуры связана, прежде всего, с нековалентным взаимодействием между спиральными и β -структурными участками полипептидной цепи в совокупности с взаимодействием радикалов аминокислотных остатков. К таким нековалентным взаимодействиям относятся в первую очередь водородные связи. Типичным является образование

водородных связей между карбонильной и имидной группами $>C=O \dots HN<$ близлежащих участков полипептидных цепей.

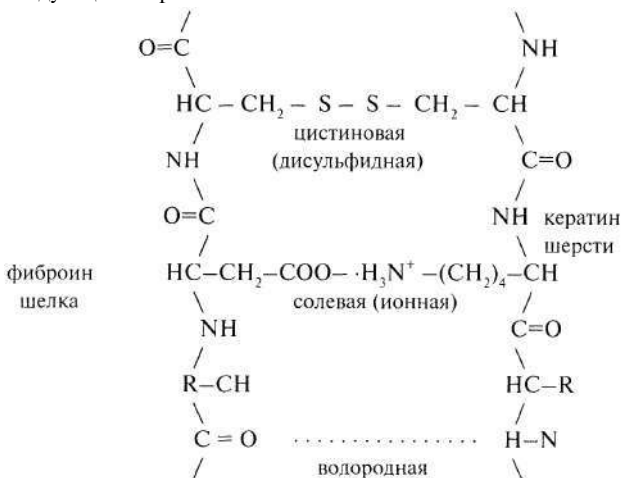
Возможно образование водородных связей между функциональными группами радикалов аминокислотных остатков, например между гидроксильными и свободными карбоксильными группами.

К нековалентному взаимодействию относится также ионное взаимодействие за счет ионогенных групп боковых цепей остатков диамино- и дикарбоновых кислот.

Помимо описанных выше видов нековалентного взаимодействия в ряде белков распространена ковалентная дисульфидная связь, которая образуется за счет сульфгидрильных групп двух остатков цистина:



Эта связь может возникать внутримолекулярно между двумя удаленными участками одной полипептидной цепи или межмолекулярно между двумя разными полипептидными цепями. Схематически все эти связи могут быть представлены следующим образом:



Исследование третичной структуры является весьма сложной задачей, которая в настоящее время решена лишь для немногих белков. Используется для этого рентгенография кристаллов белка.

Под *четвертичной структурой* понимают выяснение пространственного расположения и взаимосвязей субъединиц в белке. Для изучения ее используется электронная микроскопия.

Отношение белковых волокон к химическим веществам

Действие химических веществ на натуральный шелк. Фиброин в воде не растворяется, но набухает, причем поперечное сечение его увеличивается на 19 %, а длина - на 1,2%. Растворение с образованием вязких коллоидных растворов наблюдается в концентрированных растворах солей кальция, стронция, бария, в щелочных растворах, медно-аммиачном растворе (реактив Швейцера) и других. При температуре ниже 10 °С фиброин растворяется в концентрированных фосфорной, серной и соляной кислотах, а также в жидком аммиаке. Из вязких коллоидных растворов фиброин может быть регенерирован, т.е. превращен в фиброиновое волокно при продавливании раствора через фильеры. В настоящее время имеются патенты на производство фиброинового волокна, что представляет практическую ценность при переработке бракованных коконов и отходов шелковой промышленности.

Благодаря свободным amino- и карбоксильным группам фиброин, как и другие белки, обладает кислотными и основными свойствами, т.е. является амфолитом:

— сухое волокно	$\text{H}_2\text{N}-\text{белок}-\text{COOH}$
— нейтральная среда ($\text{pH}=7$)	$\text{H}_3\text{N}^+-\text{белок}-\text{COO}^-$
— кислая среда ($\text{pH}<7$)	$\text{H}_3\text{N}^+-\text{белок}-\text{COOH}$
— щелочная среда ($\text{pH}>7$)	$\text{H}_2\text{N}-\text{белок}-\text{COO}^-$

Если говорить точнее, то в воде (в нейтральной среде) в результате диссоциации amino- и карбоксильных групп возникает биполярный ион, но за счет преобладания карбокс-

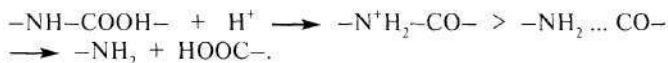
сильных групп в макромолекуле фиброина волокно имеет отрицательный заряд, т.е. несколько преобладают кислотные свойства.

Для любых белков характерно *изоэлектрическое состояние (ИЭС)*, при котором число положительно и отрицательно заряженных центров одинаково. Для фиброина шелка такое состояние имеет место при рН 3,5—4, т. е. в слабокислой среде. При меньшем значении рН волокно приобретает избыточный положительный заряд, при большем - избыточный отрицательный.

Действие кислот. Важной характеристикой белкового волокна является его кислотная емкость, которая определяется наличием свободных аминогрупп (NH_2 -), способных обратимо взаимодействовать с кислотами без разрушения волокна:

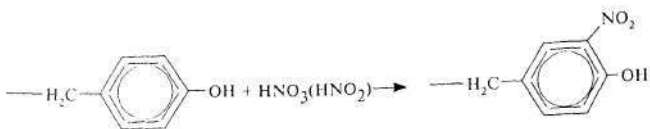


Максимальная кислотная емкость фиброина составляет 0,2—0,3 г-экв/кг. Ряд исследователей наблюдало, что поглощение кислоты волокном может превышать кислотную емкость, но оно не является обратимым и приводит к разрушению волокна по пептидным связям:



Таким образом, фиброин шелка устойчив к действию разбавленных минеральных кислот (серной, соляной) в пределах концентраций, соответствующих кислотной емкости. Повышение концентрации минеральной кислоты, особенно при одновременном повышении температуры, вызывает разрушение волокна, связанное с деструкцией макромолекулы. Специфическое действие на фиброин оказывает концентрированная азотная кислота: волокно шелка резко набухает, приобретает оранжевую окраску и в конечном счете растворяется. Это

связано с реакцией нитрования ароматических ядер тирозина (ксантопротеиновая реакция):



Разбавленные растворы органических кислот (уксусная, муравьиная, молочная) не разрушают фиброин даже при кипячении. При обработке шелка разбавленными растворами указанных кислот при температуре 30 °С в течение 15-20 мин заметно повышается блеск волокна, появляется характерный для шелка скрип.

Действие гидроксидов. Все белковые волокна крайне неустойчивы к щелочам. Под действием щелочей по месту пептидных связей происходит гидролитическое расщепление макромолекул фиброина до аминокислот:

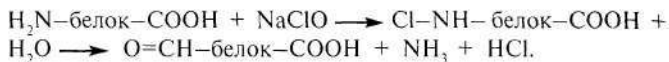


Степень гидролиза фиброина зависит от концентрации щелочей в растворе, температуры раствора и продолжительности его воздействия. Особенно сильное повреждение фиброина вызывают растворы едкого натра. Так, 3 %-ный раствор гидроксида натрия растворяет фиброин при кипячении в течение 10 минут. Концентрированные растворы гидроксида натрия вызывают растворение фиброина на холоде.

Фиброин обладает относительно хорошей устойчивостью к действию растворов карбоната натрия или калия в низких концентрациях (рН 10,3-10,5) и растворов мыла. Этим пользуются при отварке шелка-сырца для освобождения фиброина от серицина и сопутствующих примесей.

Действие окислителей. Фиброин очень неустойчив к действию окислителей. Соли хлорноватистой кислоты (гипохлорит натрия NaClO) даже в слабых концентрациях

(концентрация активного хлора 0,25 г/л) вызывают пожелтение волокна и ухудшение его грифа (волокно становится жестким), а при более высоких концентрациях — разрушение. При этом происходит гидролиз волокна в присутствии выделяющейся в результате реакций соляной кислоты:



К перекиси водорода фиброин менее чувствителен, что используют на практике при белинии шелка.

Фиброин чувствителен к фотохимическому окислению. Прочность шелка снижается на 50 % при инсоляции (освещении прямым солнечным светом) в течение 200 ч.

По светостойкости шелк среди текстильных волокон занимает одно из последних мест. Его фотохимической деструкции способствует кислая среда (рН 1–2), соли меди, свинца, некоторые кубовые красители (желтые, оранжевые, красные, фиолетовые). Задерживают деструкцию остатки щелочи (рН 9–10), тиомочевина, танин. Неустойчивость фиброина к фотохимическому окислению сказывается на сроках эксплуатации шелковых изделий, особенно в летнее время.

Действие восстановителей. К действию восстановителей (дитионита натрия, ронгалита, гидросульфита) фиброин устойчив. Это обстоятельство используется на практике для обесцвечивания подкрасок шелка, печатания кубовыми красителями, обесцвечивания неравномерной окраски ткани. Фиброин устойчив к действию протеолитических ферментов.

Действие температуры. Фиброин — плохой проводник тепла и электричества. Он выдерживает нагревание до температуры 140 °С, а при температуре 180 °С разрушается. Горит фиброин медленно, при горении появляется запах жженных перьев.

Действие химических веществ на шерсть.

Отношение шерсти к влаге и нагреванию. Шерсть гигроскопична. Она поглощает значительное количество влаги, изменя-

ящееся в зависимости от относительной влажности и температуры окружающей среды. Кератин так же, как и фиброин, является амфолитом. Изоэлектрическая точка кератина находится в пределах рН 4,2-4,8. Максимальное поглощение кислот шерстяным волокном наступает при полном подавлении кислотной диссоциации всех карбоксильных групп кератина и соответствует 0,8-0,9 г-экв/кг. Длительное действие кипящей воды или пара в зависимости от температуры и продолжительности вызывает проявляемое в большей или меньшей степени гидролитическое разрушение шерсти.

Волокна, высушенные при температуре 100—105 °С, теряют влагу, обнаруживая при этом повышенную жесткость и пониженную прочность. Повторное увлажнение приводит к новому поглощению шерстью влаги и постепенному восстановлению исходных свойств. Но длительное нагревание шерсти при температуре 105 °С и выше вызывает необратимые разрушения волокон, сопровождаемые их пожелтением и выделением сероводорода и аммиака. При горении шерсти ощущается характерный запах жженого рога. При извлечении волокон из пламени горение прекращается, на концах тлеющих волокон образуются черные хрупкие шарики спекшейся золы. Улетучивающиеся при горении шерсти газообразные продукты проявляют щелочную реакцию.

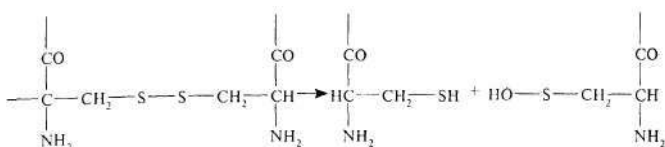
Действие кислот. Большой интерес представляет вопрос о влиянии кислот на физико-механические свойства шерсти. Результаты динамометрических испытаний образцов шерстяной пряжи и ткани, обработанных кислотами при различных условиях, показывают, что обработка растворами кислот относительно небольших концентраций без подогревания, как и кратковременная обработка растворами концентрированных кислот без подогревания не вызывает снижения исходных показателей прочности по причинам, указанным выше.

Длительная обработка растворами кислот при повышенной температуре сопровождается разрушением шерсти, характер и степень которого определяются комплексным влиянием названных факторов.

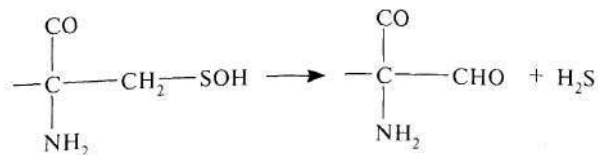
Как и в случае фиброина, обработка шерсти концентрированной азотной кислотой вызывает пожелтение волокна.

Действие щелочей. От действия на шерсть щелочей разрываются не только солевые поперечные связи, но затрагиваются также цистиновые и пептидные связи. Это и служит причиной общеизвестного разрушительного влияния на шерсть гидроксидов, получающего отражение и в уменьшении работы, требующейся для растяжения на 30 % волокон в щелочной среде в зависимости от значений рН. К тому же, при действии гидроксидов происходит пожелтение шерсти, снижение содержания серы и частичное (или полное в случае кипячения в щелочном растворе) растворение волокна.

Схема разрыва цистиновых поперечных связей кератина под действием на них щёлочи следующая:



Образующаяся сульфеновая кислота не устойчива в щелочной среде и распадается, образуя альдегид и сероводород:



Часть серы выделяется при этом в виде газообразного сероводорода H_2S и переходит постепенно в раствор. Оставша-

яся же часть ее (около 50 %) входит в еостав сульфгидрильных групп, менее чувствительных к действию щелочей чем ди сульфидные, в результате чего потеря шерстью серы по достижении соответствующего уровня прекращается

Действие восстановителей. Восстановители действуют на шерсть в наибольшей степени в щелочной среде Так при обработке сульфидом натрия Na_2S в создающейся щелочной среде наблюдается усиленное набухание волокон, степень которого зависит от концентрации раствора, температуры и длительности воздействия. Разрушаются цистиновые связи в результате восстановления цистина до цистеина:



Действие окислителей. Окислители действуют на шерсть в некоторых технологических процессах, а также в условиях влияния атмосферных факторов. При этом затрагиваются преимущественно цистиновые поперечные связи. В частности, шерсть на овцах, подвергаемая в условиях содержания животных относительно длительному действию света и погоды, обнаруживает значительные изменения исходных свойств, особенно на наружных верхушечных участках волокон - снижение чешуйчатости, повышение набухания и растворимости, повышение способности к взаимодействию с красителями, образование сернистой кислоты, переходящей затем в серную.

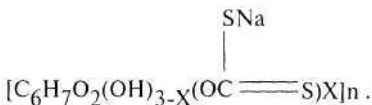
1.3. Искусственные целлюлозные волокна

1.3.1. Гидратцеллюлозные волокна

К гидратцеллюлозным относятся: вискозное, полинозное, медно-аммиачное волокна. Сырьем для их получения служит природная целлюлоза, входящая в состав древесины, соломы, хлопкового пуха и прочего.

Вискозное волокно.

Первым этапом получения вискозного волокна является обработка целлюлозы 18 %-ным раствором едкого натра для образования растворимой в воде щелочной целлюлозы. Щелочную целлюлозу обрабатывают сероуглеродом, в результате чего получается высокомолекулярный эфир — ксантогенат целлюлозы (натриевая соль сложного эфира целлюлозы и дитиоугольной кислоты):



Ксантогенат целлюлозы растворяют в разбавленном растворе едкого натра и получают прядильный раствор - вискозу. В процессе выдерживания раствора происходит частичное омыление ксантогеновых групп и деструкция макромолекул. Затем раствор продавливают через фильтры в осадительную ванну, заполненную раствором серной кислоты, сульфата натрия и сульфата цинка, в которой ксантогенат целлюлозы полностью разлагается, а гидратцеллюлоза регенерируется, приобретая вид быстро твердеющих струек — волокон.

Вискозное волокно - самое универсальное из волокон. Оно легко перерабатывается, дешево, поэтому объем его выработки сейчас превышает 50 % всего мирового производства химических волокон.

Гидратцеллюлоза вискозного волокна отличается от природной значительно меньшей степенью полимеризации (280—320), меньшей степенью упорядоченности макромолекул в волокне и, следовательно, меньшей энергией взаимодействия между отдельными макромолекулами и более рыхлой структурой, так как элементарные звенья в макромолекуле целлюлозы повернуты друг относительно друга на 90 °С. Такое строение вискозного волокна определяет его свойства. По сравнению с природной целлюлозой хлопка вискозное во-

локно обладает повышенной гигроскопичностью, большей способностью к набуханию, меньшей устойчивостью к деформации во влажном состоянии (потеря прочности волокна мокрым состоянием 50-60 %), повышенной сорбиционной способностью. При этом следует отметить, что в процессе изготовления вискозного волокна, при его формировании, степень ориентации макромолекул может изменяться в зависимости от степени его вытягивания. Для вискозного волокна характерна неравномерность ориентации макромолекул по толщине: наружные его слои имеют более высокую ориентацию макромолекул вдоль оси волокна, чем внутренние, образуя так называемую ориентационную рубашку.

Как и природная целлюлоза, вискозное волокно неустойчиво к действию минеральных кислот. Даже разбавленные растворы вызывают деструкцию волокна. Разбавленные же растворы органических кислот не оказывают заметного влияния на его свойства.

При действии щелочей вискозное волокно сильно набухает, а при увеличении концентрации едкого натра и повышении температуры растворяется.

Окислители разрушают вискозное волокно с образованием оксигеллозы, к восстановителям волокно устойчиво. Волокно горит с запахом жженой бумаги, остаток — легкий пепел.

Интересной разновидностью вискозных волокон являются *волокна извитой формы*, используемые для производства ковров. В процессе формирования эти волокна подвергаются сильной вытяжке, в результате которой макромолекулы в поверхностном слое оказываются ориентированными в большей степени, чем в середине. При свободной усадке (в процессе обработки изделий раствором едкого натра) релаксация (свертывание) макромолекул поверхностного слоя и сердцевины различна, в результате чего волокно приобретает извитость. Химические, физические и механические свойства извитых волокон аналогичны свойствам обычного вискозного волокна. Однако прочность их на 25 % выше - за счет вытяжки при формировании.

Пустотелые вискозные волокна вырабатываются для тканей, из которых делают нетонущие спасательные костюмы. В прядильный раствор вискозы перед его созреванием вводят воздух или добавляют соду; при формировании в кислой ванне выделяются пузырьки углекислого газа, а в местах их выделения в волокне образуются пустоты.

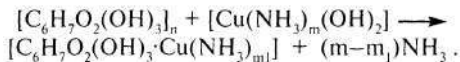
Полинозное волокно

Ценной разновидностью вискозного волокна является полинозное, степень полимеризации которого составляет 450—500. Это хлопкоподобное волокно, отличающееся более высокой степенью упорядоченности макромолекул и однородностью структуры. Надмолекулярная структура полинозного волокна подобна хлопковому, поперечный срез более круглый и однородный.

Полинозные волокна состоят как бы из одной «ориентационной рубашки». В мокром состоянии они теряют прочность только на 25-35 %. Благодаря близким по величине показателям свойств хлопковые и полинозные волокна можно смешивать в любых соотношениях. Таким образом, стремление получить искусственное хлопкоподобное волокно реализовалось в создании полинозных волокон.

Медно-аммиачное волокно

Получение медно-аммиачного волокна основано на способности целлюлозы растворяться в растворах некоторых комплексных солей, например, медно-аммиачном реактиве $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_n](\text{OH})_2$, с образованием вязких растворов. При этом образуется целлюлозно-медно-аммиачный комплекс:



Полученный раствор тщательно перемешивают, фильтруют и удаляют пузырьки воздуха и аммиака. Формование волокна идет в осадительной ванне в растворе 10 %-ной серной

кислоты, в которой происходит регенерация гидратцеллюлозы в форме нити.

По химическим свойствам медно-аммиачное волокно аналогично вискозному, так как по своему составу явл тоже гидратцеллюлозным. Структура медно-аммиачного волокна характеризуется более равномерной ориентацией макромолекул по толщине.

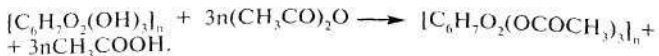
В России медно-аммиачное волокно выпускают в значительно меньшем объеме, чем вискозное, что объясняется значительно более высокой стоимостью его получения. Оно чаще всего используется на изготовление изделий высшего качества: чулок и трикотажного белья. Чулки и белье, изготовленные из медно-аммиачного волокна, так тонки, что кажутся прозрачными. Поперечное сечение медно-аммиачного волокна может быть равным всего 2 мкм, тогда как хлопковое имеет диаметр 15, а натуральный шелк — 18 мкм. Это придает тканям из медно-аммиачных нитей особую мягкость и драпируемость, приятный приглушенный блеск. При необходимости этим волокнам можно придать и сильный блеск.

1.3.2. Ацетилцеллюлозные волокна

Ацетатное волокно

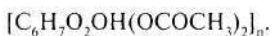
По своему химическому составу ацетатное волокно представляет собой уксуснокислый эфир целлюлозы. Впервые на мировом рынке оно появилось в 1921 году.

Сырьем для производства ацетатного волокна служат целлюлоза и уксусный ангидрид. Из целлюлозы, обработанной смесью уксусного ангидрида и уксусной кислоты в присутствии небольшого количества серной кислоты образуются рыхлые хлопья ацетилцеллюлозы, или первичный ацетат:



Первичный ацетат является исходным продуктом для получения диацетатных и триацетатных волокон и содержит до 62,5 % связанной уксусной кислоты. Для получения диацетатного волокна первичный ацетат подвергают частичному омылению, при котором часть ацетильных групп отщепляется. Полученная диацетилцеллюлоза (вторичный ацетат) содержит 52—56 % связанной уксусной кислоты, что соответствует смеси из 50—80 % диацетата и 50—20 % триацетата. Для формирования волокна раствор диацетилцеллюлозы в смеси ацетона и спирта, продавленный через фильеры, в виде струек попадает в шахту, в которую подается теплый (55—70 °С) воздух, способствующий быстрому испарению ацетона и спирта и затвердеванию нити.

Элементарное звено ацетатного волокна, таким образом, имеет формулу:



Внутримолекулярными связями, как и у природной целлюлозы, являются глюкозидные; межмолекулярными — водородные и силы Ван-дер-Ваальса.

По сравнению с гидратцеллюлозными ацетатные волокна менее гигроскопичны, меньше набухают в воде и водных растворах и меньше теряют прочность во влажном состоянии (примерно на 25—30 %). При воздействии горячей воды (выше 85 °С) и пара волокно теряет блеск.

Наиболее характерными особенностями ацетатного волокна является сравнительно низкая термостойкость (плавится с разложением при температуре 230 °С) и высокая термопластичность (размягчается при температуре 140 °С). Ацетатное волокно растворимо в ацетоне, ледяной уксусной кислоте и феноле.

Как и гидратцеллюлозные, ацетатное волокно неустойчиво к воздействию кислотного повреждения в результате гидролиза глюкозидных связей, что наблюдается даже при обработке разбавленными растворами минеральных кислот. К действию слабых растворов органических кислот волокно устойчиво.

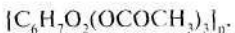
Ацетатное волокно очень чувствительно к действию растворов щелочей, которые могут вызвать гидролиз эфирных связей - омыление волокна, что приводит к превращению и ацетил целлюлозы в гидратцеллюлозу и потере положительных свойств ацетатного волокна.

Подобно другим волокнистым материалам целлюлозного происхождения ацетатное волокно чувствительно к деструктивному действию окислителей, но устойчиво к действию микроорганизмов и плесени, имеет хорошие электроизоляционные свойства.

Триацетатное волокно

При растворении триацетилцеллюлозы (первичного ацетата) в смеси метилхлорида (CH_2Cl_2) и этилового спирта в соотношении 90:10 получается триацетатное волокно. Формование волокна осуществляется на таких же установках, что и ацетатного, но при более низкой температуре.

Ацетатное и триацетатное волокна являются уксуснокислыми эфирами целлюлозы, но различаются количеством ацетильных групп в целлюлозном остатке макромолекулы, что и определяет различие их некоторых свойств. Формула элементарного звена триацетатного волокна имеет вид:



Триацетатное волокно отличается низкой гигроскопичностью, мало набухает в воде, обладает более низкой, чем ацетатное волокно, сорбционной способностью, более высокой термостойкостью, хорошо выдерживает нагревание до температуры 180 °С. Температура плавления — 310 °С.

Триацетатное волокно обладает высокими электроизоляционными свойствами, что приводит к его электризуемости, ярким блеском, устойчиво к действию микроорганизмов. Ткань из триацетатных нитей быстро высыхает и не нуждается в глажении. Ценным свойством изделий из триацетатных нитей является способность сохранять форму (складки, гофре) в процессе эксплуатации.

К действию минеральных кислот триацетатное волокно почти так же неустойчиво, как и ацетатное. В целом, под действием кислот ацетилцеллюлозные волокна разрушаются быстрее, чем растительные, но медленнее, чем гидратцеллюлозные.

К действию щелочей и щелочных растворов триацетатное волокно значительно более устойчиво, чем ацетатное. Омыление волокна наблюдается лишь при воздействии щелочных растворов значительно больших концентраций в условиях повышенной температуры. Триацетатное волокно более устойчиво, чем ацетатное, к действию окислителей. Растворы, обычно применяемые для беличения тканей, практически не оказывают на него деструктирующего действия.

Триацетатное волокно растворимо в метиленхлориде, концентрированной муравьиной и уксусной кислотах, но не растворимо в ацетоне.

Из представленных целлюлозных искусственных волокон наибольший интерес по эксплуатационным свойствам представляет вискозное волокно. Но его производство связано с выделением значительного количества токсичных газообразных веществ и загрязнением сточных вод, поэтому проводятся исследования по снижению вредности производства вискозного волокна.

1.4. Синтетические волокна

Синтетические волокнообразующие полимеры должны обладать следующими общими свойствами:

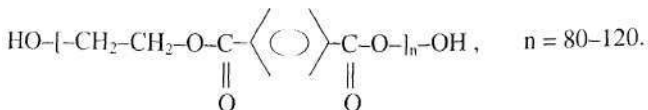
- относительно высокой молекулярной массой;
- линейным строением макромолекул;
- присутствием полярных групп в составе макромолекул.

Синтез полимеров осуществляется путем проведения реакций полимеризации или поликонденсации. Волокнообразующие полимеры в виде растворов или расплавов продавливаются через фильеры, затем полученные струйки затверде-

вают, образуя волокна. Для придания им соответствующих механических и физико-химических свойств волокна подвергают ориентационному вытягиванию.

1.4.1. Полиэфирные волокна

К полиэфирным волокнам относятся лавсан (Россия), терилен (Великобритания), дакрон (США), тетерон (Япония), тревира (Германия) и др. Исходным сырьем для их производства служит полиэтилентерефталат, который синтезируется из этиленгликоля и терефталевой кислоты. Элементарное звено полиэтилентерефталата имеет следующую формулу:



Макромолекулы имеют линейное строение с размещением бензольных колец в одной плоскости. Внутримолекулярная связь - сложноэфирная - $\text{CO}-\text{O}-$; между собой макромолекулы соединяются силами Ван-дер-Ваальса и водородными связями.

Полиэфирные волокна обладают высокоориентированной структурой с большой долей кристаллических областей. Они прочные, жесткие, высокоэластичные, термостойкие и термопластичные, формоустойчивые. Отличаются очень высокой гидрофобностью (кондиционная влажность 0,4-0,5%), в воде практически не набухают. Сильно электризуются, что затрудняет их обработку, снижает комфортность изделий из них и увеличивает их загрязняемость.

Органические растворители, такие, как алифатические спирты, ацетон, четыреххлористый углерод CCl_4 , не действуют на полиэфирные волокна, сильное набухание и даже растворение вызывают растворители фенольной природы и некоторые ароматические карбоновые кислоты.

К действию кислот полиэфирные волокна относительно устойчивы, в частности в 70 %-ном растворе серной кислоты волокно практически не разрушается. Однако, в 85 %-ном растворе этой же кислоты растворяется в течение нескольких минут, причем это сопровождается гидролитической деструкцией сложноэфирных связей.

Очень высокой стойкостью обладают эти волокна к действию окислителей и восстановителей. Они не изменяют своих свойств даже в самых жестких условиях обработки любыми применяемыми в текстильной химии отбеливателями, а также дитионитом натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ или ронгалитом (формальдегидсодержащим производным дитионита натрия).

Под действием щелочей происходит постепенное поверхностное омыление полиэфирных волокон, которое усиливается с повышением температуры и концентрации щелочи. Так, кипячение в 3 %-ном растворе гидроксида натрия в течение 30 минут приводит к снижению массы волокна примерно на 5 %, что мало сказывается на механических характеристиках, но заметно повышает мягкость волокна, его гигроскопичность и крашимаемость. При температурах выше 100 °С сложноэфирные связи полиэфирного волокна гидролизуются очень быстро.

Кроме щелочной обработки крашимаемость полиэфирных волокон можно повысить путем модификации их макромолекул: замены у части элементарных звеньев терефталевой кислоты на сульфоизофталевую или другую дикарбоновую кислоту, что несколько снижает регулярность структуры волокна. Кроме того, можно физически модифицировать волокно, например, усложняя форму поперечного сечения волокон и тем самым увеличивая удельную площадь их поверхности.

1.4.2. Полиамидные волокна

На долю полиамидных волокон в настоящее время приходится более 30 % всего мирового производства синтетических волокон. К их числу относятся:

$\text{H}-[\text{HN}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}]_n-\text{OH}$	капрон (Россия), найлон 6 (США), дедерон (Германия), силон (Чехия) $n = 150-200$
$\text{H}-[\text{HN}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}]_n-\text{OH}$	анид (Россия), найлон 6,6 (США), банлон (США) $n = 80-100$
$\text{H}-[\text{HN}-(\text{CH}_2)_6-\text{CO}]_n-\text{OH}$	энант (Россия), найлон 7 (США) $n = 150-200$

Общим для всех этих волокон является наличие внутри-молекулярных амидных связей $-\text{NH}-\text{CO}-$; межмолекулярные связи — водородные и силы Ван-дер-Ваальса.

Степень кристалличности зависит от его химического строения и колеблется от 40 до 60 %. С увеличением количества групп $-\text{CH}_2-$, расположенных между двумя амидными группировками, возрастает жесткость полимера и его гидрофобность, изменяется температура плавления.

Вообще полиамидные волокна характеризуются высокими упругоэластическими свойствами и повышенной сопротивляемостью изгибу, а по устойчивости к истиранию превосходят все остальные волокна. Именно поэтому они добавляются в чулочно-носочные изделия для повышения износостойкости. Однако вместе с тем данным волокнам присущи низкая термо- и светостойкость, сильная электризация и слишком гладкая поверхность, что ухудшает их сцепляемость в смеси с другими волокнами.

Органические растворители типа галогенизированных Углеводородов, аминов, ацетон не действуют на полиамидные волокна. Их растворяют при нагревании бутиловый спирт, этиленгликоль, формамид, фенольные соединения, а также концентрированная муравьиная кислота при комнатной температуре.

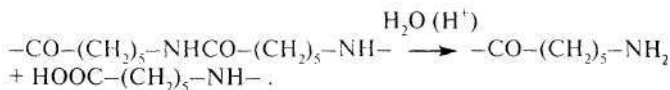
Полиамидные волокна гидрофобны, в воде почти не набухают, их кондиционная влажность 4,5 %.

Как и белковые, полиамидные волокна обладают амфотерными свойствами, то есть в водных растворах их макромолекула приобретает как положительные, так и отрицательные заряды в результате ионизации концевых групп:



Максимальная кислотная емкость полиамидных волокон по концевым аминогруппам составляет 0,04—0,06 г-экв/кг, то есть свободных аминогрупп в них в 15-20 раз меньше, чем в кератине шерсти, и в 4-5 раз меньше, чем в фиброине шелка.

По этой причине полиамидные волокна гораздо более чувствительны к действию кислот. При повышенных температурах даже разбавленные растворы минеральных кислот вызывают гидролиз амидных связей:



В результате прочность волокна резко снижается.

Сильное деструктирующее действие оказывают на полиамидные волокна и окислители: такие, как пероксид водорода H_2O_2 или гипохлорит натрия NaClO . Скорость деструкции существенно возрастает при повышении концентрации раствора и температуры. Более мягко действуют разбавленные растворы хлорита натрия NaClO_2 .

Щелочи, восстановители, а также микроорганизмы и моль на полиамидные волокна влияния не оказывают.

Особенностью этих волокон является склонность к фотодеструкции, которая инициируется двуокисью титана*, некоторыми красителями, оптическими отбеливающими веществами и текстильно-вспомогательными веществами. Энанти

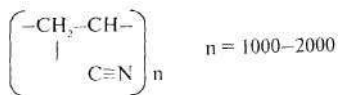
Двуокись титана TiO_2 применяется для повышения степени белизны волокна и в качестве матирующего (снижающего блеск) средства.

обладает более высокой устойчивостью к свету и действию ультрафиолетовых лучей.

Высокая степень кристалличности, гидрофобность и незначительное количество полярных функциональных групп приводят к ограничению их крашнваемости. Улучшить свойства полиамидных волокон можно путем химического или структурного их модифицирования.

1.4.3. Полиакрилонитрильные (ПАН) волокна

Эти волокна выпускаются в различных странах под разными названиями: нитрон (Россия), орлон (США), акрил (Швеция) и т.д. Они получают в результате полимеризации акрилонитрила и имеют следующее элементарное звено:



Полиакрилонитрил является карбоцепным полимером. Наличие в молекуле сильно полярных групп $-\text{C}\equiv\text{N}$ делает полимер достаточно жестким, а его структура является высокоориентированной. В таком виде это волокно очень плохо поддается крашению, поэтому на стадии синтеза его модифицируют. Путем введения в состав макромолекулы соединений, Разрыхляющих структуру полимера (метилметакрилат, метилакрилат), и содержащих функциональные группы (например, итаконовую кислоту). Таким образом, волокно содержит 85–90 % звеньев акрилонитрила, а остальное приходится на долю сополимеров.

Эти волокна мягкие, шерстоподобные, обладают очень высокими теплоизолирующими показателями и прочностью, Устойчивы к смятию, истиранию, хорошо сохраняют форму, не свойлачиваются. По светостойкости ПАН-волокна превосходят все остальные текстильные волокна. Эти свойства обуславливают применение их для изготовления теплой одежды, том числе изделий из искусственного меха.

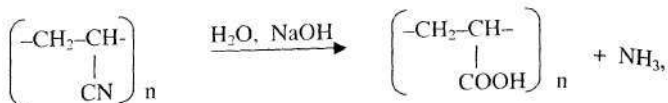
Волокна обладают высокой термостойкостью: продолжительное нагревание при 120-130 °С не вызывает деструкции, но наблюдается пожелтение. Плавление с разложением происходит в интервале температур 240-300 °С.

Волокно является гидрофобным, его влагосодержание при нормальных условиях не превышает 1,5 %.

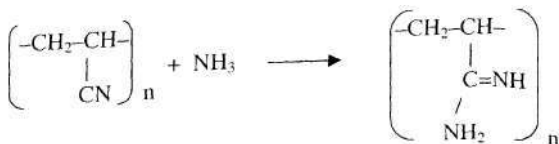
Полиакрилонитрил растворяется в феноле, *m*-крезоле, диметилсульфоксиде, диметилформамиде, то есть в сильно полярных органических растворителях. Хлорированные углеводороды, ацетон, спирты на него не действуют.

Полиакрилонитрильные волокна устойчивы к действию минеральных и органических кислот (соляной, уксусной, муравьиной) средних и высоких концентраций; они разрушаются лишь в концентрированных растворах серной и азотной кислот.

ПАН-волокна обладают относительной устойчивостью к действию разбавленных растворов щелочей при низких температурах. Однако при обработке кипящим раствором гидроксида натрия NaOH даже невысокой концентрации волокно приобретает сначала оранжево-рыжую окраску, а затем разрушается. Это объясняется гидролизом нитрильной группы сначала до карбоксильной группы:



далее выделяющийся аммиак вступает в реакцию с остальными нитрильными группами с образованием амидиновых групп придающих волокну указанную окраску:



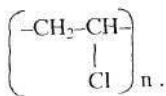
На ранних стадиях оранжевая окраска может быть удалена в результате обработки разбавленными растворами кислот или окислителей.

К действию окислителей и восстановителей полиакрилонитрильные волокна устойчивы. Они не подвержены гниению и действию насекомых.

1.4.4. Другие синтетические волокна

Поливинилхлоридные (ПВХ) волокна

Поливинилхлоридные волокна получают также из карбоцепного полимера - поливинилхлорида - и имеют следующую формулу элементарного звена:



Путем дополнительного хлорирования можно получить перхлорвинил с содержанием хлора в полимере до 65%

Волокна этой группы выпускаются под торговыми, названиями хлорин, ПВХ (Россия), ровиль (Франция), виньон (США) и другие. Они имеют хорошие Физико-механические свойства, устойчивы к истиранию, гниению, практически не возгораемы. Их недостатком являются низкие теплостойкость и светостойкость, а легкая электризуемость затрудняет их переработку.

Волокна гидрофобны: кондиционная влажность составляет 0,1-0,4 %. Они очень устойчивы к воздействию различных химических реагентов, очень плохо окрашиваются

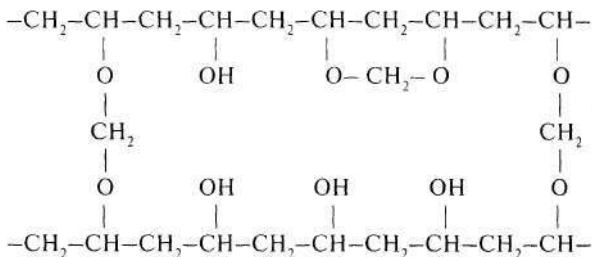
Поливинилхлоридные волокна применяют при изготовлении лечебного белья, производстве изделий, не обрабатываемых в горячей воде (например, купальников), материалов технического назначения, спецодежды, невозгораемых обивочных материалов.

Поливинилспиртовые волокна

Поливинилспиртовые волокна производятся под торговыми названиями винол (Россия), винал (США), винилоцкуралон, ньюлон, повел (Япония). Они являются одними из самых дешевых синтетических волокон. Их получают из поливинилового спирта (ПВС):



ПВС растворим в воде. Для получения не растворимых в воде волокон ПВС обрабатывают чаще всего формальдегидом (ацетируют), в результате чего образуются внутри- и межмолекулярные «сшивки»:



Ацеталированию подвергаются 35-40 % гидроксильных групп исходного поливинилового спирта.

Волокна получают с предельно ориентированной структурой, высокой степенью кристалличности и наличием ориентационной рубашки.

По гигроскопичности ПВС-волокна приближаются к целлюлозным, их кондиционное влагосодержание составляет 4,5—5 %, но набухают в воде мало.

Эти волокна обладают хорошей прочностью в сухом и мокром состоянии, формоустойчивостью, эластичностью, от-

носителем высокой прочностью к истиранию (в 2—5 раз выше, чем у хлопка), устойчивостью к действию микроорганизмов. Однако недостаточно устойчивы к нагреванию.

Поливинилспиртовые волокна обладают высокой химической стойкостью, разрушаются лишь в концентрированных растворах минеральных кислот. Волокна растворяются в сильно полярных органических растворителях (фенол, крезол), их можно окрашивать красителями различных классов.

Волокна этого типа применяются для производства хмостойких тканей, бельевых тканей, трикотажа, чулочно-носочных изделий, в медицинской практике. В смеси с хлопком или шерстью их используют при изготовлении одежных, спортивных и мебельно-декоративных тканей. Растворимые поливинилспиртовые волокна в качестве растворимого компонента употребляются при производстве гипюра и ажурных полотен.

Полиуретановые волокна

Полиуретановые волокна имеют строение элементарного звена:



где R и R' — алифатические или ароматические радикалы.

Внутримолекулярная связь осуществляется уретановыми группами -NH-COO-.

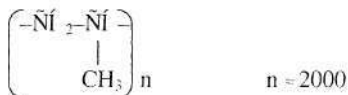
Эти волокна выпускаются под торговыми названиями спандекс (Россия), лайкра (США), вирен (Германия) и находят широкое применение при производстве белья, спортивных и чулочно-носочных изделий, изделий медицинского назначения, иногда их выпускают в виде нити с обмоткой из пряжи или комплексной нити из каких-либо других волокон.

Такой способ применения обусловлен свойствами полиуретановых волокон, и прежде всего их высокой эластичностью. По растяжимости они равноценны резиновым нитям, но по сравнению с ними имеют меньшую толщину, более высокую прочность, упругость, износостойкость, лучше окрашиваются.

Полиуретаны по химическим свойствам похожи на полиамидные волокна, но более устойчивы к действию кислот и окислителей, более гидрофобны, обладают хорошей устойчивостью к светопогоде. Основным их недостатком является низкая термостойкость: при температуре 150 °С они желтеют и начинается термодеструкция.

Полиолефиновые волокна

Полиолефиновые волокна выпускаются под названиями полиэтиленовые и полипропиленовые волокна (Россия), прелой (США), мераклон (Испания), курлен (Великобритания) и др. Их получают путем формования из полимеров, синтезируемых из алифатических углеводородов. Строение полипропиленового волокна можно представить следующим образом:



Отличаются высокой прочностью, по эластичности мало уступают полиамидным волокнам, легкие, не поглощают влагу, но имеют повышенную склонность к электризации. Эти свойства затрудняют крашение и переработку полипропиленовых волокон в текстильной промышленности.

Эти волокна устойчивы к органическим растворителям, химическим реагентам, но недостаточно стойки к действию кислорода воздуха при повышенных температурах. Длительное нагревание или солнечное облучение на открытом воздухе приводит к необратимой потере прочности волокна. При низких (<15 °С) температурах оно становится хрупким.

Полипропиленовые волокна перерабатывают как в чистом виде, так и в смеси с другими волокнами для изготовления тканей различного ассортимента, трикотажных изделий, ковров и напольных покрытий.

ГЛАВА 2. ПОДГОТОВКА ТКАНЕЙ К КРАШЕНИЮ И ПЕЧАТАНИЮ

Подготовка тканей к крашению и печатанию - это совокупность процессов, обеспечивающих удаление из суровых тканей неволокнистых примесей с целью придания им способности быстрого и равномерного смачивания водой и устойчивой белизны.

К веществам, подлежащим удалению, относятся природные примеси, которые сопутствуют натуральным волокнам, и химические материалы, нанесенные на волокно и пряжу в процессах их изготовления и переработки. Для тканей из растительных волокон к таким веществам относятся естественные спутники целлюлозы, замасливатели и шлихта; для тканей из шерсти — это остатки жировых и потовых веществ, целлюлозных примесей (растительные загрязнения), замасливатели и в ряде случаев шлихта; для тканей из натурального шелка — серицин, воскообразные вещества, жировые эмульсии и мыла, нанесенные перед кручением и ткачеством; для тканей из химических волокон — шлихта, замасливатель и антистатические препараты; для тканей из природных и химических волокон — загрязнения, возникающие при переработке, смазочные масла, металлическая пыль и др.

Суровые ткани, содержащие указанные примеси, плохо смачиваются водой, на них практически невозможно получить яркие, равномерные, насыщенные и прочные окраски.

В процессе подготовки текстильных материалов к крашению и печатанию необходимо освободить поверхность и поры волокнистого материала для последующего взаимодействия с красителем и вспомогательными материалами, снять внутренние напряжения, вызывающие неравномерность свойств, при этом обязательно должны быть сохранены физико-механические и химические свойства волокон.

Указанные задачи определяют выбор химических материалов используемых при подготовке к крашению и печатанию тканей из различных волокон.

Наиболее широко в операциях подготовки применяют ^ поверхностно-активные вещества (ПАВ), обладающие целым ^ комплексом свойств (моющие, диспергирующие, смачивающие и эмульгирующие).

Все процессы подготовки тканей, при которых происходит соприкосновение твердой и жидкой фаз, связаны с преодолением поверхностной энергии, понижением поверхностного натяжения. Достигают этого путем введения ПАВ в состав рабочих растворов. Снижение поверхностного натяжения облегчает проникание жидкой фазы внутрь волокна, способствуя лучшему его смачиванию. ПАВ по химическим свойствам разделяют на две группы — ионогенные (анионактивные и катионактивные) и неионогенные. Первые способны диссоциировать в водных растворах на поверхностно-активный анион (катион) и компенсирующие ионы. Вторые проявляют свои свойства в недиссоциированном состоянии. При подготовке волокнистых материалов к крашению и печатанию применяют, главным образом, анионактивные и неионогенные ПАВ.

Наиболее часто из анионактивных веществ используют смесь нафтенowych сульфокислот (так называемый контакт), натриевые соли сульфатов высших спиртов (препарат ТМС), натриевые соли алкилбензолсульфокислот (сульфонолы), натриевую соль олеиновой кислоты (олеиновое мыло) и др.; из неионогенных ПАВ — полигликолевые эфиры высших жирных спиртов или кислот с общей формулой соответственно $RO(CH_2CH_2O)_nH$ или $RCOO(CH_2CH_2O)_nH$ (R - алкильный остаток, включающий 10-16 атомов углерода), а также продукты конденсации алкилфенола с молекулами окиси этилена (ОП—4, ОП—7, ОП—10). Последние трудно поддаются биохимическому разрушению при очистке сточных вод, и поэтому их производство и применение сокращается.

В красильно-отделочном производстве многие процессы, в том числе и подготовки текстильных материалов, проводятся в водных растворах. При этом используют воду определенного качества. О ее пригодности судят по прозрачности, цветности, жесткости, окисляемости.

Прозрачность оценивается по высоте слоя воды, через который видны стандартные по размеру и начертанию краст или шрифт (соответственно прозрачность "по кресту" или «по шрифту»). Цветность определяется по оптической плотности растворов с помощью специальных приборов.

Жесткость воды определяется общим содержанием в солей кальция и магния и выражается в миллиграмм-эквивалентах на 1 литр. Содержание солей кальция 20,02 мг/л или магния 12,14 мг/л соответствует жесткости, равной 1 мг-экв/л. Цвет воды и ее жесткость имеют большое влияние на качество продукции, расход мыла, красителей и других материалов. Содержание в воде солей железа, кальция, магния, марганца вызывает неровноту крашения, способствует образованию пятен, снижает прочность окраски, делает волокно жестким.

Существует условная классификация воды по жесткости, мг-экв/л: очень мягкая - 0-1,5; мягкая - 1,5-3; средней жесткости - 3-6; жесткая - 6-10; очень жесткая - свыше 10.

Для разных процессов отделочного производства требуется вода различной жесткости, она не должна содержать большого количества легкоокисляемых веществ, должна быть прозрачна и иметь рН в пределах 7-8,5; содержание солей железа допускается не более 0,1 мг/л.

Для приготовления растворов мыла, красителей, кислот и щелочей можно использовать воду, жесткость которой не более 0,5 м-экв/л. В других процессах возможно применение воды средней жесткости.

Чтобы уменьшить жесткость воды, в отделочном производстве прибегают к химическим способам умягчения, основанным на осаждении солей жесткости и удалении их путем реакций обмена катионов кальция, магния и железа на катионы натрия или в результате образования комплексных растворимых солей, связывающих кальций и магний.

Подготовка волокнистых материалов к крашению и печатанию представляет сложный процесс и включает большое число операций. Технологические процессы и оборудование для химической очистки волокнистых материалов определя-

ются характером примесей (природные, искусственные) и прочностью связи их с волокном, химическим, физико-химическим строением последнего и его свойствами, формой материала, а также теми качествами, которые желательны придать текстильному изделию.

Поступающую из ткацкого производства суровую ткань подвергают разбраковке, подбирают в партии по артикулу и способу обработки. Подбор в партии очень важен с точки зрения правильного выбора технологического процесса обработки, ритмичной работы оборудования и контроля качества.

Входящие в партию отдельные куски сшивают на швейных машинах. Шов должен быть прочным, без перекосов и складок; лучше всего соединять куски встык. Сформированные партии поступают со склада суровья в отбельный цех.

2.1. Опаливание тканей

Перед химической очисткой ткани, выработанные из пряжи, проходят механическую операцию — опаливание. В суровом виде поверхность этих тканей покрыта пушком выступающих концов волокон, незакрученных при кручении пряжи. Если их не удалить, то после крашения или печатания ворсистая поверхность будет выглядеть изношенной, а окраска — неровной. Кроме того, шероховатая поверхность в процессе эксплуатации быстрее истирается. Чтобы сделать поверхность гладкой, удалить пушок и ворсинки, улучшить внешний вид тканей и эксплуатационные показатели, ткани опаливают на газоопаливающих машинах.

Тонкие волоконца и пушинки, имеющиеся на поверхности, над пламенем горелок при определенных условиях полностью сгорают, структура же ткани и ее прочностные показатели при этом остаются неизменными. Это достигается с помощью щеточного устройства газоопаливающей ма-

шины, поднимающего ворсинки в положение, перпендикулярное поверхности, а также благодаря высокой скорости движения ткани при опаливании.

Газоопаливающая машина предназначена для одностороннего и двустороннего опаливания тканей (рис. 1). Она включает в себя заправочное устройство 1, обеспечивающее натяжение и расправление тканей, пухоочистительную камеру 2, предназначенную для удаления пуха и поднятия ворса, четыре горелки 3 для опаливания, искрогаситель 4 — коробка, в которую подается влажный пар, предупреждающий воспламенение, или замачивающее устройство.

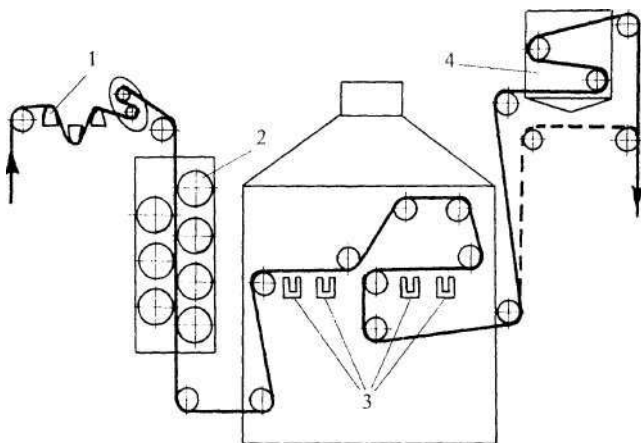


Рис. 1. Схема работы газоопаливающей машины

Основным рабочим органом газоопаливающей машины являются газовые горелки, которые делятся на три типа: с открытым пламенем, с прикрытой камерой горения и, наиболее эффективные, радиационные.

Газоопаливающие машины имеют две или четыре газовые горелки и при соответствующей заправке ткани могут обеспечить двустороннее опаливание — с лицевой и изнаночной сторон (ткани полотняного переплетения), и одностороннее — только с лицевой стороны (ткани саржевого или атласного переплетения).

Газоопаливающая машина окружена шатром, соединенным с вентилятором, который отводит выделяющуюся пыль, газообразные продукты сгорания. Машины оборудованы контрольно-измерительными приборами. Скорость движения хлопчатобумажных тканей — до 240, шерстяных — до 60 м/мин.

Опаливанию подвергаются все ткани за исключением ворсовых (фланель, бумазея, байка), марли, махровых и пестротканых.

Кончики волоконцев, выступающие на поверхности суровых тканей, выработанных с применением хлопчатобумажной или штапельной пряжи из гидратцеллюлозных волокон, при опаливании полностью сгорают, но при этом в их основаниях могут остаться искры и вызвать поджог ткани. Во избежание этого после прохождения газовых горелок ткань сразу же поступает в искрогаситель, в котором в среде влажного водяного пара все искры на её поверхности немедленно гасятся.

Значительные трудности возникают при опаливании тканей, выработанных из пряжи, содержащей синтетические штапельные волокна (полиамидные или полиэфирные) как в чистом виде, так и в смеси с хлопковым или вискозным штапельным волокном. Дело в том, что синтетические волокна, находящиеся на поверхности ткани, при опаливании не сгорают, а плавятся, образуя в основании спекшиеся шарики. Кроме того, они легко электризуются и прилипают к ткани, в результате чего опаливание получается неравномерным. Оплавленные шарики не устраняют шероховатости поверхности, а напротив, могут явиться причиной образования ворса в процессе эксплуатации. Для удаления спекшихся шариков оплавленных волоконцев в искрогасителе

устанавливается система круглых щеток с жестким щетинным ворсом, которые вращаясь в сторону, противоположную движению ткани, хорошо удаляют шарики. В этом случае пуск пара в искрогаситель излишен.

Для получения ткани с равномерно опаленной поверхностью современные опаливающие машины оборудуются специальным устройством, устанавливаемым перед входом ткани в зону пламени газовых горелок. Оно состоит из двух пластин, между которыми создается электростатическое поле. Выступающие ворсинки на движущейся в электростатическом поле ткани принимают вертикальное положение и хорошо опаливаются.

Большинство отделочных предприятий оборудованы газоопаливающими машинами ГО—240М, используются также ГО-240, УГО-240М, ГОФ-240 и другие. При опаливании хлопкополиэфирных тканей наилучший эффект достигается на газоопаливающей машине фирмы «Ост-Хофф» (Германия).

При опаливании тканей на газоопаливающих машинах могут возникнуть следующие пороки: неравномерность опаливания, общее пожелтение ткани, прожоги.

Неравномерное опаливание проявляется в виде участков, имеющих неравномерную ворсистость. Этот вид порока возникает, если пламя газовых горелок машины неравномерно по своей высоте и интенсивности, а также при прохождении ткани через зону газовых горелок складками. Такую ткань следует опаливать вторично.

Общее пожелтение ткани вызывается ее перегревом при опаливании и возникает при пониженной скорости движения. Если ткань при этом не потеряла прочности, ее окрашивают в темный цвет.

Прожоги ткани являются неисправимым браком. Их возникновение связано с неудовлетворительной работой автоматического устройства, отводящего пламя горелок от ткани в случае останова машины, или при неудовлетворительной работе искрогасителя.

2.2. Подготовка хлопчатобумажных тканей

I
} •

Технологический цикл химической подготовки хлопчатобумажных тканей включает расшлихтовку, отварку, беление и мерсеризацию, а для тканей ворсовой группы — еще и ворсование.

2.2.1. Ворсование

Ворсованию подвергаются ткани определенной ассортиментной группы: байка, бумазея, фланель. Оно проводится перед расшлихтовкой на игловорсовальных машинах типа ИВ—180, ИВ—240. Главным рабочим органом этих машин является ворсовальный барабан, на поверхности которого расположены ворсовальные и противоворсовальные валики. В результате их последовательного движения на поверхности ткани создается ровный, плотный ворс, который состоит из концов волокон, вытянутых из уточной пряжи. В зависимости от ассортимента ткань пропускают через ворсовальную машину от 3—4 раз (бумазея) до 12—16 (байка). В случае многократного ворсования удобнее использовать агрегаты ИВА—180—I, ИВА-180-II.

2.2.2. Расшлихтовка

Процесс удаления из тканей шлихты и водорастворимых примесей называется расшлихтовкой. Если шлихта водорастворима (изготовлена на основе синтетических полимеров), то ее можно удалить, обработав ткани горячей водой, в результате чего шлихта набухает и, растворяясь, вымывается. Если шлихта в основе своей содержит крахмал, не растворимый в воде, то необходимо подвергнуть его деструкции с целью перевода в растворимое состояние с последующим вымыванием. При этом частично удаляются спутники целлюлозы (пектиновые, азотистые, зольные вещества), что облегчает последующую обработку ткани. Крахмал по строению и свойствам близок к целлюлозе. Технологический режим, обеспечивающий

расшлихтовку тканей, не должен вызывать деструкцию волокон. Придание растворимости крахмалу может быть достигнуто путем воздействия на него кислот, окислителей, щелочей и ферментов.

Использование двух первых реагентов при несоблюдении технологического режима может привести к воздействию их не только на крахмал, но и на целлюлозу, в результате чего механическая прочность ткани уменьшится.

Расшлихтовка с применением воды, растворов серной кислоты (3–5 г/л), гидроксида натрия (3–5 г/л) сводится к тому, что ткань, пропитанную соответствующим раствором, выдерживают до 12 ч при температуре 30–40 °С, затем промывают. Длительность выдерживания зависит от плотности ткани, количества шлихты и способа расшлихтовки. Во время выдерживания крахмал набухает и частично гидролизуется, а затем удаляется при промывке.

Расшлихтовка с применением окислителей осуществляется следующим образом. Ткань пропитывают раствором гипохлорита натрия, содержащим 1 — 1,5 г/л активного хлора, содержание которого определяют с помощью окислительно-восстановительных реакций — чаще всего реакции с йодистым калием. Температура раствора — 25–30 °С. Затем ткань укладывают в ящики на несколько часов, после чего промывают. Иногда ткань обрабатывают при температуре 40–50 °С раствором, содержащим перекись водорода (2–3 г/л), гидроксид натрия (3–5 г/л), силикат натрия (7 г/л), и ПАВ (1 г/л), с последующим запариванием при температуре 95–100 °С в течение 3–7 мин, затем промывают. В качестве окислителей используют также персульфат натрия, пероксодифосфат, монопероксодигидрат мочевины (3–5 г/л) и препараты на их основе (леонил ЕВ, луфиброк О и Т).

Часто для расшлихтовки используют ферменты — продукты жизнедеятельности животных (панкреатин), микроорганизмов (биолоза, амилосубтилин и супербиолоза) и растений (диафарин, малы), которые биологически разрушают крахмал, но, практически, не оказывают влияния на целлюлозу.

Ферменты расщепляют крахмал до водорастворимого декстрина, так как они являются эффективными катализаторами его гидролитической деструкции: разрыва внутримолекулярной α -глюкозидной связи. При этом расшлихтовку можно проводить в мягких условиях, так как большинство амилаз проявляют свою активность при температуре 40—60 °С и pH 5—8,5. Однако, для каждого фермента существует оптимальная зона pH и температуры. Скорость расшлихтовки ферментами зависит также от природы препарата и его концентрации (1-2 г/л).

При использовании амилосубтилина ГЗХ—2 раствор содержит (г/л): амилосубтилин ГЗХ-2 - 2, ПАВ — 1, уксусную кислоту — 0,3, хлорид натрия — 2. Обработку осуществляют при температуре 60 °С в течение 20 мин. Качество расшлихтовки оценивают по количеству оставшегося крахмала и капиллярности. Обычно в результате действия ферментов удаляется 70—75 % крахмальной шлихты.

Пропитывание тканей растворами реагентов и промывание после вылеживания осуществляют жгутом или врасправку. Для пропитывания и промывания ткани жгутом применяют машину марки ММ—200 (рис. 2).

Основными рабочими органами машины являются стальные обрезиненные валы 4, установленные на шарикоподшипниках в станинах 3 над ванной 6, имеющей два направляющих ролика 7, две гребенки 5 для направления и разделения жгутов. Для подачи воды, растворов химических веществ и пара предусмотрены специальные трубы. Машина закрыта шатром 1. Ткань 2 направляется в машину в два жгута с левой и правой сторон, каждый жгут делает по десять витков, и в средней части машины жгуты сходятся и направляются на отжим в жало валов. После отжима ткань содержит определенное количество воды или раствора, которые обычно выражают в процентах от массы сухой ткани и называют степенью отжима.

Обработка тканей на машине производится в натянутом состоянии. Ткани с легко повреждаемой структурой или выра-

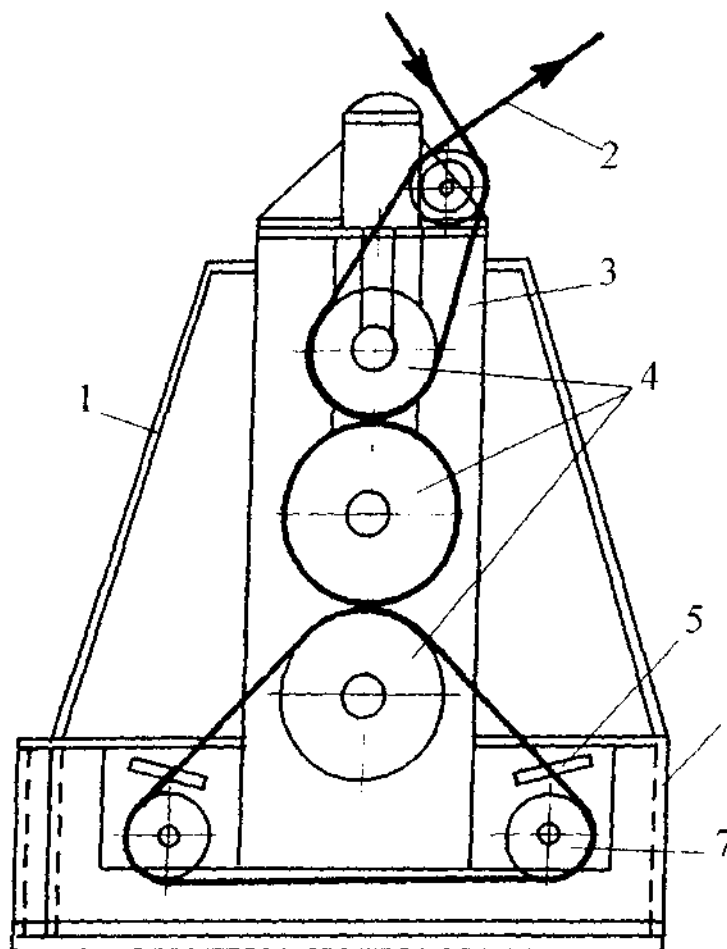


Рис. 2. Схема материально-промывной машины ММ-200 для обработки ткани жгутом

ботанные из волокон, чувствительных к натяжению в мокрое состоянии, следует обрабатывать с минимальным натяжением жгутов. Это достигается за счет вращения подающих органов машины с опережением движения ткани на 15-20 %. В машине предусмотрен регулятор натяжения. Скорость движения ткани составляет до 300 м/мин.

Ткани с повышенной плотностью или выработанные из крученой пряжи легко заламываются, что может привести к появлению полос при последующем крашении. Их рекомендуется обрабатывать врасправку. При прохождении полот

через машину необходимо предупреждать образование складок (засечек), загнутых кромок, кроме того, нужно обеспечить проводку ткани по центру машины. С этой целью устанавливается ряд механизмов для расправления, центрирования полотна и регулирования его натяжения. Все это ограничивает скорость передвижения ткани до 125—200 м/мин.

Современные способы подготовки тканей предусматривают совмещение процессов расшлихтовки и щелочной отварки в одну операцию интенсивной щелочной обработки с использованием повышенных концентраций гидроксида натрия и различных текстильных вспомогательных веществ.

2.2.3. Отварка

Процесс щелочной обработки с целью удаления остатков шлихты и неокрашенных естественных примесей целлюлозы для придания тканям способности быстро и равномерно смачиваться водой называется отваркой. В процессе отварки не только удаляются сопутствующие вещества, но и происходит изменение надмолекулярной структуры целлюлозы хлопка.

Для отварки обычно используют варочную жидкость, содержащую гидроксид натрия (NaOH), гидросульфит натрия (NaHSO_3), поверхностно-активное вещество (ПАВ), силикат натрия ($\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

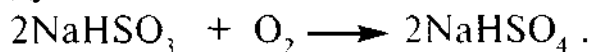
На первом этапе обработки хлопковое волокно набухает и адсорбирует гидроксид натрия, затем протекают химические реакции гидроксида натрия с примесями. Пектиновые вещества в результате гидролиза переходят в растворимые соединения и полностью удаляются с волокна. Азотсодержащие белковые вещества гидролизуются, образуя аминокислоты, которые с гидроксидом натрия дают растворимые в воде соли. Минеральные вещества вымываются из волокна. Около 40 % воскообразных веществ (жирные кислоты) омыляется с образованием натриевых солей жирных кислот. Остальные воскообразные вещества удаляются эмульгированием с помощью ПАВ.

ПАВ представляют собой вещества дифильной природы. Одна часть их молекулы (так называемая «голова») имеет гидрофильный характер и взаимодействует с водой, а другая — «хвост», представляющая собой достаточно длинную углеводородную цепочку (не менее 8 атомов углерода), взаимодействует с органическими соединениями типа жиров.

Гидрофобные воскообразные вещества расположены на наружной поверхности первичной стенки волокна так, что каждый гидрофобный микроучасток окружен гидрофильными веществами или между гидрофобными участками расположены участки целлюлозы. Для успешного протекания процесса эмульгирования необходим перевод воскообразных веществ в расплавленное состояние. Температура плавления воскообразных веществ 80 °С, поэтому температура отварки должна быть выше.

Поверхностно-активные вещества облегчают смачивание волокна и проникновение раствора внутрь его. ПАВ, применяемые при отварке, должны быть не только смачивателями, но и эмульгаторами. Они сорбируют на поверхности раздела «воскообразное вещество — варочную жидкость», ориентируясь гидрофобными концами к воскообразному веществу, а гидрофильными — к варочной жидкости. При этом ПАВ обволакивают стягивающуюся по периметру частицу воскообразного вещества защитным гидрофильным слоем, препятствующим ее слипанию с другими такими же частицами. Отрыв этих частиц от поверхности волокна и переход в окружающую жидкость приводит к образованию разбавленной эмульсии типа «масло в воде», какой является варочная жидкость после отварки.

В условиях отварки (щелочная среда, высокая температура) кислород, находящийся в растворе, воздухе, каналах и субмикроскопических порах хлопкового волокна, может вызвать окисление целлюлозы, поэтому необходимо применение антиоксиданта. В этих целях используется гидросульфит натрия (слабый восстановитель), который взаимодействует с кислородом воздуха:



Тем самым волокно сохраняется от разрушения. Известно также ингибирующее действие на деструкцию целлюлозы антрахинона и его производных.

Силикат натрия при повышенной температуре гидролизуются, образуя кремниевую кислоту с высокой адсорбционной поверхностью, поглощающей загрязнения, перешедшие в раствор варочной жидкости, устраняющей обратное их осаждение на ткань. Кроме того, силикат натрия предотвращает образование на отвариваемых тканях осадков окислов и солей тяжелых металлов (например, ржавых пятен), связывая их.

Вместо силиката натрия при отварке используют также комплексообразующие вещества: полифосфаты, натриевую соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (трилон Б).

В результате щелочной отварки волокнистый материал приобретает равномерную смачиваемость и гигроскопичность.

В настоящее время установлено, что главной причиной термически устойчивой смачиваемости является удаление воскообразных веществ, изменение состояния самой целлюлозы. Это проявляется в увеличении на доступных поверхностях волокна числа свободных гидроксильных групп, что приводит к уменьшению прочности водородной связи между макромолекулами целлюлозы при последующем высушивании. При отварке уплотняется структура волокна, что вызывает уменьшение подвижности макромолекул.

Процесс отварки производят периодическим и непрерывным способами. При первом все необходимые операции осуществляют для партии текстильного материала определенного размера. Эти операции осуществляют на одном аппарате или ряде отдельных машин или аппаратов, не агрегированных между собой или агрегированных частично. При непрерывном способе эти операции производят на ряде машин или аппаратов, составляющих линию, через которую ткань проходит в виде «бесконечной» ленты. При непрерывных способах процесс обработки более экономичен как по производительности труда, так и по съему продукции с 1 м² производственной площади.

При отварке по периодическому способу ткань в виде жгута пропитывают раствором для отварки и укладывают в варочный котел (рис. 3), который включает вертикальный котел 4, подогреватель 5, буфер 2 для создания вакуума, циркуляционный насос 1, механический укладчик 3, вакуум-насос и связывающие коммуникации. Вместимость котла 3000 или 5000 кг ткани.

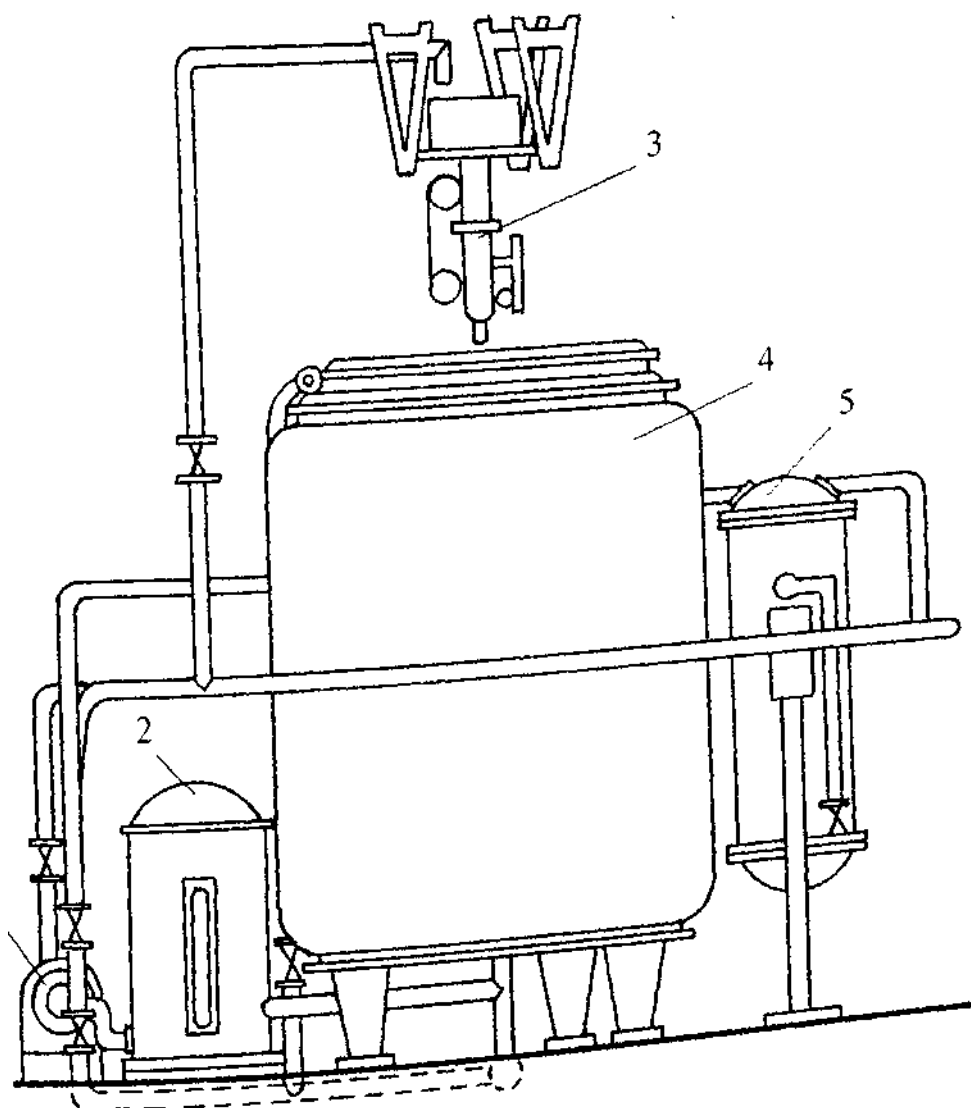


Рис. 3. Схем, варочного котла

Для создания равномерной циркуляции раствора в котле имеются верхние и нижние ложные днища. Циркуляция раствора осуществляется через штуцера, расположенные в днище котла и горловине.

Ткань укладывается в котел механическим укладчиком. Перед этим её пропитывают на машине горячим щелочным раствором, содержащим (г/л): гидроксид натрия 10—15, силикат натрия 2—4, гидросульфит натрия 1—2 и ПАВ 0,5—1. Одновременно с тканью в котел из заготовительного бака подается рабочий раствор. Модуль (отношение массы раствора к массе ткани) при варке — 3,5. После заполнения котла до горловины производят первичную прессовку ткани, повышая плотность ее укладки в котле. Для этого включают вакуум-насос, который создает разрежение в буфере и под нижним ложным днищем котла. При этом варочный раствор стекает в буфер, откуда циркуляционный насос откачивает его в заготовительный бак. Затем производят догрузку котла тканью до горловины и вторую прессовку, после чего котел окончательно загружают тканью, включая емкость горловины. Закрыв крышку, подают раствор, оставшийся от закладки, из заготовительного бака в буфер, откуда насос нагнетает его через подогреватель в нижнюю часть котла; вытеснив воздух, раствор заполняет котел. После этого в буфере устанавливают необходимый уровень раствора.

Отварку начинают «низом». Движение раствора происходит по схеме: буфер — • подогреватель — • низ котла — • верх котла — • буфер. Затем раствор циркулирует в обратном направлении сверху вниз (отварка «верхом»). После отварки следует расхолаживание и промывка ткани. Расхолаживание осуществляется при циркуляции раствора сверху — вниз в паровое пространство подогревателя вместо пара подают холодную воду. Нагретая вода используется для промывки ткани в котле и подается снизу вверх. Промывку холодной водой проводят в том же направлении. Отварку продолжают 3—4 ч при температуре 125—135 °С.

При непрерывном способе отварки ткань пропитывают и машине ММ—200 варочным раствором, содержащим (г/л): гидроксида натрия 20—30, силиката натрия 3—5, гидросульфита натрия 2-3, ПАВ 1-2. Затем ткань отжимают до влажности 100-110 % и запаривают в атмосфере насыщенного водяного пара при температуре 100-105 °С в течение 60 мин в запарном варочном аппарате (ЗВА), после чего следует промывка горячей и холодной водой на машине ММ-200.

Шахта 1 запарного варочного аппарата (рис. 4) U-образной формы имеет перегородку по ширине. Две ее секции для запаривания предназначены для отдельной обработки жгу-

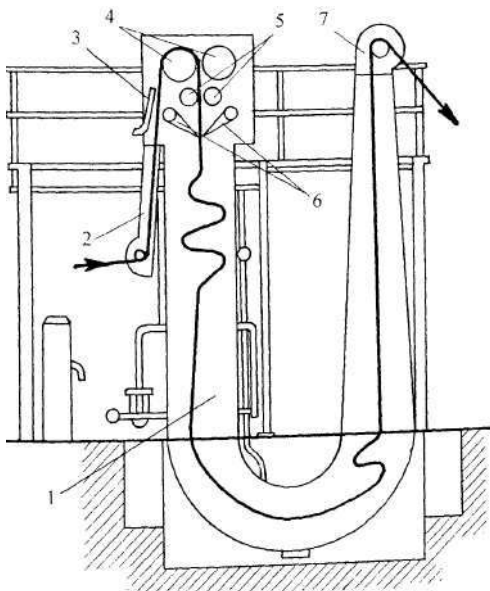


Рис. 4. Схема запарного варочного аппарата ЗВА 2

тов. Для обработки двух жгутов, сложенных вместе, применяют односекционные шахты. Вместимость шахты 2600 кг ткани. Жгуты ткани 2 поступают на укладчик, состоящий из двух скелетных барабанчиков 4, двухлопастных роликов-отражателей 5 и качающихся лопастей 6. Механизм поперечного перемещения жгутов представляет собой подвижное кольцо, установленное на рычаге 3 маятникового механизма. Укладчик получает движение от индивидуального двигателя, скорость движения жгутов 200 м/мин. На выходе ткани из шахты ее принимает направляющий ролик 7. В верхней части укладчика происходит предварительное запаривание жгутов. Пар по паропроводу подводится к каждой секции в четырех точках: к одной — в верхней зоне, к двум — в средней и к одной в нижней зоне.

Запарные машины сапожкового типа для запаривания ткани врасправку отличаются от рассмотренных выше устройством укладчика, который укладывает полотно в виде книжки, а также меньшей вместимостью во избежание заломов полотна в поперечном направлении, что может произойти при массе столба ткани 1000 кг и более.

Ограниченное применение находят рулоноперемоточные запарные машины или камеры длительного запаривания, представляющие собой запарные машины с двумя роликами внутри. На эти ролики ткань попеременно накатывается врасправку двумя слоями, что обеспечивает непрерывность процесса. Скорость движения ткани на этих машинах 60—70 м/мин.

При непрерывных способах отварки концентрации реагентов в 2—3 раза выше, чем при периодическом. Однако более низкий модуль при отварке по непрерывным схемам ($M = 1,1$) по сравнению с котловым способом ($M = 3,5$) способствует незначительному увеличению их расхода.

Повышение концентрации гидроксида натрия в варочном растворе до 100 г/л позволяет сократить длительность запаривания до 2—5 мин. Дальнейшее её увеличение до 200—275 г/л не только ускоряет процесс удаления естествен-

ных спутников, но и сообщает ткани характерный блеск, повышенную сорбционную способность, усадку.

Качество отварки оценивается по степени удаления примесей (капиллярности) и сохранению степени полимеризации макромолекул целлюлозы.

После отварки хлопчатобумажная ткань легко смачивается водой, но имеет буроватый оттенок вследствие наличия окрашенных естественных примесей.

2.2.4. Кисловка

Несмотря на то, что данная операция является, в сущности, вспомогательной, она в значительной степени влияет на конечный результат после беления.

После отварки ткань промывают теплой, а затем холодной водой для удаления щелочи и обрабатывают раствором серной кислоты (2—6 г/л). Кислота растворяет осадки гидроокиси кальция, образующиеся на ткани в результате взаимодействия гидроксида натрия с солями жесткости. Эти осадки могут вызывать появление пятен при крашении. Кислота способствует также удалению пятен желтовато-бурого цвета, образующихся на ткани, если в технической воде присутствуют соли или взвеси железа, а также других тяжелых металлов. Кроме того, с ткани удаляются некоторые примеси, не растворимые в щелочной среде. Обработку кислотой осуществляют при температуре 25—30 °С, затем ткань выдерживают в течение 15-20 мин и промывают холодной водой.

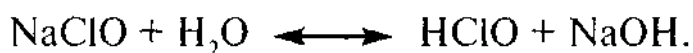
2.2.5. Белиние

Процесс обработки тканей окислителями с целью разрушения окрашенных примесей для придания материалам устойчивой белизны называется белинием. Основными качественными показателями отбеленной ткани являются равномерность и устойчивость белизны при сохранении механической прочности. Белизна служит одним из важнейших показате-

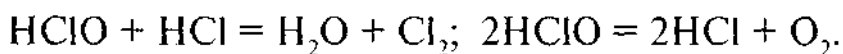
телей качества различных волокнистых материалов. Она характеризуется коэффициентом отражения, который для нормально отбеленной хлопчатобумажной ткани равен 83 %, для сорочечных тканей — 87—88 %.

В отечественной и зарубежной практике в качестве отбеливателей применяют, главным образом, окислители: гипохлориты натрия и кальция, хлорит натрия, пероксид водорода, реже надкислоты и препараты на основе дихлоризоциануровой кислоты. Следует подчеркнуть, что отбеливающее действие оказывают не сами окислители, а продукты их превращения. Отбеливающим агентом принято называть то вещество, непосредственно из которого выделяются активные частицы, оказывающие отбеливающее действие. В этом качестве могут выступать кислород в различной форме, радикальные частицы и ионы.

Гипохлорит натрия NaClO — соль слабой хлорноватистой кислоты и сильного основания гидрата окиси натрия — легко гидролизуется в водных растворах:



Свободная хлорноватистая кислота неустойчива, является белящим агентом, в кислой среде распадается с выделением молекулярного хлора и кислорода:



В щелочной среде гипохлорит натрия более устойчив и подвергается электролитической диссоциации:



Таким образом, состав гипохлоритного белящего раствора изменяется в зависимости от рН среды. При выборе условий беления следует учитывать, что помимо разрушения окрашенных веществ возможно окисление целлюлозы. Деструкти-

рующее действие гипохлорита натрия на целлюлозу возрастает при $\text{pH} > 5$, достигает максимума в нейтральной среде и уменьшается при переходе в щелочную область. Беление при $\text{pH} < 5$ не рекомендуется из-за выделения газообразного хлора. Наиболее приемлемой является область в пределах pH 8,5—10, 15 этих условиях скорость окисления окрашенных веществ достаточно высока, а разрушение целлюлозы незначительно.

Беление тканей гипохлоритом натрия осуществляют следующим образом. Отваренную ткань пропитывают раствором гипохлорита 1 — 1,5 г/л (по активному хлору*) при температуре 25—30 °С (при более высоких температурах происходит самоокисление гипохлорита до хлората NaClO_3 , не активного при белении).

С целью стабилизации щелочных гипохлоритных растворов используют буферирующие добавки — тетраборат натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, силикат натрия (3—5 г/л). Это усиливает белящее действие гипохлорита и снижает его разрушающее действие на целлюлозу.

Затем ткань выдерживают в течение 1 — 2 ч для окисления окрашенных примесей. Далее её тщательно промывают водой, обрабатывают слабым раствором серной кислоты (1—3 г/л при температуре 30 °С) для разрушения остатков хлорноватистокислого натрия:



Следующая после этого тщательная промывка холодной водой до полного удаления кислоты из ткани завершает весь цикл беления гипохлоритом натрия.

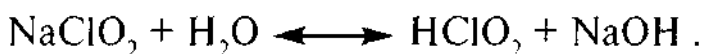
В существующих непрерывных технологических способах беления хлопчатобумажных тканей гипохлоритная обра-

Активный хлор определяется вытеснением хлора из гипохлорита в сильноокислой среде согласно реакции и соответствует выделенному в этих условиях газообразному хлору.

ботка следует за щелочной отваркой, а при белении пестротканей — перед пероксидным белением в качестве операции расшлихтовки.

Гипохлорит натрия является самым сильным окислителем среди отбеливателей, используемых в текстильной промышленности. Его окислительный потенциал находится в пределах 1400—800 мВ в интервале pH 3—11.

Хлорит натрия NaClO_2 проявляет отбеливающую способность в кислой среде и особенно при pH 3,5–4,5 в присутствии активаторов. В данных условиях он гидролизуетс^я с образованием хлористой кислоты:

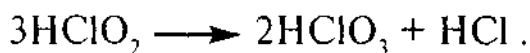


Хлористая кислота является бе^лящим агентом, она служит источником активного кислорода $\text{HClO}_2 \rightarrow \cdot\text{HCl} + 2\text{O}$, который окисляет примеси волокна. В сильноокислой среде хлористая кислота быстро разлагается с выделением двуокиси хлора:



Двуокись хлора токсична и вызывает коррозию аппаратуры. Поэтому проводить процесс беления необходимо на герметически закрытом оборудовании из коррозионно стойких титановых сплавов, которое дороже обычного.

При повышенных температурах хлористая кислота может частично переходить в неактивную хлорноватую кислоту:



Чтобы обеспечить протекание реакции с выделением кислорода, а не двуокиси хлора, в раствор для беления вводят специальные вещества — активаторы, которые сначала ускоряют гидролиз хлорита натрия, а затем гидролизуются с выделением кислоты и поддерживают pH среды на оптимальном уровне.

Хлорит натрия — мягко действующий окислитель и при оптимальных значениях pH (3,5-4,5) практически не вызывает деструкции волокна, так как окисляет только концевые альдегидные группы макромолекул целлюлозы, не затрагивая гидроксильных групп и не разрывая гликозидные связи в макромолекулах целлюлозы. Особенностью хлорита натрия как белителя является то, что он разрушает не только окрашенные вещества, но и другие естественные примеси целлюлозы. Поэтому при использовании хлорита натрия длительная щелочная отварка может быть заменена щелочной обработкой в течение 10 мин при температуре ~ 100 °С.

Окислительный потенциал хлорита натрия в зависимости от pH среды колеблется в интервале 200—1000 мВ, то есть он ниже, чем у гипохлорита. Близкие значения окислительного потенциала (700 мВ) эти вещества имеют при pH 3,5—6 - для хлорита и 9,5—10 — для гипохлорита натрия.

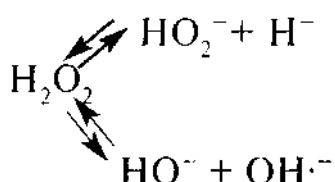
Беление хлопчатобумажных тканей хлоритом натрия осуществляется следующим образом. Ткань при температуре 80—90 °С пропитывают раствором, содержащим (г/л): хлорита натрия 10-15, активатора (моноаммонийфосфата) 5-10, смачивателя 2,5, кислоты (уксусной, муравьиной, шавелевой) до pH 3,5—4,5, и запаривают в течение 45—60 мин насыщенным паром при температуре 100 °С, после чего следует промывка водой.

Пероксид водорода H_2O_2 в настоящее время используется в России для отбеливания более 80 % текстильных материалов. Он представляет собой слабую кислоту и диссоциирует по уравнению $\text{H}_2\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HO}_2^-$. В щелочной среде процесс диссоциации усиливается, равновесие сдвигается вправо вследствие связывания ионов водорода гидроксильными ионами:

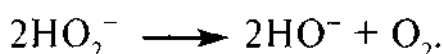


и в системе накапливаются пергидроксил-ионы HO_2^- , которые являются белящими агентами и разрушают окрашенные примеси.

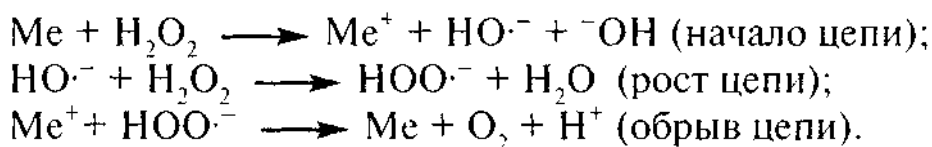
В растворе всегда присутствует некоторое количество свободных радикалов:



Свободный радикал $\text{HO}^\cdot$ также окисляет окрашенные примеси. Ион HO_2^- сравнительно неустойчив и может распасться с выделением молекулярного кислорода:



Разложение пероксида водорода с выделением кислорода — каталитический процесс, который ускоряется под действием ионов металлов (меди, железа, никеля и др.):



Каталитическое разложение пероксида водорода является нежелательным, так как выделяющийся кислород не разрушает окрашенные вещества, а окисляет целлюлозу. Для уменьшения скорости каталитического разложения пероксида водорода в раствор вводят специальные стабилизаторы. Наибольшее распространение получили силикат и метасиликат натрия, являющиеся самыми дешевыми стабилизаторами, обеспечивающими получение максимального отбеливающего действия пероксида водорода при достаточно высокой степени сохранности волокна. Их стабилизирующее действие усиливается в присутствии небольшого количества солей магния (0,3—0,5 г/л). Однако силикат натрия обладает склонностью к образованию труднорастворимых силикатов, которые выпадают в виде нерастворимых осадков на оборудовании.

довании или ткани, что вызывает механические повреждения. В настоящее время ведется поиск веществ, заменяющих силикат натрия.

Беление пероксидом водорода проводят при pH 10—11; в этих условиях образуются пергидроксил-ионы и обеспечиваются достаточная скорость беления и хорошие показатели по белизне, а процесс разложения пероксида водорода с выделением кислорода незначителен и деструкция волокна минимальна. Пероксид водорода является окислителем средней силы, его окислительный потенциал 810—840 мВ.

Беление хлопчатобумажных тканей пероксидом водорода осуществляют следующим образом. Ткань после отварки пропитывают при температуре 90 °С раствором, содержащим (г/л): пероксида водорода 3—5, силиката натрия 8—10, гидроксида натрия 3—5, смачивателя 1—2. Затем ткань укладывают в запарные машины, где выдерживают в течение 60 мин при температуре 100 °С и промывают.

Широкое применение пероксида водорода обусловлено возможностью беления непрерывным способом при достижении высокой степени белизны и незначительного повреждения целлюлозы. Кроме того, продукты распада пероксида водорода не ухудшают санитарно-гигиенических условий труда, не загрязняют окружающую среду.

Надкислоты разрушают окрашенные вещества в слабокислой среде при pH 5—6. Белящее действие надкислот объясняют образованием свободных радикалов:



Конечным продуктом разложения являются кислота и молекулярный кислород:



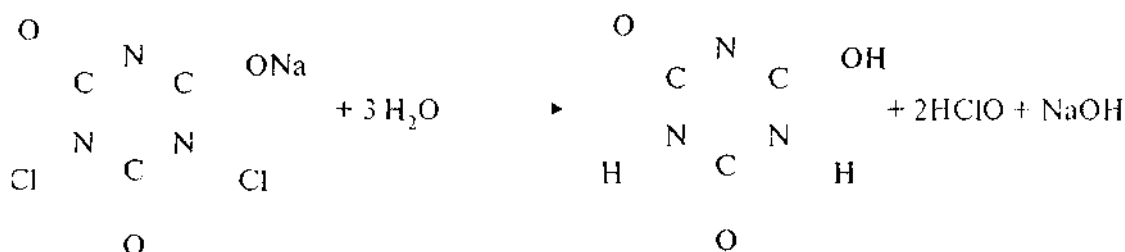
Скорость разложения надкислот регулируют с помощью стабилизаторов (пирофосфаты натрия или кальция).

Беление надкислотами осуществляют следующим образом. Ткань обрабатывают при температуре 70—90 °С в течение 30—60 мин в растворе, содержащем надкислоту (3—7 г/л) и стабилизатор (2—5 г/л).

Надкислоты — неустойчивые соединения, их получают непосредственно перед употреблением, используя в качестве исходных веществ ангидриды кислот и концентрированные растворы пероксида водорода.

Для беления хлопчатобумажных тканей надкислоты применяют редко; в основном их используют для беления тканей из смеси хлопковых волокон с полиамидными и ацетатными.

Дихлоризоциануровая кислота в водной среде гидролизуется с образованием хлорноватистой кислоты:



Хлорноватистая кислота разрушает окрашенные примеси в волокне. Скорость реакции регулируется изменением температуры, pH и концентрации реактивов. Хлорноватистая кислота выделяется постепенно, и ее воздействие на отбеливаемый материал оказывается более мягким, чем при использовании других белителей, содержащих активный хлор.

Беление дихлоризоциануровой кислотой осуществляется следующим образом. Отваренную хлопчатобумажную ткань пропитывают при температуре 60—65 °С раствором, содержащим (г/л): дихлоризоцианурат натрия 10—20, смачиватель 2—3 и хлористый натрий 10. Затем ткань отжимают, запаривают при температуре 70—75 °С в течение 20—30 мин и промывают.

Беление производными дихлоризоциануровой кислоты перспективно, особенно для ткани из смеси природных и химических волокон.

Отварку и беление волокна, пряжи и тканей, имеющих подвижную структуру (типа марли), осуществляют в аппаратах периодического действия (АКД, ВБН, аппарат фирмы «Хисака», котлы ВКВ и системы ИвНИТИ).

Более 80 % хлопчатобумажных тканей и тканей из смеси хлопка с химическими волокнами отбеливают непрерывным способом.

Технология подготовки. Основным способом подготовки хлопчатобумажных тканей является щелочно-пероксидный способ, осуществляемый на линиях непрерывного действия с запариванием ткани при температуре 100 °С как в виде жгута, так и широким полотном. Данный способ включает отварку и беление по технологии, описанной выше. Интересен также способ одностадийного беления. В этом случае концентрация щелочи несколько снижена по сравнению с обычным процессом отварки, концентрация пероксида водорода увеличена и он не только окисляет окрашенные примеси, но и разрушает другие спутники целлюлозы.

Технологический процесс одностадийного пероксидного беления и щелочной отварки следующий. Расшлихтованная, промытая ткань пропитывается при температуре 90 °С раствором, содержащим (г/л): пероксид водорода 20–25, гидроксид натрия 5–7, силиката натрия 15–20, ПАВ 2–3. Затем ткань запаривают при температуре 100 °С в течение 1 ч, после чего промывают горячей и холодной водой. Этот способ имеет ряд преимуществ: сокращена продолжительность обработки, экономятся электроэнергия, пар, вода, увеличена производительность труда. Однако этот способ применим только для подготовки тканей из незасоренных сортов хлопка.

Эффективным является высокотемпературное беление пероксидом водорода. Ткань пропитывают щелочным раствором (концентрация щелочи 30 г/л) и запаривают при температуре 130 °С в течение 1 мин. В варочный раствор вводят вспомогательные вещества, представляющие собой смесь комплексообразующих веществ и восстановителей, которые усиливают действие щелочи и защищают целлюлозу от окисления

кислородом воздуха. Беление рекомендуется проводить при температуре 140 °С в течение 1 минуты. Концентрация пероксида водорода — 25—30 г/л.

На некоторых фабриках еще применяют классический способ подготовки хлопчатобумажных тканей, включающий расшлихтовку, отварку в варочных котлах и беление гипохлоритом натрия (технология этих процессов описана выше), а также котловой пероксидный способ. Последний включает два процесса: расшлихтовку и беление ткани в варочном котле щелочным раствором пероксида водорода, содержащим (г/л): пероксид водорода 1,5-2, гидроксида натрия 2-2,5, силиката натрия 8-10, ПАВ 0,5-1.

Для хлопчатобумажных тканей и тканей из смеси хлопковых и химических волокон используется непрерывный хлоритный способ подготовки. Как уже отмечалось, ванны для пропитки хлоритом натрия должны быть изготовлены из сплавов, содержащих титан, а запарные машины облицованы керамической плиткой.

Агрегаты для расшлихтовки и беления тканей жгутотом при котловом способе отварки. Классический котловой способ щелочно-гипохлоритного беления включает расшлихтовку ткани на агрегате, щелочную отварку в котле и беление гипохлоритом натрия на агрегате.

Агрегат для расшлихтовки состоит из трех пропиточных и двух промывных машин ММ—200, двух запарных варочных аппаратов, кареточного укладчика и сапожкового компенсатора ткани. Ткань после опаливания пропитывают щелочным раствором, запаривают в аппарате ЗВА-2 в течение 25—30 мин и промывают горячей водой. Затем она поступает на вторую пропиточную машину, где обрабатывается слабым раствором серной кислоты, после чего укладывается в аппарат ЗВА—2, который служит компенсатором (без запаривания). Здесь ткань вылеживается в течение 25—30 мин, после чего промывается холодной водой на промывной машине. Кареточным тканеукладчиком промытая ткань укладывается в промежу-

точные компенсаторы. Далее её пропитывают щелочным раствором на машине ММ—200 и закладывают в варочный котел.

После отварки ткань выгружают мойной машиной в промежуточные компенсаторы агрегата для беления, состоящего из трех пропиточных машин, пяти промывных машин ММ—200, трех аппаратов ЗВА—2, в которых ткань выдерживается без запаривания, двух кареточных тканеукладчиков и трех сапожковых тканекомпенсаторов.

Ткань из ящиков последовательно обрабатывают на первой пропиточной машине раствором серной кислоты, укладывают на 20—25 мин в аппарат ЗВА—2 (емкий компенсатор) и промывают холодной водой. Затем она поступает во вторую пропиточную машину для обработки гипохлоритом натрия, и на 60 мин её укладывают во второй аппарат ЗВА—2. Далее следует промывка холодной водой, после чего ткань поступает на третью пропиточную машину для обработки раствором кислоты (антихлорирование) и укладывается на 15—20 мин в третий аппарат ЗВА—2, после чего на двух машинах промывается холодной водой.

Линии для непрерывной подготовки тканей. Для непрерывного жгутового беления хлопчатобумажных тканей наибольшее применение находят линии ЛЖО—2 и ЛЖО—1.

Линия жгутового беления ЛЖО-2 (рис. 5) предназначена для обработки хлопчатобумажных тканей поверхностной плотности 85—170 г/м² двумя параллельными жгутами по запарному щелочно-пероксидному способу. В состав линии входят пропиточные и промывные машины ММ-200, запарные варочные аппараты ЗВА—2 и сапожковые компенсаторы.

Линия работает следующим образом. На первой пропиточной машине ткань 1 пропитывают щелочным варочным раствором, отжимают до 100—110 %-ной влажности и по закрытому жгутопроводу направляют в первую запарную машину 2, в которой в течение 40—60 мин обрабатывают острым насыщенным паром. Затем ткань перегружают во вторую запарную машину 2, и обработка повторяется, после чего ткань промывается на двух промывных машинах 3, — сначала горя-

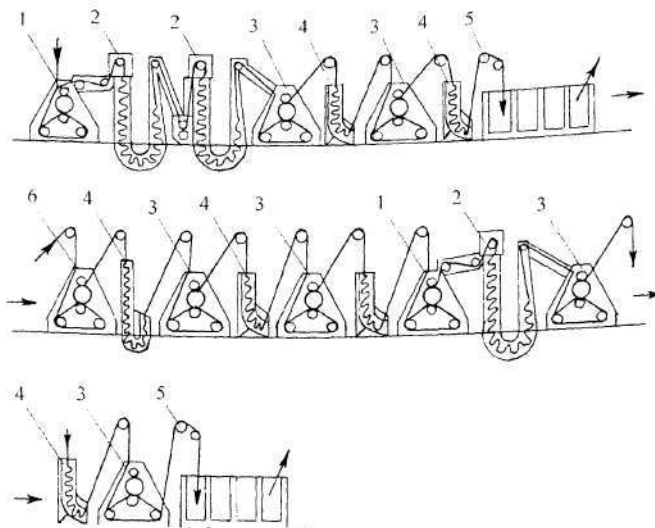


Рис. 5. Схема линии для беления ткани в жгутах ЛЖО—2

чей, потом холодной водой. Между промывными машинами установлены сапожковые компенсаторы 4, предназначенные для осуществления непрерывной работы агрегата путем останова машины, работающей с большой скоростью.

Отваренная ткань кареточным тканеукладчиком 5 укладывается в промежуточные компенсаторы-ящики или из сапожкового компенсатора заправляется в пропиточную машину 6 для обработки раствором кислоты. Далее она укладывается в сапожковый тканекомпенсатор 4, в котором находится в течение 3 мин и промывается холодной водой на двух промывных машинах 3 через тканекомпенсатор 4, а затем на пропиточной машине 1 обрабатывается щелочным раствором пероксида водорода.

Обработанная таким образом ткань по закрытому жгутопроводу поступает в третью запарную машину 2, обрабатывается острым паром в течение 40—60 мин и промывается на двух промывных машинах 3 сначала горячей, затем холодной водой и кареточным укладчиком 5 укладывается в ящики.

Линия оснащена приборами автоматического регулирования и контроля температуры растворов и пара в запарных машинах, а также уровня растворов в пропиточных машинах. Промывные машины оснащены автоматами прекращения подачи воды в момент их останова. Скорость движения жгутов составляет 200 м/мин на один жгут, КПВ линии — 0,75.

Линия жгутового беления ЛЖО-1 предназначена для отварки и беления хлопчатобумажных тканей одним или двумя соединенными жгутами по запарному щелочно-пероксидному способу. Существенными достоинствами этой линии по сравнению с линией ЛЖО—2 являются более высокий КПВ (0,81), меньший удельный расход электроэнергии, большая производительность труда. Недостатком линии можно считать затрудненность разъединения жгутов из-за скручивания при прохождении через пропиточные и промывные машины.

Непрерывные способы обработки позволяют повысить производительность труда и оборудования при одновременном улучшении ровноты и качества отбелки, способствуют сокращению объема незавершенного производства, снижению потерь сырья и химических материалов. Например, в зависимости от ассортимента тканей линия ЛЖО—2 по сравнению с периодическим классическим способом беления может заменить 10—12 варочных котлов, работающих в одном потоке с агрегатами подготовки (АПЖ) и отбелки (АОЖ) тканей, сократить продолжительность обработки в 8—12 раз, а съем продукции с 1 м² довести до 75–80 м вместо 20—25 м в час.

Линии для непрерывного беления тканей расправленным полотном обычно комплектуются из пропиточных и промывных роликовых машин для полотна и запарных ма-

шин для обработки тканей врасправку. На базе запарных камер рулоноперемоточного типа КДЗ—140 изготовлена линия отбельная расшлихтовочная ЛОР—140, предназначенная для подготовки хлопчатобумажных тканей типа саржи, репса, поплина, тафты, а также тканей из смеси волокон (хлопок — химические волокна) по щелочно-пероксидному способу.

Линия разделена на три секции: I — отварочная, II — отбеливающая, III — сушильная. Работает она следующим образом. Сухая опаленная ткань через заправочное устройство поступает в I секцию, в которой в трех пропиточных машинах обрабатывается щелочным варочным раствором, отжимается и через роликовый тканекомпенсатор поступает в камеру длительного запаривания на 40—60 мин. Затем ткань промывается горячей водой в трех промывных роликовых машинах, далее обрабатывается в двух пропиточных машинах раствором серной кислоты с последующей промывкой холодной водой в трех промывных машинах. После отжима укладывается гармошкой в емкий тканекомпенсатор сапожкового типа. Из него через второе заправочное устройство она поступает во II секцию, состоящую из трех пропиточных машин для обработки белящим раствором пероксида водорода, второй запарной камеры рулоноперемоточного типа и шести промывных машин, в которых последовательно промывается горячей водой. Затем ткань через роликовый тканекомпенсатор передается в III секцию, где высушивается на 30-цилиндровой сушильной барабанной машине, и после охладительной камеры накатывается в рулон.

Для обработки ткани расправленным полотном предназначены также линии фирмы «Амдес» (Франция) с запарными камерами сапожкового типа, линии фирм «Бентелер» (Германия) и «Реджиани» (Италия) с рулоноперекатными устройствами в запарных аппаратах, линии фирм «Киото» и «Вакаяма» (Япония) с запарными камерами конвейерного типа, линии фирм «Текстима», «Кляйневеферс», «Бобкок» (Германия), ЛМБ—140 и ЛОБ—140 (Россия) с запарными устройствами комбинированного типа.

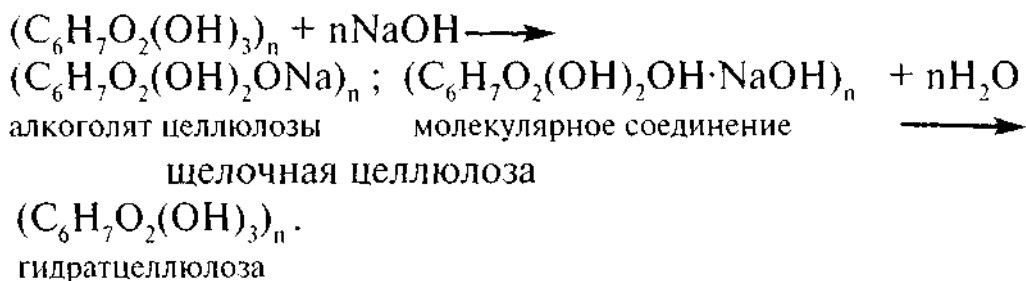
2.2.6. Мерсеризация

Кратковременный процесс обработки ткани в расплавленном состоянии под натяжением концентрированным раствором гидроксида натрия (225—300 г/л) при температуре 16—20 °С с последующей промывкой ее горячей и холодной водой называется мерсеризацией. Мерсеризованные хлопчатобумажные ткани приобретают блеск и шелковистость, повышаются их гигроскопичность, прочность, сорбционная способность и крашиваемость.

Указанные изменения свойств связаны с химическими и физико-химическими процессами, протекающими при взаимодействии целлюлозы хлопка с концентрированной щелочью.

Впервые изменения свойств хлопковой целлюлозы при обработке концентрированными щелочами описал в 1850 г. английский химик Дж. Мерсер, и в честь него данный процесс получил название «мерсеризация».

Сущность мерсеризации заключается в частичном переводе хлопковой целлюлозы в гидратцеллюлозу через промежуточную стадию образования щелочной целлюлозы (см. главу 1):



В начальной стадии обработки волокно набухает, стенки его утолщаются, а диаметр канала уменьшается. В результате характерная форма хлопкового волокна — сплюснутый цилиндр в виде извитой по длине ленточки — изменяется на цилиндрическую, поверхность волокна распрямляется, разглаживается, и в результате направленного отражения падающего света появляется блеск.

Утолщение стенок сопровождается уменьшением длины волокна. Чтобы предотвратить усадку ткани, мерсеризацию проводят под натяжением. Волокно сорбирует щелочь, макромолекулы целлюлозы начинают взаимодействовать с гидроксидом натрия, в результате чего образуется щелочная целлюлоза. Мерсеризованную ткань промывают водой, и щелочная целлюлоза легко разлагается на гидратцеллюлозу и гидроксид натрия.

Как уже отмечалось, гидратцеллюлоза отличается от природной целлюлозы структурными изменениями макромолекул, частичным разрушением морфологической структуры природного волокна, разрывом некоторого числа водородных связей между молекулами целлюлозы; она менее уплотнена и более химически активна, что подтверждается ее высокой гигроскопичностью и способностью сорбировать большее количество красителя.

Хлопчатобумажные ткани мерсеризуют в суровом виде, после отварки и после беления. Длительность обработки их щелочным раствором — 1,5–3 мин, отваренных и отбеленных, обладающих большей гигроскопичностью, — 50 секунд. При мерсеризации суровых тканей щелочи расходуется больше, так как она взаимодействует с примесями целлюлозы; щелочной раствор засоряется и его повторное использование, практически, невозможно, причем ткань может быть мерсеризована неравномерно из-за плохого смачивания ее раствором щелочи.

Мерсеризация отбеленных тканей может вызывать некоторое снижение степени белизны. Лучше всего проводить мерсеризацию отваренных тканей, однако это нарушает непрерывность технологической цепочки. Поэтому чаще всего мерсеризуют все же суровые и отбеленные ткани, причем при выборе места мерсеризации в технологическом процессе руководствуются ассортиментом, назначением и экономическими соображениями.

На степень мерсеризации большое влияние оказывают сорт и зрелость хлопкового волокна, равномерность пряжи по

линейной плотности и крутке, а также вид переплетения. Короткие волокна мерсеризуются хуже, так как труднее подвергаются растяжению. Сильно крученая пряжа трудно пропитывается раствором щелочи. Наилучший эффект достигается при обработке тканей атласного и сатинового переплетений, изготовляемых из высококачественного хлопка. Для лучшей смачиваемости ткани в щелочной раствор вводят смачиватели.

Изменение физической структуры волокна сказывается при последующем крашении. Для окрашивания мерсеризованной ткани требуется на 12—25 % меньше красителя, чем для немерсеризованной, причем окраски на мерсеризованных тканях более яркие и устойчивые к различным воздействиям.

В технологической практике иногда применяют полумерсеризацию или натровку для улучшения окрашиваемости волокнистых материалов. Например, тяжелые одежные ткани обрабатывают в растворах щелочи (125—145 г/л) при температуре 20–25 °С.

Ткани мерсеризуют на цепных и валковых машинах непрерывного действия.

Цепная мерсеризационная линия предназначена для обработки суровых отваренных и отбеленных хлопчатобумажных плотных тканей (рис. 6).

Линия работает следующим образом. Ткань через запра- вочное устройство поступает в ванну трехвальной плюсовки 1, пропитывается раствором гидроксида натрия (225–300 г/л) при температуре 15—18 °С, отжимается до 170 % -ной привеса, пропускается через первую группу стабилизирующих цилиндров 2, повторно пропитывается таким же раствором гидроксида натрия на второй трехвальной плюсовке, отжимается, пропускается через вторую группу стабилизирующих цилиндров. Пропитывание ткани в двух плюсовках и последующее прохождение её по стабилизирующим барабанам удлиняет воздействие щелочи на целлюлозу. После пропитки ткань вводится в цепное поле 3, подвергается ширению и первоначальной отмывке от гидроксида натрия промывной жидкостью, подаваемой из спрысков 4. Далее ткань отжимается и прохо-

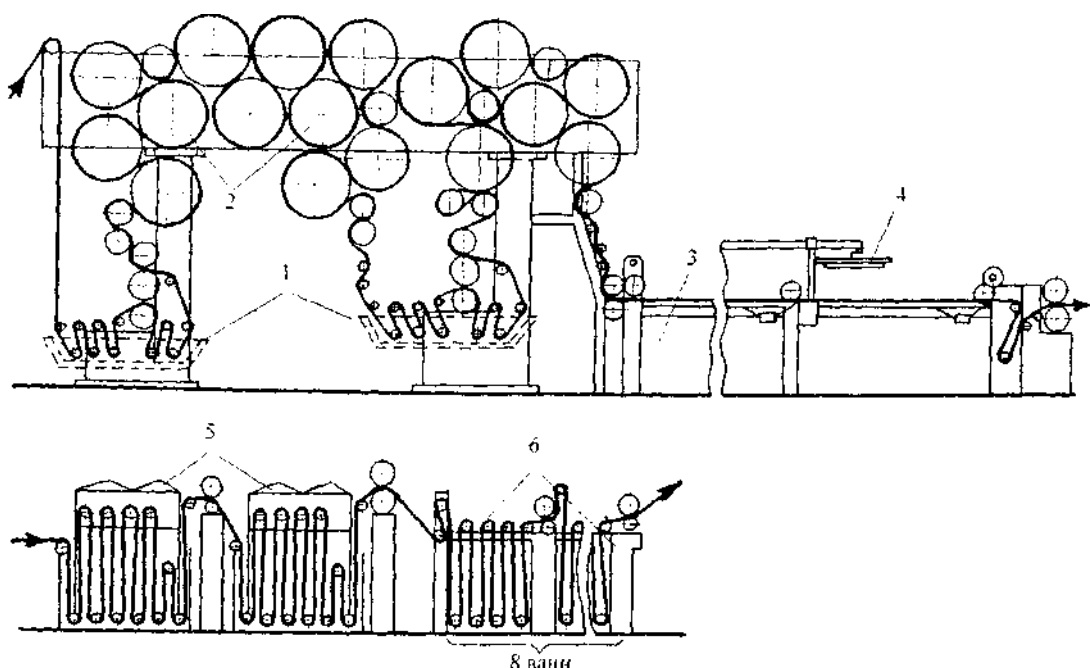


Рис. 6. Схема цепной мерсеризационной линии

дит через две ванны выщелачивателя 5, где подвергается действию горячей воды и пара для дальнейшего освобождения от щелочи и поступает на промывную нейтрализационную часть 6, в которой в одной ванне промывается холодной водой, в двух ваннах обрабатывается раствором серной кислоты (3—10 г/л) при температуре 20-25 °С для нейтрализации остатков щелочи, промывается в пяти ваннах. Затем отжимается до 95—100 %-ной влажности, высушивается на сушильной барабанной машине. На линии предусмотрено автоматическое регулирование температуры растворов в выщелачивателе и пропиточных ваннах, концентрации кислоты, давления пара и сжатого воздуха, подводимых к машине. Предусмотрен контроль температуры воды и рабочих растворов в ваннах линии, давления сжатого воздуха и пара, расхода горячей воды, скорости движения ткани и ее метража. Скорость движения ткани достигает 80 м/мин.

Валковые машины предназначены для мерсеризации тонких тканей. Валковая машина (рис. 7) состоит из заправочного устройства 1, щелочной коробки 2, в которой расположено несколько пар валов, выполняющих роль стабилизирующих барабанов, и промежуточных отжимов, обеспечивающих глубокое пропитывание ткани раствором гидроскида натрия и движение полотна. Нижние валы - стальные, верхние - резиновые (они свободно лежат на нижних). На выходе из коробки установлены отжимные валы 3, устройство промывной части 4 аналогично. Вышелачиватель 5 представляет собой закрытую коробку с двумя рядами пустотелых валов. В него подается горячая вода для удаления щелочи, окончательная промывка осуществляется в нейтрализационной части 6, где ткань сначала обрабатывается раствором кислоты, затем промывается водой. Скорость движения ткани - до 50 м/мин, количество полотен в заправке - 2-4.

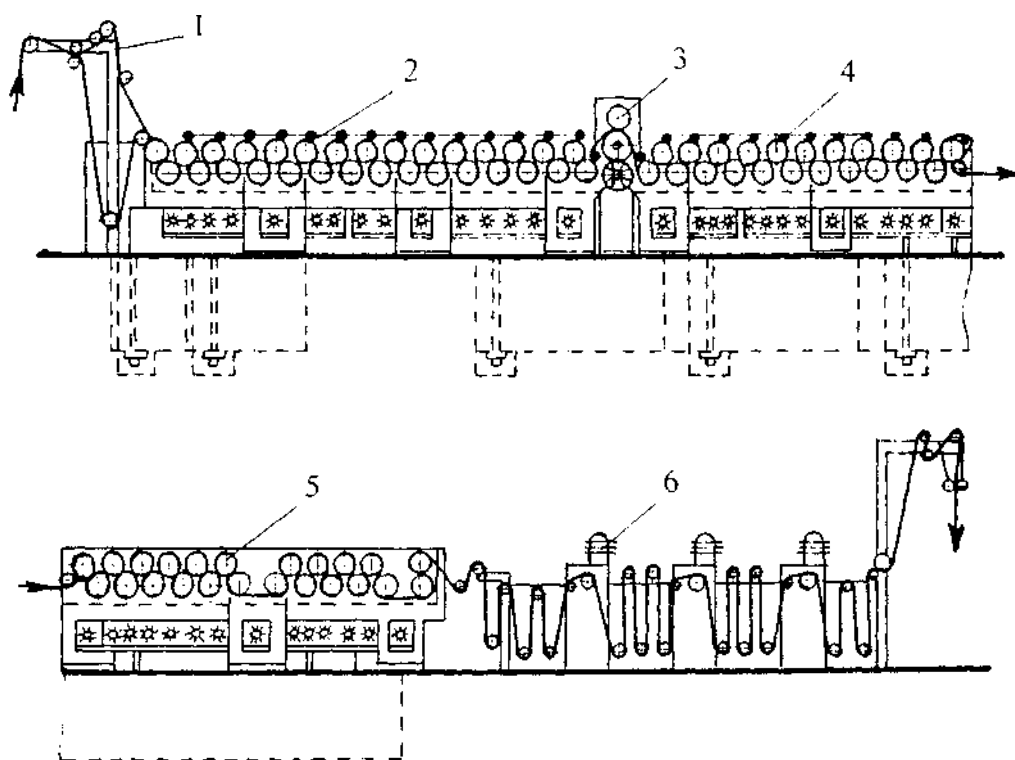


Рис. 7. Схема секции мерсеризационной валковой машины

Из зарубежного оборудования следует назвать цепные мерсеризационные машины фирмы «Вакаяма», а также бесцепные (валковые) машины фирм «Беннингер» (Швейцария) и «Текстама» (Германия).

Для мерсеризации текстильных материалов начинает находить применение безводный жидкий аммиак, который при температуре — 33 °С хорошо смачивает даже суровую хлопчатобумажную ткань, в течение 1–2 с проникая внутрь волокна. При этом происходит модификация целлюлозы, что выражается в уменьшении степени кристалличности волокна, увеличении размеров микропор и удельной внутренней поверхности волокна, повышении адсорбционной способности и гигроскопичности. Для регенерации жидкий аммиак можно удалять из волокна путем обработки его горячей водой или высушиванием.

Отварка хлопчатобумажной ткани в растворе щелочи 200–275 г/л при последующем запаривании при температуре 105 °С не только ускоряет процесс, но и сообщает ткани свойства, приобретаемые ею обычно только в процессе мерсеризации. Таким образом, в едином технологическом процессе объединяются две сложные операции — отварка и горячая мерсеризация. Для этих целей разработана линия Л МО-140, предназначенная для совмещенного способа мерсеризации и отварки хлопчатобумажных тканей поверхностной плотности до 300 г/м², выработанных из крученой пряжи или пряжи, содержащей хлопковое волокно в смеси с синтетическими (лавсан).

Технологический процесс на линии Л МО—140 осуществляется следующим образом. Ткань в расправленном состоянии пропитывается последовательно в двух пропиточных машинах раствором, содержащим (г/л): гидроксида натрия 180–250, ПАВ 5–10, гидросульфита натрия 5. Затем ткань отжимается до 100 % и запаривается в камере длительного запаривания КДЗ при температуре 100–102 °С в течение 60–90 мин. При этом водный раствор гидроксида натрия на ткани находится в кипящем состоянии и температура поддерживается на уровне 105–107 °С (температура кипения раствора гидроксида

натрия концентрации 200—250 г/л), что защищает волокно от деструкции кислородом воздуха, так как при данных условиях воздух в волокне практически отсутствует.

После запаривания ткань направляется в выщелачиватель, включающий две ванны, далее — в нейтрализационную часть машины, состоящую из семи ванн, где сначала обрабатывается слабым раствором серной кислоты, а затем промывается водой. После этого на сушильной барабанной машине она высушивается. Скорость движения ткани до 100 м/мин. При совмещенном способе мерсеризации и отварки сокращаются затраты труда, расход воды, потребление электроэнергии.

Такой процесс подготовки используют преимущественно для плотных хлопчатобумажных тканей (репсы, поплины, диагональ, корсетная ткань и т.д.). Кроме упомянутой выше линии ЛМО—140, для этой цели применяют линии фирмы «Амдес» (Франция), «Киото» (Япония), ЛМБ-140 и ЛОБ-140 (Россия).

2.3. Подготовка изделий из льна

Особенности в подготовке изделий из льна обусловлены гистологической структурой льняного волокна и наличием большого количества природных примесей (до 25 % массы). Чтобы добиться высокой степени очистки изделий и сохранить техническое волокно, не разрушив его до элементарных волокон, целесообразно не ужесточить условия подготовки, а проводить этот процесс многостадийно. В настоящее время отбеливают ровницу, из которой изготавливают полубелую пряжу и, соответственно, полубелые ткани, и только затем их добеливают.

Паковки ровницы отбеливают в закрытых аппаратах периодического действия, например, в аппаратах типа АКД при температуре 98—100 °С в течение 2—3 часов. Принцип работы этих аппаратов показан ниже. Варочный раствор содержит 3 г/л пероксида водорода, 10 г/л силиката натрия и 5 г/л карбоната натрия. Отваренную ровницу тщательно промывают.

Непрерывный щелочно-гипохлоритно-пероксидный способ беления льняной полубелой ткани включает следующие операции:

1) пропитка раствором гипохлорита натрия концентрации 2—2,5 г/л по активному хлору при температуре 20—22 °С; выдерживание в компенсаторе в течение 1,5 ч без нагревания; промывка холодной водой;

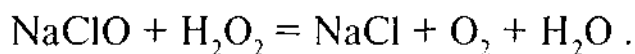
2) пропитка щелочным раствором пероксида водорода, содержащим (г/л): пероксида водорода 2,3—2,7, силиката натрия 10-12, карбоната натрия 3-3,5; отварка в компенсаторе с жидкостным наполнением в течение 1,5 ч при температуре 85—90 °С; промывка горячей и холодной водой;

3) пропитка раствором гипохлорита натрия концентрации 1 — 1,1 г/л активного хлора; выдерживание в компенсаторе при температуре 20—22 °С в течение 1,5 ч; промывка холодной водой;

4) пропитка щелочным раствором пероксида водорода, содержащим (г/л): пероксида водорода 3—3,2, силиката натрия 10—12, карбоната натрия 2—2,5; обработка в жидкостном компенсаторе при температуре 85—90 °С в течение 1 ч; промывка горячей и холодной водой;

5) обработка раствором серной кислоты концентрации 2—3 г/л при температуре 20—22 °С; выдерживание в компенсаторе при той же температуре, промывка холодной водой.

Пероксид водорода не только разрушает окрашенные примеси, но и обеспечивает прохождение процесса антихлорирования, т.е. разрушения остатков гипохлорита натрия в волокне:



Подготовку льняной ткани по щелочно-гипохлоритно-пероксидному способу проводят на линии, на которой ткань обрабатывают в один жгут со скоростью до 80 м/мин. Чтобы не нарушить целостность технического льняного волокна при механических воздействиях, для пропитки растворами и про-

мывки применяют мойно-материальные машины, в которых жгут не испытывает натяжения (машины со свободным жгутом). Вылеживание пропитанной соответствующими растворами ткани осуществляют в компенсаторах.

Линия состоит из пяти секций. Первая предназначена для расшлихтовки с использованием гипохлорита натрия, вторая - для отварки и беления щелочным раствором пероксида водорода, третья — для беления гипохлоритом натрия, четвертая - для беления и антихлорирования щелочным раствором пероксида водорода, пятая - для обработки раствором серной кислоты и промывки. На рис. 8 приведена технологическая схема одной из секций линии, так как все они состоят из однотипных машин.

Ткань пропитывается раствором реагента на машине 1, укладывается в компенсатор 2, где выдерживается в течение определенного времени, затем промывается на машине 3 и укладывается в ящик 4 или поступает в следующую секцию.

Наиболее перспективным при подготовке изделий из льна является применение хлорита натрия. В этом случае типовой процесс подготовки льняной ровницы состоит из кис-

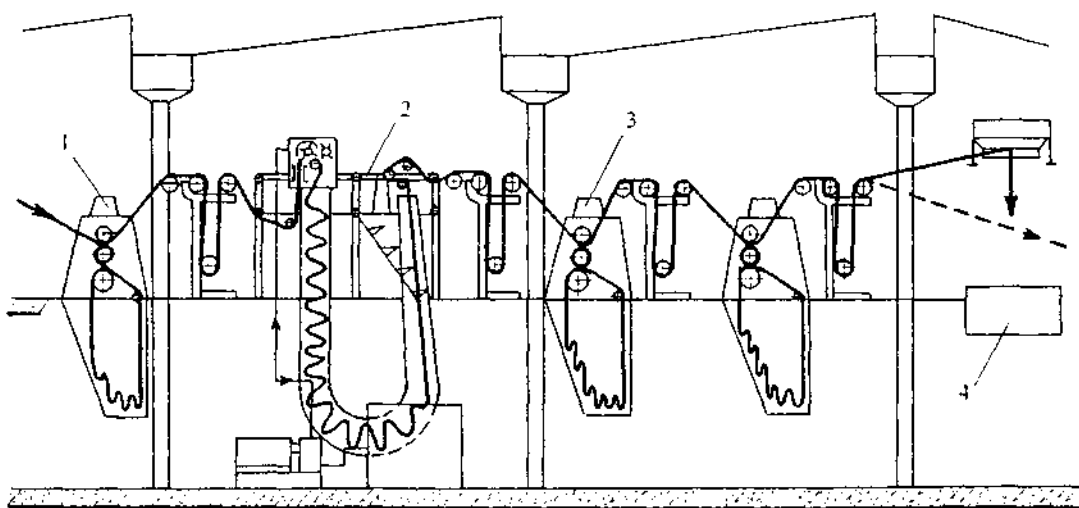


Рис. 8. Схема линии для беления льняной ткани

лования, хлоритной обработки при температуре 80 °С, нейтрализации и щелочно-пероксидной обработки. Применение кислых растворов хлорита натрия для беления льняной пряжи, льняных и полульняных полотен дает возможность значительно улучшить качество изделий при одновременном ускорении технологического процесса.

2.4. Подготовка тканей из белковых волокон

2.4.1. Подготовка шерстяных тканей

При подготовке шерстяных тканей к крашению не только удаляют примеси, ухудшающие внешний вид ткани и препятствующие проникновению красителя в волокно, но и придают тканям способность сопротивляться механическим деформациям в процессе последующих обработок и при эксплуатации. Суконные ткани перед крашением подвергают валке, а иногда и ворсованию. Гребенные платьевые и костюмные ткани перед удалением примесей проходят опаливание на газоопаливающих машинах со скоростью движения 40—60 м/мин.

Процесс химической очистки шерстяных тканей включает *промывку*, *карбонизацию* и иногда *беление*.

Промывка проводится с целью удаления остатков жировых и потовых веществ, замасливателей и шлихты с целью улучшения смачиваемости тканей, сообщения им мягкости. При промывке, в основном, извлекаются воскообразные природные примеси и жировые вещества. Остальные загрязнения удаляются моющими растворами достаточно быстро, особенно после удаления жировых веществ, затрудняющих смачивание. Поэтому волокно прежде всего освобождают от жиров. Для этого используют способы экстрагирования жирорастворителями, а также омыления и эмульгирования жировых веществ. Первый способ предусматривает растворение жиров в органических растворителях (трихлорэтилен, перхлорэтилен и др.). Он имеет следующие преимущества: органические раст-

ворители не повреждают волокно, возможно улавливание и повторное использование растворителей, в 2—3 раза сокращается время удаления жиров, снижаются расход воды и затраты тепла на сушку; кроме того, возможна регенерация жиров и выделение ланолина. Однако для осуществления этого способа требуется специальное оборудование, так как многие растворители токсичны и пожароопасны, ткань после такой обработки становится жесткой, и для сообщения ей мягкости необходимы дополнительные обработки специальными веществами на основе ПАВ.

Наибольшее распространение имеет второй способ, при котором для промывки используют раствор, содержащий моющее вещество и карбонат натрия. Большая часть жировых веществ эмульгируется и удаляется в виде эмульсий. Карбонат натрия умягчает воду, взаимодействуя с солями кальция и магния, повышает набухание волокна, способствующее освобождению от примесей, нейтрализует находящиеся на ткани жирные кислоты, образуя при этом мыла.

Если ткани содержат водорастворимую шлихту, то она удаляется в процессе промывки. При наличии на ткани крахмальной шлихты проводят предварительную расшлихтовку ферментами. Процесс расшлихтовки осуществляют следующим образом. Ткань пропитывают при температуре 40 °С раствором панкреатина (0,5—1 г/л) и хлорида натрия (2 г/л) или в растворе, содержащем (г/л): амила субтилина 5, хлорида натрия 3 и уксусной кислоты, отжимают и выдерживают в компенсаторе в течение 15—20 мин при температуре 40 °С. За это время крахмал переходит в растворимое состояние. Затем ткань обрабатывают при температуре 40—60 °С последовательно в нескольких ваннах, заполненных раствором, содержащим карбонат натрия 0,3—0,5 г/л и моющий препарат (ПАВ) 1—3 г/л, и промывают теплой и холодной водой.

Этот процесс проводят на линии ЛЗП-180Ш (рис. 9). Линия включает заправочное устройство 1, плюсовку 2, в которой ткань обрабатывают раствором панкреатина, компенсатор 3, где ткань находится в течение 15—20 мин, многоящич-

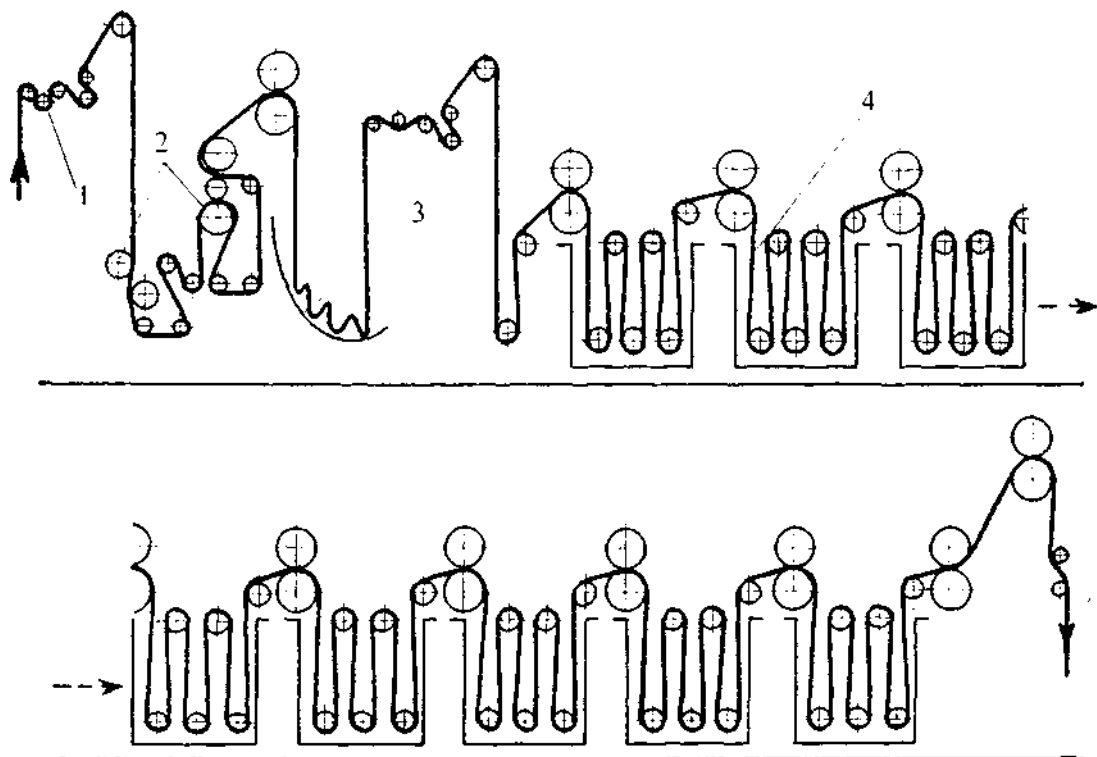


Рис. 9. Схема линии для промывки шерстяных тканей

ный промывный аппарат 4, для обработки ткани раствором ПАВ и соды. После чего ткань промывают сначала теплой (40-60 °С), затем горячей (95-96 °С) водой. Далее следует промывка холодной водой. Скорость движения ткани 20-30 м/мин.

Широко распространены промывные жгутовые машины периодического действия. В них обеспечивается непрерывное перемещение ткани и обработка ее в моющем растворе при многократных отжимах. Технологическая схема машины представлена на рис. 10. Машина включает ванну 8, выборочный барабанчик 7, направляющий ролик 1, разделительную решетку 2, отжимные валы 5,6, ванну для сбора загрязненного промывного раствора 3, шатер 4.

Предусмотрены два способа заправки ткани - кольцевой и спиральный. При спиральной заправке жгут ткани вхо-

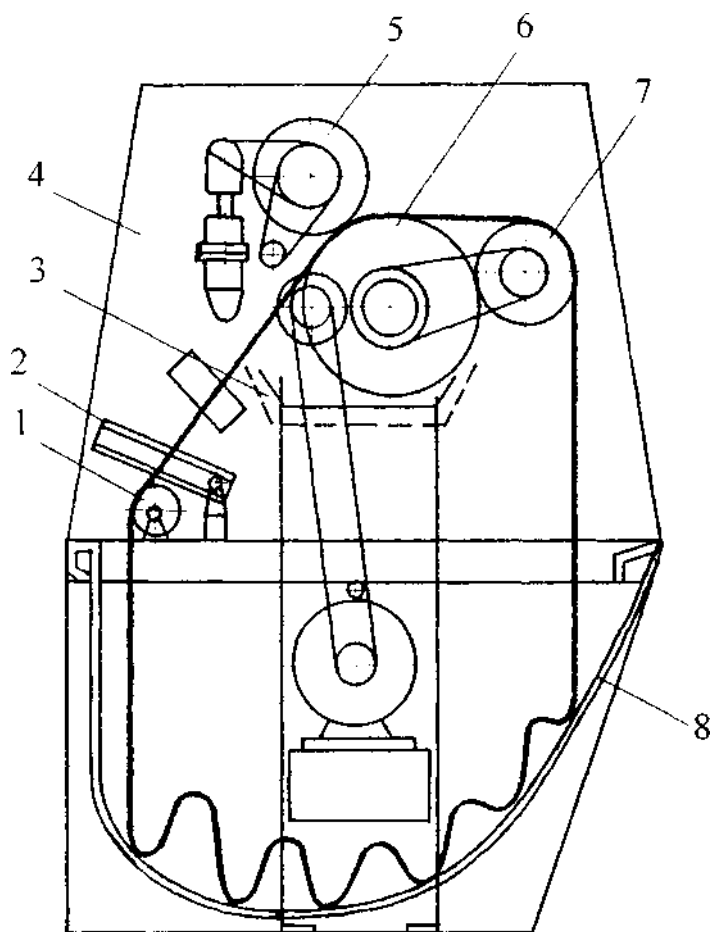


Рис. 10. Схема машины для промывки шерстяных тканей жгутом

дит в жало отжимных валов, барабанчик укладывает его на наклонное дно ванны 8. Затем жгут огибает направляющий ролик, проходит ячейки разделительной решетки, возвращается в жало валов, образуя таким образом 6—7 петель. Сшитые начало первой и конец последней петель образуют единый бесконечный жгут.

Промывка ткани осуществляется при температуре 35—40 °С в течение 30—40 мин в растворе, содержащем (% от массы ткани): ПАВ 0,5—3 и карбоната натрия 1—4. Затем следует промывка водой. Продолжительность процесса 2—4 часа.

Машина предназначена для промывки костюмных и пальтовых тканей. Предусмотрены автоматическая подача

воды, растворов, регулирование давления, температуры и продолжительности обработки.

После промывки шерстяные ткани, имеющие светлую природную окраску, имеют кремовый цвет и обычно дальше не отбеливаются. Для получения белой ткани можно использовать в качестве отбеливателя пероксид водорода. Процесс проводят следующим образом. Волокнистый материал обрабатывают при температуре 80 °С в растворе, содержащем (г/л): пероксид водорода (35 %-ный) 20, тетрапирофосфата натрия (стабилизатора) 1,5, аммиака (25 %-ного для создания слабощелочной среды рН 8—9) 1,5, смачивателя 1, выдерживая его при указанной температуре в течение 30—40 мин. После этого процесс продолжают на остывающей ванне в течение 2 ч при циркуляции раствора, затем следует промывка, нейтрализация и снова промывка. При пероксидном белении возможна деструкция кератина с разрушением дисульфидных и пептидных связей, которая протекает в допустимых пределах при выдерживании параметров процесса беления.

Окрашенную в темные (темно-серый, черный, коричневый) тона шерсть не отбеливают, поскольку придающие эту окраску природные пигменты являются химически инертными и располагаются глубоко в структуре волокна. Без заметного повреждения шерсти их разрушить невозможно.

Карбонизация — обработка шерстяных тканей раствором серной кислоты с последующей термообработкой с целью удаления целлюлозных примесей, ухудшающих внешний вид тканей (репей, остатки корма, затканые нити из целлюлозных волокон).

Этот процесс основан на различной устойчивости шерсти и целлюлозы к действию кислоты с последующей тепловой обработкой, в условиях которой волокна шерсти не претерпевают никаких изменений, а целлюлоза превращается в хрупкую гидроцеллюлозу. Процесс карбонизации состоит из следующих стадий: обработка ткани 3—6 %-ным раствором серной кислоты при температуре 20—25 °С, удаление избытка кислоты, отжим 70—100%-ный, высушивание при температу-

ре до 80°C и термообработка при температуре $110\text{--}115^{\circ}\text{C}$ в течение 5 мин. После карбонизации на ткани остается значительное количество кислоты, которая может быть причиной неравномерного окрашивания и разрушения волокон шерсти при дальнейшем ее хранении, поэтому ткань сначала промывают холодной водой, а затем обрабатывают в 1 %-ном растворе карбоната натрия или растворе аммиака для нейтрализации несмытой кислоты.

На рис. 11 приведена технологическая схема карбонизационно-нейтрализационной линии. Линия состоит из пропиточной части I, сушильно-термической камеры II, нейтрализационной части III, сушильной машины IV. Пропиточная часть включает заправочное устройство 1, малую пропиточ-

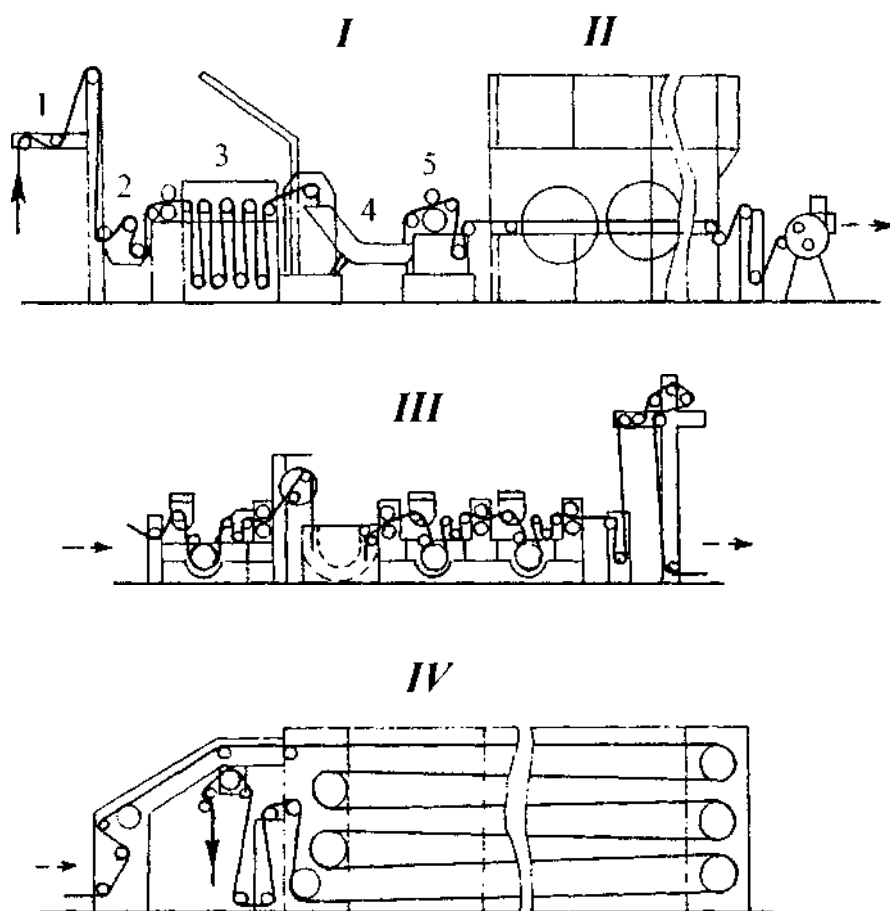


Рис. 11. Схема карбонизационно-нейтрализационной линии

ную плюсовку с парой отжимных валов 2, пропиточную ванну 3 с системой нижних и верхних роликов с промежуточным отжимом, компенсатор 4, в котором ткань, уложенная складками, находится в свободном состоянии, отжимное устройство 5 для получения равномерного отжима ткани и удаления избытка раствора кислоты.

Сушильно-термическая камера условно разделена на сушильную и термическую секции. Сушильная секция содержит восемь сетчатых барабанов, в которых отсасывается воздух, термическая — четыре барабана, предназначенных для транспортировки и тепловой обработки карбонизируемой ткани. Нейтрализационная часть состоит из четырех коробок, основными рабочими органами каждой из которых являются перфорированный барабан и осевой насос, просасывающий раствор из барабана сквозь ткань. В первой коробке находится вода, во второй — раствор аммиака, в третьей и четвертой — проточная вода; температура во всех коробках 18—20 °С. Скорость движения ткани до 25 м/мин.

На линии предусмотрено автоматическое регулирование концентрации раствора кислоты. В результате механических воздействий, создаваемых при нейтрализации и промывке, удаляется гидроцеллюлоза.

Карбонизацию можно проводить после промывки перед валкой, после валки и после крашения. Наибольшее распространение получила карбонизация после крашения, при которой исключается неравномерность окраски, появляющаяся при крашении карбонизованной ткани.

Валка — процесс уплотнения суконных и драповых тканей с одновременным свойлачиванием волокна в поверхностном слое.

Валкоспособность — специфическая особенность шерстяного волокна, связанная с его чешуйчатостью, упругостью и извитостью, проявляющаяся при массовом перемещении волокон под механическими воздействиями. На валкоспособность влияют не только свойства шерстяного волокна, но и условия процесса, применяемые реагенты и температура. В кис-

лых и щелочных растворах процесс валки ускоряется, однако в щелочной среде шерстяное волокно может разрушиться, а в кислой становится жестким, поэтому процесс валки осуществляют в слабощелочной среде. Ткань пропитывают раствором, содержащим (г/л): ПАВ (мыло) 2-3, карбонат натрия 0,3-0,5.

При валке на ткань наносится 125 % раствора от массы сухой ткани. При большем его количестве процесс валки удлиняется, так как ткань легко скользит по рабочим органам машины, а при меньшем — ткань испытывает большое трение и возможны протирывы. Температура раствора поддерживается около 40 °С, так как при такой её величине наиболее полно проявляются упругие свойства волокна.

Валка осуществляется по периодическому способу на сукновальной машине (рис. 12). Основные рабочие органы машины: ванна 12, цилиндрические валы нижний 13 и верхний 7, клапан 10 с крышкой 8, жгуторазделительная решетка 2, два вертикальных ролика 4 со щечками 5. Валы служат для перемещения ткани в машине и давления на жгуты в направлении утка (уваливания по ширине). Клапан имеет форму короба, дно и боковые стенки его неподвижны, а крышка одним концом закреплена на рычагах, а другим давит на жгуты ткани. Посредством системы рычагов 9 можно менять положение крышки клапана, увеличивая или уменьшая давление на ткань, регулируя таким образом степень усадки по длине.

Направляющие валики 14 и 3 служат для направления жгутов соответственно в жгуторазделительную решетку и жало валов. Над верхним направляющим валиком расположен спрыск 6, через который в машину подается валочный раствор. Вертикальные ролики 4 свободно вращаются от движения ткани, между ними можно менять расстояние, регулируя усадку по ширине. Чем меньше расстояние между роликами, тем большее механическое усилие в направлении уточных нитей испытывает ткань.

Сукновальная машина закрыта кожухом, в передней и задней части которого имеются дверцы. Передняя дверца 1

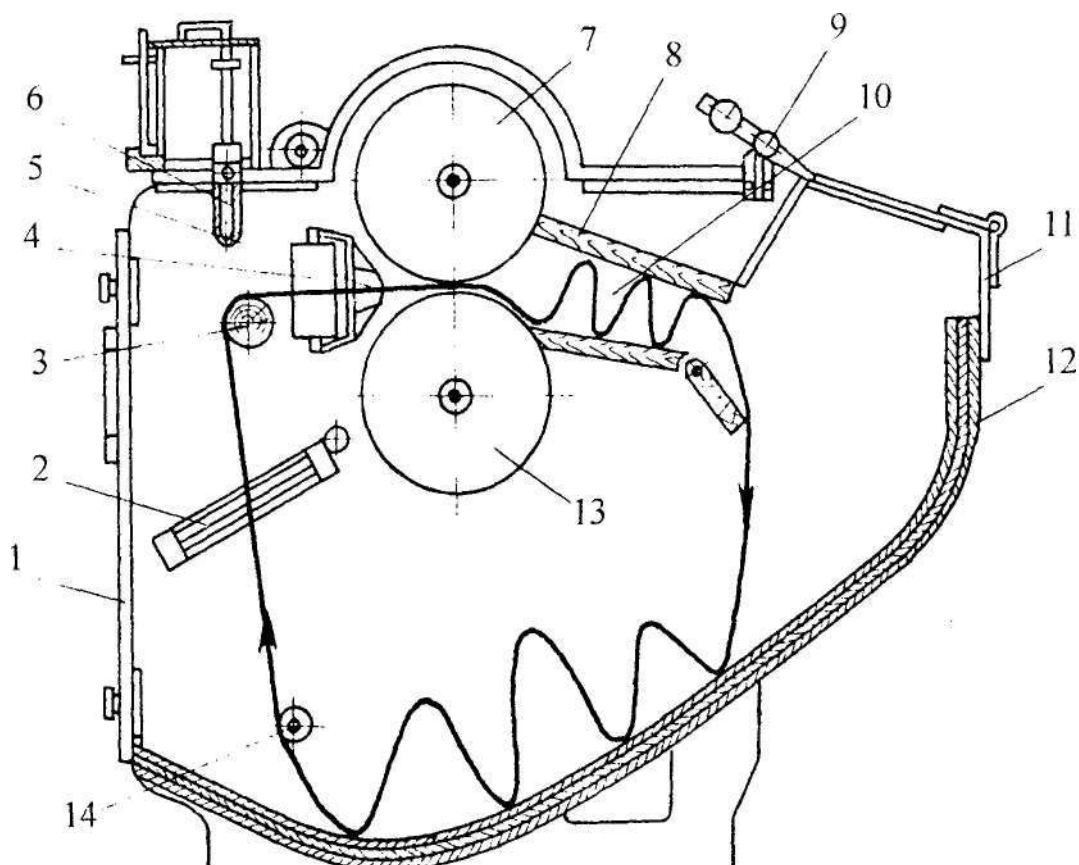


Рис. 12. Схема сукновальной машины

предназначена для загрузки ткани, задняя дверца 11 — для наблюдения за работой клапана. Длительность процесса валки определяется артикулом ткани и изменяется от 20—40 мин для костюмных тканей (фулеровка) до 10 часов для технического сукна.

Заварка — обработка ткани в кипящей воде в расплавленном состоянии под натяжением с последующим охлаждением для придания тканям устойчивых линейных размеров.

Заварке подвергают чистошерстяные и полушерстяные гребенные ткани, платьевые и костюмные. В процессах гребнечесания, прядения и ткачества в шерстяных волокнах возникают напряжения, которые неоднородны в суровой ткани.

При мокрой обработке линейные размеры такой ткани будут неравномерно сокращаться. Обработка в кипящей воде ликвидирует напряжение и фиксирует волокна в том положении, в котором они находятся в ткани. При заварке наблюдается изменение структуры кератина шерсти, в результате чего ткань становится более устойчива к усадке, уваливанию, образованию застила и заламыванию во время последующих мокрых обработок в жгуте. Для предупреждения разрушения кератина в кипящую воду вводят уксусную кислоту.

Для заварки тканей применяют машины периодического и непрерывного действия. Заварку легких шерстяных тканей осуществляют в коробках промывного аппарата линии ЛЗП—180Ш (рис. 9) при обработке ткани горячей водой (95—96 °С). Более современной является заварочная машина, на которой ткань обрабатывается при температуре 110 °С в течение 25—60 с (рис. 13). На этой линии ткань для предвари-

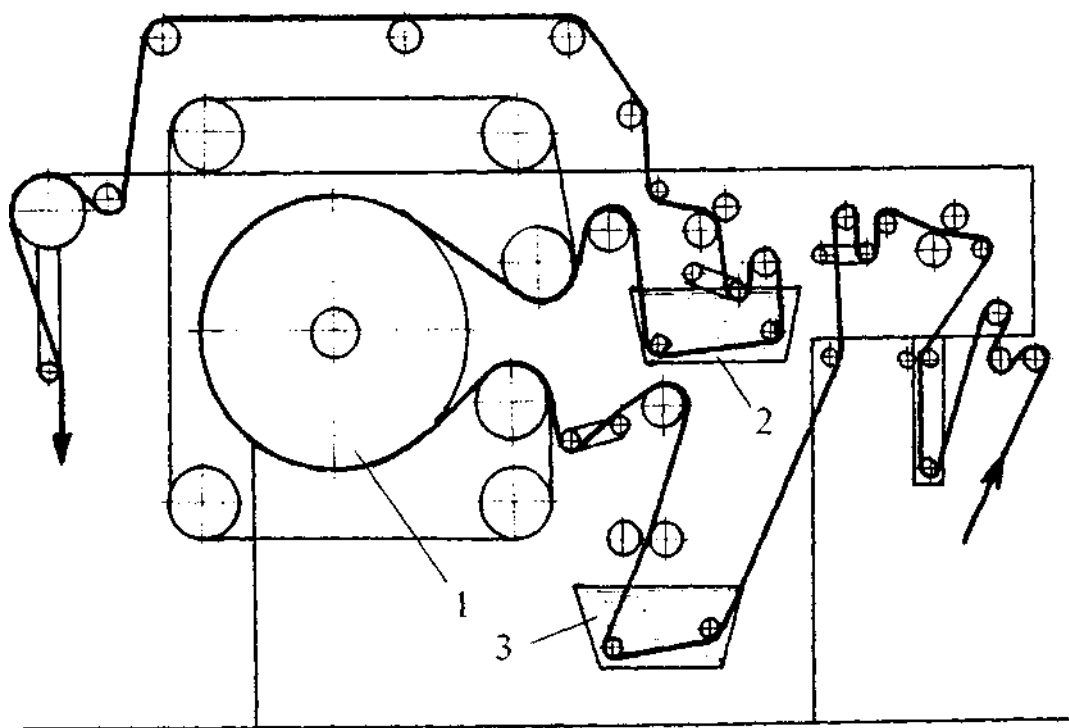


Рис. 13. Схема заварочной машины

тельного нагревания проходит ванну с горячей водой 3, затем попадает под резиновый ремень на обогреваемый паром барабан 1 большого диаметра (2500 мм), где подвергается давлению (ремнем) и нагреванию до 100 °С. Пар, образующийся внутри ткани, при соприкосновении с горячей поверхностью барабана не может вырваться ни в боковом, ни в верхнем направлении, поскольку резиновый ремень обеспечивает герметичность, вследствие чего паровая среда имеет температуру на 10 °С выше, чем на обычных машинах. После обработки на цилиндре ткань подвергают «шоковому» охлаждению водой в специальной ванне 2, что усиливает эффект ее фиксации. Скорость движения камвольных тканей 15—18 м/мин. Заварка шерстяных тканей может быть многократной.

Ворсование — процесс образования пушистого, мягкого покрова (ворса), скрывающего структуру ткани путем извлечения на поверхность ткани концов волокон из нитей и расположения этих концов в определенном направлении и порядке.

Для ворсования применяют машины с игольчатой и шишечной гарнитурой. Процесс ворсования заключается в многократных коротких соприкосновениях поверхности ткани с острыми концами чешуек ворсовальных шишек или иглами игольчатой ленты, которые находятся на барабанах или роликах машины.

На рис. 14 показана схема ворсовальной машины. Ее основные части — заправочное устройство, две рамы, на которые крепится ворсовальный барабан 4, с ворсовальными 2 и противоворсовальными 3 роликами, щетки 5 и самоклад 1. Ворсовальных и противоворсовальных роликов 24-36 шт. Первые обтянуты игольчатой лентой, острия игл отточены, загнуты под некоторым углом и направлены по ходу ткани, вторые тоже обтянуты игольчатой лентой, но острия игл направлены против движения ткани. Ворсовальные ролики вращаются вместе с ворсовальным барабаном и, кроме того, имеют самостоятельное вращение вокруг оси. При движении ткань касается поверхности роликов, которые извлекают концы волокон из нитей, в результате чего образуется ворс. При касании

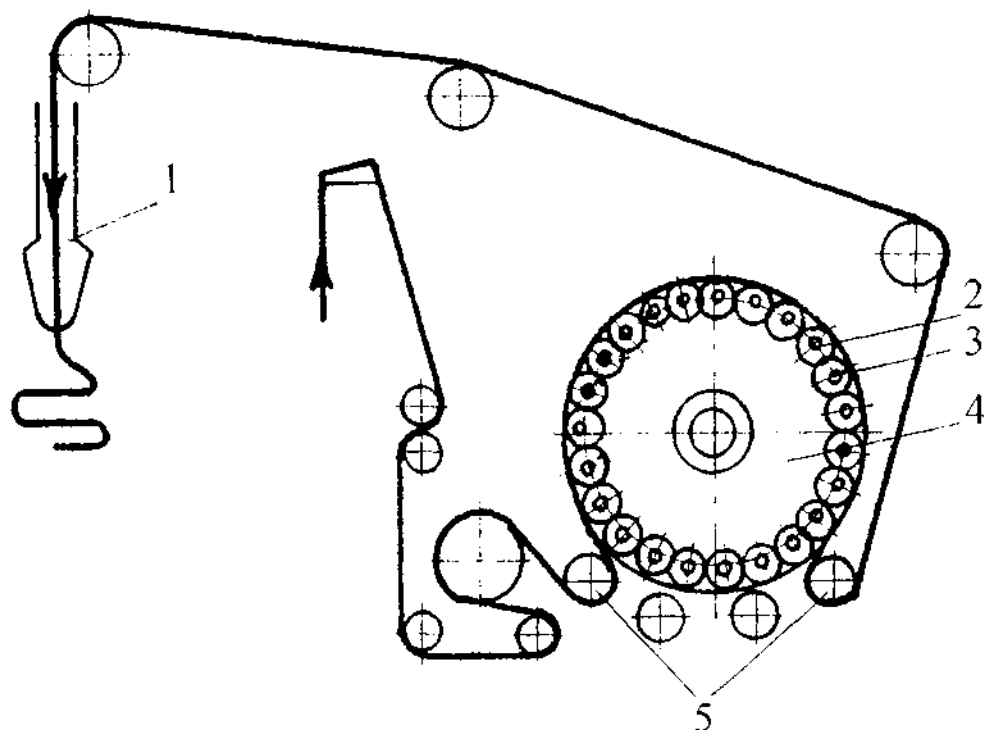


Рис. 14. Схема ворсовальной машины

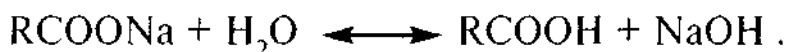
противоворсовых роликов ворс расчесывается и приглаживается в противоположном направлении. Ворсование ведут постепенно, ткань пропускают через машину 6—12 раз.

2.4.2. Подготовка тканей из натурального шелка

Основной задачей подготовки к крашению и печатанию изделий из натурального шелка является удаление шелкового клея (серицина).

Применяемые способы обесклеивания шелка основаны на способности серицина растворяться в воде, в растворах щелочей и кислот. Обычно шелковые ткани обрабатывают при температуре, близкой к температуре кипения, поэтому обесклеивание часто называют отваркой. Наиболее быстро серицин удаляется при $\text{pH} < 2,5$ и $\text{pH} > 9$.

В сильнощелочной среде происходит повреждение фиброина, поэтому выбирают такие условия обработки, при которых скорость удаления серицина достаточна и не происходит разрушения фиброина. Учитывая это, для отварки в качестве щелочного агента используют мыло, водные растворы которого при гидролизе имеют щелочную реакцию:



Мыльные растворы проявляют буферные свойства, поддерживают щелочность в растворе на постоянном уровне (рН 10,2—10,5). Одновременно с серицином в раствор для отварки переходят природные красящие и воскообразные вещества, замасливатели и случайные примеси. Все они не растворимы в щелочах, но легко эмульгируются в присутствии мыла, которое является хорошим смачивателем и эмульгатором. При отварке шелк сорбирует 1 — 1,5 % мыла, которое придает ему добротность, мягкость.

Процесс отварки делится на две стадии:

1) собственно отварка, которая проводится в течение 1 ч при температуре 92 °С в растворе, содержащем 14 г/л мыла олеинового 40 %-ного и 0,5 г/л карбоната натрия, при этом удаляется серицин, но из варочной жидкости ткань сорбирует примеси и окрашенные частицы, накапливающиеся в ванне в связи с тем, что она используется многократно; 2) переварка, которая проводится с применением свежей варочной жидкости, содержащей 7—8 г/л мыла и 0,4 г/л карбоната натрия в течение 20—30 мин, после чего варочную жидкость удаляют для повторного использования, а ткань промывают сначала в аммиачном растворе, затем в воде.

Данный способ обесклеивания шелка обеспечивает высокое качество отварки, но связан с большими затратами дорогостоящего мыла, которого расходуется 70 % от массы ткани, и предусматривает длительную обработку. В настоящее время установлена возможность применения для обесклеивания шелка ряда щелочных агентов, например бикарбонатно-карбонатной смеси, обла-

дающей буферными свойствами. Однако шелк, обработанный указанной смесью, оказывается недостаточно освобожденным от воскообразных, жировых и природных красящих веществ, поэтому ткань имеет жесткий гриф. Для получения мягкого грифа дополнительно кратковременно обрабатывают в растворе мыла.

После отварки ткань из натурального шелка имеет кремовый цвет. Для получения белого цвета проводят беление пероксидом водорода при pH 8–8,4 и температуре 75–80 °С в течение 20 мин в растворе, содержащем пероксид водорода 2 мл/л, силиката натрия 1,5 (г/л) и нашатырный спирт до pH 8–8,4. Затем пропитывают в растворе гексаметафосфата натрия при температуре 60–70 °С в течение 20 мин и промывают водой.

2.5. Подготовка текстильных материалов из искусственных волокон

Ткани из гидратцеллюлозных и ацетилцеллюлозных волокон в отличие от хлопчатобумажных или льняных не содержат природных примесей, которые нужно удалять в жестких условиях щелочной отварки и беления. Кроме того, искусственные волокна выпускаются химическими заводами в белом виде и лишь несколько загрязняются в процессах дальнейшей переработки. Поэтому цель подготовки в данном случае сводится к освобождению материала от шлихты и замасливателей и легкому добеливанию.

Вместе с тем следует помнить, что вискозные и в несколько меньшей степени ацетатные ткани теряют прочность в мокром состоянии, а ткани из ацетилцеллюлозных волокон склонны к образованию трудноустраняемых заломов и заминов. Поэтому текстильные материалы из искусственных волокон рекомендуется обрабатывать без натяжения, а ацетатные и триацетатные ткани — еще и расправленным полотном. Для тканей из ацетилцеллюлозных волокон проводится также выравнивание их структуры и снятие внутренних напряжений, — об этом будет рассказано в следующем разделе.

2.5.1. Подготовка тканей из гидратцеллюлозных волокон

Такие ткани могут вырабатываться из нитей или волокна. Помимо удаления примесей при их подготовке необходимо обеспечить равномерное поглощение красителей и выявление особенности структуры тканей, например креповых.

При подготовке необходимо обеспечить равномерность набухания, поскольку при получении вискозных комплексных нитей степень ориентации макромолекул неодинакова, и поэтому краситель воспринимается материалом неравномерно. Процесс получения крепового эффекта протекает очень быстро: в условиях влажно-тепловой обработки крученые нити резко укорачиваются, давая усадку, в результате чего образуется волнистая, рельефная поверхность.

Ткани из вискозных нитей содержат водорастворимые примеси, которые удаляются при обработке раствором ПАВ (1—2 г/л) и кальцинированной соды (0,5—0,8 г/л) при температуре 85—90 °С в течение 45—60 мин с последующей промывкой теплой и холодной водой. При выпуске белых тканей проводят беление по запарному способу в слабощелочных растворах пероксида водорода (2—7 г/л), стабилизированных метасиликатом натрия, с последующим запариванием при 100 °С в течение 2—3 мин и промывкой. Такую подготовку можно осуществлять на линии для отварки, расшлихтовки и промывки шелковых тканей.

Ткани из вискозного волокна легко деформируются и растягиваются. Это затем вызывает их усадку. Наиболее быстро снимаются внутренние напряжения волокна при смачивании текстильных материалов из вискозы водой, сушке в свободном состоянии.

Ткани из вискозного волокна содержат трудноудаляемую крахмальную шлихту, замасливатель и поэтому имеют желтоватый оттенок. Процесс их подготовки включает опаливание, расшлихтовку и беление. «Мокрые» процессы осуществляются по одностадийному щелочно-перекисному способу,

состоящему в следующем. Ткань при температуре 50-60 °С пропитывают раствором, содержащем (г/л):

— пероксид водорода	10;
— метасиликат натрия	6—7;
— гидроксид натрия	2—3;
— ПАВ	0,3-0,5 .

После отжима ткань укладывают в запарную машину, где она обрабатывается при 98-100 °С в паровой среде 10—15 мин, затем промывается в горячей воде, в растворе ПАВ и в холодной воде.

Окисление и разрушение окрашенных примесей и перевод шлихты в водорастворимое состояние под действием пероксида водорода происходит во время запаривания.

Обработку проводят на отбельных линиях ЛБ—140 (рис. 15) при скорости движения ткани до 100 м/мин.

2.5.2. Подготовка тканей из ацетилцеллюлозных нитей

Ткани из ацетатных нитей выпускают обычно в отбеленном виде. На них присутствуют замасливатели, водорастворимая шлихта, красители для подцветки. Их подготовка сводится к обработке в растворах моющих веществ, но в условиях более мягких, чем для тканей из гидратцеллюлозных нитей. Поскольку ацетатное волокно легко омыляется в щелочной среде и теряет при этом свои свойства, необходимо тщательно соблюдать температуру обработки: не выше 70—80 °С при отварке в нейтральной среде и не выше 40-50 °С в присутствии соды.

Отбеливание ацетатных тканей производится с помощью хлорита натрия в слабокислых растворах (рН 4,5) при температуре 60—70 °С (концентрация по активному хлору 1,5 г/л).

Триацетатные ткани подвергаются при подготовке тем же операциям, что и ткани из ацетатных нитей: отвариванию, промывке-релаксации и белению. Поскольку триацетатные волокна более устойчивы к действию разбавленных щелочей, беление тканей из них можно проводить в щелочной среде

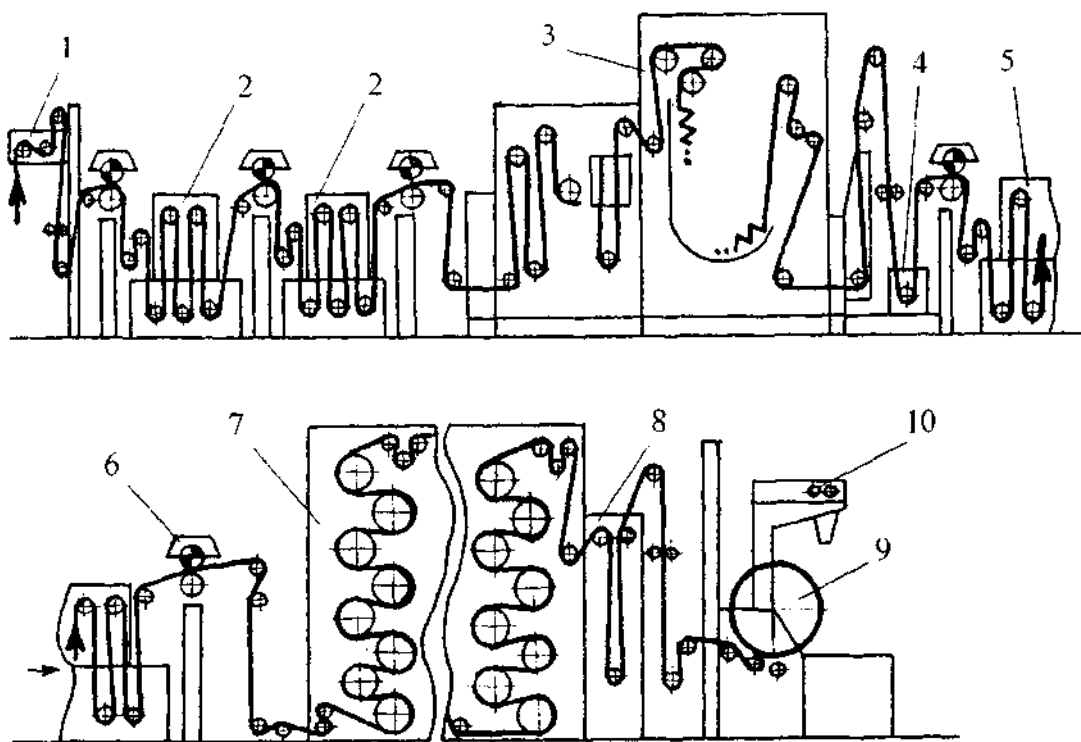


Рис. 15. Схема линии для подготовки вязкозных тканей из штапельного волокна:

1 — заправочное устройство; 2 — пропиточные машины; 3 — запарная машина; 4 — малая промывная ванна; 5 — промывные машины с ребристыми роликами; 6 — отжимы; 7 — сушильная барабанная машина; 8 — охлаждающая камера; 9 — накатная машина; 10 — тканеукладчик

(в растворах карбоната натрия или гидроксида натрия), однако общая щелочность не должна превышать 0,5 г/л.

В ряде случаев для снижения гидрофобности и электризуемости текстильных материалов из ацетилцеллюлозных нитей их подвергают поверхностному щелочному омылению. Этот способ получил название S-отделка. При этом отваривание проводят в слабощелочной среде в присутствии карбоната или даже гидроксида натрия.

2.6. Подготовка тканей из синтетических волокон и нитей

Синтетические ткани обычно содержат водорастворимую шлихту, замасливатели и случайные загрязнения. Поскольку синтетические волокна и нити производятся в белом виде, то ткани из них обычно не отбеливают. Беление требуется в следующих случаях: при наличии на тканях красителей для маркировки; случайных загрязнений, не удаляемых промывкой; при необходимости получения тканей с очень высокой степенью белизны.

Ткани из синтетических волокон отваривают в растворе анионактивных или неионогенных ПАВ (1—4 г/л) и кальцинированной соды или тринатрийфосфата (1–2 г/л) при температуре 60—100 °С (в зависимости от природы волокна) в течение 20—60 мин с последующей промывкой, используя периодический или непрерывный способ. Исключение составляют текстильные материалы из ПАН-волокон, которые рекомендуется отваривать в нейтральной среде. Это связано с омылением нитрильных групп и пожелтением волокна в щелочной среде.

Для беления тканей из полиамидного волокна наиболее безопасно применять мягко действующий хлорит натрия — из-за чувствительности этого волокна к окислению. Беление осуществляется в течение 40—60 мин при 60—80 °С при значении рН 3,5, полученном с помощью муравьиной кислоты в присутствии активатора (пирофосфата натрия). Кроме того, для беления тканей из этих волокон могут быть рекомендованы восстановители. В ряде случаев при очень мягких условиях допускается применение пероксида водорода.

Материалы из полиэфирных волокон обычно отваривают и обрабатывают оптическими отбеливающими веществами (см. ниже). В случае желтоватого оттенка для беления рекомендуется применять хлорит натрия, который в данном случае более эффективен, чем пероксид водорода и гипохлорит натрия. Текстильные материалы из этих волокон отбеливают в растворах, содержащих 3—5 г/л хлорита натрия, при рН 3,5 в течение 1 — 1,5 ч при температуре 90—95 °С.

Материалы из полиакрилнитрильных волокон чаще всего также подвергают только отвариванию и оптическому беле-нию. В случае необходимости беление проводится с помощью хлорита натрия. Хорошие результаты могут быть получены при использовании дихлоризоцианурата натрия (1—3 г/л ак-тивного хлора) при температуре 80—90 °С и рН 3,5—4,5 в тече-ние 30—45 минут.

Полиуретановые материалы подвергают промывке в растворах ПАВ в присутствии пирофосфата натрия при тем-пературе до 60 °С, для беления могут быть использованы вос-становители и оптические отбеливающие вещества.

Материалы из поливинилхлоридных волокон подвергают отварке в растворах, содержащих ПАВ (1—2 г/л), кальциниро-ванную соду (0,5 г/л) и гексаметафосфат натрия (0,25 г/л) при 40–50 °С в течение 30 мин. Для беления целесообразно исполь-зовать хлорит натрия в присутствии фосфорной или серной кислоты в течение 2—3 ч при температуре раствора 50—60 °С. Однако высокой степени белизны получить не удастся.

Текстильные материалы из поливинилспиртовых воло-кон отваривают в растворах ПАВ анионного или неионоген-ного типа, концентрация которых составляет 1—2 г/л, при температуре 80–90 °С в течение 30–45 мин. Для беления могут быть использованы гипохлорит натрия, хлорит натрия или дихлоризоцианурат натрия.

Специфической операцией подготовки текстильных ма-териалов из синтетических волокон и нитей, а также из аце-тилцеллюлозных нитей является их *термостабилизация*.

В процессе формования, ориентационного вытягивания волокон, а также при перемотке и вязании или ткачестве в во-локнах накапливаются внутренние напряжения. При последу-ющих обработках (отваривании, крашении) или в условиях эксплуатации, например при стирке, текстильные материалы сильно деформируются, усаживаются на 10—20 %, образуют складки, приобретают неряшливый вид.

Целью термостабилизации является придание текстиль-ным материалам устойчивых линейных размеров и формы пу-тем снятия внутренних напряжений.

Эта операция представляет собой термическую обработку текстильного материала в расплавленном натянутом состоянии. Процесс состоит из двух основных стадий:

1) нагревание ткани до необходимой температуры, при этом разрывается часть межмолекулярных связей, фрагменты макромолекул приобретают способность перемещаться относительно друг друга и за счет этого снимаются внутренние напряжения;

2) быстрое охлаждение ткани, в результате которого образуются новые межмолекулярные связи, фиксирующие макромолекулы в волокне в отрелаксированном состоянии.

Термостабилизацию можно проводить с помощью горячей воды, пара или горячего воздуха. Выбор способа обработки определяется природой волокна и имеющимся в наличии оборудованием. Вещества, способствующие набуханию волокна, вызывают частичное нарушение межмолекулярных связей и разрыхление структуры. К ним относятся вода и органические растворители. Для термостабилизации набухших волокон требуется более низкая температура. Термостабилизация горячей водой и паром обычно осуществляется в оборудовании периодического действия.

Поскольку термостабилизация горячим воздухом позволяет достичь лучших результатов, данный способ получил наиболее широкое распространение.

Температура термостабилизации должна быть на 20—30 °С ниже температуры плавления полимера и на 30—40 °С выше температуры всех обработок при отделке или при эксплуатации. Чем ниже температура стабилизации, тем больше продолжительность обработки. Естественно, что температура термообработки должна быть выше температуры стеклования полимера (температура, при которой звенья макромолекул приобретают подвижность).

Из сказанного следует, что температура термообработки неодинакова для различных волокон и составляет для капронового волокна - 190 °С, анидного - 215 °С, лавсанового - 200-220 °С, ацетатного - 180-190 °С, триацетатного - 200-210 °С. Продолжительность обработки варьируется от 20 до 40 секунд. Отклонения технологических параметров при

термостабилизации приводят к неровноте волокон по структуре и, следовательно, неравномерной окраске при последующем крашении.

При стабилизации в паровой среде температура обработки снижается и составляет для капронового волокна 127°C , анидного — 130°C , лавсанового — $125\text{--}126^{\circ}\text{C}$, а продолжительность её возрастает до 10—60 минут.

При термообработке в среде горячего воздуха применяют стабилизационные сушильно-ширильные линии (рис. 16). Они включают в себя плюсовку 1, сушильно-ширильную камеру 2, где ткани придается необходимая ширина и происходит высушивание, стабилизационную камеру 3, охлаждающую камеру 4 и компенсатор 5. В сушильных секциях воздух нагревается до $135\text{--}150^{\circ}\text{C}$ паровым калорифером; в сушильно-стабилизационных секциях дополнительно имеются электрокалориферы, обеспечивающие нагревание воздуха до $200\text{--}250^{\circ}\text{C}$. В охлаждающую секцию подается холодный воздух. Скорость движения ткани в таких линиях — до 25 м/мин.

Термостабилизация может проводиться: 1) для суровых материалов; 2) после отварки и беления; 3) после крашения.

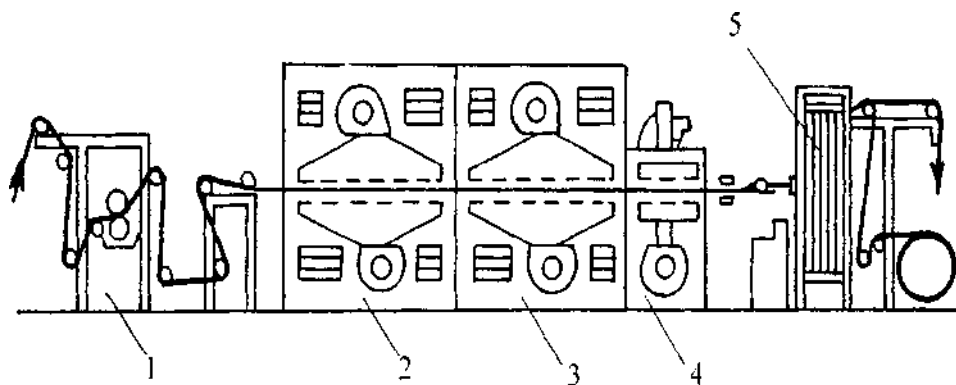


Рис. 16. Схема сушильно-ширильной стабилизационной линии

Термостабилизация до крашения (первые два варианта) уменьшает опасность образования заломов и заминов при крашении в жгуте и исключает риск изменения оттенка окраски из-за термодеструкции или сублимации красителей. Однако термостабилизация перед крашением снижает сорбцию красителя, что затрудняет получение темных тонов. Поэтому при необходимости получения темных тонов термостабилизацию целесообразно проводить после крашения. В этом случае нужно применять дисперсные красители, устойчивые к сублимации (переходу из твердого в парообразное состояние).

Необходимо отметить, что эффект, полученный при термостабилизации, является обратимым. Это означает, что если в процессе эксплуатации или на последующих стадиях обработки в производственных условиях ткань подвергнется воздействию более высоких, чем при термостабилизации, температур, эффект пропадает.

2.7. Применение оптических отбеливающих веществ

В основе описанных выше способов беления лежит разрушение красящих веществ либо природного характера, либо попадающих на текстильные материалы в ходе различных технологических процессов. Кроме того, несложно заметить, что даже отбеленные текстильные материалы имеют легкий желтоватый оттенок (обычно их отбеливают до степени белизны 80-85 %).

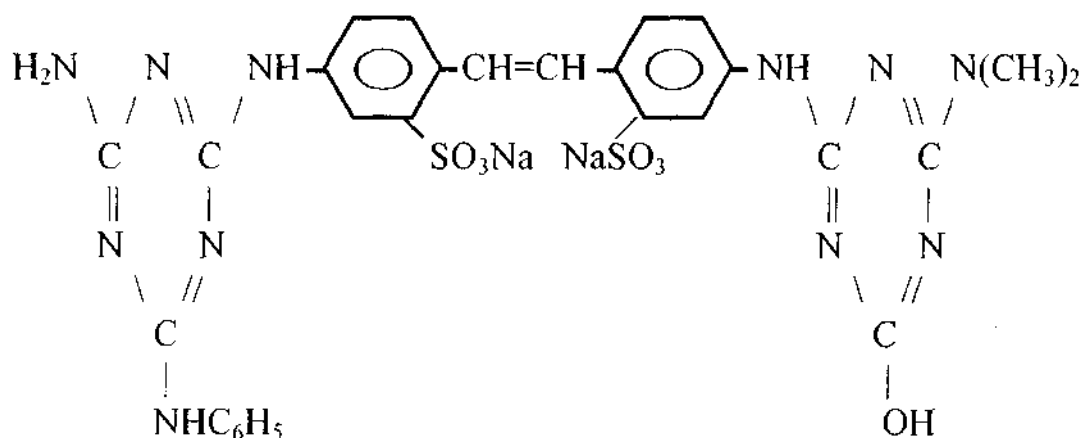
В настоящее время для повышения степени белизны текстильных материалов стали широко применяться оптические отбеливающие вещества (ООВ). По своей природе это флуоресцирующие вещества или так называемые «белые красители».

Принцип действия ООВ основан на изменении состава спектра лучей, отражаемых поверхностью волокон. Это достигается в результате способности ООВ поглощать ульт-

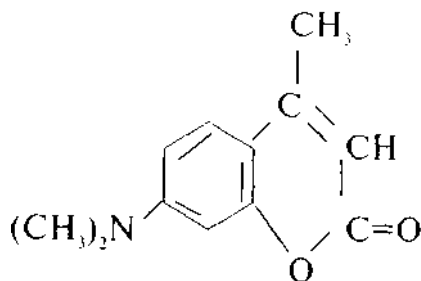
рафиолетовое излучение (335—375 нм*), невидимое человеческим глазом, и преобразовывать его в видимое в области синих и фиолетовых лучей (400—450 нм). Последние дополняют желтые лучи, отражаемые текстильным материалом; в результате субтрактивного синтеза цветов при этом создается ощущение белого цвета. Поверхность обработанного ООВ текстильного материала выглядит идеально белой, увеличивается его яркость. Поэтому оптическими отбеливателями пользуются также для изделий, окрашенных в светлые тона.

В качестве ООВ используются органические соединения различной структуры, очень близкие по свойствам к обычным красителям, но являющиеся бесцветными или слегка окрашенными соединениями. Их можно условно разделить на две группы.

Для оптического беления изделий из целлюлозных волокон применяют растворимые в воде соединения, являющиеся производными стильбена и триазина, например:



При отбеливании шерсти, ацетатных и синтетических волокон широко используются производные кумарина:



Эти вещества, не растворимые в воде, в виде дисперсий применяют при отбеливании материалов из синтетических и ацетилцеллюлозных волокон. Водорастворимые сернокислые соли кумарина широко используются для придания высокой степени белизны шерстяным и шелковым тканям.

Обработка ткани оптическими отбеливателями чаще всего совмещается с процессом беления или заключительной отделки. ООВ вводят в рабочий раствор предварительно растворенными в теплой воде. Их концентрация варьируется от 0,05 до 0,7 г/л в зависимости от качества отбеленной ткани и условий производства. Закрепление ООВ на волокне осуществляется при запаривании или другими методами, принятыми при крашении текстильных материалов.

Оптические отбеливающие вещества выпускаются в широком ассортименте под торговыми названиями белофоры (Россия), рилуксы (Чехословакия) и другие.

2.8. Новые методы интенсификации процессов подготовки текстильных материалов

Методы интенсификации процессов подготовки текстильных материалов в настоящее время развиваются в трех основных направлениях:

1) использование эффективных катализаторов, биохимических и композиционных материалов на их основе, инициирующих процессы разрушения и экстракции примесей при минимальном повреждении волокнистого материала;

2) использование неводных сред при подготовке текстильных материалов;

3) новые физические способы инициирования процессов подготовки.

2.8.1. Использование новых катализаторов и стабилизаторов

При обсуждении способов подготовки уже упоминались некоторые современные композиции и технологические режимы для подготовки волокнистых материалов. В данном параграфе они будут рассмотрены подробнее.

Улучшить качество хлопчатобумажной ткани при одновременном сокращении длительности процесса отварки можно путем использования повышенных концентраций гидроксида натрия (40—50 г/л) в присутствии катализаторов — антрахинона и его сульфопроизводных.

Совсем или частично исключить процесс высокотемпературной щелочной отварки из технологической цепочки подготовки хлопчатобумажных тканей и тканей из смесей хлопка с химическими волокнами можно в результате разработки биотехнологий. Зарубежными и отечественными производителями предлагаются препараты на основе ферментов различной активности и ПАВ, использование которых позволяет не только эффективно удалить шлихту, но и частично разрушить другие примеси на ткани.

В области беления наибольший интерес представляют исследования, направленные на поиск новых стабилизирующих систем для перекисного беления. Наиболее привлекательны прежде всего стабилизаторы на основе модифицированного силиката натрия с целью устранения его склонности к осадкообразованию. В связи с этим предложено использовать о-силикат калия $2K_2OSiO_2 \cdot H_2O$, который можно получить смешиванием гидроксида калия и силиката натрия при молекулярном соотношении компонентов 4:1. Этот стабилизатор не образует осадков на ткани и оборудовании и легче отмывается.

Использование в качестве стабилизатора вольфрамата калия позволяет полностью исключить силикат натрия при перекисном белении.

При введении в перекисную ванну амидов карбоновых кислот, в частности, мочевины, достигается значительная интенсификация перекисного беления. При этом его можно проводить при рН 7,5—10,5. Содержание силиката и гидроксида натрия в данном случае снижается в 3 раза.

Особую группу стабилизаторов составляют комплексообразователи. Наибольшее распространение в этом случае имеют органофосфаты, которые более устойчивы в перекисных растворах, обеспечивают более высокую белизну, лучше диспергируют загрязнения и предупреждают образование осадков силиката натрия. Кроме них используют также диэтиленetriаминпентаметилфосфоновую, аминотриметилфосфоновую, оксиэтилендифосфоновую, этилендифосфоновую кислоты. Комплексообразующие вещества обычно включают в состав стабилизирующих композиций, одновременно содержащих аминокарбоновые кислоты, соли магния, ПАВ и иногда оптические отбеливающие вещества: стабилизатор ПБ (Россия), ЦС и СФБ — «Дюпон» (США), фаслан—86 (Франция) и другие.

Другим направлением исследований в области перекисного беления является применение твердых перекисных соединений, например, монопероксигидрата мочевины, персульфаты натрия и калия.

Предлагаются способы беления текстильных материалов, основанные на совместном использовании пероксида водорода и хлорсодержащих отбеливающих веществ. Это обеспечивает получение высокой белизны и капиллярности при запаривании не более 30 мин при температуре 75—85 °С.

2.8.2. Использование неводных сред

Этот прием позволяет не только снизить потребление воды в отделочном производстве, но и значительно интенсифицировать технологический процесс подготовки тканей.

На практике уже находят применение хлорированные углеводороды (трихлорэтилен и перхлорэтилен), которые отличаются инертностью к металлам, невоспламеняемостью, низкой токсичностью, химической стабильностью, низкой теплотой испарения. Один из вариантов беления хлопчатобумажных и хлопкополиэфирных тканей, в которых щелочная отварка заменена обработкой в органическом растворителе или его эмульсии с водой, приведен ниже.

Суровую ткань обрабатывают в расправленном состоянии в перхлорэтилене или трихлорэтилене при температуре 60—80 °С в течение 30—60 с, затем промывают в кипящей воде, после чего пропитывают раствором, содержащим (г/л): пероксид водорода 3,5—5, силикат натрия 12—14, гидроксид натрия 2—2,5, смачиватель 0,5—1. Затем ткань отжимают и запаривают при температуре 100 °С в течение 1—5 мин. В результате достигается высокая степень белизны (83—85 %) и капиллярности.

В другом варианте белящий состав представляет собой эмульсию водного раствора отбеливателя и активатора в органическом растворителе. В состав дополнительно вводятся эмульгаторы: полиэтиленгликолевые эфиры этаноламидов синтетических жирных кислот (синтамиды 5 и 10). Для обеспечения высокой белизны, необходимой степени расшлихтовки и капиллярности требуется соотношение хлорированного углеводорода и воды 2:1—3:1.

Широкое распространение органических растворителей в красильно-отделочном производстве пока сдерживается отсутствием специального оборудования, обеспечивающего регенерацию растворителей, возможность их циркуляции по замкнутому циклу, укомплектованного вентиляцией для удаления паров растворителей из помещения.

Другим направлением использования неводных сред при подготовке текстильных материалов является проведение процессов в среде жидкого аммиака. Кратковременная (1—3 с) обработка целлюлозных волокон в жидком аммиаке существенно изменяет их структуру, что оказывает положительное

влияние на их сорбционную способность, прочностные характеристики пряжи или ткани. Другими словами, наблюдаются такие же изменения, как при классической мерсеризации, но для этого требуется значительно меньшее время. Жидкоаммиачные технологии также требуют специального оборудования.

2.8.3. Новые физические способы интенсификации процессов подготовки

К физическим способам интенсификации химико-технологических процессов относится использование низкотемпературной плазмы, токов высокой частоты, УФ- и ИК-излучений.

Плазмохимическая обработка значительно активизирует волокна и ускоряет химические процессы на их поверхности. При этом рекомендуется применять холодную плазму, когда затрагиваются лишь поверхностные свойства материалов. В результате воздействия низкотемпературной плазмы на суровую хлопчатобумажную ткань в течение 1–2 мин удаляется до 20% естественных примесей и до 30 % шлихты, а на поверхности волокна происходят значительные химические изменения. Это способствует увеличению гидрофильности и сорбционной способности волокон при сохранении высоких прочностных характеристик и снижении усадки ткани.

При плазмообработке полиэфирных текстильных материалов в 1,5–2 раза увеличивается их гигроскопичность, повышается скорость смачивания, снижается электризуемость.

Фотохимическая активация оказывает интенсифицирующее действие на процессы беления, когда текстильный материал сначала пропитывают водным раствором белящего вещества, а потом подвергают УФ-облучению. Это ускоряет процессы разложения окислителей, а следовательно, и весь процесс беления. Белизна 80–82% достигается за 0,1–0,5 мин, но при этом целлюлоза повреждается сильнее, чем в классических процессах беления.

При инфракрасной активации перекисного беления при температуре 180 °С процесс заканчивается за 2—5 мин, а целлюлоза повреждается значительно меньше. Этот способ находит практическое применение: выпускаются установки ИК-нагрева УРТК—1 (Россия), ИК-излучатели входят в состав линии для беления «Реджиани» (Италия).

Еще одним способом физической активации может считаться предварительное запаривание, или термообработка текстильного материала перед пропиткой технологическими растворами. При этом следует отметить, что предварительное запаривание ткани гораздо эффективнее, чем ее сухой прогрев. Это связано с удалением в первом случае воздуха из пор ткани, в результате чего она приобретает повышенную способность смачиваться рабочими растворами. Для обеспечения максимального эффекта ткань не должна контактировать с воздухом в промежутке между предварительным запариванием и пропиткой.

Создана установка предварительного запаривания МПЗ—260, которая располагается перед пропиточной частью бесцепной мерсеризационной машины «Текстима». Это позволяет увеличить скорость прохождения ткани через мерсеризационную линию с 45 до 70 м/мин, снизить концентрацию гидроксида натрия до 150-180 г/л (с 200-300 г/л при традиционном способе).

Предварительное запаривание ткани эффективно также при щелочной отварке, особенно при одностадийных процессах беления ткани.

ГЛАВА 3. КРАШЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

3.1. Теоретические основы крашения

3.1.1. Общие сведения о красителях

Крашение — технологический процесс придания текстильным материалам равномерной («гладкой») окраски, обладающей достаточной устойчивостью к различного рода воздействиям. Это осуществляется за счет перехода красящих веществ из внешней среды (например, раствора) в волокно с последующим прочным закреплением их внутри полимера.

Красящими веществами - красителями — являются органические соединения, обладающие способностью интенсивно поглощать энергию электромагнитных излучений в видимой части солнечного спектра (360—760 нм).

Человеческий глаз способен различать в видимой части спектра отдельные области, характеризующиеся определенным цветом: красным (длинноволновая часть спектра), оранжевым, желтым, зеленым, голубым, синим, фиолетовым (коротковолновая часть спектра).

Окраска красителей зависит от их способности избирательно поглощать световые лучи определенной длины волны в видимой области спектра и отражать (или пропускать) непоглощенные лучи. Цвет красителя определяется суммой отраженных (или пропущенных) световых лучей. Например, если тело поглощает желтые лучи, то отражает (или пропускает) лучи в синей области видимого спектра, и такое тело будет иметь синий цвет.

В отличие от окрашенных белые и черные тела не обладают избирательным поглощением и отражением (или пропусканием): они в равной мере поглощают и отражают (или пропускают) излучения всех длин волн видимой части спектра. Белые тела отражают (или пропускают) более 60 % падаю-

щего на них света, черные тела — меньше 10 %. Тела, занимаемые среднее по своим свойствам положение между черными и белыми, будут иметь серый цвет.

Способность красителя поглощать свет в видимой области обусловлена его строением, и, прежде всего, наличием групп, содержащих кратные связи, — так называемых *хромофорных* групп. К ним относятся азогруппы — $\text{N}=\text{N}-$, длинная цепочка двойных сопряженных связей — $\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}-$, нитрозогруппы — $\text{N}=\text{O}$ и другие. Для усиления этой способности в молекулах красителей присутствуют электронодонорные или электроноакцепторные ауксохромные группы — NH_2 , $-\text{OH}$, $-\text{NO}_2$ и другие. Практически не влияют на цветность, но придают молекуле красителя определенные свойства (растворимость, способность взаимодействовать с волокном или атомами металлов) сульфогруппы $-\text{SO}_3\text{Na}$, карбоксильные $-\text{COOH}$, сульфамидные $-\text{SO}_2\text{NH}_2$, метилсульфоновые $-\text{SO}_2\text{CH}_3$.

Крашение — очень древний процесс, первые документальные записи о котором относятся к 2500 году до н.э. Тогда использовались природные красители, такие, как кармин, пурпур, кошениль и др. Некоторые из них (хна, шафран, крапп, индиго) до сих пор применяются в некоторых областях.

Один из первых синтетических красителей — фуксин — был получен в 1855 году, а в 1856 году был синтезирован мовеин. Однако главным толчком для промышленного производства синтетических красителей стало открытие русским химиком Н.Н. Зининым дешевого способа получения анилина из нитробензола и общего метода получения ароматических аминов, которые используются для синтеза красителей.

Исходными веществами для синтеза красителей являются бензол, толуол, ксилол, фенол, антрацен, фенантрен и т.д., которые получают из каменноугольной смолы. На химических заводах их подвергают различным химическим реакциям и получают промежуточные продукты, из которых и синтезируют красители.

Технические красители выпускаются в виде порошков и паст. Выпускные формы технических красителей, растворимых в воде, содержат 50—60 % красящего вещества, остальные 40—50 % составляют минеральные и органические вещества и вода. Не растворимые в воде кубовые и дисперсные красители выпускаются в виде высокодисперсных порошков и паст. Содержание пигмента в пастах и порошках кубового красителя составляет 15—20 %, в тонких порошках дисперсного красителя — 15—40 %. Порошки и пасты нерастворимых красителей содержат диспергаторы, смачиватели, вещества, предохраняющие от высыхания, замерзания и лесневения.

3.1.2. Классификация, основные свойства и номенклатура красителей

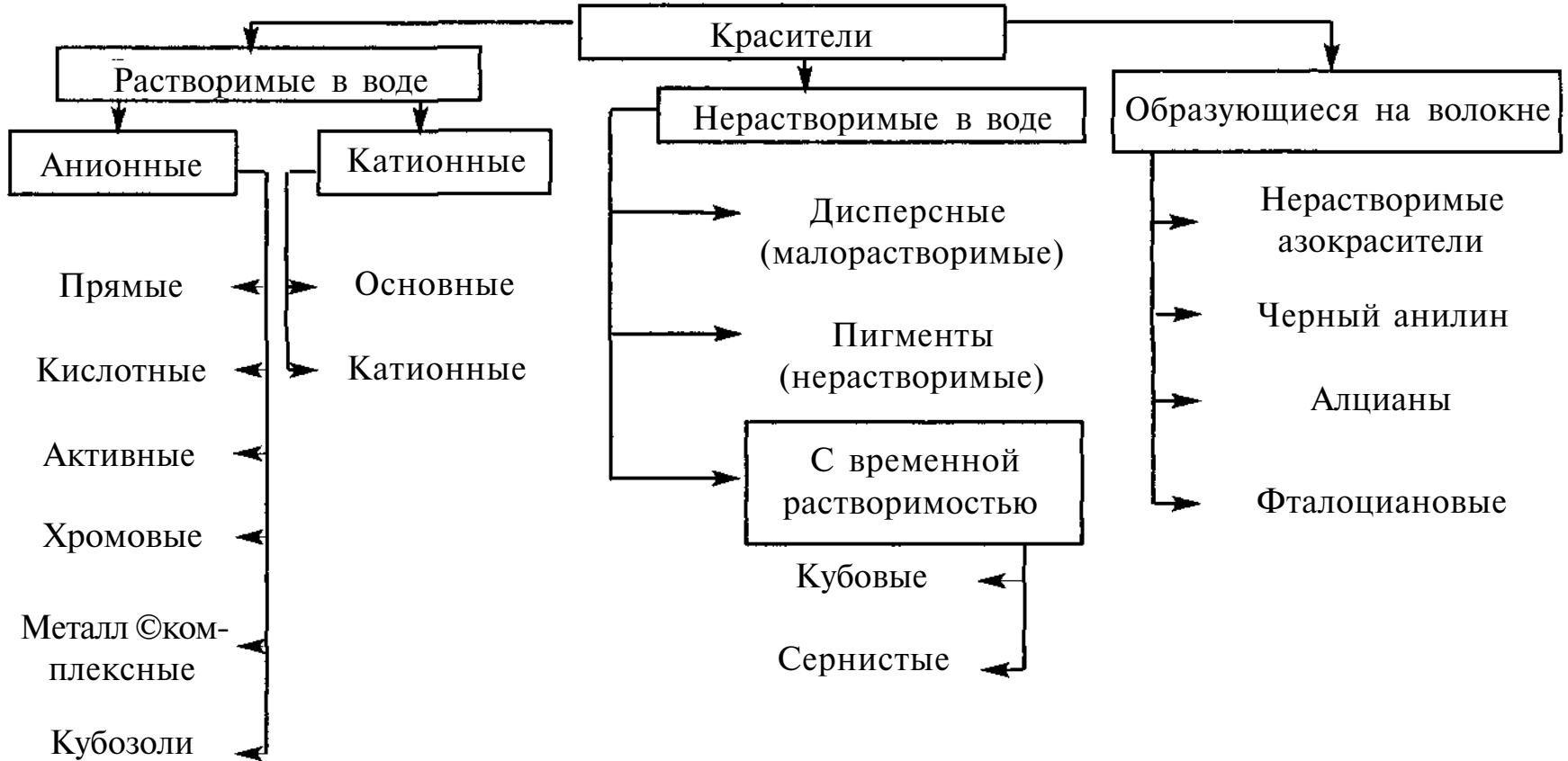
В химической промышленности классификация красителей осуществляется, в основном, по химическому строению: нитрокрасители, азокрасители, антрахиноновые красители и прочие.

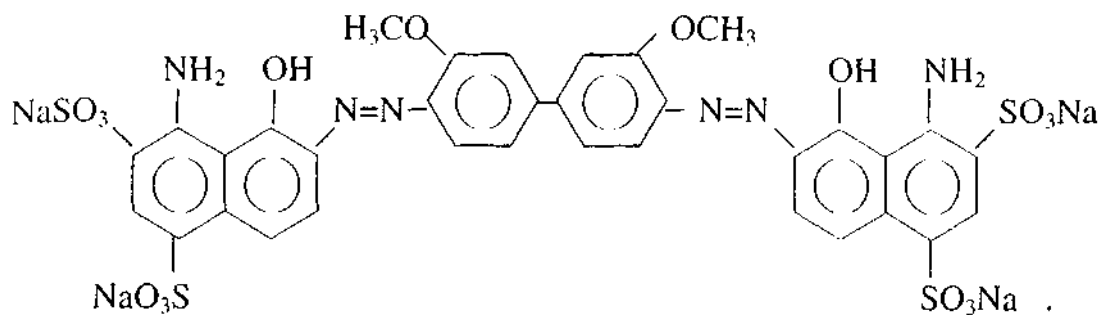
В текстильной промышленности пользуются технической классификацией красителей, в соответствии с которой красители объединяются в группы по их одинаковым технологическим свойствам. Внутри каждой группы красители разделяют на классы в зависимости от отношения к различным волокнам или от условий применения, характера связи красителей с волокном и прочего (схема 2).

Растворимые в воде красители

Прямые красители применяют, в основном, для крашения целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон. Их хромофорная система представляет собой азосоединение с длинной цепочкой двойных сопряженных связей. Растворимость обусловлена наличием сульфогрупп. Примером может служить краситель прямой чисто-голубой:

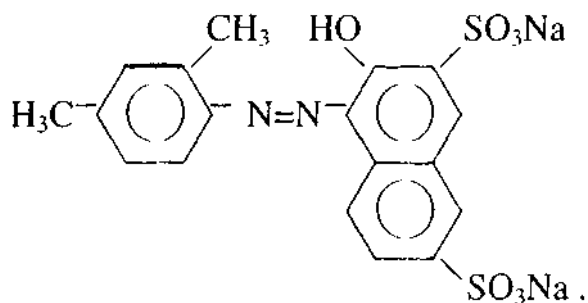
Схема 2. Техническая классификация красителей





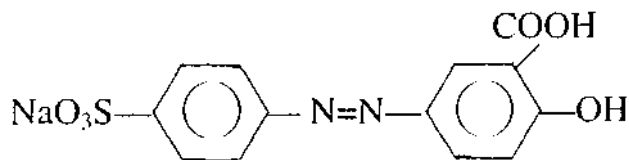
В общем виде формулу любого прямого красителя можно представить как $\text{Kp}-\text{SO}_3\text{Na}$.

Кислотные красители используют для крашения белковых и полиамидных волокон. Молекулы кислотных красителей компактны, их молекулярная масса существенно меньше, чем у прямых. Растворимость в воде придается сульфогруппами. Например, краситель кислотный алый:

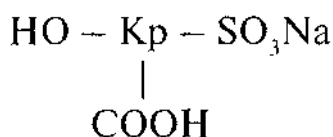


В общем виде формулу кислотных красителей можно записать $\text{Kp}-\text{SO}_3\text{Na}$.

Хромовые красители применяют, главным образом, при крашении шерсти. Их хромофорная система повторяет строение кислотных красителей, но в молекуле обязательно содержатся группы, способные образовывать комплексы с солями хрома: гидроксильные $-\text{OH}$ и карбоксильные $-\text{COOH}$ группы, расположенные во-положении друг к другу или к азогруппе. В качестве примера можно привести краситель хромовый желтый К:

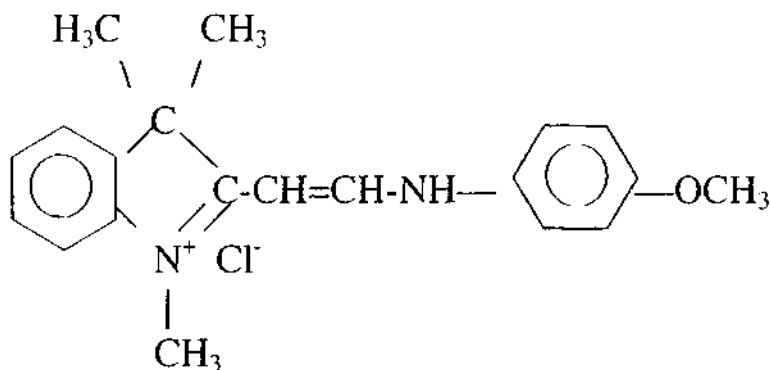


В общем виде формулу хромового красителя можно записать следующим образом:



Кислотные металлкомплексные красители (КМК) применяют для крашения белковых и полиамидных волокон. Известны две группы КМК, которые отличаются соотношением количества молекул красителей и атомов металла: комплекс 1:1 (КМК 1:1), где на атом металла приходится одна молекула красителя, и комплекс 2:1 (КМК2:1), где на атом металла приходится две молекулы красителя.

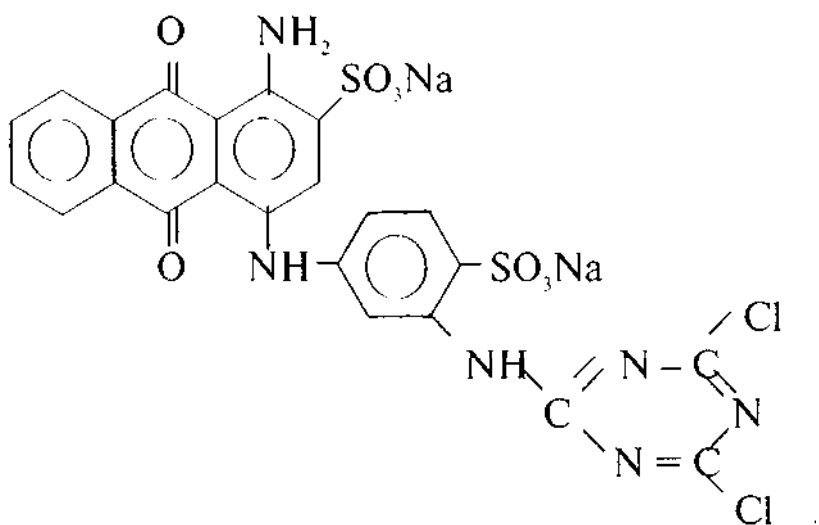
Катионные красители применяют для крашения полиакрилонитрильных волокон. Их особенностью является то, что красящей способностью обладает катион; например, краситель катионный желтый 43:



В общем виде формула этих красителей записывается как $\text{Cr} = \text{N}^+ \text{Cl}^-$.

Активные красители применяют для окрашивания волокон, содержащих гидроксильную или аминогруппу, с которыми молекулы красителей вступают в химическую реакцию, что обеспечивает высокую устойчивость окраски к мокрым обработкам и трению. Это целлюлозные, белковые и полиамидные волокна. Способность к образованию ковалентной связи с во-

локнами активным красителям придают различные реакционно-способные группы. В качестве примера можно привести краситель активный ярко-голубой КХ:



В данном примере реакционную способность по отношению к волокну проявляют атомы хлора; однако активные группировки могут быть и другими. В общем виде формулу активного красителя можно записать как $\text{Cl}-\text{Kp}-\text{SO}_3\text{Na}$.

Кубозоли являются растворимыми производными кубовых красителей и применяются при крашении текстильных материалов из различных волокон.

Нерастворимые в воде красители

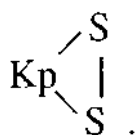
Кубовые красители используются, в основном, для крашения целлюлозных волокон. Иногда их применяют для Колорирования хлопкополиэфирных тканей, в этом случае они закрашивают оба компонента волокнистой смеси. Этим красителям придается временная растворимость на стадии крашения.

В состав молекул кубовых красителей чаще всего входят две карбонильные группы $=\text{C}=\text{O}$. Их формулу в общем виде можно представить следующим образом: $\text{Kp}=\text{C}=\text{O}$.

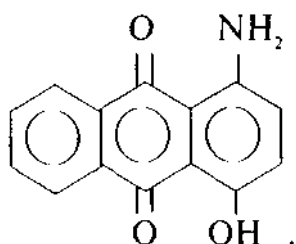
Сернистые красители также относятся к группе временно-растворимых красителей и применяются при крашении

текстильных материалов из целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон. Молекулы этих красителей включают разнообразные серосодержащие группы, в частности, дисульфидные —S—S—, которые определяют технологические свойства красителей. Сернистые красители дают окраски невысокого качества, в их цветовой гамме отсутствуют чистые красные и фиолетовые цвета.

Формула сернистых красителей в общем виде выглядит следующим образом:



Дисперсные красители обладают очень низкой растворимостью в воде, что позволяет отнести их к группе нерастворимых. Они предназначены для крашения синтетических и ацетилцеллюлозных волокон и применяются в виде водных дисперсий. Примером может служить дисперсный красный 2С:



Разновидностью обычных дисперсных красителей являются дисперсные активные красители, которые также практически не растворимы в воде, но содержат реакционноспособные группы, обеспечивающие химическое взаимодействие с NH₂-группами полиамидных волокон.

Пигменты предназначены для Колорирования (в основном печатания) текстильных материалов из любых волокон и их смесей. Они весьма разнообразны по своей природе и химическому строению, обеспечивают яркие и устойчивые окраски.

Красители, образующиеся на волокне

Нерастворимые азокрасители («холодные», азоидные) образуются непосредственно на волокне из промежуточных водорастворимых продуктов: азо- и диазосоставляющих. В качестве азосоставляющих используются оксипроизводные ароматических соединений - азотолы $\text{Ar}-\text{OH}$; в качестве диазосоставляющих — азоамины $\text{R}-\text{NH}_2$, чаще всего в стабилизированной форме.

Азиновые красители («черный анилин») образуются на волокне в процессе каталитического окисления водорастворимого солянокислого анилина и имеют глубокий черный цвет. В настоящее время из-за токсичности полупродуктов черный анилин применяется крайне редко.

Алианы являются водорастворимыми производными некоторых пигментов, применяются для текстильных материалов из целлюлозных волокон и дают окраску зелено-голубой гаммы.

Красители для изделий из смеси волокон

Для крашения текстильных материалов из смеси волокон применяются композиции, составленные на основе красителей различных классов, пригодных для качественного закрашивания компонентов волокнистой смеси. При составлении таких композиций учитываются колористические характеристики, показатели устойчивости окраски, условия крашения каждым классом красителей и возможное влияние на текстильный материал.

Систематизация красителей

В связи с тем, что на мировом рынке существует множество различных марок красителей, в том числе и идентичных, но выпускаемых под разными названиями, существует необходимость не только в их классификации, но и в систематизации сведений об их колористических свойствах и способах применения.

В 1924 году в Англии был выпущен «Указатель красителей» (Колор Индекс — Color Index), который в последующие

годы неоднократно переиздавался. В настоящее время Колор Индекс представляет собой, практически, всеобъемлющую энциклопедию органических красящих веществ, включающую более 55 тысяч их торговых наименований. В нем кратко описаны способы получения красителей, приведено химическое строение, а также дана краткая информация о способах применения, колористических свойствах, показателях устойчивости окраски и прочего.

В Колор Индексе красители расположены по классам в соответствии с технической классификацией, а в каждом классе — по цветовой гамме (желтые, оранжевые, красные, фиолетовые, синие, зеленые, коричневые и черные). Красители обозначают следующим образом: вначале ставятся буквы КИ (C.I.), затем следует название класса красителя и порядковый номер в каждом цвете, например КИ прямой красный 191, КИ кислотный желтый 1 и так далее. В итоге, красители одного и того же химического строения, выпускаемые под разными торговыми названиями, по Колор Индексу имеют одно название .

Номенклатура красителей

Название красителя отечественного производства состоит из наименования класса красителей по технической классификации (например прямой, кубовый, активный и т.п.), затем наименования цвета (желтый, красный, синий и т.д.) и оттенка. Иногда для более полной характеристики цвета перед его названием ставят обозначения «чисто-», «светло-», «ярко-», «темно-», «глубоко-» и тому подобное. В некоторых случаях указываются специфические свойства данного красителя, например «светопрочный», или уточняется его строение («антрахиноновый»). В конце наименования ставятся буквенные обозначения, уточняющие колористические свойства красителей: Ж — желтоватый оттенок, К — красноватый, С — синеватый, 3 — зеленоватый, О — основной оттенок данного цвета. Степень выраженности оттенка отражается цифрами от 2 до 6, которые ставят перед указанными буквами. Вторая и последующие буквы отра-

жают специфические свойства красителя или условия крашения, их значение для красителей разных классов неодинаково. Так, индекс М указывает на наличие металла в молекуле красителя, Д — краситель в виде тонкодисперсного порошка, У — окраска должна быть упрочнена, индекс Х указывает, что крашение проводится без нагревания красильной ванны (активные и кубовые красители) или окраска может быть упрочнена солями хрома (прямые красители), П — краситель для печатания (кубовые красители) или для полиамидных волокон (активные красители), Н — крашение производится в нейтральной среде и так далее.

Полное название красителя помогает технологам определить область и условия его применения, указывает на характеристики окраски.

За некоторыми красителями до настоящего времени сохранены в качестве исключения их тривиальные названия, под которыми они начали применяться (фуксин, аурамин, эозин, родамин, индиго, хризофенин, сафранин и др.).

3.1.3. Современные представления о процессе крашения

Крашение волокнистых материалов, как правило, проводят в растворах красителей или продуктов их химического превращения. Процесс перехода красителя из раствора на волокно условно делят на следующие основные стадии:

1. диффузия красителя из объема раствора к поверхности волокна;
2. сорбция — поглощение красителя активными центрами внешней поверхности волокна;
3. диффузия красителя внутрь волокна;
4. фиксация красителя на активных центрах волокна.

Диффузия — это процесс самопроизвольного выравнивания концентраций за счет направленного перемещения молекул вещества. Под действием разности концентраций (градиента концентраций) возникает перенос вещества в растворителе из области с большей его концентрацией в область

с меньшей концентрацией. Последней служит приграничный к волокну слой красильного раствора, откуда краситель постоянно выбирается волокном.

Перемешивание красильного раствора существенно ускоряет процесс диффузии красителя в нем, поэтому первая стадия крашения протекает достаточно быстро.

Сорбция красителей на поверхности волокна происходит благодаря возникновению специфических сил взаимного притяжения между молекулами красителя и активными центрами на поверхности волокна, которые возникают на расстоянии 0,2-0,5 нм. Движущей силой процесса сорбции является разность концентраций красителя между красильным раствором и волокном (градиент концентраций красителя). Имея сродство к окрашиваемому волокну, молекулы красителя диффундируют в растворе к его поверхности. Стремясь к выравниванию концентраций между волокном и раствором, молекулы красителя переходят границу раздела фаз «раствор-поверхность волокна» и сорбируются на поверхности волокна.

Скорость сорбции зависит от физико-химических свойств волокна, от природы и состояния красителя в растворе, от температуры, а также от наличия в красильном растворе текстильно-вспомогательных веществ, регулирующих её.

Следует отметить, что при низкой скорости сорбции ухудшается окрашиваемость. Напротив, очень высокая скорость сорбции приводит к получению неровной окраски.

В результате сорбции красителя на поверхности волокна возникает градиент концентрации красителя по отношению к внутреннему объему волокна, являющийся побудительной причиной диффузии красителя в глубь волокна.

Диффузия красителя в глубь волокна является самой медленной стадией, определяющей скорость всего процесса крашения. Красители диффундируют в глубь волокна, либо двигаясь в порах волокон, заполненных раствором, либо в пространстве, образованном за счет сегментной подвижности макромолекул синтетических полимеров (то есть в так называемом «свободном объеме»).

Скорость диффузии в волокне в десятки тысяч раз медленнее, чем в воде. Она зависит от активности молекул красителя и степени проницаемости волокна. Такая медленная диффузия объясняется стерическими (пространственными) причинами: красителю сложно диффундировать в порах или свободном объеме волокна, размеры которых соизмеримы с размером молекул красителя. Кроме того, диффузия внутри волокна сопровождается постоянной адсорбцией на его активных центрах. Такой процесс называется активированной диффузией (рис. 17). Чем дольше в процессе диффузии молекулы красителя удерживаются на этих активных центрах, тем медленнее они продвигаются в глубь волокна.

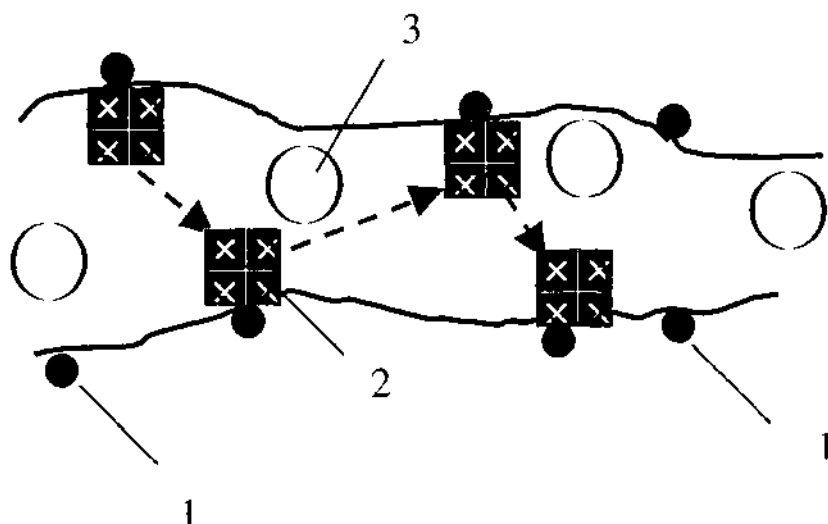


Рис. 17. Активированная диффузия молекулы красителя в порах волокна: 1 - активные центры волокна; 2 — сорбированная молекула красителя; 3 — свободная диффундирующая молекула красителя

Ускорить диффузию красителя в глубь волокна можно путем повышения температуры крашения, введения в ванну веществ, способствующих набуханию волокна или снижению температуры стеклования, а также снижающих сродство красителя к волокну или способствующих дезагрегации красителей.

Последней стадией крашения является *фиксация красителя* на активных центрах волокна, которая происходит за счет физических и химических сил взаимодействия. Эта стадия протекает очень быстро. После фиксации краситель перестает продвигаться в волокне и удерживается активным центром в течение всего периода эксплуатации текстильного изделия.

Как правило, при фиксации краситель образует с волокном целый набор связей, но одна из них для той или иной конкретной пары краситель-волокно является главной. От прочности этой связи зависит устойчивость окраски, в первую очередь, к мокрым обработкам.

Между красителем и волокном могут возникать следующие связи:

1) химическая ковалентная связь, образующаяся за счет создания общей электронной пары между двумя атомами. Энергия этой связи* составляет от 110 до 630 кДж/моль (в зависимости от свойств участвующих в ее образовании атомов). Примером ковалентной связи может быть связь между целлюлозным, белковым или полиамидным волокном и активными красителями;

2) координационная связь — это связь, при которой один атом (например, атом тяжелого металла) взаимодействует со свободной электронной парой другого (например, электронодонорные группы полимера). Энергия этого типа связей достигает 100 кДж/моль и выше. Примером такой связи может служить взаимодействие между хромовыми и КМ К 1:1 красителями и шерстяным волокном;

3) ионная связь, возникающая, как следует из названия, между заряженными группами (ионами) красителя и волокна; энергия её колеблется от 41 до 82 кДж/моль. Такая связь воз-

Энергия связи — это энергия, которую необходимо затратить, чтобы разорвать данную связь. Чем выше энергия связи, тем связь прочнее

никает при крашении белковых волокон кислотными или ПАН-волокон катионными красителями;

4) водородная связь представляет собой промежуточный тип связи между физической и химической. Энергия связи невелика и составляет 8,5—42 кДж/моль, но поскольку между красителем и волокном образуется не одна, а несколько водородных связей, в совокупности они могут обеспечить удовлетворительную устойчивость окраски. За счет водородной связи удерживаются на волокне прямые, кубовые и некоторые другие классы красителей;

5) межмолекулярные силы Ван-дер-Ваальса представляют собой физические силы, возникающие как между полярными, так и неполярными группами и атомами. Энергия связи очень мала — до 8,5 кДж/моль. Они не способны обеспечить устойчивую окраску, так как при повышении температуры и в присутствии полярных веществ разрываются. Этот вид связи присутствует при взаимодействии практически всех красителей и волокон.

3.1.4. Факторы, влияющие на скорость крашения

К числу факторов, оказывающих влияние на скорость протекания отдельных стадий и на скорость всего процесса крашения, относятся:

- природа волокна;
- природа красителя;
- концентрация красителя в растворе;
- температура крашения;
- наличие и концентрация нейтрального электролита;
- наличие и концентрация ПАВ;
- рН раствора;
- способ крашения и применяемое оборудование.

Природа волокна. Гидрофильные и гидрофобные волокна в водных растворах ведут себя по-разному.

Погружение *гидрофильных волокон* в воду и водные растворы приводит к их смачиванию, а затем к набуханию в ре-

зультате связывания молекул воды функциональными группами полимера. При набухании молекулы воды раздвигают макромолекулы и вызывают анизотропное изменение размеров волокна (оно становится толще и незначительно укорачивается). В результате внутренняя поверхность волокна увеличивается, что способствует последующему восприятию красителя. Диаметр пор в гидрофильных волокнах возрастает в 3,5—6 раз, что облегчает диффузию красителя. Таким образом, гидрофильные волокна (природные и искусственные гидратцеллюлозные) имеют достаточно рыхлую пористую структуру и способны к набуханию в водных растворах. Поэтому можно принять, что в процессе крашения молекулы красителей диффундируют в порах волокна, заполненных красильным раствором.

Гидрофобные синтетические и ацетилцеллюлозные волокна отличаются от гидрофильных прежде всего тем, что практически лишены субмикроскопических пор и пространства, необходимого для размещения молекул красителя. Они имеют плотную упаковку макромолекул и мало или совсем не набухают в водных растворах.

Крашение гидрофобных волокон проводят при температурах, превышающих температуру стеклования волокна, при этом нарушаются межмолекулярные связи, увеличивается подвижность отдельных сегментов полимерных цепей, возникает свободный объем, где и происходит диффузия молекул красителя.

С повышением температуры крашения одновременно с увеличением проницаемости волокна возрастает также кинетическая энергия молекул красителя, т.е. они становятся более подвижны и быстрее диффундируют внутри волокна.

Разрыхления структуры гидрофобных волокон можно достичь не только применением высоких температур, но и путем использования специальных веществ — интенсификаторов. Интенсификаторами называют органические вещества с небольшими молекулами (фенол и его производные, салициловая и бензойная кислоты, нафталин и его производные). Они достаточно легко проникают в волокно, нарушают межмолекулярные связи, разрыхляют структуру волокна и облегчают диффу-

зию молекул красителя. В присутствии интенсификатора крашение проводят при температурах не выше 100 °С.

Другим средством активирования гидрофобных волокон является замена обычной водной среды, в которой производится крашение, на систему специально подобранных растворителей. Они действуют на гидрофобные волокна так же, как вода на гидрофильные.

Большое значение имеют *электрокинетические свойства поверхности волокна* (поверхностный заряд). Большинство волокнистых материалов при погружении в водный раствор приобретает отрицательный заряд, величина которого в значительной степени зависит от природы волокна, его предварительной подготовки и изменения исходных функциональных групп. В то же время многие красители, растворяясь в воде и диссоциируя на ионы, приобретают тот или иной заряд (анионные или катионные красители).

Если поверхность волокна и краситель имеют одноименные заряды, то возникает электростатическое отталкивание, которое необходимо преодолеть, чтобы заряженная частица красителя достигла заряженной поверхности волокна. Обычно действие сил электростатического отталкивания распространяется на расстоянии около 10 нм от поверхности волокна. Силы взаимного притяжения анионов красителей и соответствующих активных центров (функциональных групп волокна) проявляют свое специфическое действие только при сближении реагирующих компонентов до 0,2—0,5 нм. Таким образом, для обеспечения нормального протекания процесса адсорбции красителя необходимо экранировать влияние сил электростатического отталкивания.

В случае противоположного заряда красителя и волокна процесс сорбции красителя сильно ускоряется, что может приводить к неровноте окраски.

Таким образом, вводя в красильный раствор различные текстильно-вспомогательные вещества, величину заряда регулируют и тем самым либо замедляют, либо ускоряют сорбцию красителя волокном.

Природа красителя. Свободная энергия (термодинамический потенциал) молекулы красителя в растворе существенно больше, чем в волокне. Самопроизвольные процессы, в том числе и крашение текстильных волокон, всегда направлены в сторону уменьшения свободной энергии. Поэтому крашение сопровождается накоплением красителя в волокне и уменьшением его содержания в красильном растворе и идет до выравнивания потенциалов в волокне и растворе.

Мерой взаимодействия красителя и волокна в текстильной химии является сродство ($-\Delta\mu_0$) — разность стандартных термодинамических потенциалов красителя в волокне и в растворе:

$$-\Delta\mu_0 = RT \ln C_v / C_p, \text{ кДж/моль,}$$

где R — универсальная газовая постоянная, кДж/моль-градус); T — абсолютная температура, К; C_p , C_v — концентрации красителя в растворе и в волокне соответственно, г-моль/л.

Сродство является движущей силой, обуславливающей переход красителя из раствора на волокно. Чем выше величина сродства, тем быстрее протекает процесс сорбции красителя, но при этом возникает опасность неровного или «кольцевого» прокрашивания (когда краситель располагается только в поверхностном слое волокна). Кроме того, заметно замедляется диффузия красителя в глубь волокна.

На процесс крашения влияет также *состояние красителей в красильной ванне*. Растворимые в воде красители (прямые, активные, кислотные, катионные, кубозоли, азо- и диазосоставляющие азоидных красителей) и красители, которым придают временную растворимость (кубовые, сернистые), присутствуют в растворе одновременно в виде отдельных ионов, молекул и агрегатов ионов и молекул. Малорастворимые в воде дисперсные красители в воде находятся в виде дисперсии, состоящей из отдельных молекул, агрегатов различных размеров и твердых частиц.

Поскольку волокно доступно для диффузии только отдельных молекул красителя, состояние красителя в растворе,

то есть соотношение между мономолекулярной и агрегированной формами красителя, оказывает существенное влияние на переход красителя из красильного раствора на волокно. Чем выше доля мономолекулярной формы красителя в красильной ванне, тем быстрее краситель переходит из раствора на волокно.

Концентрация красителей в красильной ванне. Поскольку градиент концентраций красителя является движущей силой процессов диффузии и сорбции, повышение концентрации красителя в растворе приводит к возрастанию общей скорости процесса крашения. Однако при превышении её определенного предела, который во многом определяется растворимостью красителя, начинается его агрегация. Так как агрегаты красителя не могут проникать в узкие поры волокна, скорость крашения больше не увеличивается или даже несколько снижается.

Температура крашения. При повышении температуры красильной ванны в условиях периодического способа крашения содержание красителя в волокне сначала увеличивается практически пропорционально росту температуры, проходит через максимум при оптимальной температуре, а затем снижается (рис. 18).

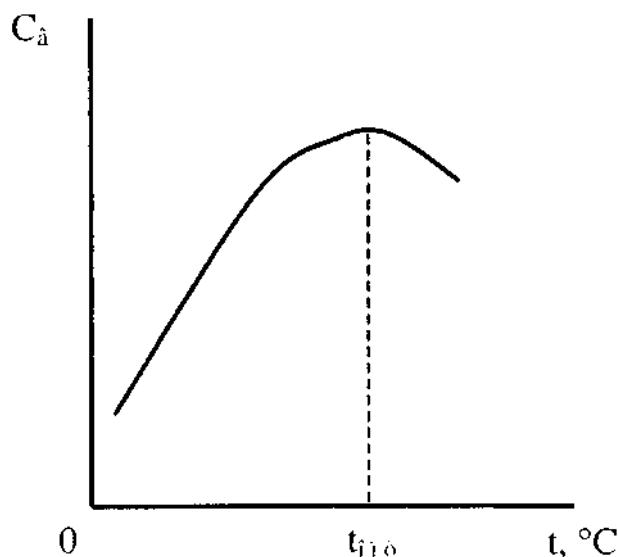


Рис. 18. Зависимость поглощения анионных красителей целлюлозным волокном от температуры (10пт — оптимальная температура крашения)

Это явление объясняется следующим образом. Сначала при повышении температуры возрастает кинетическая энергия, а следовательно, и подвижность молекул красителя и сегментов полимерных цепей в аморфных зонах волокна, нарушаются межмолекулярные связи между макромолекулами, увеличивается размер субмикроскопических пор. Кроме того, несколько уменьшается сродство красителя к волокну, что способствует повышению скорости диффузии красителя внутри волокна.

Однако при чрезмерном повышении температуры кинетическая энергия молекул красителя становится столь велика, что межмолекулярная связь между красителем и волокном разрывается и краситель десорбируется с волокна.

Наличие и концентрация нейтрального электролита. Как уже отмечалось, общей задачей для всех применяемых одноименно заряженных красителей и волокон является преодоление сил отталкивания между ними. С этой целью в красильный раствор вводят хорошо диссоциирующие соли - нейтральные электролиты, чаще всего NaCl (хлорид натрия) или Na₂SO₄ (сульфат натрия):



К отрицательной поверхности волокна в первую очередь направляются противоионы — катионы Na⁺, которые снижают заряд волокна, облегчают приближение анионов красителя на расстояние, при котором начинают проявляться силы специфического взаимодействия (сродства) красителя с волокном. В результате процесс крашения протекает быстрее.

Повышение концентрации электролита в ванне ускоряет переход красителя в волокно, причем одновременно возрастает риск получения неровной окраски. При превышении ею определенного значения краситель теряет растворимость (так называемый эффект «высаливания»), начинается его агрегация и скорость крашения снижается. Поэтому в ванну вводят оптимальное количество электролита, зависящее от

сродства красителя к волокну и способа крашения. Чем лучше растворимость красителя в воде, чем меньше он склонен к агрегации, чем меньше его сродство к волокну, тем большее количество электролита вводят в красильную ванну. Следует отметить, что во избежание получения неровной окраски электролит вводят в красильную ванну постепенно, порциями.

При крашении волокон красителями, имеющими противоположный заряд, нейтральный электролит может использоваться, наоборот, для замедления процесса крашения, в качестве выравнивателя окраски. В этом случае происходит конкуренция между небольшими по размеру ионами нейтрального электролита и красителями за активные центры волокна (см. раздел о крашении белковых волокон кислотными красителями).

Наличие и концентрация ПАВ. Вещества, понижающие поверхностное натяжение технологических растворов, — поверхностно-активные вещества (ПАВ) — облегчают смачивание волокна, взаимодействуют с красителем, способствуя его диспергированию, что ускоряет процесс крашения.

ПАВ могут использоваться и в качестве выравнивателей окраски, в случае если они взаимодействуют с красителем или функциональными группами волокна, замедляя тем самым процесс крашения.

РН раствора. Присутствие кислот или щелочей в красильных растворах оказывает большое воздействие на физико-химические свойства как волокон (например, на их поверхностный заряд), так и красителей, что неизбежно влияет на скорость сорбции. Этот аспект будет рассмотрен ниже — при описании способов крашения различными классами красителей.

3.1.5. Устойчивость окраски

Под устойчивостью окраски понимают способность её противостоять различным физико-химическим воздействиям, которым подвергаются окрашенные текстильные материалы

в условиях эксплуатации: воздействию света, мыльного раствора, стирки, пота, глажению, химчистке и т.д. Для оценки устойчивости окрасок разработаны нормы (ГОСТы) и стандартные методы испытаний.

Степень изменения первоначальной окраски исследуемых образцов и степень закрашивания смежных белых образцов, подвергавшихся совместной с окрашенными образцами обработке в соответствии с ГОСТом, оценивают путем сравнения с существующими шкалами-эталонами: двумя шкалами серых эталонов и шкалой синих эталонов.

Шкала синих эталонов представляет собой комплект из восьми образцов шерстяной ткани, окрашенной красителями с различной устойчивостью к свету. Эта шкала служит для определения степени изменения первоначальной окраски под воздействием света, светопогоды и позволяет оценивать устойчивость окраски в пределах от 1 до 8 баллов (1 — низшая, 8 — высшая степень устойчивости).

Одна из двух шкал серых эталонов служит для определения степени изменения первоначальной окраски и состоит из пяти пар серых образцов с различной степенью посветления (в каждую пару включен один и тот же темный образец, а второй — более светлый). Эта шкала позволяет оценивать устойчивость окраски, например, к стиркам, по 5-балльной шкале (5 — самая высокая устойчивость, 1 — самая низкая). Другая серая шкала применяется для определения степени закрашивания смежных (обрабатываемых вместе с испытуемым) образцов. Она также состоит из пяти пар образцов с различной контрастностью (в каждой паре один образец белого, а другой серого цвета различной интенсивности окраски).

3.2. Оборудование для крашения

Существуют два способа крашения: периодический и непрерывный.

Периодический способ заключается в том, что текстильный материал в виде партии определенного размера (длины

или массы) загружается в красильную машину (аппарат) и обрабатывается в течение достаточно длительного времени (иногда несколько часов), а затем там же промывается и подвергается другим необходимым обработкам (например, закреплению окраски).

Следует отметить, что в случае периодического способа все вышеупомянутые четыре основные стадии крашения протекают одновременно, хотя и с разными скоростями.

Отношение объема раствора к массе обрабатываемого материала называется модулем ванны. В зависимости от применяемого оборудования он колеблется от 3 до 50.

Содержание красителя и вспомогательных реагентов в ванне чаще всего выражается в процентах от массы текстильного материала. Для получения светлых оттенков содержание красителя колеблется от 0,5 до 1%, для средних - от 1 до 2 %, для темных — 3 % (для черных цветов — 4—5 %).

Периодическим способом можно красить текстильные материалы в виде волокна, пряжи, тканей на оборудовании периодического действия. Длительный контакт текстильного материала с красильным раствором в периодических способах крашения обуславливает равномерное и глубокое прокрашивание волокна, а следовательно, высокое качество продукции. Кроме того, в большинстве случаев красильное оборудование периодического действия является оборудованием многоцелевого назначения, т.е. может быть использовано для других операций, таких, как отварка и беление текстильных материалов, что повышает его практическую ценность.

Недостатком периодического способа крашения является его невысокая производительность и трудность получения окрасок одинаковых оттенков и интенсивности для разных партий текстильного материала.

При *непрерывном способе крашения* текстильный материал в виде «бесконечной» ленты постоянно перемещается через ряд машин и аппаратов, агрегированных в одну линию, где последовательно пропитывается красильным раствором, подвергается тепловой обработке, промывается, в некоторых случаях проходит специальную обработку и высушивается.

При этом первая и вторая стадии крашения протекают при пропитке красильным раствором, а третья и четвертая — при тепловой обработке, то есть они разделены во времени и пространстве.

Поскольку при непрерывных способах длительность крашения (пребывания конкретного участка текстильного материала в оборудовании) ограничено из-за постоянного продвижения материала, то процессы должны протекать интенсивнее, чем при периодических способах. Это достигается с помощью более высоких концентраций красителя и других необходимых компонентов красильной ванны.

Непрерывные способы крашения дают возможность окрашивать с хорошей воспроизводимостью цвета большие партии текстильного материала. Они обеспечивают высокую производительность труда, экономию водных и энергетических ресурсов, снижение доли ручного труда. Однако качество крашения несколько ниже, чем при периодическом способе.

Непрерывный способ крашения готового полотна трудно поддается унификации. В зависимости от вида текстильного материала, класса применяемых красителей и даже способа крашения для получения наибольшего эффекта требуется уникальное аппаратное оформление. Попытка создания универсальных линий себя не оправдала. Тем не менее можно сказать, что машины, выполняющие перечисленные выше операции, входят в состав всех линий.

Промежуточными между периодическими и непрерывными являются *полунепрерывные способы крашения*. В этом случае ткань пропитывается красильным раствором и отжимается на плюсовке, как при непрерывном способе, а затем накатывается в рулон и при постоянном вращении выдерживается либо при температуре цеха (плюсовочно-накатный способ), либо при повышенной температуре (плюсовочно-роликовый способ). В повседневной практике эти способы применяются редко, так как характеризуются невысокой производительностью и требуют значительной площади производственных помещений.

3.2.1. Оборудование периодического действия

Для крашения текстильных материалов в виде волокна, гребенной ленты и пряжи в настоящее время широко применяется аппарат крашения под давлением (АКД), схема которого представлена на рисунке 19. В случае необходимости крашение можно производить и при нормальном давлении при температуре 100 °С. Аппарат выпускается в комплекте с набивочной машиной и центрифугой. Температура и время крашения регулируются автоматической системой управления.

Аппарат АКД состоит из красильного бака-автоклава 5, в котором устанавливают перфорированную корзину 4 с окрашиваемым волокном. В центре корзины проходит перфорированный цилиндр-стояк, необходимый для обеспечения циркуляции красильного раствора через слой волокна.

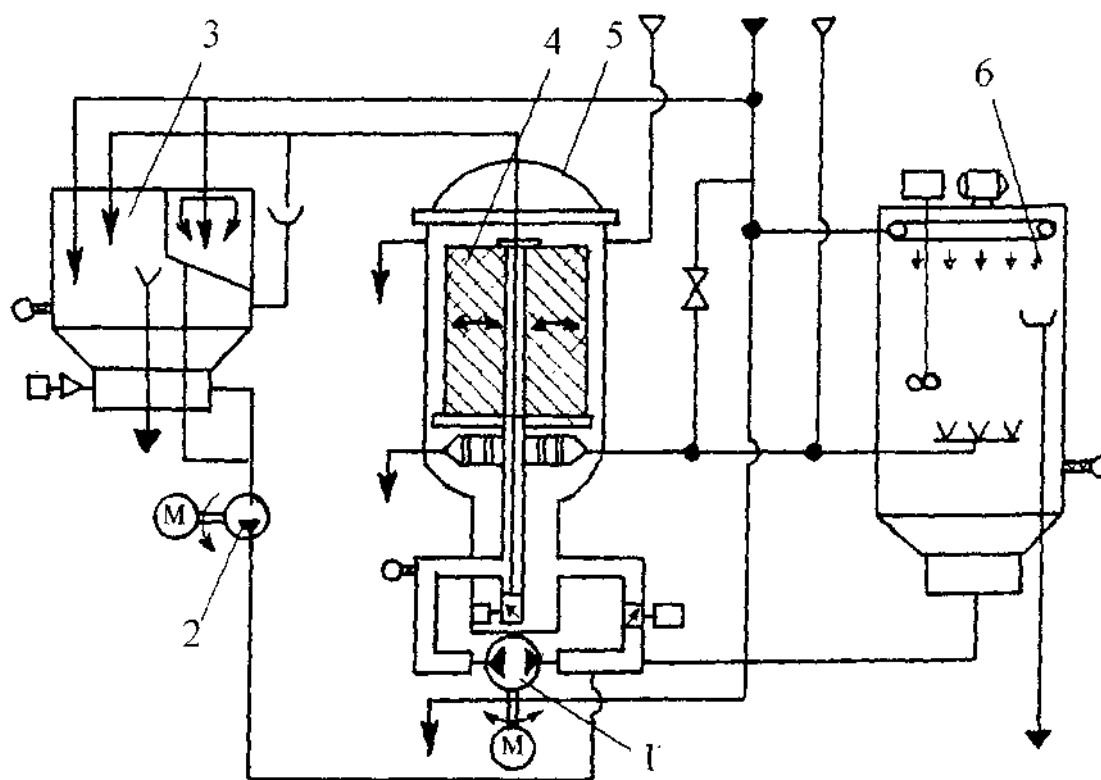


Рис. 19. Схема красильного аппарата АКД

Во время работы красильный аппарат закрывают крышкой. На дне автоклава расположен змеевик, в который в зависимости от стадии процесса подают пар для разогрева красильного раствора или холодную воду для снижения температуры. Красильный аппарат системой трубопроводов соединен с циркуляционным 1 и подпиточным 2 насосами, резервным баком 6, в котором готовят раствор для крашения, расширительным бачком 3, обеспечивающим поддержание гидравлического давления и введение необходимых химикатов в красильный бак во время крашения.

Перед началом работы в корзину аппарата на набивочной машине заправляют от 350 до 600 кг волокна в зависимости от его вида (шерстяное, хлопковое, химическое), устанавливают корзину в красильный аппарат, закрывают крышкой и заполняют красильным раствором. Сигналом о заполнении аппарата раствором считают появление струи раствора из трубопровода, связывающего красильный аппарат с расширительным бачком. После заполнения аппарата раствором подачу его прекращают, включают циркуляционную систему, обеспечивающую перемещение красильного раствора через центральный стояк корзины и слой волокна в пространство между перфорированной стенкой корзины и стенкой красильного аппарата, откуда центробежным насосом он вновь подается в перфорированный стояк. Направление циркуляции может быть изменено на противоположное. Двусторонняя циркуляция обеспечивает более равномерное прокрашивание слоя волокна. Для крашения при температуре выше 100 °С (до 130 °С) красильный бак изолируют от рабочего помещения отключением расширительного бачка от системы циркуляции. По окончании крашения остаточную ванну сливают в канализацию, а в аппарате производят промывку волокна теплой и холодной водой. Перед сушкой волокно освобождают от избытка влаги на центрифуге. Установка корзины в аппарат и перенос волокна в центрифугу осуществляется электротельфером. Модуль ванны при крашении в аппаратах АКД равен 10-15.

В зависимости от конкретного текстильного материала (волокно, пряжа, штучные трикотажные изделия и т.п.) аппарат оснащается корзинами различной конструкции (рис. 20).

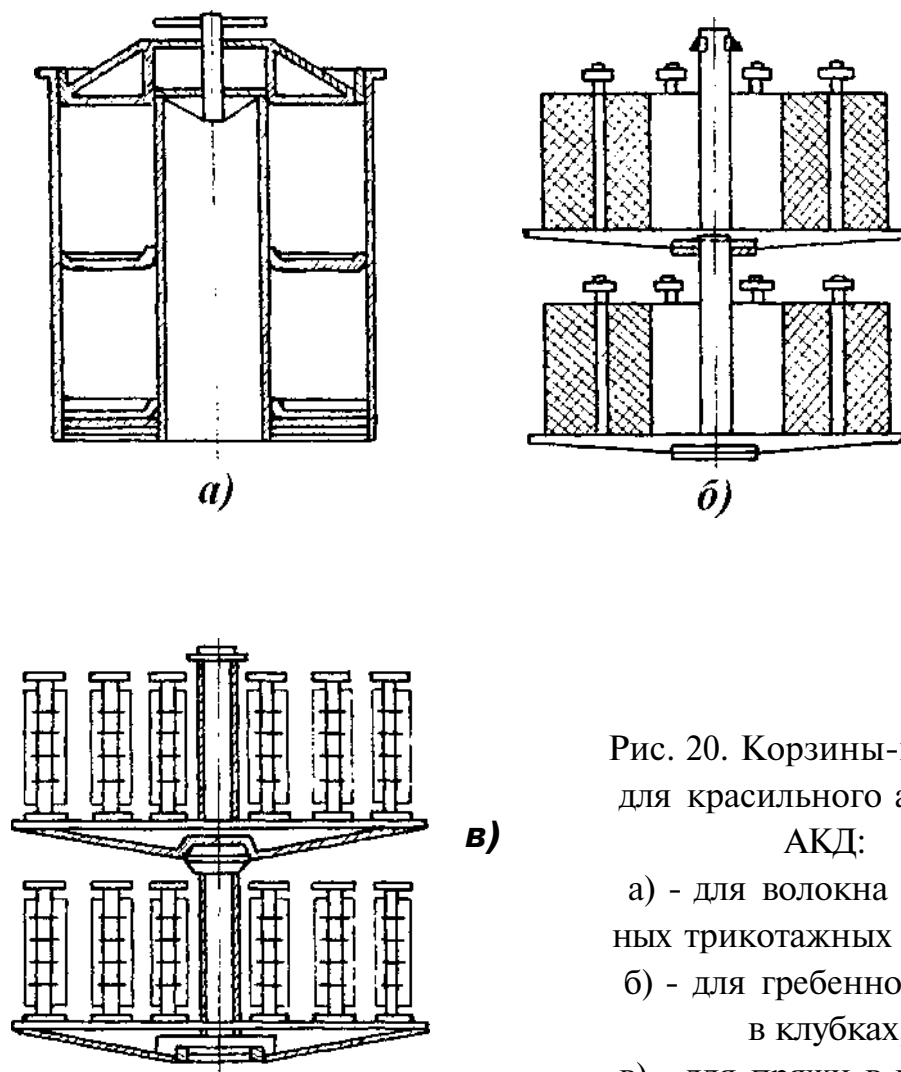


Рис. 20. Корзины-носители для красильного аппарата АКД:

- а) - для волокна и штучных трикотажных изделий;
- б) - для гребенной ленты в клубках;
- в) - для пряжи в паковках

Пряжу можно окрашивать в виде мотков, бобин или навоев. Оборудование в зависимости от вида окрашиваемого полуфабриката существенно различается по конструкции. В простейшем случае мотки пряжи навешивают на стержни из нержавеющей стали или керамические и погружают на три четверти в красильный раствор. Модуль крашения 20. Для

равномерного прокрашивания всего мотка ролики вращаются и передвигают пряжу.

Для крашения ткани периодическим способом используют машины красильно-промывные, красильно-роликовые и эжекторного типа.

Машина красильно-промывная (МКП) предназначена для крашения и промывки ткани в жгуте. Ткань обрабатывается на ней с небольшим натяжением. Ткани, склонные к образованию складок и заломов, обрабатывать на МКП не рекомендуется, поэтому практически исключается обработка тканей из химических термопластичных волокон. Схема красильно-промывной машины приведена на рисунке 21.

Принцип работы красильно-промывной машины состоит в том, что ткань в виде жгута постоянно перемещается в красильной ванне при помощи вращающегося барабана. Ванна 9 (рис. 21) емкостью 3,5 м³ разделена на две неравные части перфорированной перегородкой. Часть ванны имеет наклонное дно, облегчающее транспортировку жгута. Неболь-

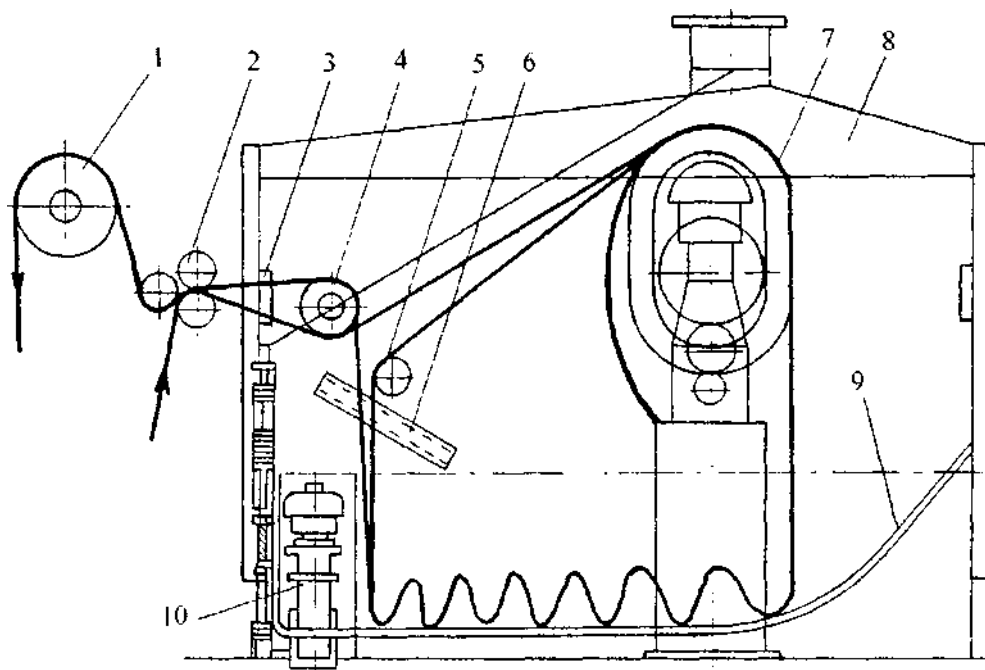


Рис. 21. Схема красильно-промывной машины МКП

шой отсек в передней части ванны служит для подвода воды, красильного раствора и острого пара.

Над зеркалом ванны расположен эллиптический вращающийся скелетный барабан 7, обеспечивающий перемещение жгутов ткани со скоростью 52—79 м/мин за счет силы трения, возникающей при контакте ткани с поверхностью барабана. Эллиптическая форма барабана способствует встряхиванию жгутов, предотвращая образование фиксированных складок, и обеспечивает укладку ткани на дно барки в виде мелких складок. Кроме того, благодаря эллиптической форме барабана жгут колеблется в горизонтальной плоскости, создавая эффект полоскания.

Ткань в виде жгута может заправляться в машину либо кольцевыми петлями, либо в виде спирали. Одновременно заправляется до 14 жгутов общей длиной до 1000 м. Модуль обработки ткани в МКП не ниже 20.

Ткань в машину вводится через заправочно-выборочное устройство 2 и направляющее кольцо 3. В передней части машины над зеркалом ванны установлены приемный ролик 5 и жгуторазделительная гребенка 6, обеспечивающая параллельное перемещение жгутов. В случае их запутывания жгуторазделительная гребенка поднимается и включает кнопку останова машины.

Для постоянного перемешивания рабочего раствора, способствующего выравниванию концентрации и температуры по всему объему ванны, в нижней части машины установлен циркуляционный насос 10. Для предотвращения проникновения пара в рабочее помещение ванна закрыта шатром 8 с двумя поднимающимися стенками, смотровыми стеклами и вытяжной вентиляцией.

Выгрузка ткани из машины осуществляется через заправочно-выборочное устройство 2, направляющий ролик 4 и выборочный барабан 1. На машине предусмотрены автоматическое регулирование и контроль температуры и уровня раствора в ванне. Кроме того, возможно программированное управление технологическим процессом.

Красильно-роликовые машины {джиггеры} используются для крашения, а также для отварки, беления и промывки тканей из натуральных и химических волокон расправленным полотном. Большим преимуществом этих машин является то, что на них ткань обрабатывается с минимальным натяжением без складок и заломов. Схема джиггера представлена на рисунке 22.

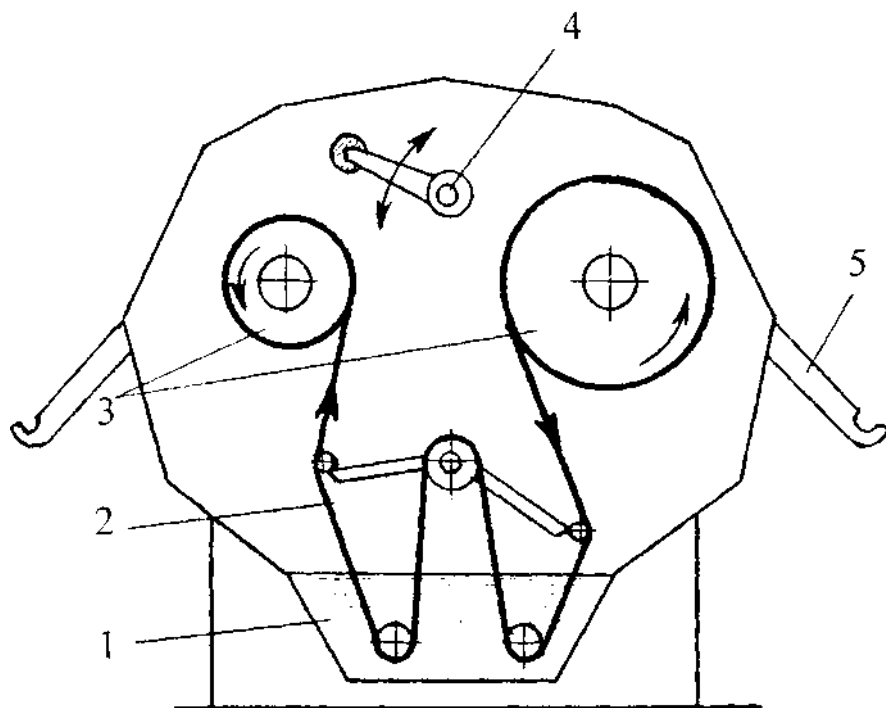


Рис. 22. Красильно-роликовая машина

Ткань 2, предварительно намотанная расправленным полотном на один из двух вальянов 3, перематываясь с одного на другой, обрабатывается в красильном растворе, находящемся в ванне 1. Полное перематывание ткани в одном направлении называется проходом. Число проходов в зависимости от технологического процесса колеблется от 2 до 30 и всегда имеет четное значение. Модуль ванны 3—5. Выходящая из раствора ткань не отжимается, поэтому

в наматываемом ролике все межволоконное пространство заполнено красильным раствором, что создает благоприятные условия для набухания волокна и диффузии красителя в волокно.

Ткань заправляется в машину с ролика, устанавливаемого на выносных консолях 5. Диаметр намотки ткани на роликах достигает 1000 мм, что составляет 2000-3000 м ткани средней массы. После окончания крашения и промывки ткань, как правило, отжимается обрезающим роликом 4. Основным условием равномерной окраски на красильно-роликовых машинах является постоянная линейная скорость перемещения ткани в красильной ванне. Это достигается специальным приводом, обеспечивающим равномерную проводку ткани с минимальным натяжением.

Современные красильно-роликовые машины работают со скоростями 30—200 м/мин и снабжены автоматическим переключением направления перемотки в конце каждого прохода и автоматическим счетчиком числа проходов, системой обогрева красильной ванны и крышки машины, вариатором скоростей, системой циркуляции красильного раствора, механизмом осевого перемещения ролика для равномерного укладывания кромки ткани.

Выпускаются красильно-роликовые машины для высокотемпературного крашения тканей. По своей конструкции они не отличаются от обычных, за исключением того, что их основные рабочие органы монтируются в автоклавах, позволяющих проводить крашение под давлением при температурах до 145—150 °С. Управление машиной расположено снаружи автоклава, а наблюдение за его работой осуществляется через специальные смотровые иллюминаторы.

Красильные машины эжекторного типа служат для высокотемпературного и обычного способов крашения тканей в жгуте. Перемещение жгута осуществляется с помощью красильного раствора, а не механического вальяна, что позволяет резко снизить натяжение ткани. Перемещение жгута ткани в машине обеспечивает эжектор (рис. 23).

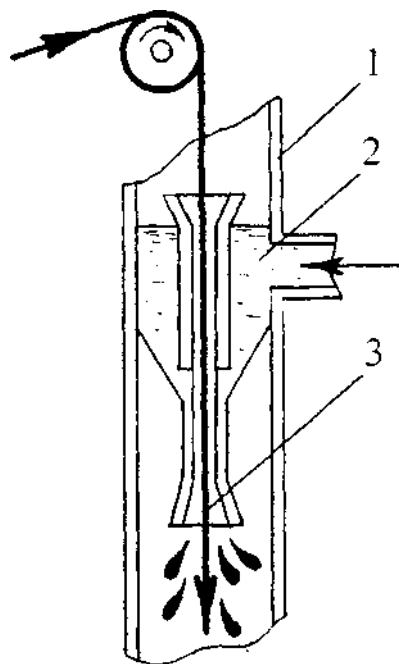


Рис. 23. Принцип транспортировки жгута ткани
с помощью эжектора

Камера 1, в которую под давлением закачивается красильный раствор 2, имеет сужающееся сечение, которое затем расширяется, в результате чего в узкой части трубы создается повышенное давление, и, следовательно, резко возрастает скорость истечения жидкости. Через узкую часть трубы эжектора проходит жгут ткани 3, который подхватывается вырывающимся из сопла потоком и разгоняется до необходимой скорости. Последняя зависит, в основном, от давления жидкости в эжекторе. Он может устанавливаться в любом (горизонтальном, вертикальном или наклонном) положении над красильной ванной или быть погруженным в неё.

Жгут ткани полностью или почти полностью погружен в красильный раствор, что позволяет в большинстве случаев избежать контакта окрашиваемой ткани с металлическими органами машины (направляющие ролики или вальяны), а сле-

довательно, обрабатывать ткань с небольшим натяжением, несмотря на высокую скорость движения (до 700 м/мин).

Такой способ транспортировки текстильного материала дает возможность проводить крашение тканей из текстурированных синтетических волокон и тканей с подвижной, легко деформируемой структурой.

На рисунке 24 представлена красильная машина с расположением эжектора выше уровня красильной машины.

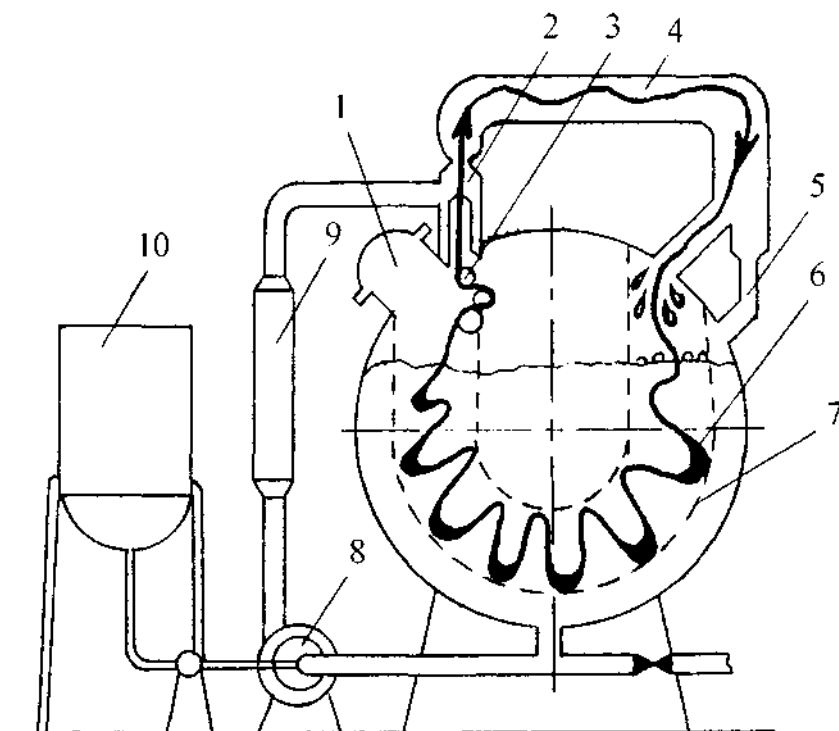


Рис. 24. Эжекторная красильная машина «Супер Джет»

3.2.2. Оборудование непрерывного действия

Для непрерывного крашения тканей применяют красильно-сушильные линии, состоящие из четырех частей: пропиточной, тепловой обработки ткани, промывной и сушильной.

В пропиточной части ткань в расправленном состоянии пропитывается раствором или суспензией красителя на плюсовках или в пропиточных коробках.

Плюсовка представляет собой ванну, над которой установлены по меньшей мере два отжимных вала. Ванна из нержавеющей стали имеет двойное дно для подачи глухого пара с целью нагрева красильного раствора до необходимой температуры. В ней расположены направляющие ткань ролики. Ванна малого объема имеет вытеснитель.

Один из отжимных валов выполнен из стали и является приводным, второй — отжимной вал обрешечен и прижимается к приводному посредством рычагов и двух пневмокамер. Изменение усилия прижима валов осуществляется за счет изменения давления сжатого воздуха в пневмокамерах. Отжим ткани в валах плюсовки можно изменять от 75 до 100 % остаточной влажности. Для комплектации непрерывных красильных линий выпускаются плюсовки ПД—140—1, ПД—180—1, ПД-140-7 и ПД-180-7.

Расположение валов и схема заправки ткани в плюсовках могут быть самыми разнообразными (рис. 25).

Пропиточные ванны (ВЦП—6) состоят из корпуса ванны с крышкой и двух рядов цилиндрических роликов. Расправленная ткань поступает на нижний входной ролик и движется вертикальными петлями по двум рядам роликов. На входе и выходе ткани имеются гидравлические затворы для уменьшения испарения с поверхности горячего раствора. Для подогрева красильного раствора глухим паром ванна имеет двойное дно. Крышка ванны выполнена в виде двух раздвижных штор из тонколистовой стали. На боковых стенках ванны выше уровня раствора имеются раздвижные прозрачные шторы. Выпускаются две модификации пропиточных ванн в зависимости от рабочей ширины: ВЦП—140—6 и ВЦП—180—6.

После пропитки красильным раствором мокроотжатая ткань поступает для тепловой обработки в запарную роликовую машину или машину воздушной сушки и термообработки.

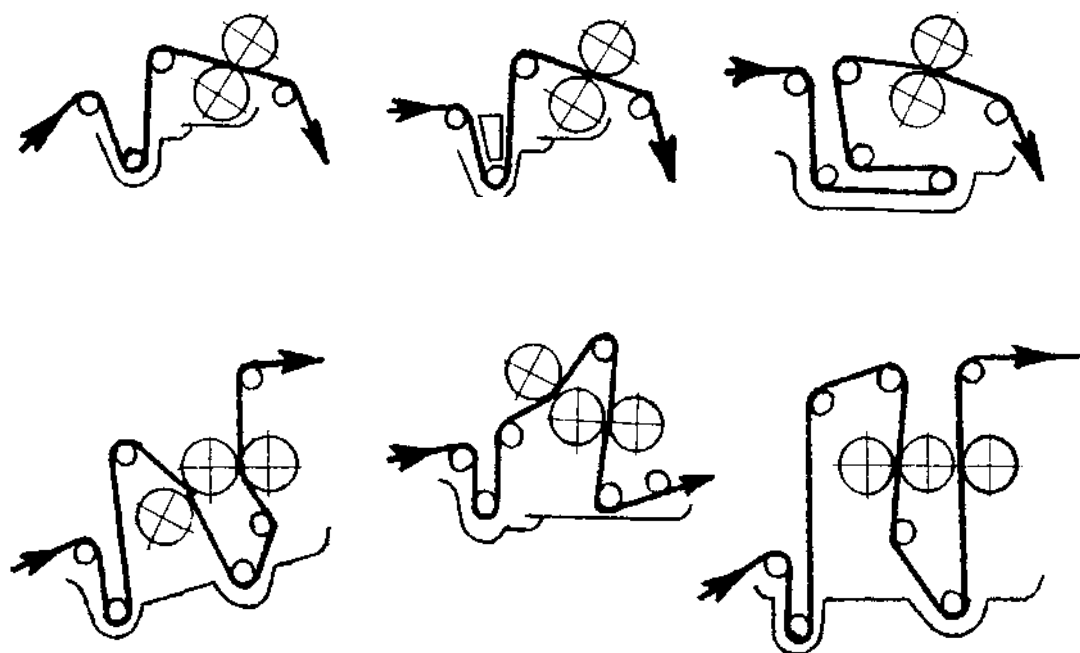


Рис. 25. Схема расположения валов и заправки ткани в плюсовках

Запарная роликовая машина (МЗР—3) представляет собой камеру длиной 7,8 м и высотой 2,4 м с двумя горизонтальными рядами роликов, обеспечивающими транспортировку ткани вертикальными петлями. Верхние ролики являются приводными. На входе машина имеет предварительную камеру с обогреваемым щелевым затвором, снабженную местным вентиляционным отсосом. На выходе установлен гидрозатвор. Для наблюдения за прохождением ткани в боковых стенках машины устроены застекленные двери. Во избежание капли потолок машины обогревается змеевиками глухого пара. В камеру подается насыщенный пар (100—105 °С) под небольшим давлением, которое автоматически поддерживается путем регулируемой подачи в нее острого пара. Длина заправленной ткани составляет 90 м. МЗР—3 выпускается в двух модификациях, отличающихся рабочей шириной: МЗР—3/140 и МЗР-3/180.

Машина воздушной сушки и термообработки МВСТ—140 (180) состоит из семи секций (четырех сушильных и трех термо-

обрабатывающих). Секции сварены в одну длинную камеру, стенки которой закрыты теплоизоляционными щитами. С боковых сторон каждой секции установлено по одному циркуляционному вентилятору. Двери секций снабжены застекленными окнами для наблюдения за движущейся тканью. Секции по высоте делятся на три зоны. В средней зоне установлены ролики для транспортировки ткани, в верхней и нижней — коробка с калориферами. В сушильных секциях применяются паровые, в термообрабатывающих — электрические калориферы. Циркуляция воздуха осуществляется следующим образом: воздух забирается из средней зоны центробежным вентилятором и направляется в верхнюю и нижнюю зоны, откуда через калориферы поступает в сопловые аппараты. В машине производится продольный обдув ткани из щелевых сопел.

Различают три типа линий для непрерывного крашения тканей: по ванно-запарному (ЛКС-140 (180)—12), плюсовочно-запарному (ЛКС—140(180)—17) и плюсовочно-термофиксационному способам (ЛКСТ-140 (180)—16).

Линии ЛКС—140—12 и ЛКС-180-12 предназначены для крашения хлопчатобумажных тканей поверхностной плотностью до 480 г/м^2 , шириной соответственно до 125 и 160 см преимущественно сернистыми красителями. Линии ЛКС-140-12 и ЛКС—180—12 изображены на рисунке 26.

Линии ЛКС—140—12 и ЛКС-180—12 имеют усиленную пропитывающую часть, состоящую из пропиточно-запарной коробки и обычной пропиточной коробки без запаривания.

Ткань из тележки поступает через заправочное устройство в пропиточно-запарную коробку, а затем в обычную пропиточную коробку с красильным раствором. При конденсации пара в порах ткани создается вакуум, в результате чего она быстро и равномерно пропитывается красильным раствором в двух ваннах, отжимается от избытка раствора красителя и поступает в запарную камеру для обработки в среде насыщенного пара при температуре $100\text{--}102^\circ\text{C}$, где продолжается проникновение красителя вглубь волокна. Затем ткань промывается в мойных машинах, снабженных отжимами.

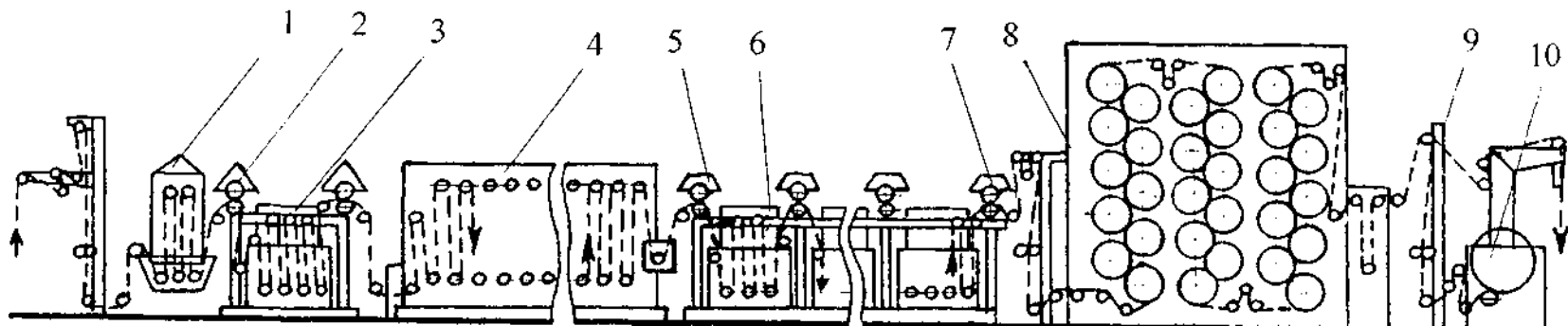


Рис. 26. Красильно-сушильные линии ЛКС—140—12, ЛКС—180—12:

1 - пропиточно-запарной аппарат АПЗ—140; 2 — средний отжим ОС—140; 3 — пропиточная ванна ВЦП—140—6; 4 — запарная роликовая машина МЗР—2/140; 5 — отжим О—140—2; 6 — мойная ванна ВРМ—140—6; 7 — средний отжим ОС—140—1; 8 — сушильная барабанная машина МСБ2-3/140; 9 — сборочные единицы агрегирования; 10 — накатная периферическая машина МНП—140—4
(в состав линии ЛКС180—12 входят аналогичные машины с рабочей шириной 1800 мм)

По окончании промывки она сушится в сушильной барабанной машине, охлаждается в охлаждающей камере и накатывается в рулон на накатной машине или укладывается в тележку самокладом.

Схемы линий ЛКС—140—17 и ЛКС—180—17 представлены на рисунке 27. Эти линии предназначены для крашения кубовыми и активными красителями подготовленных хлопча-

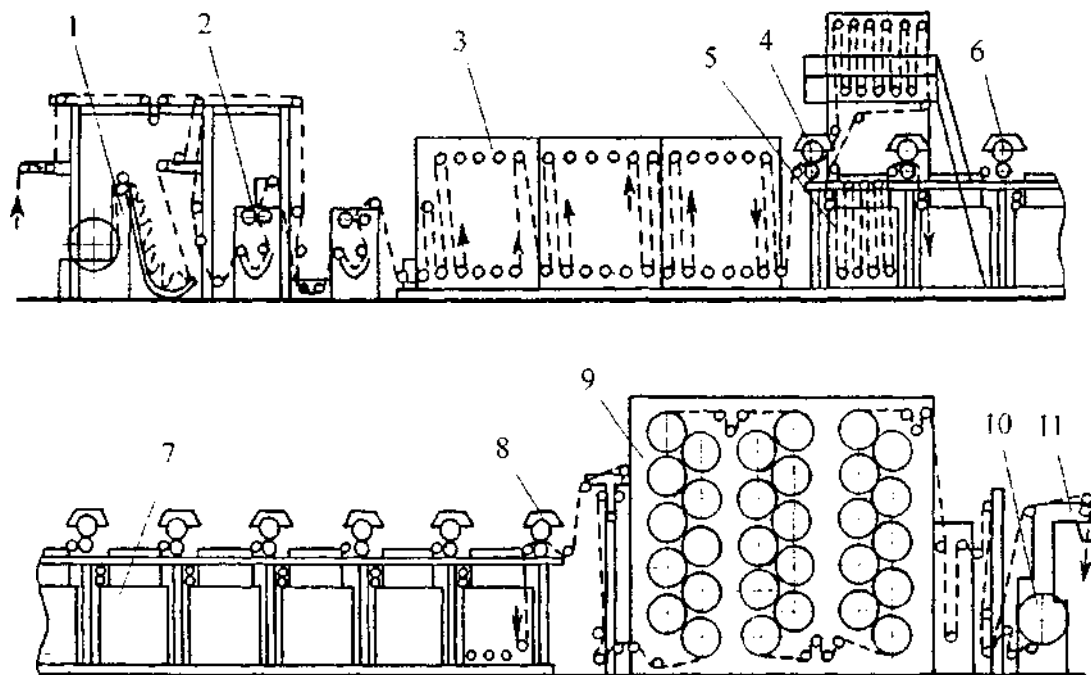


Рис. 27. Красильно-сушильные линии
ЛКС-140-17 и ЛКС-180-17:

- 1 - раскатная периферическая машина МРП-140-4;
 - 2 — двухвальная плюсовка ПП—140— 1; 3 — запарная роликовая машина МЗР-3/140; 4 - средний отжим ОС-140-2;
 - 5 - пропиточная ванна ВЦП-140-6; 6 - отжим О-1402;
 - 7 - мойная ванна ВРМ-140-6; 8 - средний отжим ОС-140-1;
 - 9 - сушильная барабанная машина МСВ2-3/140; 10 - накатная периферическая машина МНП-140—4; 11 - тканеукладчик
- (в состав линии Л КС—180—17 входят аналогичные машины с рабочей шириной 1800 мм)

тобумажных тканей, а также для фиксирования кубовых и активных красителей на целлюлозной составляющей подготовленных смешанных хлопкополиэфирных тканей. Поверхностная плотность тканей до 480 г/м^2 , шириной до 125 и 160 см, соответственно.

Линии ЛКС-140-17 и ЛКС-180-17 работают следующим образом. Ткань из рулона или из тележки через заправочное устройство поступает на пропитку в две двухвальные плюсовки. Затем она поступает в запарную роликовую машину с гидравлическим затвором, отжимается, проходит через воздушный зрельник и поступает в пропиточную ванну, которая может выполнять функции как окислительной, так и мойной машины. Дальнейшая проводка ткани ведется аналогично с линиями ЛКС-140-12 и ЛКС-180-12.

Для нормального протекания технологического процесса крашения в линиях предусмотрены: автоматическое регулирование уровней растворов красителей и их температура в пропитывающих ваннах и плюсовках, избыточное давление пара в запарной камере, а также контроль за температурой растворов и воды в пропиточных и промывных ваннах, скорости движения ткани. Для снижения расхода воды предусматривается возможность организации противотока моющей жидкости между смежными ваннами или группами ванн. С целью предотвращения вредных выделений в цех пропиточные и промывные ванны снабжены специальными отсосами.

Линии ЛКСТ-140-16 и ЛКСТ-180-16 предназначены для высокотемпературного фиксирования дисперсных красителей на полиэфирной составляющей и активных красителей на целлюлозной составляющей подготовленных смешанных хлопкополиэфирных тканей, а также для крашения подготовленных хлопчатобумажных тканей активными красителями по плюсовочно-термофиксационному способу. На линиях предусматривается также возможность проведения пропитки ткани раствором азотолов и сушки. Промывка осуществляется на оборудовании фабрики. Поверхностная плотность тканей — до 480 г/м^2 , ширина — до 125 и 160 см, соответственно.

Линии ЛКСТ-140-16 и ЛКСТ-180-16 представлены на рисунке 28.

Ткань из рулона или тележки подается в лотковый компенсатор, обеспечивающий непрерывную работу линии при смене рулона или тележки. Из лоткового компенсатора через заправочное устройство ткань поступает в пропитывающую часть линии, состоящую из двух плюсовок. После пропитки ткань подсушивается в термокамере с ИК-излучателями (УРТК — универсальная радиационно-термическая камера) с целью исключения миграции красителя. Затем ткань поступает в машину воздушной сушки и термообработки, которая состоит из семи секций (четырех сушильных и трех термообрабатывающих). Двери секций снабжены застекленными окнами для наблюдений за движущейся тканью. Секция по высоте делится на три зоны. В средней установлены ролики для транспортирования ткани, в верхней и нижней — напорные коробки с калориферами. В сушильных секциях применяются паровые, а в термообрабатывающих — электрические калориферы. Воздух забирается из средней зоны центробежным вентилятором и направляется в верхнюю и нижнюю зоны, откуда через калориферы поступает в сопловые аппараты. В машине осуществляется продольный обдув ткани из щелевых сопел.

После сушильно-термофиксационной машины ткань охлаждается в охлаждающей камере и накатывается в рулон на накатной машине или укладывается в тележку тканеукладчиком.

В линиях Л КСТ осуществляется автоматическое регулирование уровня растворов в плюсовках, температуры в секциях машины для сушки и термофиксации ткани.

3.3.3. Крашение текстильных материалов из природных целлюлозных и искусственных гидратцеллюлозных волокон

Для крашения целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон применяют красители следующих классов: растворимые

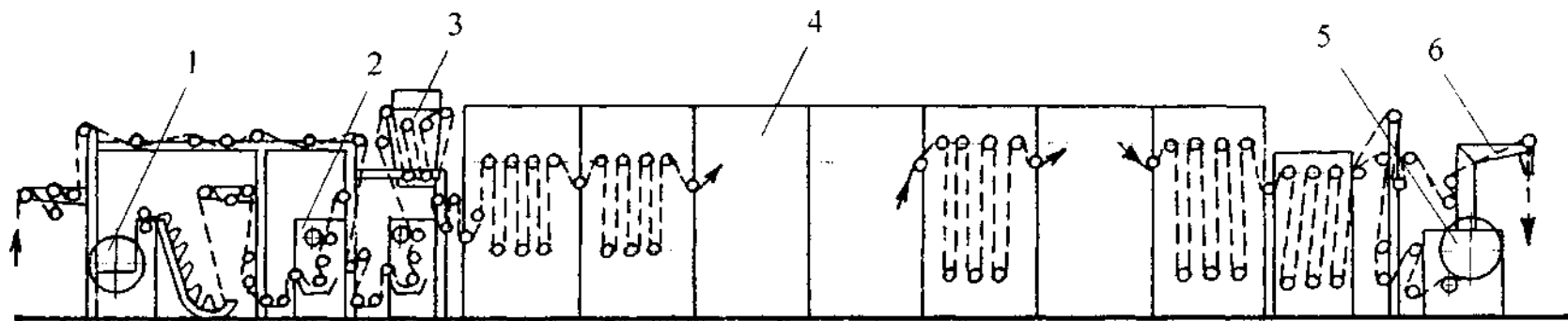


Рис. 28. Красильно-сушильная термофиксационная линия ЛКСТ—140—16:

- 1 — раскатная периферическая машина МРП—140—4;
 2 - двухвальная плюсовка ПД—140-7; 3 — установка термокамеры с ИК-излучателями УРТК-140;
 4 — машина воздушной сушки и термообработки МВСТ—140; 5 — накатная периферическая машина МНП—140—4; 6 — тканеукладчик (в линию ЛКСТ-180—16 входят аналогичные машины с рабочей шириной 1800 мм)

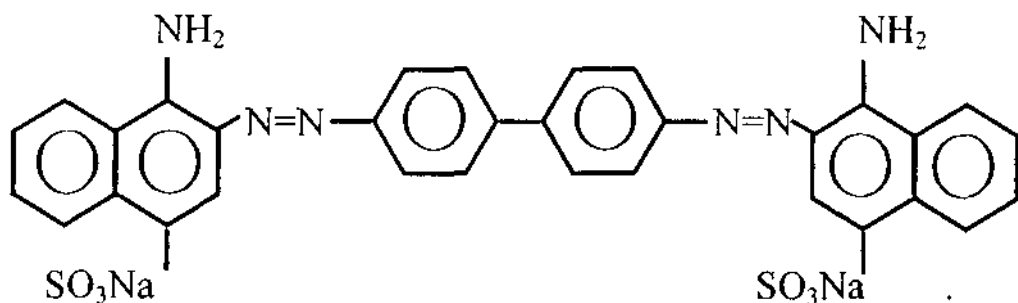
в воде (прямые, активные), нерастворимые в воде (кубовые, производные от кубовых — кубозоли, сернистые), образующиеся на волокне (нерастворимые азокрасители).

3.3.1. Крашение прямыми красителями

Прямые красители имеют широкую гамму цветов, невысокую стоимость и просты в использовании, поэтому они находят широкое применение, несмотря на относительно низкую устойчивость окраски к мокрым обработкам и свету, а также не очень высокую ее яркость. Способность этих красителей вытравляться делает их пригодными для использования при соответствующем виде печатания текстильных материалов (см. Вытравная печать).

Прямые красители являются натриевыми солями сульфокислот различных органических соединений. Для всех них характерно наличие в структуре молекулы цепочки двойных связей (не меньше восьми), чередующихся с одинарными, а также плоскостная и вытянутая конфигурация молекул. Такое строение способствует проявлению сродства красителей к целлюлозе и их самопроизвольному переходу из красильного раствора на волокно. Растворимость прямых красителей в воде определяется наличием сульфогрупп ($-SO_3Na$).

Ниже приведен пример формулы прямого красителя (конго красного):



В общем виде формулу прямого красителя обозначают как $KpSO_3Na$.

Ассортимент прямых красителей включает в себя четыре группы:

1) прямые красители со светопрочностью до 4 баллов (обозначение «прочный» некоторых марок таких красителей указывает на устойчивость окраски к мокрым обработкам не ниже 3 баллов);

2) прямые светопрочные красители (устойчивость окраски к свету выше 4 баллов);

3) прямые красители марки У, окраски которых упрочняют солями меди или закрепителем ДЦМ;

4) прямые диазокрасители, которые диазотируются на волокне и затем проявляются различными азосоставляющими (см. *Нерастворимые азокрасители*).

Прямые красители в водных растворах диссоциируют на анион красителя и катион натрия:



Анионы красителя способны в водных растворах объединяться в агрегаты, которые не могут проникать в волокно. Агрегация красителей возрастает с понижением температуры, увеличением концентрации красителя и электролита.

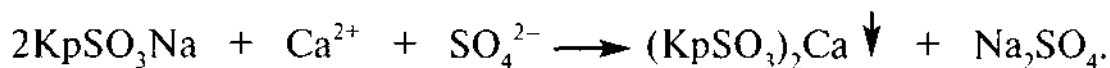
Процесс крашения прямыми красителями регулируется изменением температуры, модуля красильной ванны и концентрации красителя в ней, введением нейтральных электролитов, применением вспомогательных веществ.

Влияние электролита. Наличие электролита (NaCl) в красильной ванне увеличивает переход прямого красителя на целлюлозное или гидратцеллюлозное волокно. Это объясняется тем, что в водном растворе указанные волокна из-за диссоциации гидроксильных групп заряжаются отрицательно. Между ними и анионами красителя возникают силы электростатического отталкивания. Введение в раствор электролита, диссоциирующего на катион натрия и анион хлора, создает избыток катионов натрия, которые, устремляясь к отрицательным группам волокна и красителя, уменьшают величину

их зарядов, как бы экранируя его. В результате снижается взаимное отталкивание волокна и красителя, что позволяет молекулам красителя приблизиться к волокну на очень близкое расстояние, где начинают проявляться силы сродства. Далее краситель адсорбируется на поверхности волокна и диффундирует в глубь него.

Таким образом, электролит, с одной стороны, увеличивает степень агрегации молекул прямого красителя в растворе, что способствует уменьшению перехода красителя на волокно, а с другой — снижает отрицательный заряд волокна, что увеличивает этот переход. Поэтому при крашении прямыми красителями целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон следует придерживаться оптимальной концентрации электролита в ванне, которая составляет 10—20 % от массы волокна.

Присутствие солей жесткости. Значительная часть прямых красителей образует осадки с солями магния и кальция, присутствующими в жесткой воде:



Эти соли, оседая на текстильный материал, могут образовывать трудноудаляемые пятна. Поэтому при крашении прямыми красителями в красильную ванну для умягчения воды вводят карбонат натрия Na_2CO_3 или гексаметафосфат натрия $\text{Na}_2[\text{Na}_4(\text{PO}_3)_6]$, что способствует лучшему растворению красителя.

Карбонат натрия, кроме того, создает слабощелочную среду, в которой целлюлозные волокна лучше набухают и делаются более доступными для диффузии красителя.

При погружении волокнистого материала в раствор прямого красителя начинается *адсорбция* красителя внешней поверхностью волокна, а затем *диффузия* внутрь набухшего волокна. Внутри волокна проходят только отдельные молекулы и ионы красителя. По мере их убывания из раствора (перехода в волокно) нарушается *равновесие* между агрегатами молекул красителя, отдельными молекулами и ионами,

вследствие чего часть агрегатов распадается на отдельные молекулы и ионы и устанавливается новое равновесие, которое снова нарушается за счет перехода очередной порции красителя на волокно. Этот процесс продолжается до установления равновесия между красителем в растворе и на волокне, что характеризует полное окрашивание волокнистого материала. На практике крашение обычно только приближается к равновесию.

Влияние температуры. Краситель, продиффундировавший внутрь волокна, фиксируется на активных центрах волокна за счет сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей. Эти связи неустойчивы и при температуре выше 70—80 °С разрываются, что приводит к десорбции красителя с волокна. При температуре крашения ниже 50 °С, когда волокно еще мало набухает, а в красильном растворе находятся в основном агрегаты молекул, а не отдельные молекулы и ионы, количество фиксированного красителя тоже невелико. Поэтому оптимальная температура крашения периодическим способом находится в интервале 60—80 °С. Однако для ускорения процесса крашения в производственных условиях его часто проводят при более высоких (90—95 °С) температурах.

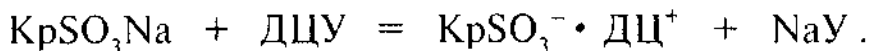
Повышение устойчивости окраски

Устойчивость окрасок целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон прямыми красителями недостаточно высокая: в среднем она составляет 3—4 балла. Для красителей двух первых ассортиментных групп существует универсальный способ повышения устойчивости окрасок на 1—2 балла путем обработки окрашенной ткани препаратом ДЦУ (уксуснокислая соль сложного продукта конденсации дициандиамида с формальдегидом) или ДЦМ.

Препарат ДЦУ при растворении в воде диссоциирует на катион дициандиамида (ДЦ^+) и анион уксусной кислоты (У^-).

Ткань, окрашенную прямым красителем, обрабатывают препаратом ДЦУ. При этом происходит взаимодействие меж-

ду анионом красителя и катионом препарата, приводящее к образованию малорастворимого соединения:



Кроме этого, в процессе высушивания ткани может происходить полимеризация самого препарата на поверхности волокна с образованием тонкой защитной пленки. В результате такого двойного действия на 2—3 балла повышается устойчивость окраски к мокрым обработкам.

Если к ДЦУ добавить соль меди, то обработка таким препаратом, называемым ДЦМ, повышает устойчивость окраски не только к мокрым обработкам, но и к свету. Следует отметить, что препарат ДЦМ не всегда может использоваться при крашении в определенные цвета, так как способен вызывать изменение оттенка в область сине-зеленых тонов.

Для закрепления окраски окрашенные текстильные материалы обрабатывают уксуснокислым раствором, содержащим 10—30 г/л препарата ДЦУ или ДЦМ, при температуре 70—80 °С и высушивают.

В качестве закрепителей используют также бесформальдегидные катионактивные высокомолекулярные соединения (БЗК—У, Бикол, Олигазол БТФ и др.). При применении этих препаратов ванна содержит закрепитель в количестве 2—5 % от массы материала и уксусную кислоту 60 %-ную в количестве 0,5—1 г/л (в случае применения Бикола У кислота не требуется). Температура закрепительной ванны составляет 50—60 °С, а продолжительность обработки — 20—30 мин.

Крашение текстильных материалов из природных целлюлозных волокон

При крашении *периодическим способом* красильный раствор содержит (% от массы волокна):

- | | |
|------------------------|--------|
| — краситель | 1—4; |
| — хлорид натрия | 10—25; |
| — (или сульфат натрия) | 10—40; |
| — карбонат натрия | 1—2 . |

Процесс крашения начинают при температуре 30—40 °С в ванне, содержащей краситель и карбонат натрия, в течение 30—40 мин повышают температуру до оптимальной (70—80 °С), вводят хлорид натрия и красят при этой температуре 45—60 мин. Затем ткань промывают, обрабатывают (при необходимости) закрепителями. При крашении плохоровняющими прямыми красителями целесообразно вводить выравниватели, а хлорид натрия добавлять в 2—3 приема.

При крашении *непрерывным способом* чаще всего применяют плюсовочно-запарной способ на линии ЛКС-140 (180)—17. При этом текстильный материал в течение 4—6 с пропитывают раствором прямого красителя концентрации 2—20 г/л на плюсовке. В случае жесткой воды в раствор вводится карбонат натрия (1—2 г/л) и гексаметафосфат натрия (3—5 г/л). Для улучшения условий пропитки ткани красильным раствором в его состав вводят также смачиватель (0,5—1 г/л). Затем ткань отжимают до привеса 100 %, запаривают при температуре около 100 °С в среде насыщенного пара в течение 1—2 мин в запарной камере, промывают в промывных коробках теплой и холодной водой, обрабатывают в последней промывной коробке раствором закрепителя, отжимают и высушивают на сушильных барабанах.

Крашение текстильных материалов из гидратцеллюлозных волокон

Гидратцеллюлозные волокна (вискозное, сиблон) значительно отличаются от природных целлюлозных по ряду свойств. Они характеризуются неоднородной физической структурой, поэтому набухают неравномерно, что при крашении приводит к образованию неровной окраски. В то же время структура этих волокон более рыхлая, чем у природных целлюлозных волокон, и легче доступна для диффузии красителей. Гидратцеллюлозные волокна значительно теряют прочность в мокром состоянии, поэтому текстильные материалы из них следует окрашивать без натяжения.

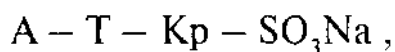
Особенность крашения текстильных материалов из гидратцеллюлозных волокон заключается в том, что при перио-

дическом крашении процесс идет при температуре 90-95 °С (выше, чем для хлопчатобумажных текстильных материалов), что позволяет гидратцеллюлозным волокнам меньше набухать. Электролит в красильную ванну или совсем не добавляют (при крашении в светлые тона), или вводят в количестве 5 % от массы волокна. При высокой температуре крашения и отсутствии (или малом количестве) электролита замедляется выбирание красителя волокном, что способствует выравниванию окраски.

3.3.2. Крашение активными красителями

Активные красители растворимы в воде, имеют широкую гамму цветов, позволяют получать яркие и чистые оттенки и имеют повышенную устойчивость к мокрым обработкам и трению. К числу недостатков этого класса красителей относятся трудности при промывке и невысокая устойчивость к свету красителей алых и красных цветов.

В общем виде активный краситель может быть представлен как:



где Кр — хромофорная часть молекулы; А — активный центр молекулы красителя, в который входят атомы или группировки, обеспечивающие химическую реакцию с волокном с образованием ковалентных связей; Т — «мостиковая» группа, несущая активный центр.

Таким образом, при крашении целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон активными красителями возникают три вида связей: силы Ван-дер-Ваальса, водородные и ковалентные связи. Образующиеся химические ковалентные связи значительно прочнее сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей, поэтому устойчивость окраски активными красителями к мокрым обработкам очень велика.

Строение активного центра красителя определяет его реакционную способность. Наиболее распространенными яв-

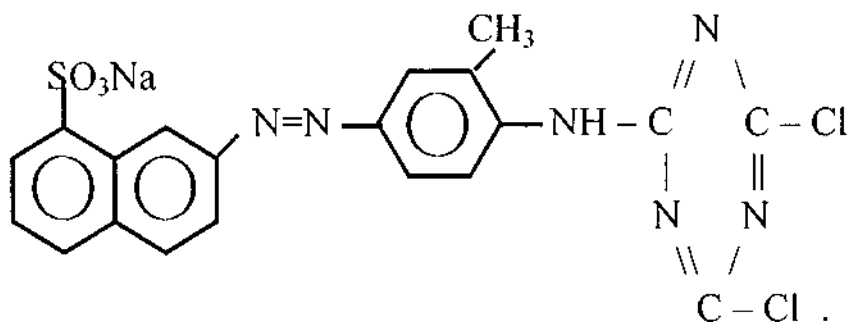
ляются активные центры на основе моно- и дихлортриазина, винилсульфона, дихлорпиримидина и др.

Отечественная промышленность в настоящее время выпускает активные красители четырех типов:

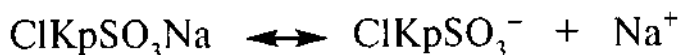
- 1) с индексом Х, имеющие дихлортриазиновую группировку и отличающиеся высокой реакционной способностью;
- 2) с индексом Т, содержащие винилсульфовую группировку и имеющие промежуточную реакционную способность (между красителями с индексом Х и без индекса);
- 3) без индекса, содержащие монохлортриазиновую группировку и характеризующиеся относительно невысокой реакционной способностью;
- 4) бифункциональные, содержащие в молекуле две активные группировки различной природы (активины — с монохлортриазиновой и винилсульфоновой группировками) или одинаковые (например, две винилсульфовые).

Зарубежные фирмы производят активные красители с разнообразными реакционными системами под торговыми названиями проционы (Великобритания), остазины (Чехия), цибакроны (Швейцария), ремазоли (Германия) и другие.

Ниже приведена формула активного дихлортриазинового красителя золотисто-желтого ЖХ:



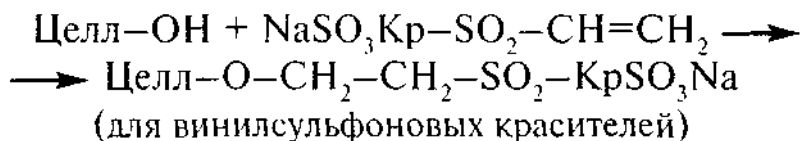
В водных растворах активные красители диссоциируют на окрашенный анион и ион натрия (на примере хлортриазиновых красителей):



Взаимодействие активных красителей с целлюлозными и гидратцеллюлозными волокнами происходит по реакции:

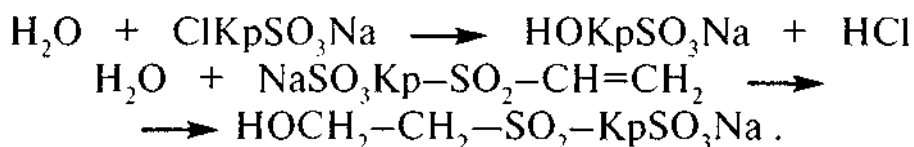


или



Эта реакция может протекать только в присутствии щелочного реагента при pH 10,5—11. Щелочь необходима для связывания соляной кислоты, выделяющейся при взаимодействии хлортриазиновых красителей и волокна. При использовании винилсульфоновых красителей щелочь требуется для их перевода в активную форму (они выпускаются в стабилизированном состоянии — в виде сернокислого эфира (3-оксиэтилсульфона)).

Одновременно происходит реакция красителя с водой (гидролиз красителя):



Образующаяся гидролизованная форма красителя имеет такую же окраску, как исходная активная форма красителя, но не содержит реакционноспособной группы и поэтому не может химически взаимодействовать с целлюлозой. Гидролизированный краситель удерживается на волокне только с помощью сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей, поэтому окраска имеет пониженную устойчивость к мокрым обработкам. В связи с этим гидролизированный краситель должен быть полностью удален с волокна в процессе промывки после крашения. Вместе с тем сродство красителя к волокну не настолько мало, чтобы он легко удалялся при промывке, что осложняет этот процесс.

Реакция гидролиза имеет меньшую скорость, чем реакция красителя с волокном, поэтому основная часть красителя (около 70—80 %) ковалентно фиксируется.

В реальных условиях крашения основная (ковалентная фиксация) и побочная (гидролиз) реакции протекают одновременно, причем одни и те же факторы ускоряют оба процесса. Поэтому при выборе технологии крашения и составлении рецептуры красильных растворов необходимо создавать такие параметры (температура, РН, длительность, концентрация компонентов), которые при высокой скорости крашения обеспечивают максимальную фиксацию красителя и минимальные его потери за счет гидролиза.

Степень гидролиза активного красителя возрастает с повышением температуры (причем быстрее, чем скорость реакции с волокном) и щелочности среды. Устойчивость активных красителей к гидролизу зависит также от их реакционной способности. Поэтому крашение активными красителями с высокой реакционной способностью (с индексом Х) проводят при меньшем содержании щелочного агента (Na_2CO_3) и более низкой температуре (20—40 °С). Крашение менее реакционноспособными красителями проводят при более высоком содержании щелочного агента (Na_2CO_3 или NaOH) при температуре 50—60 °С (красители с индексом Т) или 70—80 °С (красители без индекса).

Крашение целлюлозных волокнистых материалов активными красителями производится периодическими, полунепрерывными и непрерывными способами с использованием разнообразных режимов и рецептов. Наиболее распространенными являются описанные ниже.

Периодический способ

Крашение по этому способу чаще всего подразделяется на две стадии. На первой краситель в значительной мере переходит из ванны на волокно в нейтральной среде в присутствии электролита (по типу прямых красителей).

Сродство к целлюлозе у активных красителей меньше, чем у прямых, вследствие чего краситель распределяется

по волокну весьма равномерно. По причине относительно невысокого сродства применяющиеся концентрации электролита (NaCl) велики (около 30 г/л). Назначение электролита при крашении активными красителями целлюлозных волокон такое же, как и при крашении прямыми красителями: понижать отрицательный заряд волокна и способствовать переходу красителя из раствора на волокно.

На второй стадии в красильную ванну вводят щелочной реагент. Вследствие этого равномерно распределенный на волокне краситель, ранее удерживаемый только силами Ван-дер-Ваальса и водородными связями, фиксируется на целлюлозе химически, с помощью ковалентных связей. Одновременно происходит дополнительное выбирание активного красителя из раствора и его фиксация.

Разделение процесса на две стадии приводит не только к получению равномерных окрасок, но и к уменьшению количества гидролизованного красителя, поскольку щелочной агент добавляется после перехода большей части красителя из раствора на волокно. Гидролиз активного красителя на волокне происходит значительно медленнее, чем в растворе.

Для хлопчатобумажных тканей периодический способ крашения применяется не очень часто. На первой стадии крашение осуществляется из раствора, содержащего активный краситель (0,5—3 % от массы материала) и хлорид натрия (10—60 г/л). Ткань обрабатывается при указанной выше температуре в течение 30—60 мин, после чего переходят ко второй стадии. В ванну вводят щелочной агент (Na_2CO_3 , NaOH) в количестве 1—10 г/л и окрашивают текстильный материал при той же температуре в течение 60—90 минут.

Процесс крашения завершают интенсивной промывкой, которую проводят сначала холодной и горячей водой, а затем в кипящем растворе ПАВ (2 г/л) и карбоната натрия (1 г/л) и окончательно теплой водой. При этом нарушается непрочная связь гидролизованного красителя с волокном, и он удаляется с текстильного материала. Степень ковалентной фиксации активных красителей на целлюлозном и гидратцеллюлозном волокнах колеблется в пределах 70—90 %.

Непрерывные способы

Основную часть текстильных материалов из природных и гидратцеллюлозных волокон окрашивают непрерывными способами. В настоящее время самыми распространенными из них являются одностадийные плюсовочно-запарной и плюсовочно-термофиксационный (термозольный) и двухстадийный плюсовочно-запарной способы.

При одностадийном плюсовочно-запарном способе в пропиточную ванну входят (г/л):

- | | |
|----------------------|---------|
| - активный краситель | 0,5-40; |
| - щелочной агент | 10-20; |
| - мочевины | 30-50; |
| - смачиватель | 1-2 . |

В качестве щелочного агента в случае красителя с индексом X используют гидрокарбонат натрия NaHCO_3 , для менее реакционноспособных красителей — карбонат натрия Na_2CO_3 . Добавление мочевины увеличивает растворимость активного красителя.

После пропитки и отжима на плюсовке ткань попадает в запарную камеру, где запаривается в среде насыщенного пара при 100°C в течение 1 — 10 мин в зависимости от реакционной способности красителя. В процессе запаривания волокно набухает, и молекулы красителя проникают внутрь него. Одновременно происходит разложение гидрокарбоната натрия:



Образовавшийся карбонат натрия создает необходимую щелочность среды. В результате происходит химическое взаимодействие между красителем и волокном.

Затем ткань промывается в промывных коробках холодной и горячей водой, кипящим раствором ПАВ и карбоната натрия, снова горячей и холодной водой, после чего высушивается на сушильных барабанах.

При этом способе крашения гидролизуеться 10—15 % красителя. Оттенки получаются очень чистыми и яркими.

При крашении по плюсовочно-термофиксационному способу фиксация красителя на волокне происходит не при запаривании, а в процессе сушки (80—90 °С) и термофиксации (140—180 °С) в среде горячего воздуха. Поскольку в этих условиях волокно обезвоживается, для диффузии красителя внутрь волокна в плюсовочный раствор вводят повышенное количество мочевины (100—150 г/л). Мочевина плавится в процессе термообработки, проникает в глубь волокна и служит средой для диффузии активного красителя. В остальном состав пропиточной ванны сохраняется таким же, как при одностадийном плюсовочно-запарном способе. Внутри волокна краситель после разложения гидрокарбоната натрия взаимодействует с целлюлозой с образованием ковалентных связей.

При крашении по плюсовочно-термофиксационному способу гидролиз красителя практически не происходит, поэтому экономится примерно 10-15 % красителя по сравнению с плюсовочно-запарным способом, что выгодно для отделочных предприятий. Однако оттенки, получаемые по плюсовочно-термофиксационному способу, по яркости и чистоте уступают получаемым по плюсовочно-запарному способу.

Достоинством двухстадийного плюсовочно-запарного способа является возможность получения окрасок любой интенсивности, высокая скорость фиксации красителя (так как можно использовать сильные щелочные агенты) и его эффективность из-за минимизации гидролиза.

При крашении этим способом ткань плюсуют раствором красителя (1-50 г/л), смачивателя (1—2 г/л), мочевины (10—100 г/л) и лудигола (5—10 г/л), сильно отжимают или высушивают и плюсуют раствором гидроксида натрия 32,5 %-ного (10—30 г/л) и хлорида натрия (250 г/л). Электролит в данном случае необходим для предотвращения десорбции красителя в щелочной раствор. После этого ткань запаривают при температуре 102—105 °С в течение 15—75 с (в зависимости от реакционной способности красителя) и промывают по указанному выше режиму.

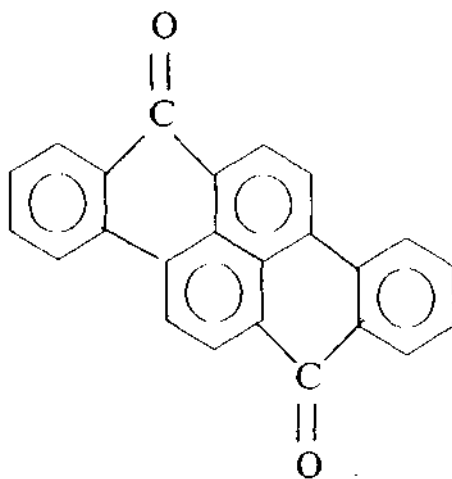
3.3.3. Крашение кубовыми красителями

Кубовые красители не растворимы в воде, поэтому при крашении они должны быть переведены во временно растворимое состояние, чтобы иметь способность продиффундировать внутрь гидрофильного волокна.

Окраски, получаемые с помощью кубовых красителей, относятся к наиболее прочным и отличаются высокой чистотой и яркостью, лишь незначительно уступая по этим показателям активным красителям. Красители этой группы имеют широкую гамму цветов за исключением очень ярких красных.

С точки зрения химического строения различают три группы кубовых красителей: кубовые полициклохиноновые, индигоидные и тиоиндигоидные (например, золотисто-желтый ЖХ, броминдиго и тиоиндиго красный 2С, соответственно).

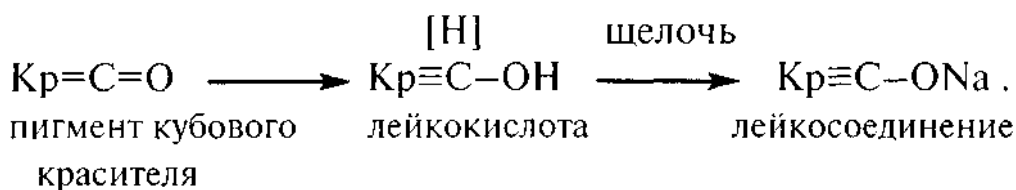
Ниже приведена формула красителя кубового золотисто-желтого ЖХ:



В общем виде кубовые красители можно описать формулой $Kr=C=O$, где $=C=O$ - это карбонильная группа, а Kr - остальная часть молекулы.

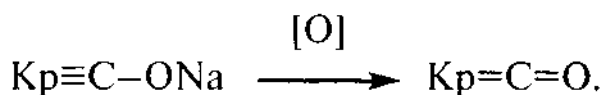
Для перевода кубового красителя в растворимое состояние используют способность карбонильных групп восстанав-

ливаться в щелочной среде с образованием растворимого в воде лейкосоединения (образующаяся под действием восстановителя лейкокислота в воде не растворима, но способна взаимодействовать со щелочью):



Скорость восстановления зависит от строения самого красителя и его восстановительного потенциала, а также от реакционной способности восстановителя. В качестве восстановителей обычно используют дитионит натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$, двуокись тиомочевина $(\text{NH}_2)_2\text{C}=\text{SO}_2$ и другие. Так как они имеют различную восстанавливающую способность в разных условиях, то выбор зависит от применяемого способа крашения или печатания.

Лейкосоединения кубовых красителей неустойчивы к действию окислителей, легко окисляются до исходного пигмента любым окислителем, даже кислородом воздуха:



Этой реакцией пользуются для завершения процесса крашения, когда лейкосоединение уже проникло внутрь волокна; ткань подвергают обработке окислителем и переводят лейкосоединение в нерастворимый исходный пигмент, что делает окраску очень устойчивой к мокрым обработкам.

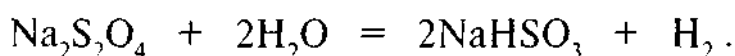
На практике в качестве окислителей используют бихромат калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ или пероксид водорода H_2O_2 .

Технология крашения кубовыми красителями

Существует три способа крашения кубовыми красителями целлюлозных и гидратцеллюлозных текстильных материа-

лов: щелочно-восстановительный, суспензионный и лейко-кислотный.

По *щелочно-восстановительному способу* текстильный материал обрабатывают непосредственно в щелочном растворе натриевой соли лейкосоединения. Для этого сначала готовят концентрированный раствор восстановленного красителя: пигмент кубового красителя смешивают с гигроскопическим веществом (глицерином) для облегчения его смачивания, гидроксидом натрия и восстановителем. В качестве восстановителя в этом способе обычно используют дитионит натрия $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$:



Рецептура красильного раствора и температура восстановления для каждого кубового красителя могут быть различными и выбираются по каталогу красителей.

В зависимости от красящих свойств и способности к восстановлению кубовые красители условно подразделяют на четыре группы:

I — красители с оптимальной температурой крашения 25—30 °С, окрашивающие материал в присутствии электролита при небольшом количестве гидроксида натрия;

II — красители «теплого» (45—50 °С) крашения, для которых требуется несколько большее количество NaOH ; электролит вводится только при крашении в темные тона;

III — красители «горячего» (50—60 °С) крашения, которые применяются с еще большим количеством NaOH и без электролита;

IV - красители «горячего» (60-65 °С) крашения по специальному способу.

Контроль за процессом восстановления кубового красителя ведут визуально по изменению цвета, так как лейкосоединения отличаются по цвету от исходной формы красителя, и по отсутствию нерастворившихся частиц. По окончании растворения концентрированный раствор разбавляют до ра-

бочей концентрации и окрашивают волокнистый материал при температуре крашения, указанной в каталоге, в течение 30—90 минут. Затем текстильный материал подвергают окислению. Заканчивают крашение обработкой в кипящем растворе ПАВ в присутствии карбоната натрия (мыловка). При мыловке с волокна удаляется закрепленный на его поверхности краситель, который ухудшает устойчивость окраски к трению, а краситель, продиффундировавший внутрь волокна, кристаллизуется в порах, что повышает устойчивость окраски к свету и ее яркость.

При крашении по щелочно-восстановительному способу большую трудность представляет получение равномерной окраски, так как поглощение лейкосоединения красителя в волокне происходит очень быстро вследствие высокого его сродства к волокну.

При крашении по *суспензионному способу* используют суспензию порошка красителя (в нерастворимой форме). Пигмент кубового красителя не обладает сродством к целлюлозе, поэтому он равномерно распределяется по обрабатываемому текстильному материалу. При последующем воздействии восстановителя в присутствии гидроксида натрия при температуре 100 °С образуется растворимое в воде лейкосоединение, которое и диффундирует внутрь волокна. Последняя стадия, как и в щелочно-восстановительном способе, заключается в окислении лейкосоединения красителя до исходного пигмента.

Суспензионный способ обеспечивает получение равномерных окрасок разной интенсивности — от светлой до темной. Недостатком способа является необходимость применения специальной выпускной формы красителя, что повышает стоимость крашения. При крашении по суспензионному способу можно использовать только тонкодисперсные порошки красителей, которые маркируют буквой Д, например кубовый золотисто-желтый ЖХД.

Крашение по *двухванному суспензионному способу* осуществляется на непрерывных плюсовочно-запарных линиях. Для

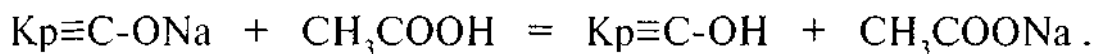
приготовления суспензии порошок кубового красителя (5—50 г/л) затирают с диспергатором (1—2 г/л) и смешивают с водой. Ткань в плюсовке пропитывают полученной суспензией, сильно отжимают и обрабатывают во второй плюсовке проявительным раствором, содержащим дитионит натрия (60 г/л), гидроксид натрия 32 %-ный (70 г/л) и хлорид натрия (5-40 г/л), отжимают на 15-20 % слабее, чем в первой плюсовке, и запаривают в запарной камере в атмосфере насыщенного пара при 100 °С. При запаривании краситель под действием восстановителя в щелочной среде переходит в растворимую форму и диффундирует в набухшее волокно. После запаривания ткань попадает в промывные коробки, где сначала обрабатывается окислителем, а затем подвергается мыловке, промывке водой и сушке в барабанной сушилке.

Однако чаще используется *однованный суспензионный способ* крашения, когда в красильный раствор одновременно вводят суспензию красителя, смачиватель, двуокись титана, стабилизированную формальдегидом (не восстанавливающую кубовый краситель при температуре цеха) и гидроксид натрия. После плюсования ткань проходит через запарную камеру, воздушный зрельник и промывается, как указано выше. Для некоторых марок кубовых красителей, восстанавливаемых дитионитом натрия только при повышенных температурах, возможно использование и этого восстановителя. В данном случае суспензию красителя и щелочной раствор дитионита натрия готовят отдельно и смешивают непосредственно перед плюсованием, которое должно осуществляться при температуре не выше 20—25 °С.

Окраски хорошего качества можно получить и *по лейкокислотному способу*, который является своего рода разновидностью суспензионного. Этот способ в настоящее время из-за своей трудоемкости применяется довольно редко, однако позволяет получить ровные окраски при использовании обычного грубодисперсного порошка кубового красителя.

Для получения суспензии лейкокислоты сначала получают раствор восстановленной формы кубового красителя —

лейкосоединения, что достигается действием на кубовый краситель (5—20 г/л) дитионита натрия (0,5—2 г/л) в присутствии гидроксида натрия (0,5—3 г/л) и диспергатора НФ (0,25—0,5 г/л) при температуре восстановления, оптимальной для конкретного кубового красителя (указана в каталоге). Полученный раствор кубового красителя постепенно вливают в раствор уксусной кислоты (0,35—2 г/л) и диспергатора НФ (0,5—1 г/л). При этом растворимое лейкосоединение переходит в нерастворимую лейкокислоту, которая в присутствии диспергатора образует суспензию:



Ткань пропитывают суспензией лейкокислоты в плюсовке при температуре 50 °С, отжимают, затем во второй плюсовке пропитывают раствором, содержащим гидроксид натрия (10 г/л) и — для предупреждения преждевременного окисления красителя — дитионитом натрия (5 г/л). После этого ткань попадает в запарную камеру, где происходит переход лейкокислоты в растворимое лейкосоединение, которое диффундирует в набухшее волокно. Иногда операцию запаривания исключают, так как лейкокислота, находящаяся на поверхности ткани, не требует восстановления. Дальнейшие заключительные операции в промывных коробках те же, что и при суспензионном способе: окислительная обработка, мыловка, промывка водой и сушка в барабанной сушилке.

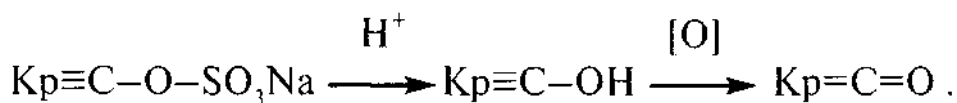
3.3.4. Крашение кубозолями

Кубозоли представляют собой соли сернокислых эфиров лейкосоединений кубовых красителей общей формулы $\text{Kp}=\text{C}-\text{O}-\text{SO}_3\text{Na}$.

Кубозоли растворимы в воде и хорошо выбираются текстильным материалом из целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон. Они являются либо неокрашенными продуктами,

либо окрашенными в цвета, не отвечающие их наименованию. Ассортимент кубозолей включает 17 марок. Кубозоли значительно дороже кубовых красителей, поэтому их применяют для Колорирования высококачественных хлопчатобумажных тканей, в основном, при получении светлых пастельных тонов.

Для получения окраски волокнистый материал, обработанный в растворе кубозоля, подвергают дальнейшей обработке (проявлению), позволяющей перевести кубозоль в пигмент кубового красителя. Для этого проводят его гидролиз в кислой среде (как правило, в растворе серной кислоты), а затем окисление:



Реакции гидролиза эфира и окисления лейкокислоты протекают практически одновременно.

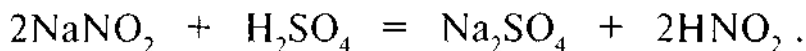
В зависимости от применяемого окислителя способы крашения могут носить название нитритного, хроматного или перекисного. Нитритный способ позволяет получать на целлюлозном волокне наиболее чистые окраски, поэтому его, в основном, и применяют для крашения хлопчатобумажных тканей. Как правило, крашение проводят по непрерывному способу на соответствующей красильной линии.

Текстильный материал пропитывают на плюсовке раствором, содержащим (г/л):

— кубозоль	4—5;
— нитрит натрия NaNO_2	10;
— карбонат натрия	0,5;
— смачиватель	1.

Температура плюсовочного раствора составляет 50—60 °С. Карбонат натрия вводится в раствор для защиты кубозоля от преждевременного гидролиза. После отжима ткань в пропиточной машине обрабатывается в растворе серной кислоты

(30 г/л) при температуре 60 °С, где происходит взаимодействие нитрита натрия с серной кислотой:



Выделившаяся азотистая кислота HNO_2 разлагается на оксиды азота, которые и окисляют лейкокислоту, получившуюся после гидролиза кубозоля в растворе серной кислоты. Затем следует промывка холодной водой и нейтрализация в растворе карбоната натрия для удаления серной кислоты. Незакрепившийся краситель удаляется с поверхности волокна при обработке в растворе ПАВ при температуре 90 °С и последующей промывке горячей и холодной водой.

Основным недостатком нитритного способа крашения кубозолями является выделение токсичных оксидов азота, что требует применения активной вытяжной вентиляции.

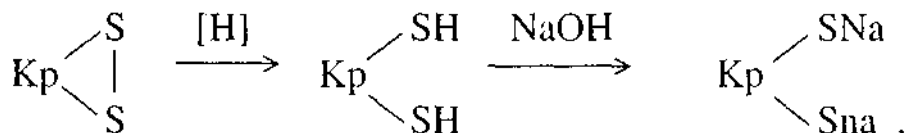
3.3.5. Крашение сернистыми красителями

Сернистые красители нерастворимы в воде, поэтому в процессе крашения их необходимо перевести во временно растворимое состояние (по аналогии с кубовыми красителями).

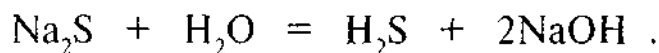
Эти красители просты в применении и очень дешевы, имеют удовлетворительную устойчивость окрасок. Гамма цветов ограничена — отсутствуют чистые желтые, красные и фиолетовые цвета. Окраски сернистыми красителями имеют недостаточную яркость (тусклые). Большим недостатком сернистых красителей является то, что с течением времени они разрушаются на волокне, выделяя серу, которая окисляется до серного ангидрида, образующего серную кислоту. Кислота разрушает целлюлозное волокно, приводя к потере прочности.

Однако эти красители достаточно широко применяются для крашения текстильных материалов из целлюлозных волокон, к окраске которых не предъявляется высоких требований: тканей, идущих на изготовление рабочей одежды, подкладочных и технических.

Сернистые красители переводят в растворимое состояние, пользуясь способностью дисульфидной группы ($—S—S—$) восстанавливаться в щелочной среде с образованием лейкокислоты, переходящей в растворимое лейкосоединение:



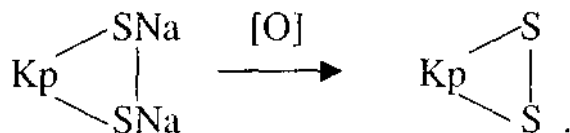
Сернистые красители восстанавливаются легче, чем кубовые. В качестве восстановителя для них используют сульфид натрия Na_2S . В воде сульфид натрия гидролизуетсся с выделением гидроксида натрия:



Однако, выделяющегося гидроксида натрия недостаточно для перевода лейкокислоты в лейкосоединение, поэтому в красильную ванну вносят дополнительные количества щелочного агента в виде карбоната натрия или гидроксида натрия.

Кроме того, в красильную ванну добавляют определенное количество нейтрального электролита (хлорида натрия), действие которого такое же, как при крашении прямыми красителями.

Лейкосоединение хорошо выбирается целлюлозным волокном. Для завершения процесса крашения сернистыми красителями лейкосоединение окисляют на волокне до нерастворимой исходной формы:



Окисление обычно проводят холодной проточной водой, но для некоторых марок красителей необходима обработка пероксидом водорода в уксуснокислой среде.

На отделочные фабрики сернистые красители поступают в виде измельченного плава или пасты, в которых собственно красителя содержится примерно около 25 % (остальное приходится на долю влаги и минеральных примесей), поэтому расход этих красителей относительно высок. Так, для крашения в черный цвет берут 15—20 % красителя от массы волокна, а для других цветов — 2—10 % в зависимости от интенсивности окраски (то есть в 3—4 раза больше, чем требуется красителей других классов).

Ткань окрашивают, как правило, непрерывным способом на линиях Л КС—140(180)—12. Сначала ее пропитывают восстановленным щелочным раствором сернистого красителя (содержание всех реагентов приводится в каталогах для каждого выпускаемого красителя), отжимают, запаривают в запарной камере в среде насыщенного пара, окисляют в первой промывной коробке. Затем следует промывка горячей и холодной водой, иногда закрепление окраски с помощью тех же препаратов, которые применяются для прямых красителей, и сушка.

Весьма перспективным направлением в крашении сернистыми красителями является использование их водорастворимых форм, которые получают при введении в молекулу карбоксильных и тиосульфатных групп. Для приготовления красильных ванн в этом случае должна использоваться только умягченная вода. Операция окисления проводится в щелочной среде при температуре 40—60 °С.

Ткань пропитывают раствором, содержащим краситель, смачиватель и сульфид натрия, и запаривают при температуре 102—105 °С. В условиях запаривания происходит отщепление групп, придающих красителю растворимость. При окислении он из лейкосоединения переходит в исходную нерастворимую форму.

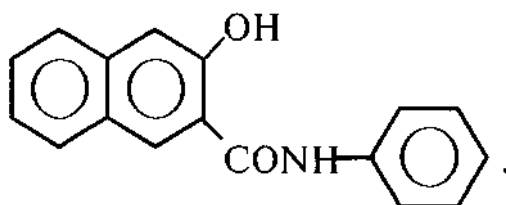
Отечественная промышленность выпускает водорастворимые сернистые красители двух типов: берзоли и тизоли.

3.3.6. Крашение путем образования нерастворимых азокрасителей

В этом случае краситель синтезируется непосредственно на волокне из полупродуктов. Образовавшийся на волокне краситель не растворяется в воде, поэтому получаемая окраска устойчива к мокрым обработкам. Большим преимуществом таких красителей является несложность операций, высокая устойчивость и яркость окраски. Ограничивает их применение неполная гамма цветов (отсутствуют желтые и зеленые).

Для образования на волокне нерастворимых азокрасителей на текстильный материал последовательно наносят два соединения: азосоставляющую и диазосоставляющую. Эти соединения вступают в химическое взаимодействие непосредственно на волокне — реакцию азосочетания.

В качестве азосоставляющей применяют соединения, называемые азотолами. Азотолы являются производными анилида (3-оксинафтойной кислоты, не растворимыми в воде, например, азотол А:

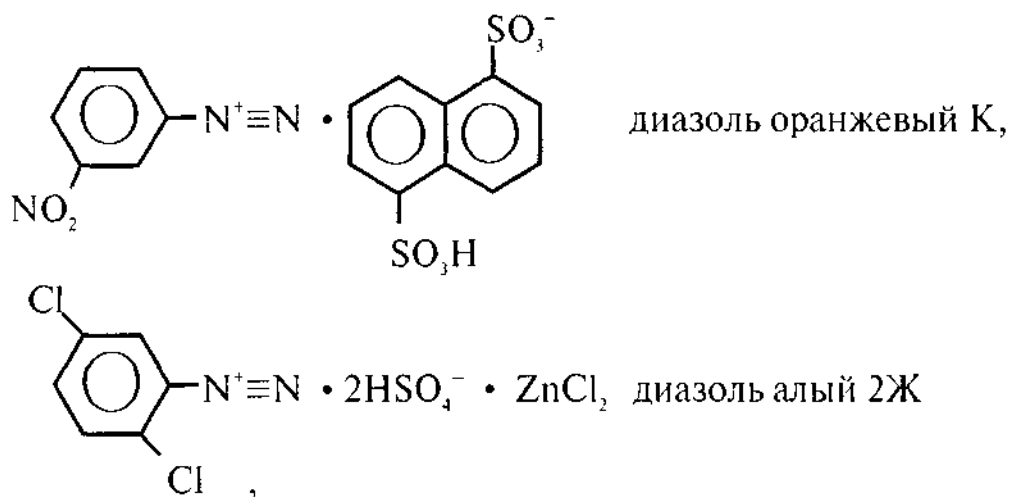


Азотолы содержат в своей молекуле гидроксильную группу и могут быть в общем виде записаны как $ArOH$. Эта группа обладает кислотными свойствами, вследствие чего при действии на азотол гидроксида натрия образуются растворимые в воде соли — азотоляты:



Азотолы обладают различным строением и разным сродством к целлюлозе.

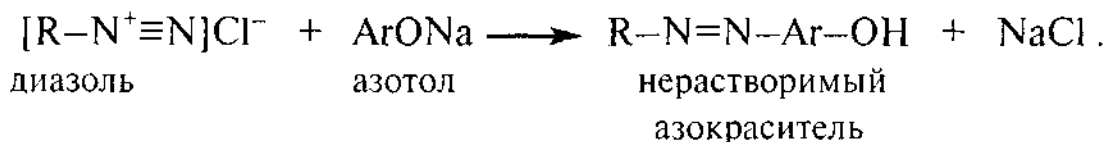
В качестве диазосоставляющей чаще всего используются диазоли - соли диазония, стабилизированные органическими или минеральными соединениями, например:



которые в общем виде могут быть обозначены формулой $[R-N^+ \equiv N]Cr$. Для использования диазоля в крашении достаточно растворить его в воде.

Азотол может вступать в реакцию с различными диазольями. При этом получают красители различного цвета. Название цвета образующегося красителя определяется природой диазоля и указывается в его названии. Азотол влияет только на оттенок.

Для образования нерастворимого азокрасителя на ткани необходимо пропитать ее на плюсовке раствором азотола, отжать и пропитать на второй плюсовке раствором диазоля. После этого ткань пропускается через воздушный зрельник для завершения реакции азосочетания:



Реакция азосочетания протекает очень быстро, при комнатной температуре, в диапазоне рН от 6 до 10. При более низких значениях рН азосоставляющая переходит в неактивную фор-

му и плохо взаимодействует с диазосоставляющей, а при pH больше 10 теряет свою активность диазосоставляющая.

После этого следует промывка горячим раствором ПАВ, горячей и холодной водой. Концентрация азотолов в растворах составляет 10 г/л, диазолей — 4–30 г/л в зависимости от интенсивности окраски.

3.4. Крашение текстильных материалов из белковых волокон

К природным белковым волокнам относятся шерсть и шелк. Кератин шерсти и фиброин шелка имеют много общего в химическом составе и строении полимерных макромолекул. Оба волокна обладают амфотерными свойствами за счет наличия в макромолекуле свободных amino- и карбоксильных групп. В связи с этим, в воде они ионизируются с образованием положительно заряженных аминогрупп и отрицательно заряженных карбоксильных групп ($\text{H}_3\text{N}^+ \text{— Белок—COO}^-$).

Однако, кератин шерсти и фиброин шелка имеют принципиально различную структуру: кератин шерсти относится к редкосшитым полимерам, его макромолекулы имеют а-конфигурацию; фиброин шелка — линейный полимер, макромолекулы которого имеют р-конфигурацию.

Сходство и различие химической природы и пространственного строения белковых волокон определяют выбор красителей для крашения шерсти и шелка.

Шерсть окрашивают кислотными, кислотно-хромовыми, кислотными металлокомплексными (КМК 1:1 и 1:2), а также активными красителями.

Для крашения натурального шелка кислотные и хромовые красители практически не применяются, так как дают неустойчивую окраску. Кроме того, при крашении хромовыми красителями волокно сильно повреждается. В основном шелк окрашивают активными красителями и кислотными металлокомплексными КМК 1:2. Хорошее качество окраски получают

при использовании некоторых прямых красителей. Иногда для крашения шелка применяют кубозоли.

3.4.1. Крашение шерстяных материалов

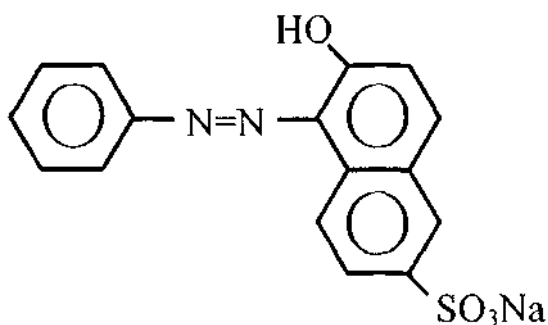
Шерсть чаще всего окрашивают в виде волокна или гребенной ленты, используя при этом красители, которые дают высокоустойчивые окраски. В полотне окрашивают чаще легкие платьевые ткани.

Кислотные красители

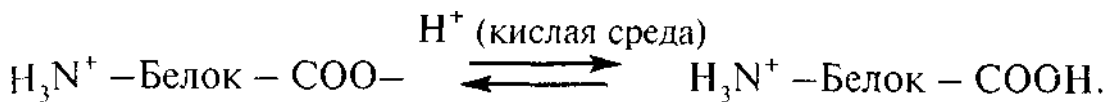
Кислотные красители отличаются высокой яркостью и чистотой окраски, удовлетворительной устойчивостью к мокрым обработкам и светопогоде. Они представлены широкой гаммой цветов и оттенков, хорошо смешиваются между собой. Используют их, в основном, для крашения платьевых тканей.

Кислотные красители являются натриевыми солями органических сульфокислот и относятся, таким образом, к анионным красителям.

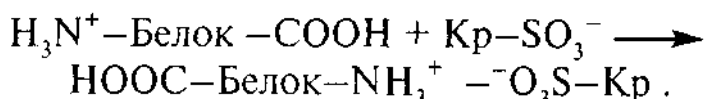
Представителем кислотных красителей является кислотный оранжевый светопрочный:
или в общем виде $Kp-SO_3Na$.



Крашение кислотными красителями ведут в кислой среде. При этом белковое волокно приобретает избыточный положительный заряд:



Анионы красителя взаимодействуют с положительно заряженной аминогруппой волокна за счет электростатического (ионного) взаимодействия, образуя малодиссоциирующую соль:

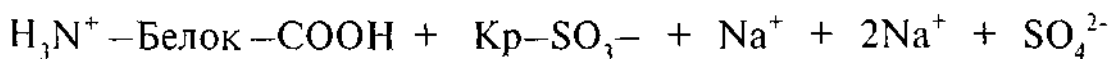
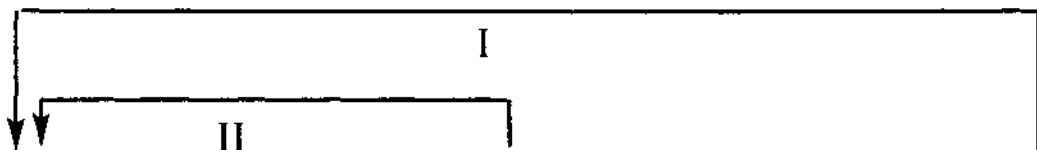


Помимо ионной связи между красителем и волокном возникают водородные связи и силы Ван-дер-Ваальса.

С увеличением кислотности среды увеличивается число положительных центров на волокне, и, следовательно, большее число анионов красителя вступает в реакцию солеобразования, повышается скорость сорбции красителя волокном. Однако одновременно возрастает неровнота окраски.

Изменяя кислотность красильной ванны, используя сильные минеральные, слабые органические кислоты или кислые соли, можно управлять скоростью перехода красителей на волокно.

Регулировать процесс крашения возможно также, вводя в красильную ванну нейтральный электролит, чаще всего Эсульфат натрия Na_2SO_4 . Анионы электролита SO_4^{2-} , обладая меньшими размерами и большей подвижностью по сравнению с анионом красителя, быстрее проникают внутрь волокна и взаимодействуют с положительно заряженными аминогруппами (I). Поскольку анион SO_4^{2-} не обладает сродством к волокну, он постепенно вытесняется анионами красителя (II):



Вследствие этой конкуренции процесс крашения замедляется, и окраска получается более ровной.

Для этой же цели в состав красильной ванны вводят выравниватели — поверхностно-активные вещества (ПАВ) ионогенного (катионактивные, анионактивные) или неионогенного характера. Анионактивные выравниватели действуют так же, как электролиты, то есть конкурируют с анионом красителя. Катионактивные выравниватели образуют с анионом красителя комплексы, которые постепенно разрушаются, высвобождая анион красителя. Неионогенные выравниватели образуют вокруг аниона красителя сольватную оболочку. Во всех случаях процесс перехода красителя в волокно замедляется.

Большое влияние на скорость крашения и ровноту окраски оказывает температура крашения. При повышении её возрастает диссоциация красителя, волокно лучше набухает и облегчается диффузия красителя в волокно. Краситель начинает заметно выбираться шерстяным волокном при температуре 60—70 °С, а при кипении переходит полностью на волокно (красильная ванна становится бесцветной). При температуре ниже 60 °С проникновение красителя в шерстяное волокно затруднено из-за наличия на его поверхности чешуйчатого слоя. Регулировать переход красителя на волокно можно, изменяя скорость подъема температуры от 40 до 100 °С.

Технологический режим крашения определяется выбранным ассортиментом кислотных красителей. В зависимости от степени сродства к волокну они делятся на три группы: хорошо-, средне- и плоховыравнивающие. Под выравнивающей способностью красителей понимают их способность мигрировать с интенсивно окрашенных участков на неокрашенные или светлоокрашенные.

Хорошовыравнивающие красители имеют низкое сродство к волокну, медленно выбираются им из ванны, обладают высокой диффузионной способностью, образуют ровную окраску. Однако полученная окраска неустойчива к мокрым обработкам. Крашение хорошовыравнивающими красителями проводят в сильноокислой среде в присутствии серной кислоты.

Плоховыравнивающие красители имеют высокое сродство к волокну, которое обеспечивает быстрое выбирание красителя из ванны и получение окрасок, устойчивых к мокрым обработкам, но выравнивание окраски при этом затруднено. Крашение такими красителями ведут в слабокислой среде в присутствии электролита и выравнивателей. Для создания слабокислой среды используют кислые соли: сульфат или ацетат аммония, которые в процессе крашения под действием температуры постепенно разлагаются с выделением кислоты. Например:



Средневыравнивающие красители характеризуются умеренным сродством и средней устойчивостью окраски. Крашение проводят в присутствии уксусной кислоты.

Крашение шерсти кислотными красителями осуществляют, в основном, периодическими способами. Красильная ванна содержит (% от массы волокна):

— краситель	0,5—6;
--сульфат натрия	10;
— серная кислота (плотность 1,4) (для хорошевыравнивающих красителей)	2—4;
— уксусная кислота 30 %-ная (для средневыравнивающих красителей)	3—5;
— кислые соли (для плоховыравнива- ющих красителей)	3—5 .

Шерсть вначале обрабатывают в растворе, содержащем электролит и кислоту, при температуре 30—40 °С в течение 10-15 мин, затем вводят раствор красителя, постепенно в течение 30-45 мин нагревают красильную ванну до кипения и красят 60 мин. После этого ванну охлаждают и материал тщательно промывают.

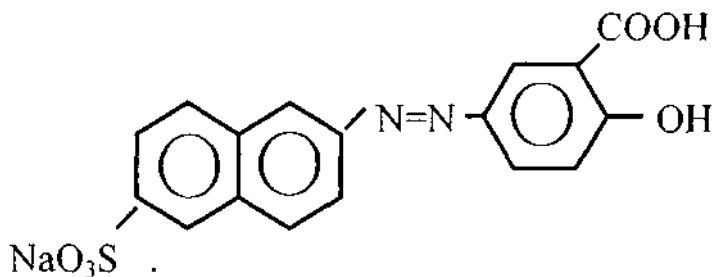
Крашение волокна при температуре кипения вызывает его повреждение, что в дальнейшем затрудняет процесс прядения из-за высокой обрывности. Одним из путей снижения деструкции волокна является крашение при пониженной температуре (80—85 °С). Предложены различные пути интенсификации процесса крашения: предварительное вакуумирование, применение текстильно-вспомогательных веществ, увеличивающих набухание волокна, применение омагниченной воды. В последнее время все большее распространение получает обработка шерсти низкотемпературной плазмой. Низкотемпературная плазма представляет собой слабоионизированный газ, содержащий положительно и отрицательно заряженные ионы, электроны, а также нейтральные атомы и молекулы в различной степени возбуждения. В низкотемпературной плазме присутствует также интенсивное УФ-излучение. Обработка низкотемпературной плазмой приводит к физическим и химическим изменениям свойств шерстяного волокна, на его поверхности образуется значительное количество микротрещин, увеличивается смачиваемость, капиллярность, а также проницаемость волокна для диффузии красителей. Это позволяет снизить температуру крашения кислотными красителями до 85 °С, обеспечивая наилучшее сохранение свойств шерстяного волокна.

Кислотно-хромовые красители

Хромовые (или протравные) красители имеют много общего с кислотными: они являются натриевыми солями сложных органических сульфо- или карбоновых кислот, хорошо растворяются в воде и диссоциируют на ионы. В отличие от кислотных кислотно-хромовые красители способны образовывать комплексные соединения с металлами и благодаря этому прочно закрепляются на волокне, образуя окраски, обладающие высокой устойчивостью ко всем физико-химическим воздействиям, особенно к действию света. Однако, полученные окраски не отличаются яркостью и чистотой оттенков.

Комплексообразующими группами в хромовых красителях являются гидроксильные ($-\text{OH}$) и карбоксильные ($-\text{CO}-\text{OH}$) группы.

Ниже приведена формула красителя хромового желтого:



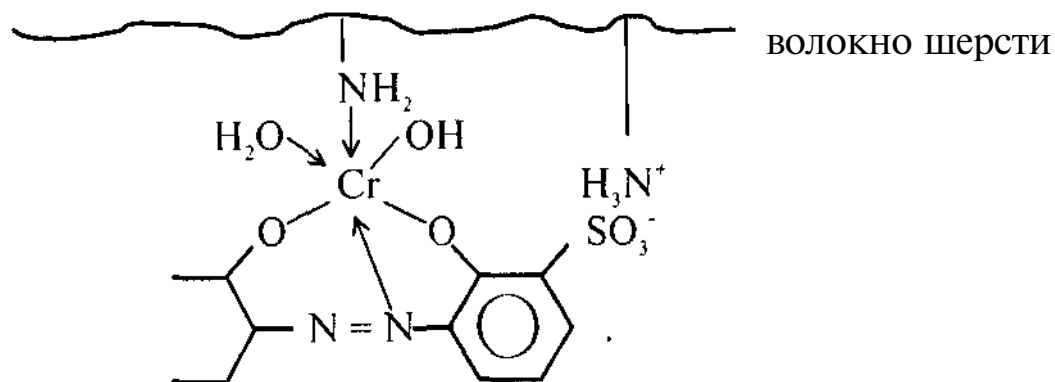
или в общем виде $\text{HO}-\text{Cr}-\text{SO}_3\text{Na}$.

В качестве комплексообразующего металла используется преимущественно хром, который наносится на материал путем обработки его раствором бихромата калия $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Обработку солями металлов называют хромированием. При хромировании цвет окраски резко изменяется (углубляется), что свидетельствует о глубоких изменениях в молекуле красителя.

Крашение кислотно-хромовыми красителями происходит в две стадии. Вначале, подобно кислотным, хромовые красители выбираются шерстяным волокном в присутствии кислоты и фиксируются за счет образования ионной (солевой) связи между анионом красителя и положительно заряженной аминогруппой волокна. На второй стадии в результате взаимодействия с солями хрома происходит образование сложного комплексного соединения красителя с атомом хрома. За счет первичной валентности атом хрома связывается с комплексообразующими группами $-\text{OH}$ и $-\text{COOH}$ и координационной связью с атомом азота азогруппы или кислородом карбонильной группы красителя. Одновременно атом хрома образует координационные связи с неионизированными аминогруппами волокна. Координационную связь изображают пунктиром или стрелкой, направленной от электронодонора (азот и кислород карбонильной группы, которые имеют неподеленные пары электронов) к электроноакцептору (атом хрома).

Вода, входящая в состав комплексов, связана координационной связью и довольно прочно удерживается.

Ниже приводится схема фиксации хромового красителя:



Крашение хромовыми красителями можно проводить с предварительным, последующим и одновременным хромированием.

Метод с *предварительным хромированием* имеет ограниченное применение, поскольку при хромировании неокрашенного волокна выделяющийся в результате реакции кислород окисляет кератин шерсти по цистиновым связям, что приводит к снижению прочности и упругости волокна. Поэтому хромирование неокрашенного волокна осуществляют в присутствии восстановителя (муравьиной или щавелевой кислоты), который связывает кислород и тем самым защищает кератин шерсти от окисления.

Наиболее распространен метод крашения с *последующим хромированием*. Он менее длителен и дает возможность получить ровные и устойчивые окраски. При хромировании окрашенного волокна выделяющийся при восстановлении хрома кислород почти не затрагивает цистиновые связи кератина, а расходуется главным образом на окисление красителя, в результате чего у некоторых красителей появляются комплексообразующие группы.

Первая стадия представляет собой крашение в ванне, содержащей (% от массы материала):

— краситель	0,5-3;
— сульфат натрия (глауберова соль)	10;
— уксусная кислота 30 %-ная	3-5;
— серная кислота 96 %-ная	1-2 .

Крашение проводят в течение 30—45 мин при кипении. Для полного истощения красильной ванны вводят серную кислоту и продолжают крашение еще 20 мин при кипении. После этого температуру понижают до 60—70 °С и вводят бихромат калия (не более 25—50 % от массы красителя). Хромирование ведут при кипении в течение 20—30 мин, затем волокнистый материал промывают.

Недостатком этого метода является сложность подгонки цвета под заданный образец, поскольку окончательный цвет материала получается только после хромирования.

По методу крашения с *одновременным хромированием* используют специальные однохромовые красители. Однохромовые красители окрашивают шерсть в слабокислой среде при рН 6. В этих условиях процесс комплексообразования протекает гораздо медленнее, чем переход красителя на волокно. В противном случае может произойти образование комплекса в красильном растворе (краситель потеряет растворимость в воде) или на поверхности волокна, что снизит устойчивость окраски к трению. При однохромовом крашении вместо бихромата калия применяют бихромат аммония, который труднее восстанавливается, а следовательно, процесс комплексообразования замедляется.

Общая продолжительность крашения однохромовыми красителями меньше, чем при крашении по методам последующего и предварительного хромирования. При этом уменьшается потеря прочности волокна, лучше сохраняются его технологические свойства. Однако при крашении в темные тона устойчивость к трению невысокая. Поэтому чаще этим способом проводят крашение в светлые и средние тона.

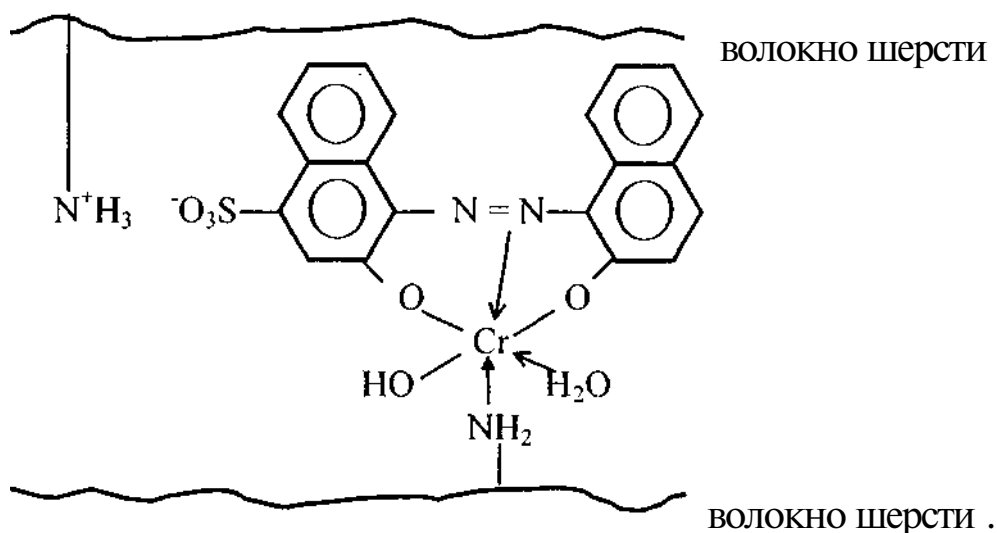
Кислотные металлокомплексные красители

В отличие от кислотных и кислотно-хромовых красителей металлокомплексные красители содержат в своей структуре атом металла и представляют собой окрашенные комплексные соединения. В свойствах и методах применения они имеют много общего с кислотными красителями, а по устойчи-

вости окрасок к ветопогоде и мокрым обработкам приближаются к хромовым красителям.

В зависимости от того, сколько молекул красителя приходится на один атом металла, различают красители комплекса 1:1 (КМК 1:1 — одна молекула красителя на один атом металла) и красители комплекса 1:2 (КМК 1:2 — две молекулы красителя на один атом металла). Наименование красителей этой группы такое же, как у кислотных, но в марку красителя вводится буквенное обозначение М для красителей КМК 1:1 (например, кислотный розовый М). В марку красителей КМК 1:2 вводят буквенное обозначение НМ, поскольку крашение проводят в нейтральной среде (например, кислотный коричневый НМ). Зарубежными фирмами красители КМК 1:1 выпускаются под названиями хромоланы, неоланы, палатины, а КМК 1:2 - под названиями вофаланы, осталаны, иргаланы, цибаланы.

Металлокомплексные красители комплекса 1:1. В этих красителях атом металла не насыщен, поэтому между атомом хрома и неионизированными аминогруппами ($-\text{NH}_2$) и гидроксильными ($-\text{OH}$) группами кератина шерсти возникает координационная связь. Кроме того, так же, как и при крашении кислотными красителями, между отрицательными анионами красителя и положительно заряженными активными центрами кератина шерсти ($-\text{N}^+\text{H}_3$) образуются ионные (солевые) связи:

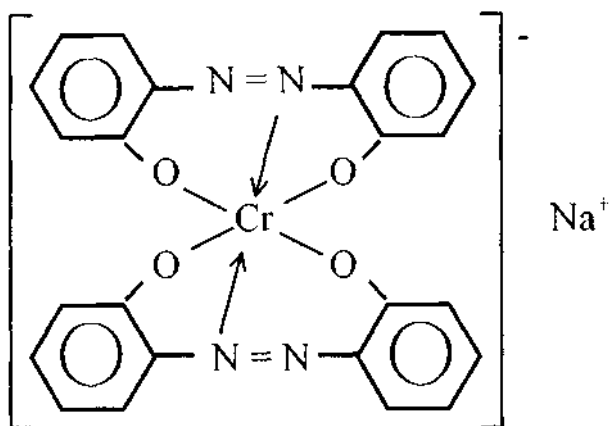


Координационная связь очень прочная, поэтому для получения ровной окраски в начале крашения создают условия, при которых образуются только солевые связи, что позволяет красителю равномерно распределяться по волокну. Крашение начинают в сильноокислой среде pH 1,9—2,4. При этом все аминогруппы ионизированы ($^+\text{NH}_3$). В конце крашения при промывке в нейтральной среде значение pH повышается, и ионизированные аминогруппы переходят в неионизированное состояние ($-\text{NH}_2$). Между NH_2 -группами волокна и атомом хрома образуются координационные связи, обеспечивающие высокую прочность фиксации красителя волокном.

Поскольку первая стадия крашения проходит в сильноокислой среде, этими красителями целесообразно красить ткань и волокно, предварительно карбонизированное, но не промытое от кислоты. Это уменьшает расход кислоты при крашении и способствует получению равномерной окраски.

В красильную ванну при 40—50 °C вводят выравниватель и серную кислоту (8—10 % от массы материала). Шерсть обрабатывают 10—15 мин в ванне без красителя, затем вливают раствор красителя и постепенно в течение 30—40 мин красильный раствор нагревают до кипения, красят при этой температуре не менее 1,5—2 ч. По окончании крашения ванну охлаждают и окрашенный материал тщательно промывают. В последнюю промывную воду рекомендуется вводить 25 %-ный раствор гидроксида аммония и 5 %-ный раствор ацетата натрия (1—2 мл/л) для полной нейтрализации кислоты.

Металлокомплексные красители комплекса 1:2. В отличие от красителей комплекса 1:1 в этих красителях все валентности атома металла насыщены, поэтому невозможно образование координационных связей с кератином шерсти. Они не содержат сульфогрупп, но благодаря присутствию в молекуле метилсульфоновых $-\text{SO}_2\text{CH}_3$ или сульфамидных $-\text{SO}_2\text{NH}_2$ групп относительно хорошо растворяются в воде.



Красители комплекса 1:2 фиксируются на волокне с образованием ионной связи, если крашение ведут в слабокислой среде, поскольку весь комплекс имеет отрицательный заряд. При крашении в нейтральной среде образуются межмолекулярные и водородные связи.

Красители комплекса 1:2 дают окраски с высокой устойчивостью к свету и мокрым обработкам. Крашение ими в слабокислой или нейтральной средах способствует сохранению прочности волокна и улучшению технологических свойств. Однако, они обладают недостаточной яркостью.

Поскольку красители комплекса 1:2 проявляют высокое сродство к кератину шерсти, то во избежание неровноты окраски скорость перехода красителя регулируют изменением температуры и pH среды. Красители плохо выбираются при температурах ниже 70 °C, после 70—80 °C начинается заметный переход их на волокно, поэтому необходимо повышать температуру от 70 до 100 °C очень медленно. После крашения при температуре 100 °C в течение 10—15 мин около 70 % красителя переходит из ванны на волокно.

Для скорости выбора красителя большое значение имеет кислотность среды. Оптимальным условием является pH 5,5—6. В нейтральной и слабощелочных средах выбор снижается на 10—15 %, а при pH меньше 5,5 краситель теряет растворимость и выпадает в осадок.

С целью обеспечения равномерных окрасок в красильную ванну вводят различные выравниватели.

Технология крашения КМ К 1:2 заключается в следующем. В красильную ванну при 30—40 °С вводят растворы вспомогательных веществ, сульфата или ацетата аммония (2—4 % от массы материала) и уксусную кислоту 30 %-ную (до pH 5,5—6) и обрабатывают окрашиваемый материал в течение 10—15 минут. После этого в ванну вливают раствор красителя и медленно в течение 1 часа нагревают до кипения. При кипении красят не менее 1 часа. В случае необходимости после 30 минут кипения для сохранения нужного значения pH ванны следует добавить уксусную кислоту. По окончании крашения материал тщательно промывают.

Активные красители

Отечественные активные красители, предназначенные для крашения шерсти, маркируются индексом III, например, активный ярко-красный 2СШ. Широкое применение находят также активные красители зарубежных фирм: проциланы, ланазоли и другие.

Основные требования, предъявляемые к активным красителям при крашении шерсти, следующие:

- реакционная способность активных красителей по отношению к волокну должна проявляться не в щелочной, а в нейтральной или слабокислой среде, при этом повышается степень ковалентной фиксации активных красителей и снижается опасность повреждения шерсти;

- не должно быть существенной разницы между условиями адсорбции и фиксации активных красителей;

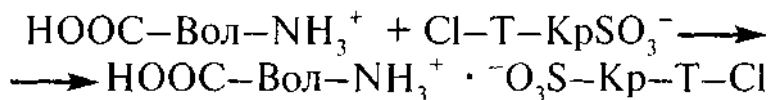
- реакционная способность должна обеспечивать ковалентную фиксацию не менее 90 % от количества красителя, внесенного в ванну;

- краситель должен иметь высокое сродство к волокну, чтобы незафиксированный ковалентно краситель не снижал устойчивость окраски.

Крашение шерсти начинают в кислой среде в присутствии уксусной кислоты, уксуснокислого аммония или сульфата аммония при рН 4,5—6. Кератин шерсти при этом приобретает положительный заряд. Все активные красители, используемые для крашения шерсти, содержат в хромофорной системе сульфогруппы и, следовательно, являются натриевыми солями сульфоорганических кислот. В воде они растворяются и диссоциируют на ионы:

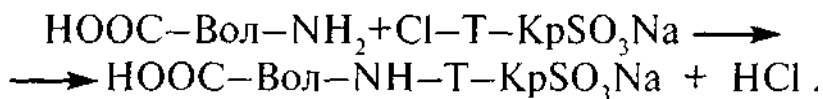


Анионы красителя адсорбируются волокном и фиксируются с образованием солевой связи по типу кислотных красителей:



Энергия солевой связи активных красителей с белковыми волокнами невелика, что позволяет красителю в процессе крашения перераспределяться по волокну, обеспечивая равномерность окраски.

Реакция между волокном и красителем с образованием ковалентной связи протекает в нейтральной или слабощелочной среде, поскольку аминогруппы должны быть в неионизированном состоянии. Поэтому за 15-20 мин до конца крашения в красильную ванну вводят фосфат натрия, раствор гидроксида аммония NH_4OH или соды до рН 8—8,5:



Крашение наиболее распространенными в шерстяной промышленности активными красителями (винилсульфонowymi и монохлортриазиновыми) начинают при температуре 40—50 °С в ванне, содержащей 5—6 % от массы материала уксусной кислоты и необходимое количество красителя. В тече-

ние 20—30 мин температуру повышают до 100 °С и красят при кипении не менее 1 ч. Затем снижают температуру до 70 °С и вводят щелочной препарат. Крашение в остывающей ванне длится 30 мин, после чего материал тщательно промывают.

3.4.2. Крашение натурального шелка

Натуральный шелк практически всегда окрашивают в виде ткани, используя различные классы красителей. Крашение проводят в красильно-промывных, красильно-роликовых или эжекторных машинах.

Кислотные красители

Все кислотные красители могут окрашивать натуральный шелк, но большинство из них образуют окраски, не устойчивые к физико-химическим воздействиям, и уступают в этом отношении красителям других классов: активным, прямым и другим. Для крашения натурального шелка рекомендуется ряд кислотных красителей (кислотный алый прочный, кислотный красный прочный, кислотный синий К, кислотный ярко-синий, кислотный черный С) и кислотные металлокомплексные красители 1:2.

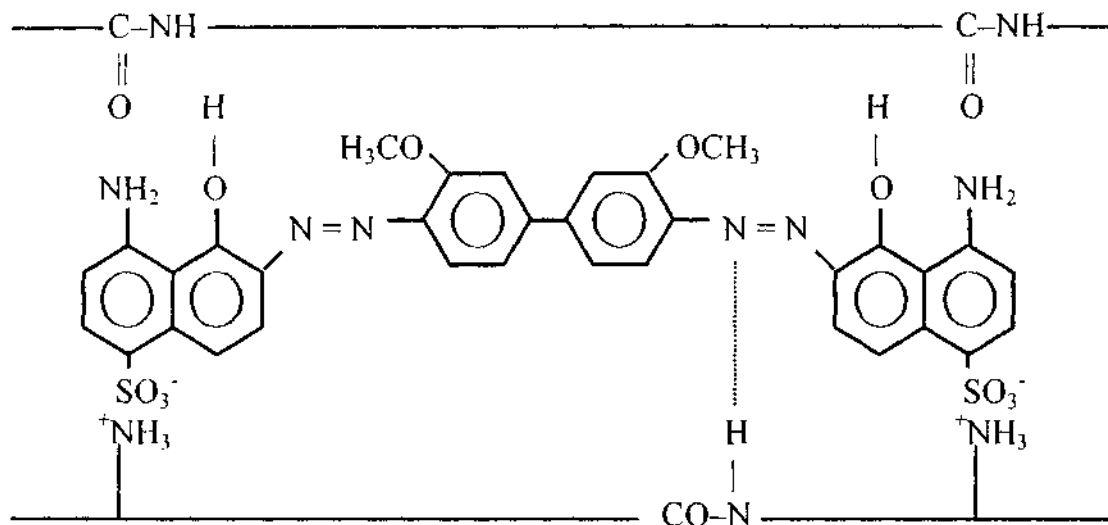
Крашение обычно ведут в присутствии уксусной кислоты 30 %-ной (2 % от массы материала) при температуре 95 °С. Крашение некоторыми плоховыравнивающими красителями проводят в присутствии ацетата аммония при температуре 60—70 °С.

Прямые красители

Прямые красители, особенно прямые светопрочные, широко применяются для крашения тканей из натурального шелка, поскольку образуют окраски более прочные, чем кислотные красители.

Химизм фиксации прямых красителей целлюлозой и белковым волокном различен. При крашении натурального шелка

между красителем и волокном образуются солевые связи, что обуславливает получение достаточно устойчивых окрасок. Этому способствует и линейное строение фиброина шелка:



Крашение проводят в нейтральной или слабощелочной среде в присутствии мыла 50 %-ного (2-3 % от массы ткани) при температуре 90 °С. Для получения средних и темных тонов в ванну добавляют сульфат натрия в количестве 10—20 % или хлорид натрия 5-10 %.

Ряд прямых красителей плохо выбирается шелком в нейтральной среде. В этом случае крашение проводят в присутствии уксусной или муравьиной кислоты (2-5 % от массы материала) и сульфата натрия (10-20 % от массы материала). Более полно эти красители выбираются при замене кислоты кислыми солями — уксуснокислым или сернокислым аммонием. Обработку начинают в теплой ванне, постепенно нагревают ее до 90 °С и красят при этой температуре 45-60 мин. Затем окрашенную ткань промывают и для повышения устойчивости окраски обрабатывают препаратом ДЦУ.

Активные красители

Крашение натурального шелка активными красителями проводят в слабощелочной среде. В состав красильной ванны входит краситель, сульфат натрия (20 г/л), карбонат натрия

(2 г/л). Оптимальная температура крашения для дихлортриазиновых красителей (с индексом Х) - 20-50 °С; для моноклортриазиновых (без индекса) и винилсульфоновых (с индексом Т) красителей — 70 °С. Начинают крашение в нейтральной среде, через 30—40 мин вводят раствор карбоната натрия (кальцинированной соды) и красят еще 30—40 мин. После крашения ткань промывают холодной водой, мылуют в растворе ПАВ (1—2 г/л) при температуре 85—90 °С и снова промывают.

Кубозоли

Крашение кубозолями проводят в кислой среде (2—4 % уксусной кислоты 30 %-ной). При этом между красителем и волокном возникает ионная связь. Для того, чтобы избежать преждевременного окисления кубозолей, в ванну вводят небольшое количество восстановителя. Температура крашения — 90 °С. Проявление окраски проводят по хроматному способу. Образовавшийся пигмент кубового красителя фиксируется за счет образования водородных связей и сил межмолекулярного взаимодействия. Завершают крашение операцией «оживка» для восстановления блеска волокна.

3.5. Крашение текстильных материалов из ацетилцеллюлозных и синтетических волокон

Ацетилцеллюлозные и синтетические волокна, несмотря на различный химический состав, имеют ряд общих свойств: высокую упорядоченность внутренней структуры, сильно развитое межмолекулярное взаимодействие между макромолекулами гидрофобные свойства, то есть малую склонность к набуханию в водных растворах.

В то же время эти свойства у волокон различной природы проявляются в разной степени. Так, полиэфирное волокно обладает наивысшей плотностью структуры, высокой гидрофобностью (равновесная влажность в нормальных условиях не превышает 0,4 %), характеризуется отсутствием в макромо-

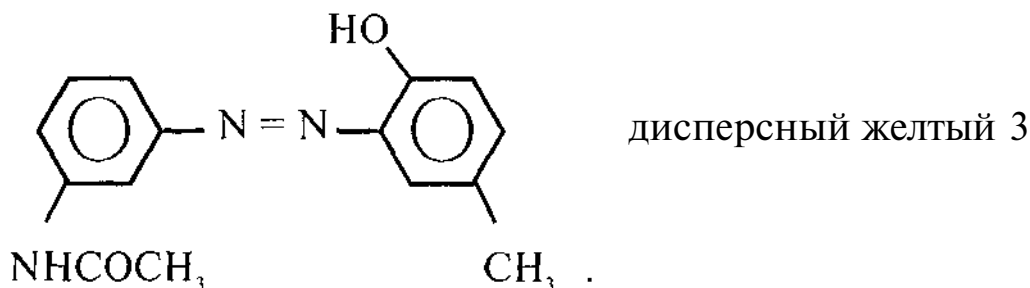
лекулах достаточного количества свободных функциональных групп кислотного или основного характера. Полиамидные и модифицированные полиакрилнитрильные волокна, наоборот, содержат функциональные группы, которые обеспечивают химическое взаимодействие с некоторыми классами красителей. Они менее гидрофобны (равновесная влажность в нормальных условиях полиамидного волокна составляет 4,1—4,5 %, полиакрилнитрильного — 1 %). Ацетатные и триацетатные волокна различны по своим свойствам. Ацетатное волокно содержит полярные гидроксильные группы, поэтому оно менее гидрофобно. Структура его не такая плотная, как у триацетатного волокна, следовательно, возможно крашение при более низких температурах. Триацетатное волокно обладает пониженными сорбционными свойствами по отношению к красителям из водных растворов и по своим свойствам подобно гидрофобным синтетическим волокнам.

Все перечисленные свойства определяют выбор классов красителей для различных волокон.

Ацетил целлюлозные волокна были синтезированы в начале XX века. Поскольку красители существовавших тогда классов не подходили или мало подходили для крашения этих волокон, необходимо было синтезировать новые красители, имеющие сродство к эфирам целлюлозы. С учетом химических и физических особенностей ацетатных волокон были синтезированы дисперсные красители, которые в настоящее время широко используются для Колорирования ацетилцеллюлозных, полиэфирных и полиамидных волокон. Отечественная промышленность выпускает красители, рекомендуемые для ацетатных (около 30 марок), триацетатных (около 20 марок), полиамидных (около 25 марок), полиэфирных (около 30 марок) и полиакрилонитрильных (около 10 марок) волокон. Эти красители на ацетатных и синтетических волокнах дают яркие и ровные окраски широкой цветовой гаммы.

По химическому строению дисперсные красители относятся к полярным органическим соединениям, малорастворимым в воде. Они не содержат групп, придающих красителю

растворимость в воде. Однако наличие сильнополярных групп ($-\text{NO}_2$; $-\text{OH}$; $-\text{NH}_2$; $-\text{NHR}$ и др.) обеспечивает некоторую растворимость, которая составляет от 0,1 до 150 мг/л (при температуре 60—100 °С) в зависимости от строения красителя. Дисперсные красители имеют маленькую молекулярную массу (~300), что позволяет им проникать в компактную и плотную структуру синтетических волокон:



Незаряженные полярные молекулы красителя обладают сродством к ацетатным и синтетическим волокнам; фиксируются на волокне за счет полярных и неполярных сил Ван-дер-Ваальса и водородных связей. Это обуславливает невысокую устойчивость окраски к мокрым обработкам (3—4 балла к стирке при температуре 40 и 60 °С). Однако в определении устойчивости к мокрым обработкам значительную роль играет структура волокна. Несколько большую устойчивость к стирке имеют окраски дисперсными красителями на полиэфирных и полиакрилонитрильных волокнах, так как макромолекулы этих волокон высоко ориентированы и менее проницаемы, и проникшие в них красители труднее удаляются при мокрых обработках.

Недостатком дисперсных красителей является также слабая устойчивость к свету и сублимации. Красители обладают способностью возгоняться (сублимировать) при нагревании, то есть переходить из твердого состояния в газообразное, минуя жидкое. При высокотемпературных способах Колорирования следует выбирать красители несублимирующиеся. Вместе с тем способность к сублимации используется при способе переводной термопечати.

С ростом молекулярной массы и сложности строения молекул красителя устойчивость к мокрым обработкам и к сублимации возрастает, однако при этом снижается диффузионная способность.

В растворе краситель находится в полидисперсном состоянии, то есть одновременно присутствуют мономолекулярный растворенный краситель, агрегированная форма красителя и твердые частицы с различной степенью дисперсности (размер частиц от 0,5 до 2 мкм). Все формы красителя находятся в равновесии и могут переходить одна в другую. В плотные по структуре химические волокна способны проникать только отдельные молекулы красителя. При этом равновесие в полидисперсной системе нарушается, агрегаты и более крупные частицы начинают диспергироваться до образования молекул, и затем процесс повторяется.

Таким образом, от растворимости красителя в воде зависит скорость его перехода в волокно. Растворению красителей способствуют поверхностно-активные вещества, в частности диспергатор НФ, а также повышение температуры крашения. Температура влияет и на структуру волокна, увеличивая подвижность отдельных сегментов макромолекул полимера, что способствует повышению его проницаемости для красителя.

Для облегчения использования дисперсных красителей их выпускают в виде тонкодисперсных порошков и паст, содержащих красящее вещество (15—40 %), диспергирующие, смачивающие вещества и наполнители.

3.5.1. Крашение тканей из ацетилцеллюлозных волокон

Для крашения тканей из ацетилцеллюлозных волокон применяются практически только дисперсные красители.

Ацетатные волокна обладают высокой диффузионной проницаемостью уже при температуре 70—80 °С. Поднимать температуру выше 80°С не рекомендуется, поскольку при этом возможны необратимые изменения волокна (омыление ацетильных групп). Крашение следует проводить в аппаратах на-

войного типа в расправленном состоянии, так как ацетатные волокна чувствительны к образованию заломов и заминов.

В красильную ванну вводят краситель в виде концентрированной суспензии и вспомогательные анионактивные или неионогенные поверхностно-активные вещества (1—2 г/л). Крашение начинают при 30—40 °С. Постепенно нагревают ванну до 80 °С и красят при этой температуре 45 мин, затем еще 15 мин в остывающей ванне. По окончании крашения материал промывают.

Крашение текстильных материалов из *триацетатных волокон* проводят при более высокой температуре. Возможно крашение при 100 °С в течение 1 часа для получения светлых тонов и 1,5 часов — для получения окрасок темных тонов. Более эффективным является периодический способ крашения под давлением при температуре до 140 °С. Возможно использование непрерывного термозольного способа при температуре 190–200 °С.

В составе красильных дисперсий при крашении ацетилцеллюлозных волокон не должны содержаться щелочные агенты, так как волокна, являясь сложными эфирами целлюлозы и уксусной кислоты, легко омыляются в щелочной среде до гидратцеллюлозы (см. *Свойства ацетилцеллюлозных волокон*).

3.5.2. Крашение тканей из полиэфирных волокон

Достаточно яркую и устойчивую окраску на полиэфирных текстильных материалах можно получить, используя дисперсные красители. Для этих волокон выпускаются специальные дисперсные красители с индексом «полиэфирный».

Существует три принципиально различных способа крашения полиэфирных волокон дисперсными красителями: крашение под давлением при 120—130 °С; крашение при кипении с применением интенсификаторов; крашение по термозольному способу. Выбор способа зависит от того, в каком виде окрашивается материал из полиэфирного волокна, от имеющегося оборудования и от используемого красителя.

Крашение под давлением при 120—130 °С обеспечивает высокую интенсивность окраски и глубокое прокрашивание волокна. Этот способ позволяет окрашивать полиэфирное волокно, ленту или ткань. В состав красильной ванны входит краситель, диспергатор НФ (1-2 г/л), который обеспечивает устойчивость дисперсии красителя, и уксусная кислота до pH 5-5,5. Крашение начинают при 40 °С, постепенно доводят температуру до 130 °С и красят 45—60 минут. После промывки проводят обработку в щелочно-восстановительном растворе, содержащем 2 г/л дитионита натрия и 4,5 мл/л 32,5 %-го гидроксида натрия, при температуре 70 °С в течение 15-20 минут. Эта обработка необходима для удаления с поверхности волокна незафиксированного красителя и улучшения устойчивости окраски к трению.

Крашение в присутствии интенсификаторов позволяет получить интенсивную окраску при крашении на обычном оборудовании при температуре 100 °С. Интенсификаторы, проникая внутрь волокна, разрывают межмолекулярные связи, разрыхляют структуру волокна и тем самым облегчают диффузию в него дисперсных красителей.

В качестве интенсификаторов используют ароматические оксисоединения (производные фенола), ароматические углеводороды (производные бензола), ароматические кислоты (бензойная, салициловая) и другие. Так как большинство из них не растворимы в воде, применяют их в виде эмульсий или суспензий.

Вначале текстильный материал обрабатывают при температуре 40—60 °С в течение 10—20 минут в растворе, содержащем диспергатор НФ и интенсификатор (1—5 г/л). Затем в красильную ванну вводят водную дисперсию красителя и окрашивают материал в течение 1 — 1,5 часа при кипении. По окончании крашения необходима тщательная промывка и восстановительная обработка для удаления незафиксированного красителя и интенсификатора.

Основным недостатком крашения с применением интенсификаторов является неприятный запах и токсичность

большинства из них. Кроме того, некоторые интенсификаторы, оставаясь на волокне после крашения, снижают устойчивость окрасок к свету и мокрым обработкам.

Термозольный способ применяется при крашении полиэфирных тканей особенно в тех случаях, когда необходимо получить окраску строго определенного оттенка.

Сущность термозольного способа крашения заключается в том, что ткань пропитывают суспензией красителя в плюсовке, обеспечивающей равномерный отжим; сушат на сушилке с равномерным и двусторонним испарением влаги (чаще всего используются инфракрасные излучатели) и подвергают термофиксационной обработке в среде горячего воздуха при 180–210 °С в течение 30–90 секунд.

Под действием высокой температуры частично разрываются межмолекулярные связи, увеличивается подвижность отдельных участков полимерной цепи, что способствует проникновению красителя внутрь волокна.

Красильный раствор помимо дисперсии красителя и диспергатора содержит небольшое количество загустителя, который предотвращает миграцию красителя, способствует получению более ровной окраски. Загуститель повышает вязкость растворов и создает на поверхности материала пленку, которая препятствует миграции красителя (перераспределению с более сухих участков к более влажным в случае неравномерного обдува ткани в сушильных камерах). В качестве ингибиторов миграции используют обычно альгинат натрия или карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ) в концентрации 2–3 г/л.

Для крашения термозольным способом пригодны лишь красители, которые устойчивы к сублимации при 180–210 °С в течение 30–90 секунд.

3.5.3. Крашение тканей из полиамидных волокон

Для крашения текстильных материалов из полиамидных волокон используют дисперсные красители, дисперсные металлокомплексные красители типа 1:2 (с индексом МП — ме-

таллокомплексные для полиамида), дисперсные активные красители, а также красители, растворимые в воде: прямые, кислотные, активные.

Дисперсными красителями окрашивают полиамидные материалы в виде волокна, тканей, трикотажных изделий или полотен. В основном крашение проводят по периодическому способу при температуре 95—100 °С в растворе, содержащем дисперсию красителя и поверхностно-активные вещества (1-1,5 г/л) в течение 1 — 1,5 часа. По окончании крашения материал промывают теплой (50 °С) и холодной водой, а при получении интенсивных окрасок необходима промывка в растворе моющего вещества (1 г/л) при 30—50 °С в течение 15 минут, затем теплой и холодной водой.

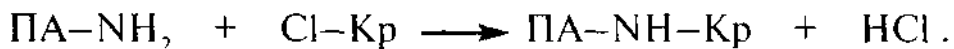
Применение дисперсных красителей позволяет получить на полиамидных материалах достаточно интенсивную и равномерную окраску, поскольку эти красители малочувствительны к неравномерности структуры полиамидных волокон.

Дисперсные металлокомплексные красители гораздо больше, чем обычные дисперсные красители, чувствительны к неравномерности структуры полиамидного колокна, поэтому крашение ими проводят в слабощелочной среде при рН 8—9 в присутствии выравнивателей. Для создания щелочной среды в ванну добавляют 25 %-ный водный аммиак (0,5 мл/л).

Крашение начинают при температуре 40 °С, в течение 50-60 мин ванну нагревают до кипения и красят 1 — 1,5 часа. После крашения материал промывают теплой и холодной водой. Полученные окраски обладают высокой устойчивостью, однако цвета неяркие и при крашении в светлые тона равномерные окраски получаются с трудом.

Дисперсные активные красители представляют большой интерес для крашения полиамидных волокон. Эти красители малорастворимы в воде (нет групп, придающих красителю растворимость), и по свойствам похожи на дисперсные красители. Особенностью дисперсных активных красителей является наличие в их структуре активного атома, способного обра-

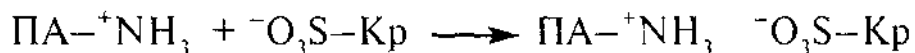
зовывать химическую связь с аминогруппой полиамидного волокна аналогично обычным активным красителям:



При крашении дисперсными активными красителями процесс завершают слабощелочной обработкой, которая обеспечивает более полную ковалентную фиксацию красителя и, следовательно, получение устойчивых окрасок.

Водорастворимые красители анионного типа (прямые, кислотные, КМК 1:2, активные) могут быть использованы для крашения полиамидных волокон, которые окрашиваются аналогично белковым.

В кислой среде аминогруппы полиамидного волокна приобретают положительный заряд, что обеспечивает ионное взаимодействие с анионными красителями:



Прямые красители, имеющие молекулу вытянутой конфигурации, обладают высоким сродством к полиамидному волокну, примерно на уровне сродства к натуральному шелку.

Сродство кислотных красителей к полиамидным волокнам ниже, чем к шерсти. Самое высокое сродство к полиамидам имеют обладающие пониженной растворимостью кислотные металлокомплексные красители комплекса 1:2 (КМК 1:2).

Отечественные активные красители, предназначенные для крашения полиамидного волокна, в наименовании красителя имеют индекс П. Для получения ровной окраски вначале ткань обрабатывают в растворе, содержащем уксусную кислоту и выравнитель при pH 3,5-4,5, затем вводят раствор красителя, окрашивают ткань при температуре 95—98 °С в течение 20—30 минут. Краситель в этих условиях фиксируется по типу кислотных красителей, образуя ионные связи. Затем добавляют кальцинированную соду (Na_2CO_3) до pH 10—11, продолжают крашение при 95-98 °С в течение 20-30 минут. В щелоч-

ной среде активные красители химически взаимодействуют с полиамидным волокном, образуется ковалентная связь:



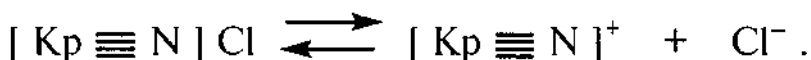
После крашения материал промывают и обрабатывают моющими препаратами.

Основным недостатком применения водорастворимых красителей является то, что они подчеркивают неоднородность структуры полиамидного волокна; окраска получается неравномерной, полосатой, «зебристой». В связи с этим чаще всего водорастворимые красители применяются для крашения штучных трикотажных изделий, где указанный дефект проявляется в меньшей степени.

3.5.4. Крашение текстильных материалов из полиакрилонитрильных волокон

Для крашения материалов из ПАН-волокон в основном используют *катионные красители*, которые дают на этих волокнах яркие и высокоустойчивые к свету, мокрым обработкам окраски. Катионными красителями окрашивают волокно, пряжу, иногда трикотажное полотно.

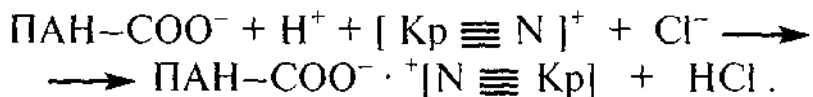
Катионные красители хорошо растворимы в воде. В растворе они диссоциируют на окрашенный катион и анион:



Полиакрилонитрильные волокна являются сополимерами акрилонитрила и мономера кислотного характера (итакановая или метакриловая кислота). Кроме того, они содержат небольшое количество кислотных сульфогрупп — остатков окислительно-восстановительных инициаторов полимеризации. В водном растворе карбоксильные и сульфогруппы волокна диссоциируют, и волокно приобретает отрицательный заряд:



Таким образом, в основе сорбции красителей лежит ионное взаимодействие между отрицательно заряженной группой волокна и катионом красителя. При этом образуется солевая связь:



Помимо ионного взаимодействия катионный краситель фиксируется также за счет водородных связей и сил Ван-дер-Ваальса.

Катионные красители обладают высоким сродством к ПАН-волокну, поэтому основной проблемой, возникающей при крашении, является сложность получения ровных окрасок из-за высокой скорости сорбции красителя волокном.

В связи с этим для обеспечения более равномерной окраски необходимо замедлить процесс крашения. Скорость сорбции можно регулировать введением в красильный раствор электролита и выравнителей, изменением рН среды, регулированием скорости нагревания красильной ванны.

Катион натрия, входящий в молекулу электролита (сульфата натрия), и катионный выравнитель играют роль конкурента по отношению к самим катионным красителям, взаимодействуя с кислотными группами волокна. Катионными красителям, имеющим сродство к волокну, приходится вытеснять их с активных центров волокна, и процесс крашения замедляется. Анионактивные выравнители образуют с катионными красителями комплексы, снижая временно эффективную концентрацию красителя в растворе.

Крашение при рН 4–4,5 также способствует получению ровных окрасок. Кислота подавляет диссоциацию карбоксильных групп волокна, уменьшается число отрицательно заряженных центров, что приводит к снижению скорости сорб-

ции красителя. Обычно используют уксусную кислоту, поскольку при применении более сильных кислот может быть полностью подавлена диссоциация карбоксильных групп, и в этом случае волокно вообще не окрасится.

Особенностью ПАН-волокон является их термопластичность, способность переходить в высокоэластическое, растеклованное состояние при температуре около 80 °С. До этой температуры катионный краситель волокном почти не сорбируется. Таким образом, основной переход катионных красителей на волокно происходит в узком интервале температуры (80—100 °С). Скорость крашения резко возрастает (почти в 30 раз), но при этом увеличивается и неровнота окраски.

Для получения равномерной окраски рекомендуется после достижения температуры стеклования волокна ($t_g \sim 80^\circ\text{C}$) температуру красильного раствора повышать очень медленно, ступенчато, то есть проводить крашение при 85 °С, затем при 90 °С и 95 °С по 15—20 мин.

В зависимости от величины сродства к ПАН-волокну катионные красители делят на медленно-, быстро- и средне-выбирающиеся. Для использования в смеси катионные красители должны принадлежать к одной группе и иметь близкие по значению сродство к волокну и скорость диффузии в волокне.

Крашение катионными красителями в основном проводят по периодическому способу, поскольку они не устойчивы к термообработкам и даже запариванию. Эти воздействия вызывают частичное разрушение катионных красителей и изменение получаемого при крашении оттенка.

Состав красильного раствора при крашении медленновыбирающимися красителями (% от массы материала):

- краситель до 3 (для черных - до 7);
- сульфат натрия (глауберова соль) 7—10;
- уксусная кислота 30 %-ная 2—2,5.

Начинают крашение при 60 °С, затем в течение 20 мин ванну нагревают до 80 °С и далее в течение 70—80 мин нагревают до кипения. При кипении красят 1—2 часа.

При крашении быстровыбирающимися красителями увеличивают количество электролита до 10—15 % от массы материала и помимо уксусной кислоты вводят серную (плотность 1,84) в количестве 0,1 % от массы материала.

Во всех случаях после крашения ванну медленно (для сохранения эластических свойств волокна) охлаждают до 70 °С, и только после этого волокно промывают. При крашении в темные тона перед промывкой волокно мылуют в растворе неионогенного ПАВ (0,5-1 г/л) при 60-80 °С.

3.6. Интенсификация процессов крашения

Интенсификация процессов крашения может осуществляться по нескольким направлениям: 1) путем интенсификации пропитки текстильных материалов красильными растворами; 2) за счет интенсификации фиксации красителей на волокне; 3) путем применения технологий крашения, основанных на использовании неводных и смешанных растворителей; 4) путем применения новых физических приемов активизации процессов крашения.

Одним из эффективных способов *интенсификации процессов пропитки* текстильных материалов красильным раствором является повышение его смачивающей и пропитывающей способности в результате введения соответствующих текстильно-вспомогательных веществ, например, алифатических спиртов (этилового, пропилового, изопропилового). Этот прием позволяет окрашивать даже суровые плотные хлопчатобумажные ткани в более темные тона, чем при крашении мерсеризованной ткани с использованием традиционного рецепта красильной ванны.

Для быстрой и равномерной пропитки текстильного материала красильным раствором целесообразно предварительно удалить из материала воздух. В частности, с помощью предварительного вакуумирования. Преимущества вакуумной технологии в максимальной степени реализуются при крашении

тяжелых и плотных, а также суровых тканей. Весьма эффективно использование вакуума при крашении текстильных материалов в паковках (пряжа, ровница, ткани в навоях) в аппаратах периодического действия. При этом не только интенсифицируется процесс крашения, но и снижается неравномерность крашения между внутренними и наружными слоями паковки.

Пропаривание текстильного материала насыщенным водяным паром в течение 1—3 с перед пропиткой красильным раствором создает эффект, аналогичный вакуумированию. Пар с избыточным давлением вытесняет воздух из материала.

Примерно такое же действие производит предварительный прогрев текстильного материала при температуре 160—190 °С перед пропиткой красильным раствором. В наибольшей степени интенсифицирующий эффект проявляется при крашении суровых тканей.

Достаточно эффективным является предварительное увлажнение хлопчатобумажных тканей, реализуемое путем пропитки ткани водой. При крашении ткани, содержащей 30 % влаги, наблюдается максимальная степень набухания волокна, в результате чего оно лучше окрашивается водорастворимыми красителями.

Интенсификация фиксации красителей может осуществляться за счет новых способов подвода тепла. К ним относится сопловой обдув текстильного материала при термообработке. Возможно использование на стадии термофиксации инфракрасного излучения, которое обеспечивает быстрый нагрев ткани, а также активацию волокнообразующего полимера и молекул красителя. Этот принцип лег в основу работы универсальной радиационной термокамеры УРТК.

Фиксацию красителей на волокне можно ускорить и путем введения в водную красильную ванну органических растворителей. Наиболее часто применяют ди- и трихлорбензолы, оксидифенил, ароматические кислоты и их эфиры, ароматические сложные эфиры фенола, диметилформамид, производные полиэтиленгликолей, этилцеллозоль и другие.

К числу технологий крашения, основанных на *использовании неводных и смешанных растворителей*, можно отнести пропитку текстильного материала непосредственно перед крашением жидким аммиаком. Такая обработка позволяет повысить скорость диффузии красителя в 1,7—2 раза, а также увеличить скорость взаимодействия целлюлозы с активными красителями в 1,2—1,7 раза вследствие сильной ионизации ее [гидроксильных групп и структурных изменений. Однако, широкое внедрение жидко-аммиачной технологии сдерживается трудностями создания соответствующего оборудования.

Более распространена азеотропная технология, основанная на использовании в качестве фиксирующей среды паров азеотропных смесей органических растворителей и воды. Пластифицирующее действие таких смесей на волокна и повышение растворимости красителей обеспечивают достаточно полную фиксацию красителей различных смесей на тканях из химических, природных волокон и их смесей за 2—6 мин обработки при температуре 100 °С. При увеличении температуры азеотропной фиксирующей среды до 140—150 °С время обработки сокращается до 2—3 мин. Для осуществления азеотропной технологии создан универсальный азеотропный зрельник ЗЗУ—4/260, обеспечивающий температурный режим в диапазоне 100—180 °С в азеотропной и водно-паровой средах.

Среди *физических приемов интенсификации процессов крашения* можно отметить высокочастотный или микроволновой нагрев текстильного материала, использование ионизирующих излучений высоких энергий, низкотемпературной плазмы и магнитных полей.

При высокочастотном нагреве объем материала прогревается равномерно и в десятки раз быстрее, чем при нагреве от внешних источников тепла. Кроме того, под влиянием высокочастотного излучения происходит повышение степени дисперсности, активация красителей и пластификация текстильного материала.

В качестве ионизирующих излучений высокой энергии предполагается использовать гамма-кванты или поток быст-

рых электронов (бета-радиация), которыми будет обрабатываться текстильный материал после пропитки в водном красильном растворе.

Использование низкотемпературной плазмы обеспечивает активацию поверхностного слоя волокон под воздействием атомов и метастабильных молекул газа и ультрафиолетового излучения плазмы, в результате чего на поверхности синтетических волокон образуется развитая пористая структура. Это повышает смачиваемость текстильных материалов, что способствует более эффективной пропитке их растворами красителей.

Магнитные поля позволяют активировать водные красильные растворы вследствие изменения структуры воды. Магнитная обработка способствует увеличению выбираемости красителей текстильным материалом на 5—40 %, возрастает реакционная способность активных красителей. При непрерывных способах крашения магнитную обработку красильного раствора целесообразно проводить непосредственно во время пропитки текстильного материала.

3.7. Возможные дефекты, образующиеся при крашении

На окрашенных тканях в случае нарушения режимов крашения и промывки, несоблюдения рецептур красильных растворов и при плохом качестве подготовки тканей могут возникать следующие виды брака: *неровнота* окраски, *непрокрас* (белесые пятна и полосы), *пониженная прочность* окрасок, *бронзирование* окраски, *изменение оттенка*, *разнокромочность* и *неровнота партии*.

Бронзирование окраски — появление на поверхности ткани, окрашенной сернистыми красителями, «бронзового» налета.

Изменение оттенка окраски может наблюдаться при крашении текстильных материалов кубовыми красителями из-за недостаточного или избыточного содержания восстановителя в ванне.

Причиной *разнокромочности* — разной интенсивности окраски по ширине ткани — является неравномерный отжим на плюсовке. Неравномерное питание плюсовки красильным раствором приводит к *неровноте партии* — разной интенсивности окраски по длине партии ткани.

При крашении нерастворимыми азокрасителями на ткани могут появляться места с более слабой окраской — так называемые *обдувины*, возникающие при неправильном хранении азотолированной ткани, в частности нарушении целостности чехла на рулонах ткани.

Довольно распространенным дефектом при крашении текстильных материалов является *крап* - небольшие яркие цветовые пятна и точки. Если цвет крапа соответствует цвету окраски, то наиболее вероятной причиной его появления может быть неудовлетворительное качество растворения красителя. При несоответствии цвета крапа цвету окраски он может возникать вследствие ненадлежащей чистки оборудования при переходе с одного цвета на другой.

Полосатость ткани в виде четко выраженных полос по основе или утку проявляется из-за неравномерной структуры текстильного материала, если неправильно выбран способ крашения (в случае, если способ крашения не маскирует структурную неоднородность ткани).

В результате *миграции* красителей к поверхности ткани на стадии сушки или термообработки, когда эти процессы проводятся в слишком жестких условиях и при отсутствии в составе красильной ванны антимигранта, наблюдается более яркая окраска кромок и выступающих на поверхности текстильного материала кончиков волокон.

ГЛАВА 4. ПЕЧАТАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

4Л. Общие представления

Под печатанием текстильных материалов подразумевается нанесение одноцветного или многоцветного рисунка. В отличие от гладкого крашения, когда раствор красителя равномерно распределяется по всей поверхности материала, при печати окрашиваются только отдельные участки в соответствии с заранее определенными размерами и формой.

Каждый рисунок разрабатывается, как правило, в нескольких «колористиках» (расцветках). При этом он обязательно проектируется с учетом особенностей конкретного ассортимента текстильных материалов.

В зависимости от площади, занимаемой рисунком на поверхности текстильного материала, различают белоземельную (менее 40 % от общей площади), полугрунтовую (40—60 %) и грунтовую (более 60 %) печать.

Кроме этого, текстильные рисунки подразделяют по их размеру: мелкие с размером элементов от 3 до 8 мм, средние — 10—40 мм и крупные — 50—120 мм и более.

По числу цветов рисунки могут быть одновальными, маловальными (2—4 краски) и многовальными (5—8 красок).

По сущности протекающих физико-химических процессов крашение и печать различаются незначительно. Вместе с тем для реализации печатных технологий требуются специфические условия и соответствующее, более сложное, чем для крашения, оборудование.

Процесс печатания условно можно разделить на два этапа:

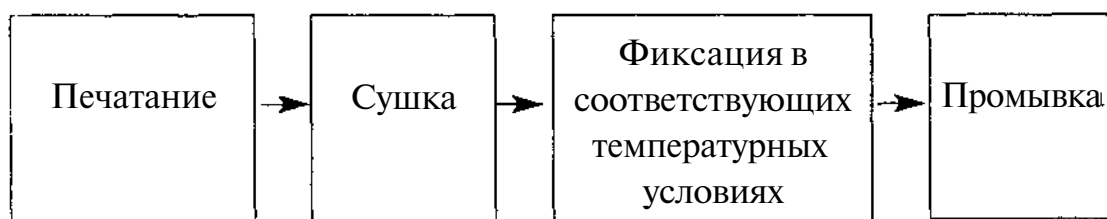
1) нанесение печатной краски на текстильный материал. Краситель при этом удерживается на поверхности волокон за счет механических сил, обусловленных составом и свойствами печатной краски;

2) диффузия красителя в глубь волокна (за исключением пигментов) и его фиксация, что обеспечивается созданием благоприятных температурных условий.

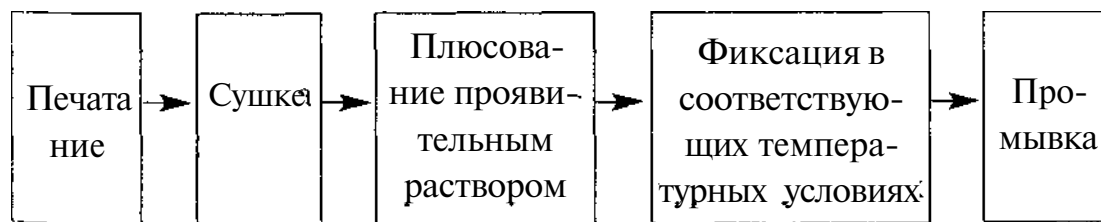
Создание таких условий происходит в результате обработки текстильного материала насыщенным или перегретым паром, горячим воздухом или инфракрасным обогревом в зависимости от способа печати, природы волокон и конкретного используемого класса красителей. Считается, что для гидрофильных волокон и водорастворимых красителей целесообразно применять пар, для гидрофобных волокон и красителей, не растворимых в воде, — горячий сухой воздух. Фиксацию красителей на тканях из смеси гидрофильных и гидрофобных волокон рекомендуется осуществлять в среде азеотропных смесей.

Процессы печати могут быть однофазными и двухфазными. При однофазной (или одностадийной) технологии все компоненты — краситель и различно текстильно-вспомогательные вещества — совмещаются в печатной краске. Если же после печати следует плюсование текстильного материала проявляющей композицией, то имеет место двухфазная (двухстадийная) технология. Схематически изложенное выше можно представить следующим образом:

— одностадийная технология печати



— двухстадийная технология печати



Азеотропная смесь - смесь жидкостей, которая при данном давлении не разделяется на компоненты путем перегонки.

4.2. Свойства и состав печатных красок

Для достижения высокого качества печатного рисунка печатная краска должна обладать следующими свойствами:

- иметь необходимую вязкость для предотвращения растекания и обеспечения необходимой резкости контуров рисунка;
- соответствовать особенностям печатных форм для различных способов печати (например, без затруднений проходить через сито шаблонов и не засорять их);
- равномерно и полно переходить на ткань в процессе печатания;
- иметь надлежащие реологические и деформационные характеристики;
- обладать хорошей устойчивостью при хранении и при различных режимах работы печатных машин;
- легко удаляться с ткани при промывке;
- быть однородной, не содержать комков и загрязнений.

В состав печатных красок наряду с красителями, вводятся те же самые или аналогичные текстильно-вспомогательные вещества, что и в красильный раствор. При этом все они должны находиться в растворенном или тонкодисперсном состоянии, чтобы не нарушить однородность печатной краски. Главным отличием печатной краски от красильного раствора является присутствие в ней специальных веществ, обеспечивающих нужную вязкость за счет образования пространственной внутренней структуры. Подобное структурообразование реализуется в результате смешивания раствора красителя с загустками.

Загустки представляют собой многокомпонентные высокоструктурированные системы следующих типов:

- водные растворы высокомолекулярных веществ (загустителей);
- двухфазные коллоидные системы с ярко выраженной поверхностью раздела (пенные или эмульсионные загустки), стабилизированные диспергатором или эмульгатором;

— «псевдорастворы» гидрофильных полуколлоидов, например, оксиэтилированных жирных кислот и их смесей с углеводородами.

Наиболее распространены загустки первого типа, где упомянутую внутреннюю структуру образуют молекулы или надмолекулярные образования полимеров, являющихся загустителями.

4.2.1. Классификация и свойства загустителей

По своей природе загустители подразделяются на:

1) природные полимеры, к которым относятся: крахмал (чаще всего маисовый); альгинат натрия, получаемый из бурых морских водорослей (альгинат, манутекс RS, полипринт L—390 и др.); каррагенат, получаемый из морских красных водорослей; натуральные камеди, являющиеся застывшим соком некоторых тропических растений (трагант, гуммиарабик, полигум 225 и др.); мука семян некоторых стручковых растений — гуаран (мейпрогум, присулон DCA—90 и др.) и карубин (полипринт K-908 и др.);

2) искусственные полимеры — продукты модификации природных полимеров (на основе крахмала: декстрины, эфиры крахмала — карбоксиметилкрахмал или сольвитоза; на основе эфиров целлюлозы — карбоксиметилцеллюлоза КМЦ, метилцеллюлоза МЦ, сульфэтилцеллюлоза; на основе эфиров карубина и гуарана — индалки А, АG и др.);

3) синтетические полимеры (полиакриловая и полиметакриловые кислоты, поливиниловый спирт, полиакриламид, производные полиэтиленгликоля).

Загустки, используемые для приготовления текстильных печатных красок, должны:

- придавать печатной краске вязкость, гарантирующую четкость контура рисунка;
- не взаимодействовать с красителем;
- легко удаляться с ткани при промывке после фиксации красителя.

Свойства получаемых загусток сильно различаются в зависимости от природы загустителя.

Крахмал представляет собой смесь полисахаридов и состоит из двух компонентов: разветвленного амилопектина и амилозы с линейным строением. Концентрация его в загустке составляет 10—20 %. Обычно он применяется в модифицированном (частично гидролизованном) виде. Крахмальные загустки можно применять при печати практически всеми классами красителей, кроме активных (поскольку активные красители взаимодействуют с гидроксильными группами крахмала). Они дешевы и доступны, хорошо смешиваются с другими загустками. Однако загустки из крахмала дают жесткую пленку, затрудняющую переход красителя на волокно. Кроме того, они быстро расслаиваются при хранении и коагулируют* в щелочной среде. Поэтому часто применяют смешанные загустки, например крахмально-трагантные, обладающие большей мягкостью, пластичностью и большей стабильностью.

Широко используются загустители, получаемые путем глубокой деструкции или этерификации крахмала.

Декстрины, получаемые в результате гидролиза (кислотные декстрины) или термической деструкции (пиродекстрины) крахмала, представляют собой смесь продуктов различной молекулярной массы. Они растворимы даже в холодной воде, обладают хорошей кроющей способностью, легко смываются с ткани, устойчивы при хранении и нечувствительны к действию щелочей. Загустки на основе декстринов применяют для приготовления печатных красок с кубовыми красителями, а также в вытравной и резервной печати. Однако декстрины характеризуются очень низкой загущающей способностью, концентрация их в загустке должна составлять 35—55 %. Поэтому, как правило, декстриновую загустку используют в смеси с крахмальной или трагантной.

Коагуляция — «сворачивание», сгущение коллоидной системы в результате слипания частиц.

Наиболее известным загустителем на основе *эфиров крахмала* является сольвитоза С—5, представляющая собой карбоксиметиловый эфир крахмала (*крахмал* — $\text{O}-\text{CH}_2\text{COO}^-\text{Na}^+$). Она хорошо растворима в воде, устойчива к действию щелочных агентов, кислот и электролитов, но чувствительна к солям хрома и алюминия. Сольвитоза С—5 устойчива при хранении, обладает хорошей кроющей и проникающей способностью, благодаря чему рекомендуется для получения ровного покрытия при грунтовой печати. Поскольку эта загустка способствует получению ярких, чистых и насыщенных оттенков при печати и легко смывается при последующих обработках, ее применяют для приготовления печатных красок с активными и кубовыми красителями. Концентрация сольвитозы С—5 в загустке составляет 6-10 %.

Широкое применение в текстильной промышленности находит *альгинат натрия* — натриевая соль альгиновой кислоты, получаемая из бурых морских водорослей ламинарий. Загустки на его основе обладают хорошей кроющей способностью, легко удаляются с ткани при промывке и рекомендуются в первую очередь для приготовления печатных красок с активными красителями. Можно также использовать эти загустки и при печати красителями других классов. Следует помнить, что альгинат натрия чувствителен к кислотам и солям тяжелых металлов и при взаимодействии с ними выпадает в осадок. Однако при добавлении небольшого количества солей некоторых двухвалентных металлов загущающая способность альгината резко увеличивается. Так, если обычная альгинатная загустка содержит 4—8 % загустителя, то альгинат, содержащий кальций (манутекс RS), вводится в количестве 3-3,5 %.

Несколько менее известны *каррагенаты*, вырабатываемые из красных морских водорослей. Они обладают высокой чистотой и однородностью, гидротропным действием, устойчивы к действию кислот, щелочей, электролитов и солей тяжелых металлов, позволяют получать четкий контур рисунка. Каррагенат рекомендуется применять при печати активными

и дисперсными красителями, кубовыми красителями по ронгалитно-поташному способу, диазолями по азотолированной ткани, диазоаминолами, фталогеновыми красителями и пигментами (в качестве пленкообразующего).

Достаточно часто при печатании тканей применяются *растительные камеди*: трагант, аравийская (гуммиарабик) и сенегальская камеди.

Трагант производится из застывшего сока на коре кустарников астрагалус. Главными составляющими сока траганта являются нерастворимый, но набухающий в воде бассарин и образующая коллоидный раствор арабиновая кислота (арабиноза). Загустки из траганта имеют высокую загущающую способность (его концентрация не превышает 6—10 %), но обладают невысокой клейкостью, поэтому их смешивают с другими загустками (крахмальной, альгинатной и др.). Они характеризуются хорошей кроющей способностью и позволяют получать четкие контуры рисунка. К действию щелочей трагантные загустки неустойчивы.

Аравийскую и сенегальскую камеди получают из сока акаций. Они представляют собой смеси разветвленных полимеров различных моносахаров: глюкозы, галактозы, арабинозы и т.д. Загустки на их основе отличаются высокой клеящей, но небольшой загущающей способностью, позволяют получать четкий контур рисунка, легко смываются, обеспечивают наибольшую по сравнению с другими чистоту цветов рисунка. К числу их недостатков относится способность изменять консистенцию и давать осадки под действием растворов солей некоторых металлов (хрома, алюминия, железа) и боратов. Камеди применяют для приготовления печатных красок с кубовыми и другими красителями; концентрация их в загустке достигает 30—70 %.

Достаточно широкое распространение, особенно за рубежом, получили загустители из муки семян стручковых растений: рожкового дерева — производное карубиновой кислоты (карубин) и гуарового дерева — смесь водорастворимых полисахаридов (гуаран). Они обладают хорошей загущающей спо-

собностью (концентрация карубина и гуарана в загустке составляет 3—5 % и 6 %, соответственно), легко проникают в ткань и легко смываются. Эти загустки коагулируют в присутствии боратов и чувствительны к щелочам, поэтому пригодны для двухстадийного способа печати кубовыми красителями. Часто используются продукты этерификации карубина и гуарана, которые можно рекомендовать для печати красителями практически всех классов.

Не менее распространенными, чем упомянутые выше эфиры крахмала, искусственными загустителями являются *эфиры целлюлозы*: карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) и метилцеллюлоза (МЦ).

Карбоксиметилцеллюлоза образует однородные коллоидные растворы, позволяющие получать на ткани эластичные пленки, обладает хорошей загущающей способностью, легко смывается с ткани. Она не устойчива к действию электролитов и образует осадки с ионами меди и трехвалентных металлов. Концентрация КМЦ в загустке находится в пределах от 6 до 12 %.

Метилцеллюлоза неустойчива к действию щелочей и органических растворителей, поэтому непригодна для печатных красок на основе кубовых красителей и диазоаминолов. Она хорошо растворима в холодной воде, но теряет растворимость при температуре выше 50—60 °С и коагулирует. Это обеспечивает нерастекаемость печатной краски при запаривании (и, следовательно, получение очень четкого контура рисунка), но вызывает затруднения при горячей промывке. МЦ вводится в загустку в количестве 3 %, рекомендуется при печати активными и алциановыми красителями, диазолями, пигментами.

Среди *синтетических загустителей* в настоящее время наиболее часто применяется полиакриламид в концентрации 1,5—4 %. Однако печатные краски на его основе плохо заполняют гравюру печатного вала и плохо переходят на ткань. Поэтому обычно полиакриламид используют в композиции с крахмалом, трагантом, КМЦ, поливиниловым спиртом.

В таком виде он рекомендуется для печати нерастворимыми азокрасителями, кубовыми красителями. Загустки на основе акрилатов применяют также при печати пигментами, где они выполняют функции не только загустителя, но и связующего вещества, закрепляющего пигмент на волокне.

В *коллоидных двухфазных загустках* присутствуют, как минимум, три компонента, из которых один (внутренняя фаза) равномерно в виде очень мелких образований распределен в объеме второго (внешняя фаза). Третий компонент служит стабилизатором, препятствующим разрушению структуры таких загусток. Внешняя фаза всегда является жидкой; внутренняя — «загуститель» — может быть твердой (суспензионная загустка), жидкой (эмульсионная загустка) и газообразной (пенная загустка). От концентрации внутренней фазы зависит вязкость загустки (например, максимальная вязкость эмульсионной загустки достигается при концентрации «загустителя» около 90 %, а затем эта загустка расслаивается).

4.2.2. Приготовление печатных красок

Печатные краски готовят путем тщательного смешивания готовой загустки с остальными компонентами, после чего ее процеживают (фильтруют) с целью удаления крупных частиц и комков.

Концентрация компонентов в рецептуре печатных красок указывается в граммах на 1000 г (на 1 кг) печатной краски. Краску, приготовленную с наибольшим содержанием красителя, называют «целой» (или «цельной»). Для ее обозначения используют дробь $1/0$. При необходимости получения более светлых тонов целую печатную краску разбавляют соответствующей загусткой - купюруют, или делят. Купюры также обозначаются дробью, числитель которой указывает количество массовых частей целой печатной краски, а знаменатель - количество массовых частей разбавляющей загустки (например, $1/4$, $2/3$ и т.д.).

Рекомендуется использовать следующие купюры:

- для темных тонов — цельная (1/0), 4/1, 3/1, 2/1, 1/1;
- для средних тонов — 1/1, 1/2, 1/3, 1/4;
- для светлых тонов — 1/10, 1/12, 1/25, 1/40.

Поскольку на любом предприятии имеется ограниченный запас марок красителей, число получаемых цветов и оттенков расширяют за счет смешивания печатных красок разных цветов (печать сериями). Следует помнить, что для получения серии можно использовать только совместимые красители. Печатную краску в серии готовят из печатных красок, содержащих индивидуальные красители, в соответствующих купюрах. При обозначении таких смесей указывается соотношение количеств каждой печатной краски, например, 45:5; 30:20.

4.3. Подготовка текстильных материалов перед печатанием

Для получения высококачественной узорчатой расцветки на текстильном материале обычных операций подготовки оказывается недостаточно. Перед печатью текстильный материал должен быть подвергнут дополнительным подготовительным операциям, включающим в себя стрижку, очистку от пуха, ширение, правку перекосов утка и некоторые другие.

На стригально-пухоочистительном агрегате производится стрижка лицевой стороны текстильного материала для удаления выступающих волокон, очистка его от пыли и пуха, а также накатка в рулон.

Ширение ткани и выправление дуговых и диагональных перекосов уточных нитей осуществляется на цепных ширильных машинах. Если этими операциями пренебречь, то после окончательной отделки напечатанной ткани произойдет искажение рисунков, особенно геометрических. Ткань перед подачей в машину предварительно подпаривается для улучшения эластичности. Дуговые перекосы выправляются с помощью дуговых тканерасправителей, а диагональные — путем замедления или ускорения движения одной из кромок ткани.

Ткани с начесным ворсом, такие, как фланель, подвергают декатировке для расчесывания и приглаживания ворса, удаления пуха.

В случае печатания шерстяных тканей их предварительно хлорируют для разрушения чешуйчатого слоя и обеспечения более легкого проникновения красителя в волокно. Более современной технологией для этой цели является обработка ткани низкотемпературной плазмой, которая, однако, в настоящее время широкого применения еще не нашла.

4.4. Виды печати

Печатную краску в процессе печати можно наносить на отбеленный или предварительно окрашенный текстильный материал. На этом основывается классификация по видам печати. Различают прямую, вытравную и резервную печать.

4.4.1. Прямая печать

При прямой печати печатную краску наносят на отбеленную ткань. К этому виду печати можно отнести и так называемую накладную печать, когда рисунок получают на ткани, окрашенной в светлые тона. Сам рисунок при этом называется фоновым. Ниже приведено несколько наиболее распространенных методов прямой печати.

К числу широко применяемых для печати относятся активные красители, которые можно использовать в одно- и двухстадийной технологии. При одностадийном способе все необходимые компоненты вводятся сразу в печатную краску; двухстадийный способ предусматривает дополнительную обработку напечатанной ткани щелочным агентом, который в печатной краске отсутствует.

При печати *активными красителями одностадийными способами* в состав печатной краски кроме красителя (20—50 г/кг) вводят щелочной агент, мочевины в качестве гид-

ротропного* средства, лудигол, воду для растворения указанных компонентов и загустку.

Выбор марки активного красителя и конкретного состава печатной краски определяется способом фиксации (обработка насыщенным или перегретым паром, горячим воздухом). В качестве щелочного агента обычно используют бикарбонат натрия NaHCO_3 (10—15 г/кг), иногда карбонат натрия Na_2CO_3 (15–20 г/кг) или его смесь с гидроксидом натрия NaOH 32,5 %-ным (1—2 мл/кг). Количество мочевины зависит от вида материала, применяемого красителя и условий фиксации. В частности, при печати хлопчатобумажных тканей требуется на 1/3 меньше мочевины, чем при печати тканей из вискозного волокна. Чем выше влажность среды, в которой происходит фиксация красителя, тем меньшее количество мочевины требуется. Обычно концентрация мочевины составляет 50—100 г/кг при фиксации в среде насыщенного пара или 200 г/кг при фиксации горячим воздухом (в последнем случае мочевина, расплавляясь, образует среду для диффузии красителя и его взаимодействия с волокном). Лудигол (10 г/кг) представляет собой слабый окислитель, предохраняющий активный краситель от разрушения в результате восстановительного действия целлюлозы и/или среды в паровом зрельнике.

Загустка при печати активными красителями выбирается альгинатная. Это объясняется тем, что, во-первых, в молекулах альгината натрия отсутствуют группы, способные вступать в реакцию с красителем (гидроксильные —ОН и аминогруппы — NH_2). Во-вторых, альгинат относится к ионизирующимся полисахаридам и в водной среде приобретает отрицательный заряд. Вследствие этого он не только не удерживает, но и как бы «выталкивает» одноименно заряженный краситель из пленки печатной краски на поверхность волокна. До-

Гидротропные вещества — это соединения, способные удерживать влагу и повышать растворимость других веществ, не обладая поверхностной активностью.

пускается также применение карбоксиметилпеллюлозы или ее смеси с альгинатом.

Напечатанный текстильный материал высушивают, подвергают тепловой обработке в течение необходимого времени (например, 2—3 мин при запаривании при 102—105 °С для красителей марок Х и Т, 6—8 мин для красителей без индекса; 3—5 мин при 150—170 °С в среде горячего воздуха и т.п.), а затем следует интенсивная промывка сначала холодной, а затем горячей водой, обработка в растворе ПАВ (1—2 г/л) при 90 °С в течение 2—3 мин и окончательная промывка горячей и теплой водой.

Как уже говорилось, при *двухстадийном способе печати активными красителями* обработку напечатанной ткани щелочным агентом выделяют в отдельную стадию, что позволяет применять более сильные щелочные агенты, обеспечивает длительную сохранность печатной краски, повышает эффективность использования активных красителей (за счет снижения количества гидролизованного красителя и повышения степени фиксации). Однако этот способ более сложен и предъявляет особые требования к загустителю и щелочному «проявительному» раствору, поэтому он менее распространен. Загустители должны коагулировать под действием щелочи, образуя пленку, способную впитывать раствор щелочного агента, которая к тому же не должна разрушаться при отжиге и под действием высокой температуры. Это загустки на основе альгината натрия и карбоксиметилпеллюлозы.

Фиксация красителя может осуществляться тремя способами: 1) плюсование напечатанной ткани проявительным раствором и запаривание; 2) обработка напечатанной ткани в горячем проявительном растворе («щелочной шок»); 3) плюсование проявительным раствором и вылеживание при комнатной температуре. По ряду причин наиболее распространенным является первый способ.

Текстильный материал печатают составом, содержащим активный краситель (15—60 г/кг), лудигол (10 г/кг), мо-

чевину (50 г/кг) и загустку, высушивают и плюсуют проявительным раствором, в который входят следующие компоненты (г/л):

— карбонат калия	50;
— карбонат натрия	150;
— хлорид натрия	150;
— гидроксид натрия 32,5 %	10-50 мл/кг.

После этого производится фиксация красителя на ткани в зрельнике при температуре 130-140 °С в течение 20-40 с, промывка ткани осуществляется по описанному выше режиму.

Для печати по текстильным материалам из целлюлозных волокон широкое применение находят *кубовые красители*. Для этой цели их выпускают в виде паст, где краситель присутствует в тонкодисперсном состоянии. Кубовые красители обеспечивают получение расцветок очень высокой прочности в широкой гамме цветов и оттенков.

При *ронгалитно-поташном способе* печатная краска содержит пасту красителя, глицерин (80 г/кг), карбонат калия K_2CO_3 (поташ) 1:1с содой (200—300 г/кг), ронгалит 2:3 с загусткой (250—300 г/кг) и загустку. Ронгалит является формальдегидсодержащим производным дитионита натрия и имеет формулу $NaHSO_2 \cdot CH_2O \cdot 2H_2O$. Он обладает весьма сильными восстановительными свойствами, проявляющимися при температуре выше 80 °С, т.е. в условиях запаривания. Назначение восстановителя и щелочного агента (поташа) такое же, как и при крашении этим классом красителей. В принципе вместо поташа можно использовать кальцинированную соду Na_2CO_3 , однако в этом случае цвета напечатанного рисунка получаются более тусклыми. Для приготовления краски для печатания ронгалитно-поташным способом применяют следующие загустки: сольвитозную, трагантную, крахмально-полиакриламидную, манутексную, декстриновую, гуарановую.

После печати и сушки текстильный материал запаривают в течение 10 мин в восстановительном зрельнике в среде насыщенного пара (температура 103—105 °С). В процессе запаривания происходит восстановление красителя и переход

его в растворимое в воде состояние (лейкосоединение), а также диффузия в глубь волокна. Далее следуют окислительная промывка холодной водой, дополнительно окисление красителя в растворе бихромата калия $K_2Cr_2O_7$ (5 г/л) и уксусной кислоты 30 %-ной (5 г/л) при температуре 40—50 °С, промывка теплой водой с целью удаления загустки и других непрореагировавших компонентов печатной краски, мыловка в растворе моющего средства (2—3 г/л) при 98–100 °С и окончательная промывка.

Другим методом печати *кубовыми красителями* является *двухфазный способ*. В соответствии с ним печатная краска содержит краситель, воду и загустку. Загуститель должен обеспечивать получение четких контуров рисунка и отсутствие растекания краски при обработке проявительным раствором. Рекомендуется применять смесь загустителей, один из которых коагулирует под действием щелочи и электролитов, а другой устойчив: крахмально-полиакриламидная, крахмально-альгинатная, высоковязкая альгинатная загустки.

Напечатанный и высушенный материал обрабатывают затем на плюсовке щелочным раствором восстановителя следующего состава (г/л):

— дитионит натрия $Na_2S_2O_4$	50—70;
— гидроксид натрия $NaOH$ 100 %-ный	35;
— сульфат натрия Na_2SO_4	25—75;
— загустка трагантная 5 %-ная	200.

При дальнейшем запаривании при температуре 120 °С в течение 40—50 с краситель из исходной формы превращается в лейкосоединение и диффундирует в глубь волокна. После запаривания текстильного материала его обрабатывают в растворе окислителя, подвергают мыловке и промывке.

Печать текстильных материалов с помощью кубозолей может производиться запарным или нитритным способом. Поскольку последний позволяет получать более чистые и яркие расцветки, он находит доминирующее применение.

Технологический процесс печати кубозолями нитритным способом включает в себя нанесение на текстильный ма-

териал печатной краски, сушку, обработку в восстановительном зрельнике при 102—105 °С в течение 8—10 мин, пропускание текстильного материала через раствор, содержащий 20 мл/л серной кислоты при температуре 25—70 °С (в зависимости от конкретного красителя), промывку холодной и горячей водой, мыловку при 98—100 °С и окончательную промывку.

В состав печатной краски входят кубозоль (40—100 г/кг), карбонат натрия (2 г/кг), горячая вода (300 г/кг), нитрит натрия (10—20 г/кг) и загустка.

При печатании хлопчатобумажных тканей *нерастворимыми азокрасителями* существует четыре способа: 1) печать по азотолированной ткани загущенными растворами диазолей; 2) печать загущенным раствором азотола по ткани, пропитанной раствором диазоля; 3) печать в раппорт загущенными растворами диазолей и азотолов; 4) печать смесью азотолов со стойкими формами диазосоставляющих (диазоаминосоединений). По ряду причин наибольшее распространение получил первый способ.

Ткань перед печатанием пропитывают щелочным раствором азотола и затем высушивают. Для облегчения последующей промывки применяют азотолы с низким сродством к волокну. Это в первую очередь азотол А, а также азотолы ОА, ОТ и ПА.

Азотолированную и высушенную ткань печатают следующим составом (г/кг):

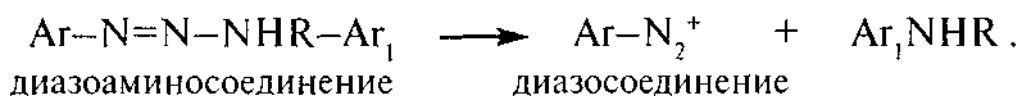
— диазоль	30—60;
- ацетат натрия	до рН 7;
- уксусная кислота 60 %-ная	10;
- вода	150-200;
— загустка	до 1000.

Во избежание деструкции диазоля загустки выбирают только такие, которые не обладают восстановительными свойствами: крахмальную, крахмально-трагантную, крахмально-альгинатную, сольвитозную, манутексную и другие.

Напечатанную и высушенную ткань пропускают через зрельник при температуре 102—103 °С в течение

3—4 мин и тщательно промывают для удаления с ткани азотола сначала холодной и теплой водой, затем раствором гидроксида натрия (1—5 г/л) при 75–80 °С, раствором моющего средства (2 г/л) при 75–80 °С и окончательно горячей и теплой водой.

При печатании по третьему способу в качестве пассивных форм диазосоединений находят применение диазоаминосоединения, способные разлагаться с выделением диазосоединений в нейтральной паровой среде:



До относительно недавнего времени в отечественной текстильной промышленности довольно широко использовались пологены (Польша), нейтрогены (Франция) или диазоаминолы Н (СССР): смеси азотолов и диазоаминосоединений определенного строения. В состав печатной краски кроме пологена (10—80 г/кг) входили гидроксид натрия 32,5 %-ный (5—10 г/кг), мочевины (100 г/кг), глицерин (30 г/кг) и крахмально-трагантовая или каррагенатная загустка. Поскольку некоторые марки пологенов с трудом проявлялись в нейтральной среде, в печатную краску добавлялись вещества, способные выделять кислоту в условиях запаривания, например хлористый магний или щавелевокислый аммоний (3 г/кг).

Печатный состав наносится на хлопчатобумажную ткань, которая затем высушивается, запаривается при температуре 101 — 103 °С в атмосфере насыщенного пара в течение 10 мин и тщательно промывается холодной и горячей водой, раствором моющего средства (3–5 г/л) при температуре 95—100 °С и снова горячей и холодной водой.

Фталоцианиновые красители (фталогены) для синтеза на волокне фталоцианина меди выпускаются в двух видах: мономолекулярного (фталостан голубой 3ГМ) и конденсированного (фталоцианоген голубой 43ММ) строения. Расцветки, получаемые с помощью этих красителей, отличаются высокой

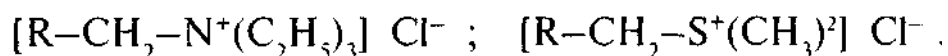
интенсивностью, исключительной устойчивостью к свету и мокрым обработкам, но чувствительны к действию окислителей, особенно гипохлорита натрия.

Печатные краски на основе фталогенов имеют следующий состав (г/кг):

1) фталостан голубой ЗГМ	40;
виразол*	100;
аммиак 25 %-ный	10;
загустка крахмальная	до 1000;
2) фталоцианоген голубой 43ММ	200;
вода (60-70 °С)	200;
загустка крахмальная	до 1000.

После печати и сушки проводят проявление окраски в обычном паровом зрельнике при температуре 102-105 °С в течение 8—10 мин или в среде сухого горячего воздуха при температуре 130—160 °С в течение 5—3 мин. Промывка ткани включает следующие операции: обработку в растворе гидросульфита натрия (25 г/л) или в растворе серной кислоты (10 г/л) при температуре 70—80 °С, затем в горячей воде, в растворе моющего средства (2—3 г/л) при температуре 80-95 °С и окончательно в воде.

Алциановыми красителями называют растворимые производные фталоцианиновых красителей, являющиеся соединениями с четвертичными аммониевыми или третичными сульфониевыми группами:



Ассортимент отечественных алцианов составляет в настоящее время 9 марок, одна из которых - краситель желтого

* Виразол — смесь различных гликолей и мочевины, способствующая полному растворению фталостана без его разложения. Влияет также на интенсивность и чистоту окраски.

цвета, а остальные — голубые, синие и зеленые. Принцип их применения заключается в использовании кислых печатных красок и последующем проявлении в щелочной среде, где происходит разрушение аммониевой или сульфониевой соли и переход ее в нерастворимую форму.

Печатная краска содержит (г/кг):

— алциановый краситель	30;
- вода (50 °С)	100;
— уксусная кислота 80 %-ная	60;
— ацетат натрия	30;
— загустка крахмально-трагантная	до 1000 .

После печати и сушки текстильный материал запаривают при температуре 100—102°С в течение 5—10 мин, после чего обрабатывают в растворе бихромата калия (2 г/л) и уксусной кислоты (2 г/л), промывают водой и обрабатывают в растворе моющего средства (2 г/л) при температуре 80 °С, а затем окончательно промывают водой.

Текстильные материалы из *белковых волокон* печатают с помощью кислых или активных красителей. В первом случае кроме кислотного красителя (10 г/кг) в состав краски входят уксусная кислота 30 %-ная (10 г/кг), глицерин (25 г/кг), мочевины (30-50 г/кг), альгинатная, трагантная или сольвитозная загустка и вода. Напечатанный материал запаривают в течение 40—60 мин при температуре около 100 °С и промывают.

Печатная краска на основе *активных красителей* содержит краситель (10—30 г/кг), воду (50 г/кг), мочевины (100 г/кг), уксусную кислоту 30 %-ную (10 г/кг), уксуснокислый натрий (50 г/кг), лудигол 1:1с водой (20 г/кг) и загустку. Запаривание напечатанного и высушенного материала производится при температуре около 100 °С в течение 30—40 мин, после чего его промывают водой, обрабатывают в растворе мыла (2 г/л) при 80—90 °С и снова промывают водой. При печати материалов из натурального шелка завершающей операцией является оживка, нейтрализующая отрицательное действие щелочного агента на волокно.

Для печати по текстильным материалам из *ацетилцеллюлозных и синтетических волокон* используют *дисперсные красители*. Кроме красителя (20 г/кг) в печатную краску вводится мочеви́на (1:1с водой) — 100 г/кг, луди́гол (1:1с водой) — 20 г/кг, вода — 100 г/кг и загустка (до 1 кг). Материал с напечатанным рисунком высушивают и подвергают запариванию в среде насыщенного (около 100 °С) или перегретого (150-160 °С) пара в течение 25 или 5 мин, соответственно. При печатании текстильных материалов из полиэфирных волокон для фиксации дисперсных красителей рекомендуется обработка в среде перегретого пара (150 °С) в течение 10 мин, сухого горячего воздуха (190 °С) в течение 30-60 с или паров азеотропной смеси (смеси воды и бензилового спирта) при 100-102 °С в течение 10—15 мин. Затем материал промывают в растворе ПАВ и соды и окончательно водой.

Текстильные материалы из *полиакрилонитрильных волокон* можно печатать с использованием дисперсных или катионных красителей.

Печатная краска на основе дисперсных красителей содержит (г/кг):

— краситель	50;
— вода	20;
— лудигол	10;
— диспергатор НФ	50;
— загустка	до 1000 .

Печатный состав наносят на текстильный материал, после чего его высушивают, запаривают при температуре около 100 °С в течение 30 мин, промывают холодной водой, обрабатывают в растворе моющего средства (2 г/л) при температуре 60 °С в течение 10 мин и в заключение промывают теплой и холодной водой.

При печатании текстильных материалов из ПАН-волокон с использованием катионных красителей в печатную краску кроме красителя входит 30 %-ная уксусная кислота (30 г/кг) и нелетучая лимонная кислота (50 г/кг), вода (200 г/кг) и загустка. Применяемая загустка не должна

содержать анионных групп во избежание взаимодействия с ними красителей. Однако это условие трудно выполнить, так как большинство загустителей имеет анионный характер. Рекомендуется использовать крахмальную, камедные загустки или некоторые другие (индалка РА—3, индалка PR—90, сольвитоза ОФА и др.). Для интенсификации процесса фиксации красителя в состав печатной краски можно вводить резорцин, пропилен- или этилен карбонат, которые пластифицируют волокно и облегчают диффузию красителя в нем, а с другой стороны — способствуют растворению красителя.

После печати и сушки текстильный материал запаривают при температуре 102—103 °С в течение 20–30 мин, а затем промывают холодной и теплой водой, производят мыловку в растворе анионактивного ПАВ (1 г/л) при температуре 60 °С и окончательно промывают теплой и холодной водой.

В настоящее время все большую долю среди используемых для печати красителей составляют *пигменты*. Пигменты представляют собой не растворимые в воде и водных растворах кислот и щелочей соединения, относящиеся к различным классам химических соединений. Среди них имеются неорганические вещества: соли и оксиды металлов, тонко измельченные порошки металлов (например, бронзовый и алюминиевый порошки для имитации «золотой» и «серебряной» печати). Органические пигменты представлены в основном производными азобензола, а также антрахинона и фталоцианина меди. Отдельное место занимают дневные флуоресцирующие пигменты.

С помощью пигментов на тканях можно получать широкую и разнообразную гамму прочных, ярких и красивых расцветок с четким контуром рисунка. Поскольку пигментная печать не требует последующей промывки ткани, упрощается технология и сокращаются стоимость обработки, расход воды, электроэнергии и химикатов.

Отличительной чертой пигментов является отсутствие у них сродства к какому-либо виду волокон, поэтому их можно использовать для печати текстильных материалов любого

волокнистого состава. Фиксация пигментов на текстильном материале осуществляется благодаря «вклеиванию» их в волокно с помощью пленки, образующейся в результате термической обработки. Дополнительно образуются ковалентные связи, «сшивающие» образовавшуюся пленку с полимером волокна. Чтобы пленка удовлетворяла необходимым условиям (бесцветность, эластичность, устойчивость к различным воздействиям, постоянство свойств во времени и высокая адгезия к волокну) обычно используют композиции, в состав которых входят, прежде всего, пленкообразующие и сеткообразующие вещества. Взаимодействие может быть представлено следующей схемой:

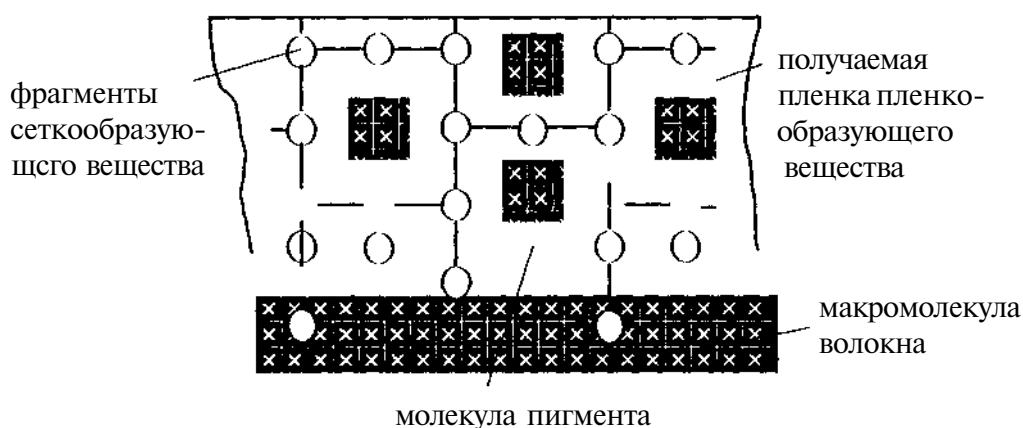


Схема 3. Способ фиксации пигментов на текстильных материалах

Такой способ фиксации представляет и недостатки пигментной печати: невысокую устойчивость к сухому и мокрому трению, а также повышенную жесткость текстильного материала в местах печатного рисунка.

Кроме пигмента в пасте и связующего состава (пленко- и сеткообразующего компонентов) в композицию печатной краски входят загуститель, катализатор и вспомогательные вещества (диспергаторы, пеногасители, гидротропные вещества, стабилизаторы, смягчители, усилители адгезии пленки к во-

локну). В качестве пленкообразующих веществ используются карбамидные, алкидные, акриловые, виниловые и другие полимеры (наиболее часто — производные акриловой кислоты, например эмукрилы), в качестве сеткообразующих — метилловые производные мочевины и триазина (так называемые предконденсаты термореактивных смол, например, метазин).

В качестве загущающих препаратов первоначально использовали вещества, легко удаляющиеся с ткани при сушке и термообработке, в частности, эмульсионные загустки типа «масло в воде». Их готовили на основе летучих органических растворителей типа тяжелого бензина, уайт-спирита или керосина. Но из-за своей пожароопасности и ухудшения условий труда в цехе эти загустки были вытеснены так называемыми «безбензиновыми» загустителями.

До настоящего времени в отечественной промышленности широко применялись загустки на основе метилцеллюлозы, что исключает необходимость использования эмульгаторов, снижает пенообразование при печати. Это приводит к получению более четких, чем при печати с эмульсионными загустками контуров рисунка.

Однако, в последнее время более перспективным стало применение синтетических загустителей на основе производных акриловой кислоты: акрилатные сополимеры или аммониевые соли полиакриловой кислоты. Текстильный материал печатают краской следующего состава (г/кг):

— пигмент	30-60;
— глицерин	20;
- эмульсия КЭ-30-04	20;
- стеарокс 6 (1:3 с водой)	100;
- метазин 6У	30-40;
— акриловое связующее (пленкообразующее)	160-180;
— загустка водорастворимая акрилатная 1,5—2,5 %	до 1000.

Ткань после печатания высушивают и подвергают термообработке в течение 3 мин при 170— 180 °С или 5 мин при

140—150 °С. Во время сушки и термообработки из этих загустителей выделяется аммиак и остается поликислота, которая одновременно служит катализатором пленко- и сеткообразования.

При использовании в качестве пленкообразующего и связующего компонентов препаратов типа «эмукрил» печатная краска имеет следующий состав (г/кг):

— пигмент	100
— поливинилацетатная эмульсия	150
— метазин (1:1с водой)	100
— эмукрил М	100
— аммиак (25 %-ный)	5;
— хлористый аммоний (25 %-ный)	20;
— загустка из метилцеллюлозы	до 1000 .

После печати ткань высушивают и подвергают тепловой обработке при температуре 160°С в течение 3 мин.

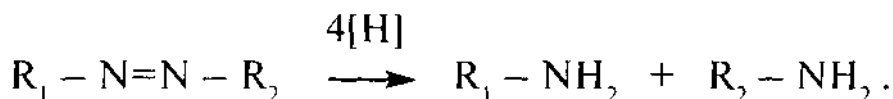
Одним из направлений в развитии пигментной печати является использование пенной технологии, которая позволяет сократить расход тепловой энергии на сушку ткани, снизить расход компонентов печатной краски (кроме красителя), увеличить производительность печатного оборудования. Пенную композицию готовят путем диспергирования компонентов (пигмент, пенообразователь — анионактивные или неионогенные ПАВ, связующие, катализаторы и небольшое количество загустителя, например, полиакриламида) на высокоскоростной мешалке с частотой вращения 3000—4000 об/мин в сочетании с принудительной подачей воздуха. Плотность получаемой пены составляет 0,46—05 г/см³. После печати и сушки ткань термообработывают.

4.4.2. Выправная печать

Некоторые рисунки, в частности, имеющие мелкие детали или тонкий штриховой узор на темной фоне, методом прямой печати получить затруднительно и достаточно дорого. В этом случае можно использовать способ выравной печати.

При вытравной печати текстильный материал, окрашенный в темные тона, печатают краской, в состав которой входят вещества, разрушающие краситель фона.

Различают *окислительную* и *восстановительную вытравную* печать. Окислительная вытравка, появившаяся ранее восстановительной, может нанести ущерб волокну и снизить его прочность. Поэтому в настоящее время преимущественное использование при печатании текстильных материалов из целлюлозных волокон находит *восстановительная вытравка*. В этом случае для окрашивания фона применяют красители, по строению хромофора являющиеся азокрасителями. Под действием восстановителя происходит деструкция этих красителей по азогруппе с образованием бесцветных или слабоокрашенных аминов, растворимых в воде:



Легкость удаления с ткани полученных ароматических аминов определяется природой радикалов R_1 и R_2 . В качестве восстановителя ($[H]$) применяют чаще всего дитионит натрия $Na_2S_2O_4$ или его производное — кислый формальдегидсульфоксидат натрия (ронгалит) $NaHSO_2 \cdot CH_2O \cdot 2H_2O$.

Фон под вытравную печать можно окрашивать с помощью прямых красителей, нерастворимых азокрасителей, а также активных и кубовых красителей. При этом выбор конкретного красителя определяется его способностью быстро и полностью вытравляться. Достаточно легко вытравляются прямые красители, но в этом случае часто необходимо разрушить несколько азогрупп. Если разрушение произошло не полностью, то вытравляемый рисунок имеет не белый, а желтоватый оттенок, что ухудшает его качество. Вытравляемость нерастворимых азокрасителей обусловлена природой использованных для азосочетания азотола и диазоля.

Для получения *белых вытравок по фону, окрашенному прямыми и нерастворимыми азокрасителями*, в печатную краску вводят ронгалит и — в случае трудновыветривающихся красителей — различные вспомогательные добавки (антрахинон, лейкотроп В, солюционную соль, ультрамарин и др.). Для приготовления краски используют крахмальную загустку. Количество ронгалита зависит от интенсивности окраски фона и составляет от 30 до 100 г/кг. Окрашенную ткань печатают, высушивают, запаривают в течение 8-10 мин при 100-102 °С и промывают с целью удаления загустки, остатков неразложившегося ронгалита и продуктов его разложения, а также продуктов деструкции красителя.

Цветной узор методом вытравной печати получают с помощью красителей, способных фиксироваться в присутствии восстановителя в щелочной среде, - кубовых. При этом в печатной краске увеличивают содержание ронгалита.

Для получения *цветной вытравки ткань, окрашенную прямыми или нерастворимыми азокрасителями*, печатают следующим составом (г/кг):

— кубовый краситель в пасте	150;
— загустка крахмальная	450—500;
— карбонат калия (поташ)	100;
— ронгалит (1:1 с водой)	200;
- вода	50-100.

После печати и сушки ткань запаривают в течение 10 мин, обрабатывают в растворе бихромата калия (5 г/л) и уксусной кислоты (3 г/л) для полного окисления кубового красителя, промывают холодной водой, подвергают мыловке и заключительной промывке.

В случае восстановительной вытравки *активных красителей* требуется не только разрушить азогруппы, но и создать условия, при которых при нанесении красителя фона на ткань перед печатанием не образуются ковалентные связи красителя с волокном. Разрушение уже возникшей ковалентной связи с волокном возможно только для винилсульфоновых красителей, этот способ требует достаточно жестких условий и в настоящее время применяется редко.

Перед печатью ткань пропитывают раствором активного красителя и высушивают (краситель при этом остается ковалентно не зафиксированным на волокне). Затем печатают составом, содержащим ронгалит (50—150 г/кг), гидроксид натрия (100—150 г/кг) и загустку. В некоторых случаях дополнительно вводится лейкотроп В. После печати и сушки материал запаривают при 105 °С в течение 10 мин. Во время запаривания происходит разрушение активного красителя в местах печатного рисунка и его фиксация в местах фона. Далее материал промывают по режиму, рекомендованному для активных красителей.

Вытравка по *фону, окрашенному кубовыми красителями*, происходит по другому механизму, а именно путем восстановления красителей на участках печатного рисунка до водорастворимых лейкосоединений и стабилизации их в таком состоянии, например за счет взаимодействия с лейкотропами. При получении цветной вытравки краситель, содержащийся в печатной краске, должен восстанавливаться под действием ронгалита медленнее, чем краситель фона, и не взаимодействовать с лейкотропом.

4.4.3. Резервная печать

Этот вид печати основан на частичном или полном исключении окрашиваемости волокна в местах печатного рисунка при последующем крашении. Печатная краска наносится на белую ткань или ткань с незафиксированным (в некоторых случаях — с необразовавшимся) красителем. Она содержит вещества, препятствующие фиксации или образованию красителя.

Резервирование может быть достигнуто двумя путями: механическим или химическим. В первом случае компоненты печатной краски препятствуют диффузии красителя в волокно в местах печатного рисунка. Это осуществляется за счет образования на поверхности волокна тончайшей пленки или заполнения пор волокна мелкодисперсными порошками, нап-

пример, гидроксида алюминия $Al(OH)_3$. При химическом резервировании ингибируются (подавляются) реакции, лежащие в основе фиксации (или образования) красителей на волокне. Оба указанных пути нередко комбинируются.

Белый резерв получают, нанося на резервируемые участки состав, полностью исключающий окрашиваемость волокна красителем фона. При частичном уменьшении окрашиваемоеTM обеспечивается полутоновый резерв. Если ввести в состав печатной краски краситель, на который не действует резервирующее средство и который способен фиксироваться на данном волокне, то можно получить цветной резерв.

Ниже приведено несколько примеров получения белых и цветных резервов.

При резервной печати *активными красителями по фону, окрашенному прямыми красителями*, эффект резервирования основан на блокировании гидроксильных групп целлюлозы (за счет взаимодействия их с активным красителем) и образовании на волокне полимерной пленки. Ткань печатают составом, содержащим (г/кг):

— активный краситель	20-50;
— карбамол	150;
— метазин	70;
— поливинилацетатная эмульсия	50;
— сернокислый магний $MgSO_4$	15;
— хлористый магний $MgCl_2$	5;
— загустка альгинатная	500;
— вода	до 1000 .

Карбамол и метазин представляют собой предконденсаты термореактивных смол, образующих пленку в определенных условиях. Их строение и свойства описаны в главе «Заключительная отделка текстильных материалов». Соли магния являются катализаторами, ускоряющими пленкообразование.

Напечатанную ткань сушат, подвергают термообработке при $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 5 мин, а затем плюсуют раствором, содержащим прямой краситель (10—20 г/л), хлорид натрия (10 г/л),

карбонат натрия (2 г/л) и запаривают в течение 2—3 мин. После этого материал промывают водой, обрабатывают в растворе синтетического моющего средства (5 г/л) при 80 °С в течение 5 мин и снова промывают.

При получении резервных узоров на тканях, окрашенных *активными красителями*, ингибируется реакция образования ковалентной связи этих красителей с волокном. Это достигается путем введения в печатную краску нелетучих органических кислот (щавелевой, винной, лимонной) или веществ, выделяющих кислоты при запаривании (сульфат алюминия, фосфат натрия и др.).

Резервирующий состав можно наносить на ткань как до плюсования ее раствором активного красителя, так и после него, так как до запаривания краситель находится в незафиксированном состоянии (ковалентная связь его с волокном отсутствует).

Белый резерв получают следующим образом. Ткань печатают составом, содержащим нелетучую органическую кислоту (140 г/кг), воду (260 г/кг) и крахмальную, трагантную или камедную загустку. Затем следуют сушка, окрашивание активными красителями плюсовочно-запарным способом, промывка, мыловка в растворе ПАВ в течение 5 мин при 80 °С и заключительная промывка.

Цветной резерв под активные красители можно получать с помощью красителей этого же класса (например, винилсульфоновых с маркой Т при «кислотном» способе резервирования; красителей с маркой Х или без марки по фону, окрашенному красителями с маркой Т, при «восстановительном» способе резервирования), пигментов, кубозолей и нерастворимых азокрасителей.

Сущность *резервной печати под нерастворимые азокрасители* заключается в печати по предварительно азотолированной ткани составом, содержащим вещества, препятствующие протеканию реакции азосочетания за счет дезактивации азоили диазосоставляющей. С этой целью можно использовать восстановители, соли алюминия (ацетат и сульфат), кислоты

или кислые соли. Действие восстановителей основано на восстановлении диазолей; азотолы при этом дают соединение, образующее при азосочетании с диазолом водорастворимый краситель, легко удаляемый при промывке.

Ацетат или сульфат алюминия, взаимодействуя со щелочью, присутствующей на азотолированной ткани, образуют пленку гидроксида алюминия. Эта пленка непроницаема для диффузии диазоля.

Кислоты и кислые соли переводят азотолы натрия в нерастворимую форму, делая невозможной реакцию азосочетания.

Для получения белых резервов ткань пропитывают азотолом А, высушивают и печатают составом, содержащим, например, следующие компоненты (г/кг):

- | | |
|------------------------------------|-------|
| - ацетат алюминия | 150; |
| - вода | 250; |
| - загустка крахмально-декстриновая | 600 . |

Напечатанную и высушенную ткань обрабатывают в растворе диазоля, выдерживают на воздухе в течение 10—15 с, затем обрабатывают раствором гидросульфита натрия NaHSO_3 (10 г/л) в течение 20 с при 40 °С, промывают, подвергают мыловке и снова промывают горячей и холодной водой.

Для получения цветных узорчатых расцветок резервным способом по фону из нерастворимых азокрасителей можно использовать активные, кубовые и сернистые красители, кубозоли и — по фону, получаемому с помощью диазоля синего О — другие диазоли (оранжевый О, алый К, красный К).

Белые резервные расцветки на тканях из *ацетатных и синтетических волокон* получают, нанося на них до крашения дисперсными красителями печатную краску, в состав которой входят вещества, способные образовывать комплекс с этими красителями: муравьинокислую, уксуснокислую и сернокислую медь. Применяемые дисперсные красители должны содержать не менее двух групп со свободной электронной парой ($-\text{N}=\text{N}-$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$), крашение ими рекомендуется прово-

дить периодическим или термозольным способом. Промывка осуществляется в кислой среде, в которой образованные комплексы разрушаются, обеспечивая чистоту резервного рисунка.

4.5. Способы печати

В зависимости от того, каким образом печатная краска наносится на текстильный материал, различают следующие способы печати: печать на машинах с металлическими гравированными валами, печать на машинах с плоскими сетчатыми шаблонами, печать на машинах с цилиндрическими шаблонами (ротационные машины), переводная термопечать.

4.5.1. Печать на машинах с гравированными валами

Тканепечатные машины с гравированными металлическими валами предназначены для печатания текстильных материалов с недеформируемой структурой. Основным рабочим органом этого вида оборудования является медный вал с нанесенной на его поверхность углубленной гравюрой, штриховой или точечной. Для повышения износостойкости поверхность вала хромируется. Количество установленных в печатной машине валов равно числу цветов рисунка. Длина окружности вала равна величине раппорта или кратна ему. Кроме печатных валов на таких машинах могут быть установлены специальные валы: пико, имеющий точечную гравюру, и крахмальный с гладкой поверхностью. Вал пико смачивается жидкостью и служит для увлажнения ткани перед печатанием при необходимости получения особых колористических эффектов. Крахмальный вал предназначен для снятия излишков краски, наносимой предшествующим печатным валом, и продавливания краски в ткань.

Гравированные валы прижимаются к грузовику — чугуному валу большого диаметра, обтянутому для эластичности

несколькими слоями ткани — так называемым лапингом (рис. 29). Валы устанавливаются таким образом, чтобы все элементы рисунка, печатаемые разными цветами, складывались на ткани надлежащим образом. Процесс соответствующей подгонки печатных валов называется «трафление» и осуществляется в трех направлениях: вдоль валов (осевое, или боковое трафление), по вертикали (перекосное трафление) и по окружности печатного вала.

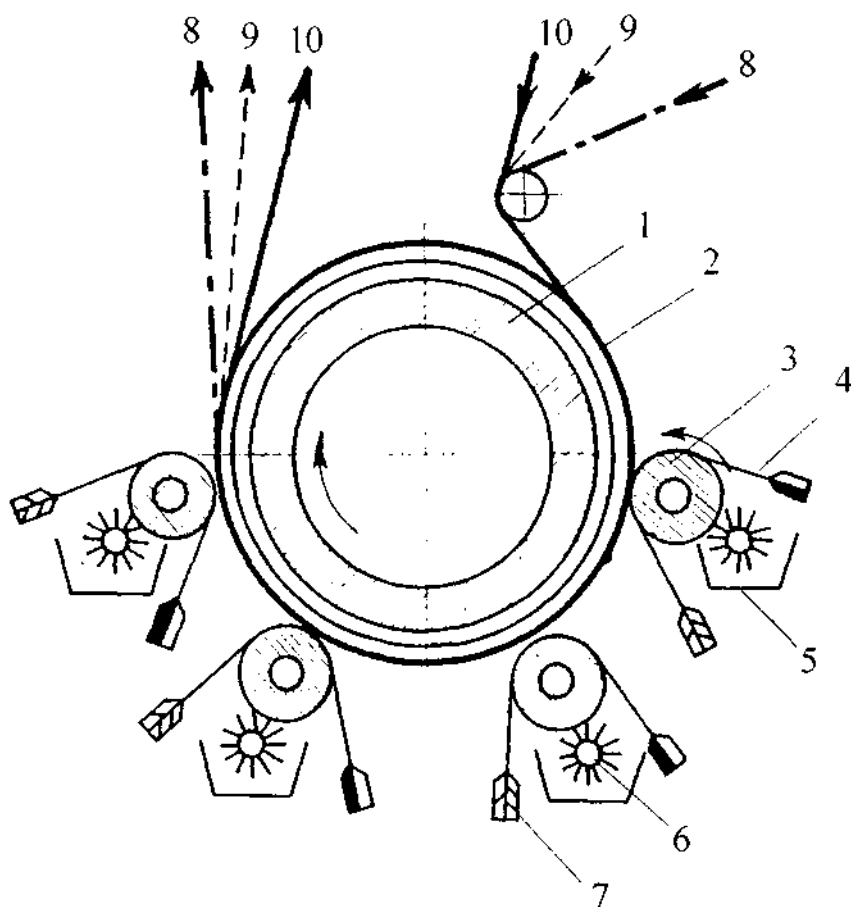


Рис. 29. Принципиальная схема многовальной тканепечатной машины: 1 - грузовик; 2 - упругое покрытие (лапинг); 3 - печатные валы; 4 — ракля; 5 — корыто с краской; 6 — цилиндрическая щетка или обрезиненный валик; 7 — контрракля; 8 — печатаемая ткань; 9 — чехол; 10 — кирза

Кроме того, печатные валы следует размещать в определенном порядке. Обычно сначала располагаются валы с мелким узором, затем — с более крупным рисунком, и в завершение — грунтовой вал, запечатавающий наибольшую площадь ткани.

Под каждым валом находится ящик с краской соответствующего цвета, которая наносится на поверхность вала при помощи щетки. Стальная отточенная пластина — ракли — удаляет избыток краски так, что она остается только в углублениях гравюры. С другой стороны печатного вала располагается контрракля (обычно представляет собой латунную пластину), функция которой заключается в удалении налипших на вал волокон, пуха и т.п. во избежание попадания их в ящик с краской.

Поверхность грузовика защищается от загрязнения печатной краской с помощью кирзы (существуют также машины с обрезиненным грузовиком) и иногда чехлом. Кирза также улучшает условия печатания и транспортирования ткани с малым натяжением из печатной в сушильную машину.

Машины с кирзой агрегируются с кирзистой установкой, их применяют для печати полугрунтовых рисунков с несложным трафлением и числом цветов до шести. На машинах с обрезиненным грузовиком печатают белоземельные и полугрунтовые рисунки, а также вытравные рисунки.

Многовальные рисунки со сложным трафлением и грунтовые рисунки по легким высококачественным тканям печатают на машинах с чехлом. Чехол поглощает с ткани избыток проникающей сквозь неё печатной краски и обеспечивает получение четких контуров рисунка. В качестве чехла могут использоваться хлопчатобумажные ткани (например бязь) и ткани из синтетических волокон.

Существует понятие «белого» и «черного» чехлов. «Черный» чехол используется до полного износа (срок его службы составляет до 200 проходов через печатную машину). Каждые 2—3 прохода осуществляется промывка и сушка чехла. Более дешевым является печатание с «белым» чехлом, представляю-

щим собой суровую ткань, которая после 2—3 проходов на печатной машине отбеливается вместе с другими суровыми тканями.

На рисунке 30 приведена технологическая схема тканепечатного агрегата с восьмивальной печатной машиной объединения «Элитекс» (Чехия).

В состав агрегата входят печатная машина, горизонтальная сушилка для ткани и чехла, охлаждающая камера, установка для промывки чехла и его сушилка, кирзомойная машина с сушилкой.

Ткань поступает на печатную машину с заправочного устройства (из рулона), а после печати, сушки и охлаждения в охлаждающей камере выбирается роликовым укладчиком. Чехол поступает в сушилку, а при необходимости промывается на специальной установке, сушится, после прохождения через вращающиеся укладчики складывается в тканекompенсатор, откуда вновь подается на печатную машину. При необходимости чехол может быть выбран в тележку. Кирза заправлена в тканепечатный агрегат в виде бесконечной ленты. После выхода из печатной машины она поступает в кирзомойную машину и сушится, а затем снова направляется на печатную машину.

Наряду с печатными машинами производства объединения «Элитекс» на предприятиях текстильной промышленности широко используются машины фирм «Текстима» и «Брюкнер» (Германия), фирмы «А. Декк» (Франция) и другие.

Машины с гравированными валами отличаются высокой производительностью, обеспечивают хорошее пропечатывание тяжелых и плотных тканей, печатная форма (гравированный вал) характеризуется длительным сроком службы. Этот вид оборудования имеет широкие технологические возможности при получении практически любых рисунков (за исключением рисунков с очень тонкими линиями).

К недостаткам таких машин следует отнести следующее: большие габариты и массу (материалоемкость); сильное механическое воздействие печатных валов на ткань, что недопус-

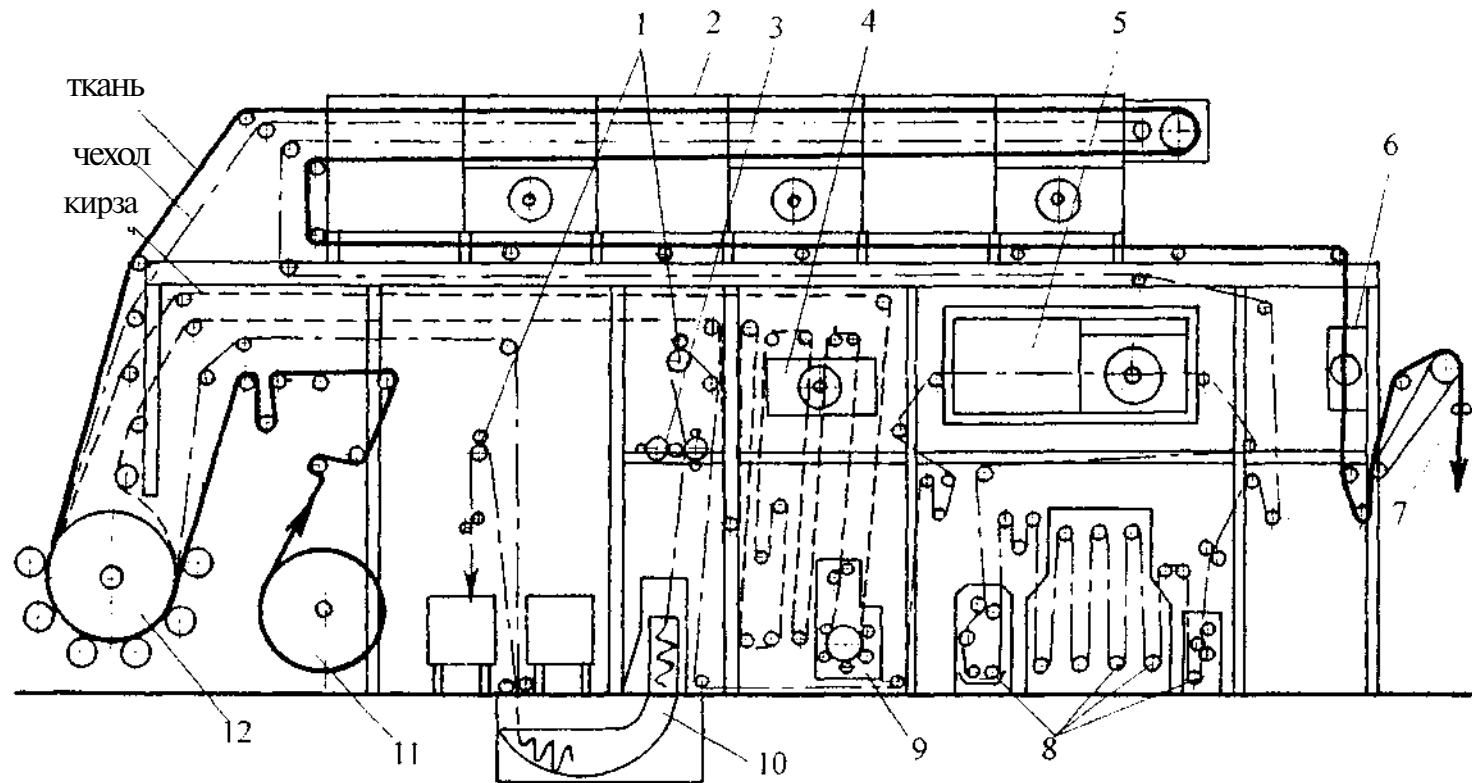


Рис. 30. Технологическая схема тканепечатного агрегата с многовальной машиной «Элитекс»:

1 — тянущие пары для чехла; 2 — сопловая сушильная машина для ткани и чехла; 3 — укладчик чехла в компенсатор; 4 — сушильная установка для кирзы; 5 — камера для сушки чехла; 6 — охлаждающая камера для ткани; 7 - укладчик ткани; 8 - установка для промывки чехла; 9 - кирзомойная машина; 10 — компенсатор для чехла; 11 — заправочное устройство для ткани; 12 — печатная машина

ТИМО для тканей с подвижной структурой и трикотажа; ВЫСОКУЮ трудоемкость изготовления гравированных валов, что осложняет смену ассортимента (поэтому данные машины используют в основном для печати традиционного ассортимента, например, тканей в «горошек»); трудоемкость переналадки машины при смене рисунка.

4.5.2. Печать на машинах с плоскими сетчатыми шаблонами

Способ печати на машинах с плоскими сетчатыми шаблонами позволяет разнообразить характер рисунков в широких пределах — от узоров с тонкими линиями до рисунков с большой площадью (грунтовых). Исключение составляют рисунки в виде непрерывных полос и клеток подлине и ширине ткани. Сетчатые шаблоны сравнительно быстро изготавливать, что предполагает легкую и быструю смену ассортимента. Поскольку механическое воздействие на текстильный материал в машинах данного типа весьма незначительно, этим способом можно печатать любые ткани и трикотажные полотна. В то же время тяжелые и плотные ткани могут оказаться недостаточно полно пропечатанными.

Плоский сетчатый шаблон представляет собой прямоугольную раму, на которую натянута капроновая или полиэфирная сетка, покрытая на участках, не занятых рисунком, непроницаемым для печатной краски лаковым составом. Участки без лаковой пленки формируют рисунок. Печатная краска в этих местах продавливается через сито шаблона на ткань с помощью специального приспособления — ракли. Ракли могут выполняться в виде полос из профилированной резины или стали, вращающегося стального обрезиненного или магнитного ролика. Размеры шаблона определяются шириной ткани и величиной раппорта печатного рисунка. Количество шаблонов, установленных на одной машине, соответствует количеству цветов рисунка.

Печатная машина для этого способа печати представляет собой плоский стол, образованный замкнутой в кольцо транспортной лентой из кирзы (рис. 31).

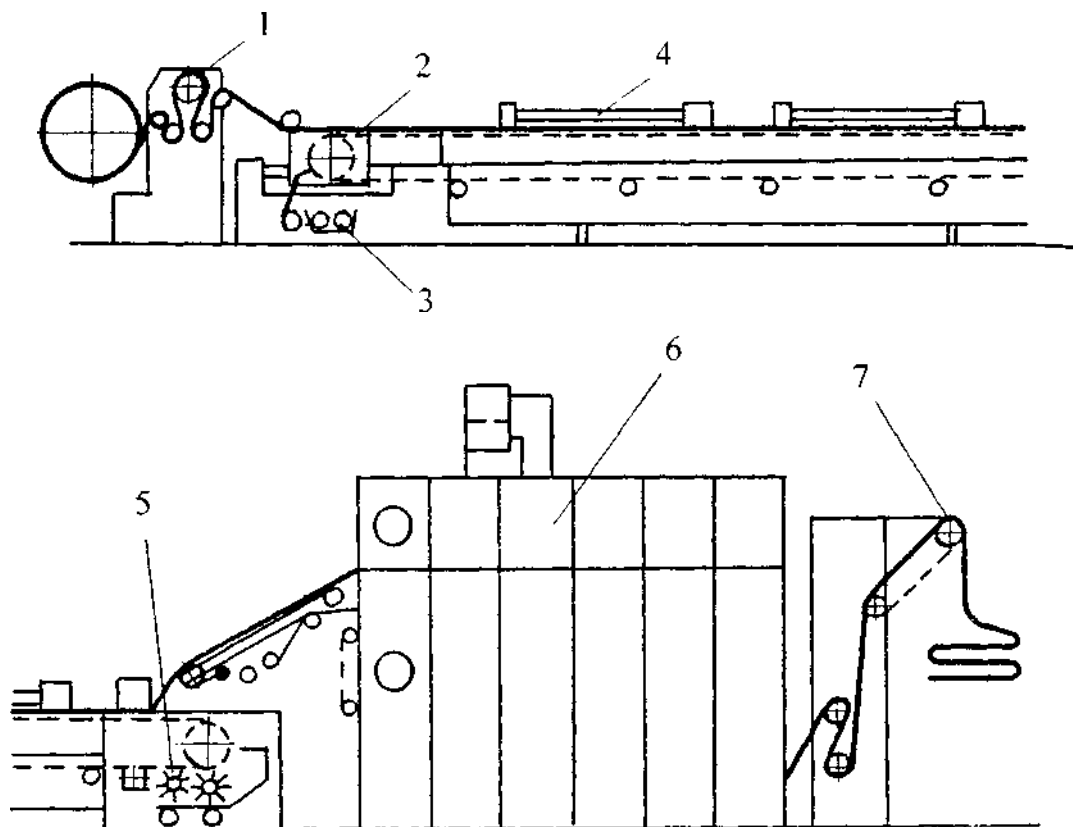


Рис. 31. Схема плоскочечатной машины фирмы «Мекканотессиле»:

1 — заправочное устройство; 2 — печатный стол; 3 — устройство для нанесения клеевого слоя на печатный стол; 4 — механизм подъема и опускания шаблонов и движения ракли; 5 — устройство для промывки конвейерной ленты; 6 — сушильная машина; 7 — тканеукладчик

Текстильный материал через заправочное устройство поступает в машину, где с помощью легкосмываемого клея (например, перманентный клей производства ОАО «Крата», Россия) приклеивается по ширине к конвейерной ленте для предотвращения смещения материала во время печати. Транспортер периодически продвигает материал вдоль печатного стола на величину раппорта (при поднятых шаблонах). В момент остановки транспортера шаблоны с помощью специаль-

ных механизмов опускаются на материал, и ракля за один-два прохода продавливают краску сквозь сито шаблона. Краска заливается на шаблон из бачков по шлангам или через сдвоенную) раклю. После окончания работы ракля шаблоны поднимаются, и материал продвигается под следующий шаблон.

По окончании печати текстильный материал отделяется от конвейерной ленты и поступает в сушильную камеру, где высушивается и складывается в тележки. Сушка необходима для предотвращения смазывания рисунка во время транспортирования материала к зрельнику и в процессе хранения. Транспортерная лента промывается, высушивается, и на нее снова наклеивается ткань.

Оборудование для печати с помощью плоских сетчатых шаблонов выпускают такие известные фирмы, как «Бүзер» (Австрия), «Мекканотессиле» (Италия), «Шторк» (Нидерланды) и другие.

Наряду с указанными выше достоинствами способа печати на машинах с плоскими сетчатыми шаблонами он имеет и ряд недостатков. Основными из них являются:

1) большая длина печатного стола, которая определяется максимальной длиной раппорта и наибольшим количеством цветов, на которые рассчитана конкретная модель машины;

2) сравнительно невысокая производительность, объясняющаяся тем, что работа машины сопровождается периодическими остановками;

3) возможный отрыв полотна от поверхности стола вместе с шаблоном при печати тонких и легких текстильных материалов из синтетических нитей.

От указанных недостатков во многом свободны машины с цилиндрическими сетчатыми шаблонами.

4.5.3. Печать на машинах с цилиндрическими сетчатыми шаблонами (ротационные машины)

Цилиндрический шаблон представляет собой бесшовный хромоникелиевый цилиндр с мелкими отверстиями на местах

рисунка. Диаметр и количество отверстий на единицу длины (на 1 дюйм — 2,54 см), называемое число меш, зависят от характера рисунка. Внутри шаблона помещена ракля, которая продавливает печатную краску при его вращении.

Конструкция раклей может быть различной. Например, на машинах фирмы «Шторк» используется механическая ракля (рис. 32 а), а подача краски внутрь шаблона осуществляется с помощью шлангов. Такая ракля состоит из трубы 1, в которую закачивается печатная краска 2, профилированного корпуса из нержавеющей стали 3 и гибкого стального лезвия 4, закрепленного в корпусе ракли. Для защиты от истирания в случае печатания больших партий ткани лезвие ракли может закрываться специальной тонкой накладкой из синтетического материала. Основными недостатками раклей этого типа являются износ внутренней поверхности шаблона и неравномерный прижим ракли к шаблону при большой его ширине.

Фирма «Реджиани» (Италия) выпускает магнитные ракли (рис. 32 б), конструкция которых позволяет избежать этих недостатков. Ракли такого типа представляют собой металлический прут 1 диаметром от 6 до 24 мм, свободно лежащий на нижней поверхности внутри печатного шаблона 2. Под печатным столом 3, точно под раклею, расположена катушка индуктивности 4 с железным сердечником 5, создающая магнитное поле, необходимое для прижима ракли. Перекачиваясь внутри шаблона, ракля продавливает краску сквозь него.

Широкое распространение получила также ракля соплового типа, которая одновременно выполняет функции подачи печатной краски внутрь шаблона и продавливания ее сквозь сито (рис. 32 в). Подобные ракли выполнены в виде полый трубы 3, в которую под давлением закачивается печатная краска. Растеканию ее по шаблону 1 препятствуют две узкие резиновые пластины 2, закрепленные на корпусе ракли под определенным углом. Количество подаваемой печатной краски зависит от давления внутри ракли и регулируется наносом.

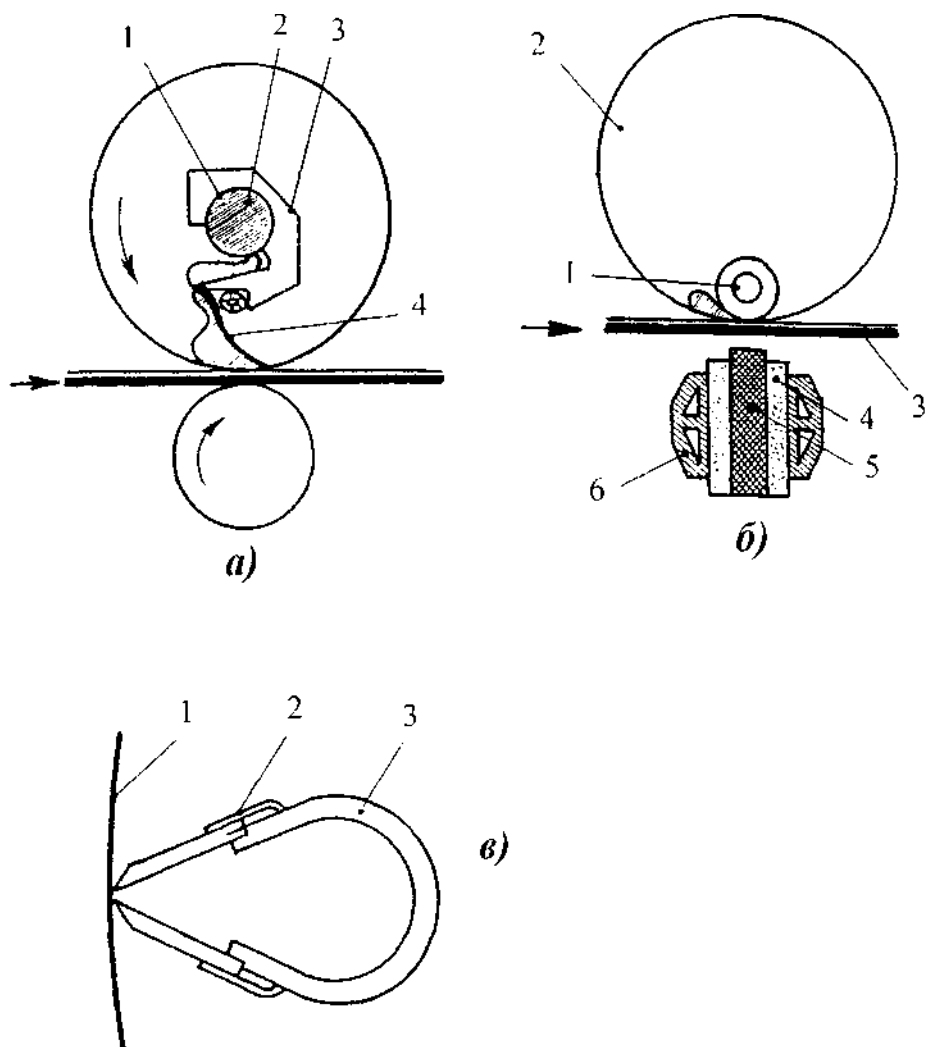


Рис. 32. Схема устройства раклей различного типа:
 а - механическая ракля; б - магнитная ракля;
 в — ракля соплового типа

В последние годы на текстильных предприятиях применяются ротационные машины двух типов: с горизонтальным расположением печатного стола и с планетарным расположением шаблонов (вокруг центрального барабана). Наиболее известными фирмами, выпускающими данный тип оборудования, различающегося некоторыми конструкционными особенностями, являются «Шторк» (Нидерланды), «Мекканотес-силе» (Италия), «Циммер» (Австрия), «Тотекс» (Чехия).

Печать на машинах первого типа (рис. 33) на первый взгляд несколько напоминает печать на машинах с плоскими шаблонами. Печатный стол представляет собой непрерывно движущуюся горизонтально расположенную бесконечную транспортную ленту, на которую наклеивается текстильный материал. Шаблоны располагаются строго перпендикулярно оси транспортной ленты на расстоянии, соответствующем длине раппорта, и приводятся во вращение по ходу движения конвейера. Цилиндрический шаблон позволяет печатать непрерывно, так как отсутствует необходимость остановки машины в момент нанесения рисунка на ткань. Это, в совокупности с легкостью и быстротой замены шаблонов, повышает производительность оборудования. Кроме того, габариты таких машин меньше, чем у машин с плоскими шаблонами.

Машины с планетарным построением шаблонов занимают еще меньшую площадь. Шаблоны в данном случае рас-

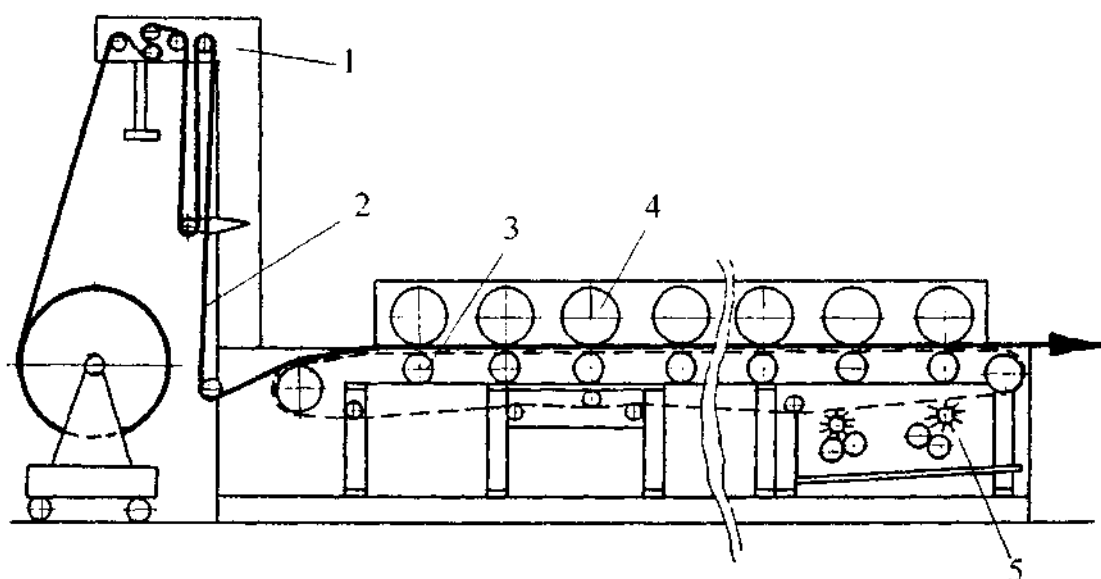


Рис. 33. Схема печатной машины с цилиндрическими сетчатыми шаблонами:

1 — заправочное устройство; 2 — ткань; 3 — печатный стол (конвейер); 4 — шаблоны; 5 — устройство для промывки и сушки конвейерной ленты

полагаются вокруг печатного стола, который представляет собой цилиндр большого диаметра (рис. 34). При этом отсутствует необходимость приклеивания к нему текстильного материала. Машины такого типа успешно агрегируются с теми же сушильными и кирзмойными установками, которые используются в машинах с металлическими гравированными валами. Подобный подход дает возможность унифицировать печатное оборудование.

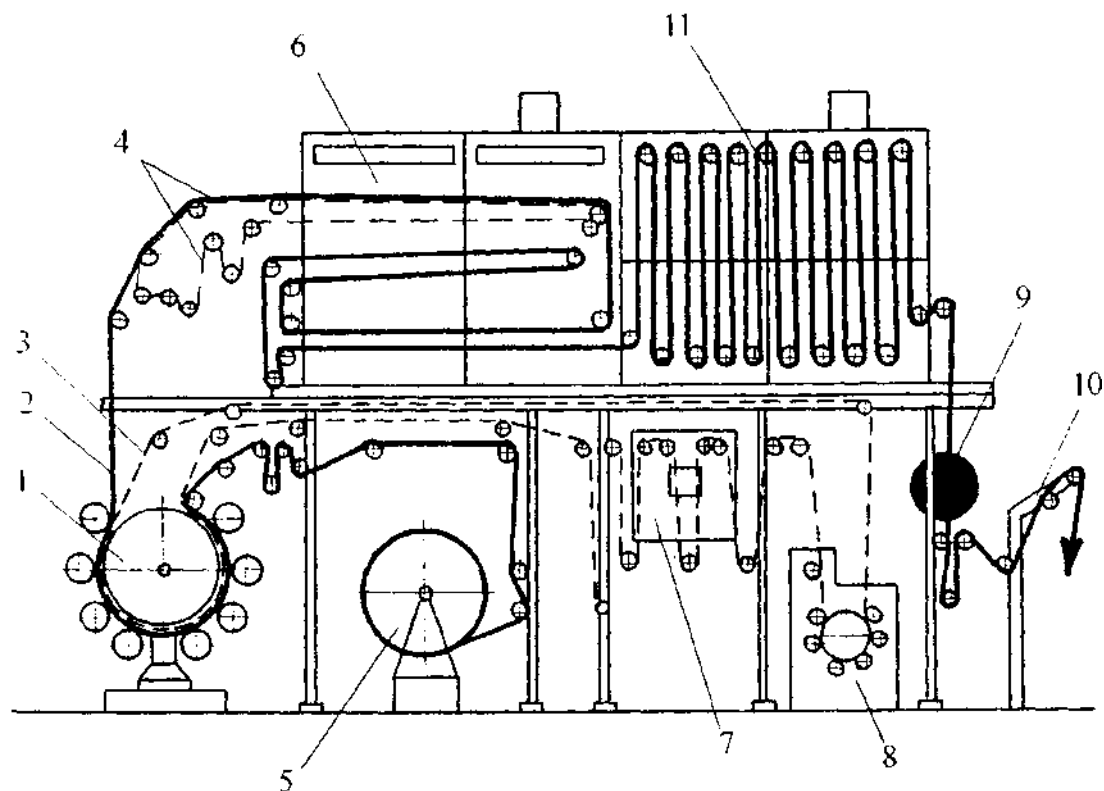


Рис. 34. Схема печатной машины с цилиндрическими сетчатыми шаблонами объединения «Элитекс»

Ткань 2, поступающая с раскатного устройства 5, накладывается на кирзу 3 и вместе с ней подается на восьмивальную печатную машину 1. Затем напечатанная ткань, поддерживаемая бесконечным синтетическим полотном 4, направ-

ляется в сушильную камеру 6, расположенную в верхней части машины.

Универсальная сушильная установка состоит из двух частей. В первой части происходит сушка ткани без натяжения, во второй — термическом зрельнике 11 — возможна фиксация красителей некоторых классов.

После сушки и термообработки ткань, пройдя через охлаждающее устройство 9, поступает в выбирающее устройство 10. Для очистки поверхности кирзы от печатной краски предусмотрены кирзомойная машина 8 и сушильная камера 7.

За рубежом способ печати на машинах с цилиндрическими сетчатыми шаблонами получил наибольшее распространение: на его долю приходится примерно 75 % от общего количества печатных тканей. На ротационных машинах можно печатать любые ткани (исключение составляют очень плотные и тяжелые ткани), можно получать рисунки любого характера. Цилиндрические шаблоны относительно просто изготавливать, поэтому данный способ допускает быструю и частую смену ассортимента. Способ характеризуется такой же производительностью оборудования, как и печать на машинах с металлическими гравированными валами.

4.5.4. Переводная термопечать

Особенностью способа переводной термопечати является то, что рисунок наносится сначала на специальную бумагу с помощью дисперсных красителей, способных к сублимации (переходу из твердого состояния в парообразное, минуя жидкое). Рисунок наносится с помощью любого текстильного или полиграфического способа печати. Затем бумага дублируется с текстильным материалом из синтетических или ацетилцеллюлозных волокон, располагаясь лицевой стороной к нему. И они подвергаются одновременному воздействию высокой температуры и давления либо вакуума. В результате сублимации красителя в этих условиях он попадает в паровоздушное пространство между бумагой и текстильным материалом, за-

тем следует его конденсация на поверхности волокна, диффузия в глубь волокна и взаимодействие с активными центрами последнего.

Красители, применяемые для этого способа печати, кроме способности к сублимации и устойчивости к термической деструкции, должны обладать высоким сродством к волокну и обеспечивать хорошие прочностные характеристики окраски.

Бумага для переводной термопечати должна быть прочной в сухом и мокром состоянии, не давать усадку, быть однородной, термостойкой, иметь равномерную пористость, хорошо воспринимать печатную краску при нанесении рисунка, но при этом переход красителя на волокнистый материал не должен затрудняться.

Степень фиксации красителя при рассматриваемом способе печати во многом зависит от температуры обработки, времени контакта и природы волокна. Наилучшие по яркости и устойчивости рисунки получаются на материалах из полиэфирных волокон; на материалах же из полиамидных волокон окраски не устойчивы к мокрым обработкам, из ПАН-волокон - тусклые. На текстильных материалах из триацетатного волокна, подвергавшегося S-отделке, достигается самая низкая степень фиксации и плохая устойчивость окраски. Рекомендуемые температура и продолжительность контакта бумаги с текстильным материалом при переводной термопечати приведены в таблице 1.

Разновидностью переводной термопечати являются способы «Стар», «Котрон», «Фастран» и другие.

При способе «Котрон» на бумагу наносится рисунок с помощью печатной краски, в которую входят термопластичные вещества, образующие пленку. При совместном нагревании бумаги и хлопчатобумажной ткани эта пленка размягчается и переходит на волокно вместе с красителем. Данный способ иногда называют «трансферной печатью».

Способ «Стар» заключается в предварительной модификации текстильных изделий из целлюлозных волокон и их смесей с химическими волокнами синтетическими смолами, обес-

**Рекомендуемые температура и продолжительность контакта
с бумагой при способе переводной термопечати**

Наименование волокна	Температура, °С	Время контакта бумаги и ткани, с
Полиэфирное	200-230	10-20
Полиамидное	200	15-20
Триацетатное	190-195	20-25
Ацетатное	185-190	15-20
Полиакрилнитрильное (ПАН-волокна могут желтеть)	185-195	10-20

печивающими возможность фиксации дисперсных красителей. После пропитывания ткани подобными композициями и сушки на нее переводят рисунок с бумаги в тех же условиях, что и для текстильных материалов из химических волокон.

Согласно разработанному в Англии способу «Фастран» происходит печать кислотными красителями материалов из шерстяного волокна. Текстильный материал предварительно смачивают до 200 % привеса и обрабатывают при температуре 100—150 °С под давлением в течение 4—10 минут. Вода при этом испаряется, и между бумагой и материалом создается нечто вроде локальной высококонцентрированной красильной ванны.

Основным достоинством способа переводной термопечати является возможность нанесения на текстильный материал за один проход неограниченного количества цветов (до 12 тысяч различных цветов и оттенков) при исключительной четкости контуров. Можно практически без искажения воспроизводить рисунки с геометрическими фигурами и поперечными полосами. В случае получения рисунка

ка на бумаге полиграфическими способами можно затем добиться при печати на ткани фотографического качества изображения. При этом снижается количество необходимых химических материалов и красителей, исключается необходимость зреления и промывки после печати.

Оборудование для переводной термопечати выпускается периодического и непрерывного действия.

Оборудование первого типа — разнообразные прессы, состоящие из двух плит, одна из которых является обогреваемой металлической, а другая, на которую кладут текстильное изделие, имеет эластичное покрытие из шерстяной ткани. Прессы бывают для одностороннего и двухстороннего нанесения рисунка, однопозиционные и многопозиционные карусельного типа. Прессы являются малопроизводительным оборудованием. Они применяются исключительно для печатания полуфабрикатов (элементов кроя одежды — рукавов, полочек, спинок, купонов и т.д.) и готовых изделий (галстуков, платков, чулочно-носочных изделий и др.).

Фирмами «Гесснер» (США), «Шторк» (Нидерланды) и другими выпускаются непрерывно действующие термические каландры. Они значительно различаются по конструкции, тем не менее действуют по одному принципу. Непрерывно действующее оборудование можно разделить на две группы.

Каландры с сукном работают следующим образом (рис. 35): переводная бумага 2, наложенная лицевой стороной на ткань 1, прижимается вместе с ней прижимной лентой из фетра или сукна 4 к нагретому до определенной температуры вращающемуся металлическому барабану 3. Скорость печатания зависит от диаметра барабана и необходимой длительности контакта бумаги и ткани с его поверхностью.

Недостатком каландров с сукном является ухудшение грифа текстильных материалов из-за сильного прижатия сукна к поверхности барабана. При слабом же прижиме существует риск неравномерной диффузии красителя.

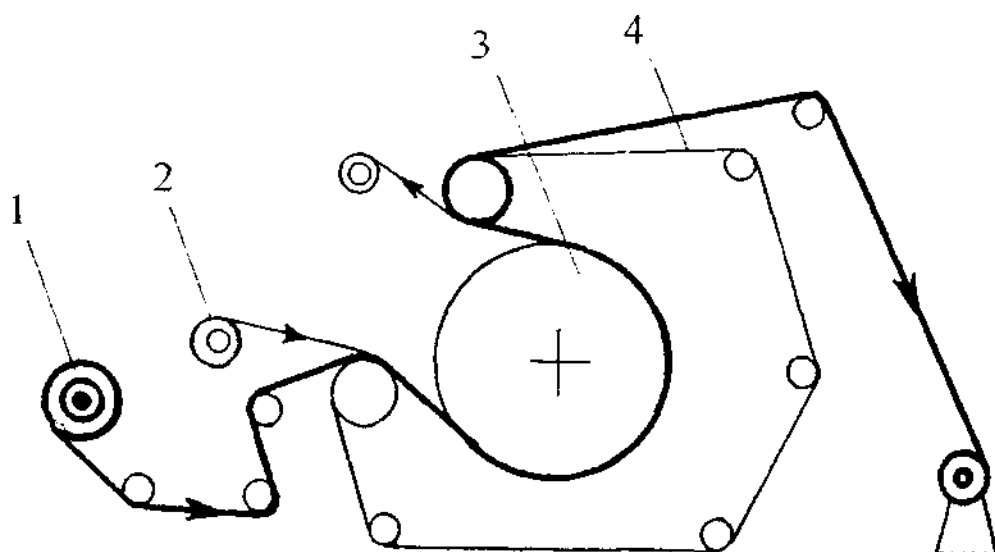


Рис. 35. Каландр с сукном для переводной термопечати

Непрерывно действующее оборудование второго вида использует принцип вакуумирования (рис. 36). Вакуум создается внутри перфорированного металлического барабана 1, осуществляющего перемещение ткани 2 и переводной бумаги 3. В результате они присасываются к поверхности барабана. В непосредственной близости от барабана расположены инфракрасные излучатели для нагрева ткани. При непредвиденном останове каландра или при смене роликов с тканью ткань экранируется от излучателей специальными шторками. Термообработка под вакуумом, во-первых, позволяет снизить давление бумаги на ткань и, во-вторых, уменьшить температуру до 160—180 °С.

4.6. Обработка ткани после печатания

Напечатанную ткань высушивают. На этом этапе краситель удерживается на поверхности волокна механически в высохшей пленке загустителя. Чтобы произошла диффузия красителя вглубь элементарных волокон и его фиксация, для большинства (хотя и не для всех) красителей требуется совме-

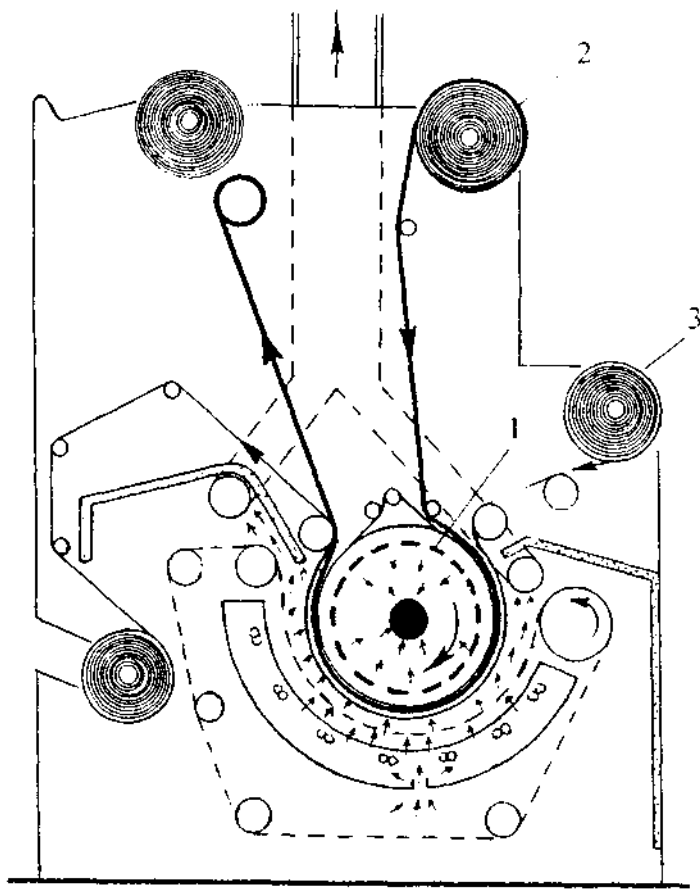


Рис. 36. Схема устройства термокаландра «Вакуумат»

стное воздействие влаги и высокой температуры. В результате происходит набухание пленки загустителя, а также волокна, и протекают физико-химические процессы, отвечающие основным стадиям крашения (диффузия красителя из пленки загустителя, его сорбция на поверхности волокна, диффузия в глубь волокна и фиксация).

Влажно-тепловая обработка осуществляется в среде насыщенного или перегретого пара в оборудовании двух типов: запарных аппаратах и зрельниках. Аппараты первого типа предназначены для относительно длительного (45—120 мин) пребывания в них текстильного материала; в зрельниках текстильный материал находится не более 15 мин.

Общим принципом устройства запарных аппаратов и зрельников является наличие камеры, в которую подается пар. Текстильный материал чаще всего движется по направляющим роликам или заправляется свободной петлей. Для предотвращения образования капель потолочные плиты обогреваются. После выхода из запарной секции текстильный материал попадает в охлаждающую камеру.

Для фиксации нанесенных красителей можно использовать зрельники (ЗВ-220, ЗВВ-140) при различных влажно-тепловых режимах в зависимости от свойств конкретных красителей. Для обработки тканей, напечатанных кубовыми и активными красителями двухстадийным способом, целесообразно применять высокоскоростные зрельники мокрого проявления ЗМП-120. Фиксация красителей перегретым паром осуществляется на завесных зрельниках ЗЗ-140 (или ЗЗ-180), а обработка ткани горячим воздухом или комбинированным контактно-радиационным методом — на линиях термической обработки ЛТ-120 (ЛТ-140).

Примерная схема зрельника приведена на рисунке 37. Восстановительный зрельник представляет собой прямоугольную камеру, собранную из чугунных, изолированных снаружи

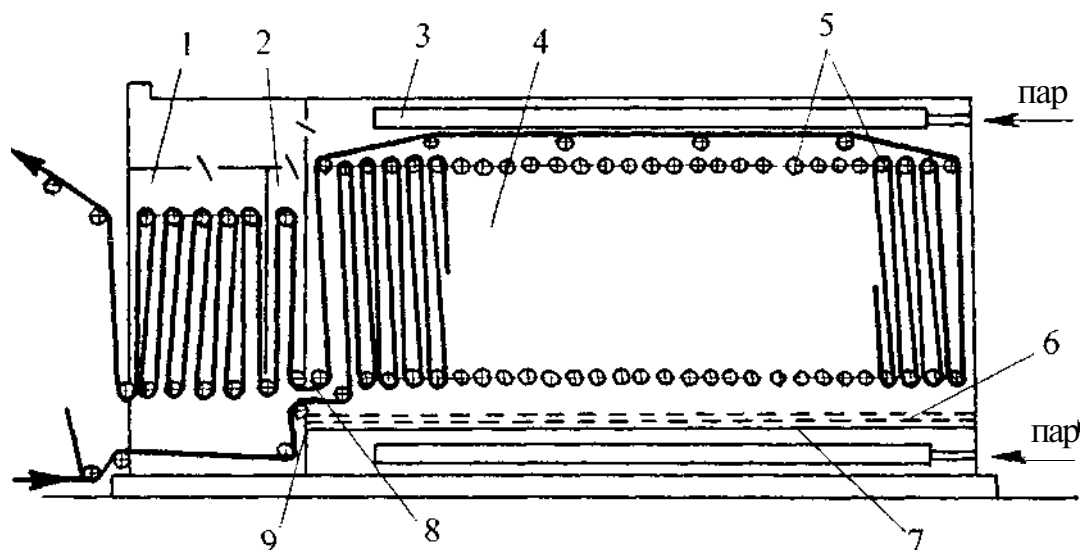


Рис. 37. Схема восстановительного зрельника

плит, потолочные из которых обогреваются паром. Изнутри зрельник разделен на три части: предкамеру 2, запарную камеру 4, охлаждающую камеру 1. В последней запаренная горячая ткань охлаждается перед ее выходом наружу; предкамера служит для улавливания пара, выходящего из щели 8, через которую ткань вводится в зрельник. В зрельнике ткань транспортируется по двум рядам направляющих роликов 5, из которых каждый третий верхний является приводным для снижения натяжения ткани. Пар образуется в поддоне 7, заполненном водой, на дне которого располагается паровой калорифер. Нагреваемая вода закипает, и образующийся пар заполняет камеру. С целью предотвращения попадания на ткань брызг кипящей воды над поддоном установлена двойная перфорированная решетка 6. При необходимости пар может также вводиться в камеру через две перфорированные трубы 3. Поскольку в запарную камеру постоянно проникает воздух, мешающий нормальному протеканию процесса, необходимо с помощью пара постоянно вытеснять его. Паровоздушная смесь вытесняется из запарной камеры через щель 9.

После окончания запаривания (или другого вида термообработки) текстильный материал промывается для удаления незафиксированного красителя, загустителя и различных текстильно-вспомогательных веществ, присутствовавших в печатной краске. В ряде случаев промывка сопровождается какой-либо дополнительной обработкой, например, в растворе окислителя для более полного развития окраски, закреплением окраски и прочим. Промывка осуществляется на том же оборудовании, что и после крашения, например, на линиях непрерывной промывки материала в расправленном состоянии Л С—140—10.

4.7. Деформационное поведение печатных красок и его влияние на качество печати

Качество печати характеризуется следующими показателями:

1) четкость контура, которая оценивается по соотношению площадей рисунка на печатной форме и на текстильном материале;

2) ровнота отпечатка;

3) глубина проникания печатной краски в ткань, определяемая по интенсивности цвета рисунка на лицевой и изнаночной сторонах текстильного материала;

4) степень фиксации красителя волокном.

На эти показатели оказывают влияние свойства печатаемых материалов и, в наибольшей степени, деформационные (реологические) свойства печатных красок, их поведение при печати и режим работы печатного оборудования.

Поведение печатных красок при печати варьируется в зависимости от особенностей рабочих зон оборудования конкретного типа и от скорости движения ткани. В качестве примера ниже рассмотрены рабочие зоны печатных машин с гравированными металлическими валами, которые до настоящего времени находят достаточно широкое применение. У таких машин различают четыре рабочие зоны (рис. 38):

1) зона I, находящаяся в промежутке между дном ящика с краской и поверхностью вращающейся щетки. Здесь краска проходит через сужающуюся щель, и, следовательно, преобладают ее сдвиговые деформации, величина и скорость нарастания которых определяются частотой вращения щетки и минимальным зазором между нею и ящиком. В этой зоне меняется консистенция печатной краски, а в результате — толщина ее слоя, наносимого на поверхность печатного вала;

2) зона II, которая располагается между раклея и гравюрой печатного вала. Здесь также присутствуют только сдвиговые деформации, зависящие в первую очередь от угла наклона ракли к поверхности печатного вала и частоты вращения последнего. Тем не менее деформационное поведение печатной краски в этой зоне оказывается более сложным, чем в зоне I, поскольку на него оказывают влияние параметры гравюры печатного вала, в частности глубина штриха. Условия в рабочей зоне II определяют степень дест-

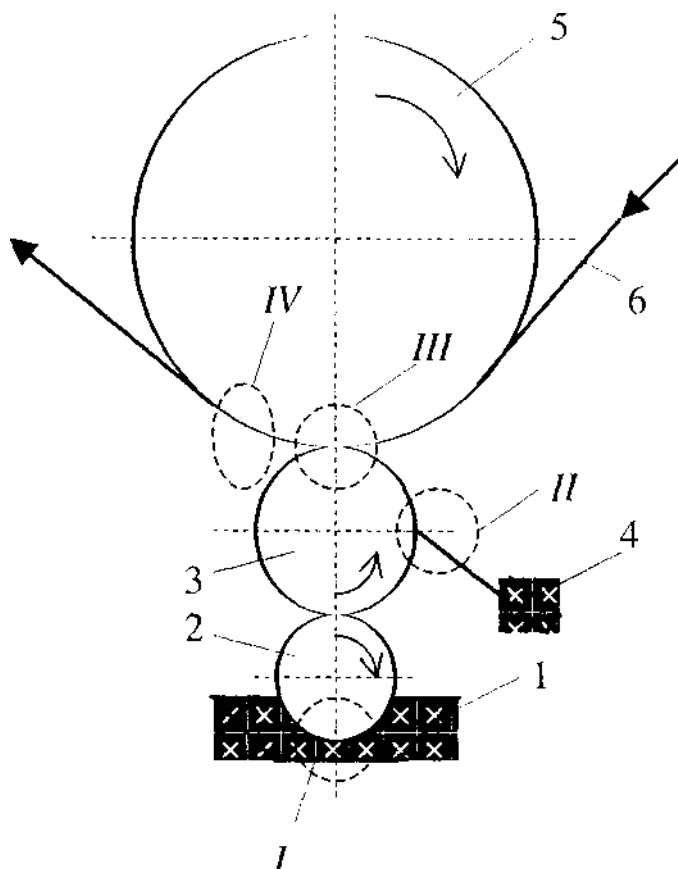


Рис. 38. Расположение рабочих зон печатной машины с гравированными валами:

1 — ящик с краской; 2 — щетка; 3 — печатный вал; 4 — ракля;
5 — печатный пресс (грузовик); 6 — ткань I—IV — соответствующие рабочие зоны

руктурирования печатной краски и то ее количество, которое остается в гравюре;

3) зона **III** — это полоса прижима печатного вала к валу-грузовику, т.е. место перехода краски из гравюры на ткань. Ширина этой контактной полосы 0,01-0,02 м. Сдвиговые деформации в этой зоне определяются двумя типами течения краски: вдоль штрихов гравюры и внутрь ткани. На их величину влияют скорость движения ткани, параметры гравюры, диаметр печатного вала, давление в контактной полосе (в «жале

валов»), а также структура и плотность ткани. Условия в зоне III связаны со всеми показателями качества печатания, но прежде всего — с четкостью контуров и глубиной проникновения печатной краски в ткань;

4) зона IV размещается у выхода из контактной полосы. Здесь происходит разрыв слоя печатной краски, вследствие чего возникают продольные деформации. Условия в этой зоне обусловлены скоростью движения ткани, диаметром печатного вала и параметрами гравюры. Они определяют ровноту печатания.

4.8. Возможные дефекты на напечатанных тканях

В результате тех или иных нарушений при проведении процесса печати на ткани могут возникать различные дефекты. К числу наиболее распространенных относятся следующие.

Часто встречающимся видом брака является *раст-граф* — смещение отдельных частей рисунка относительно друг друга из-за плохой подготовки к работе печатной машины, вследствие смещения валов во время работы, деформации текстильного материала во время печати.

Вследствие неправильной установки ракля при подготовке к работе печатной машины ракля может дрожать и пропускать краску; в этом случае на ткани наблюдаются *поперечные полосы* до 20 см длиной и 10—15 мм шириной. Ненадлежащая подготовка машины к работе может быть причиной выдавливания красок из гравюры печатного вала при сильном прижатии к нему наносящей краску щетки. На напечатанном рисунке в этом случае наблюдается *муар*.

Нечеткий контур рисунка возникает из-за плохой заточки или неверной установки ракля.

Во время печатания заточка ракля может портиться песчинками или другими твердыми предметами, вследствие чего на ткани возникает одинарная или двойная полоса — так на-

назівасій *затаск*. При попаданні більш м'яких забруднень (волокна, нити і т.п.) заточка ракли не пробивається, но її лезвіє на мгноєніє приєднімається над текстильним матеріалом, и на нем образується двійна поперечна полоска — *щелчки*. Другим дефектом, вызиваемым засорением краски пухом, комочками загустки, узелками волокон и другими мягкими забрудненнями, которые затем попадают под раклю, является *штриф* — полосы на ткани длиной 3—7 см и шириной около 5 мм, сужающиеся к концам.

Твердые инородные тела, заклиниваясь между печатным валом и раклеј, могут оставлять царапину по окружности вала - *забоины вала*. По краям царапины образуются возвышения, приєднімающие раклю. В результате на этом месте ракли пропускает краску, и на рисунке отпечатывается непрерывная полоса.

При срабатывании штрихов гравюры по краям в процессе длительной работы, а также в случае применения очень густой краски и плохого заполнения гравюры на ткани наблюдаются *непропечатанные места* в виде звездочек или штрихов. Наоборот, при слишком глубокой гравюре или плохой смачиваемости ткани избыток краски раздавливается печатными валами, вследствие чего на ткани появляется *ореол* вокруг рисунка. Если наносящий краску валик (щетка) не смазывается полностью печатной краской и не передает ее печатному валу, то печатаются не все части рисунка. Этот порок, который носит название *срыв краски*, особенно заметен при печатании рисунка в полосу или клетку.

Пятна на ткани, расстояние между которыми соответствует длине окружности вала, появляются как следствие *зашиба* и *зареза вала*, когда в результате неосторожного обращения повреждается его полированная поверхность с образованием вмятин и царапин. В этих углублениях скапливается краска, не счищаемая раклеј.

Если перед печатанием не был устранен перекос утка на ткани, то после обработки ее в цехе заключительной отделки печатный оттиск оказывается перекошенным, что особенно заметно для геометрических рисунков.

Засечки — непропечатанные места после разглаживания ткани — образуются в результате заминов и плохого ширения, когда на ткани запрессовываются складки, остающиеся при печати белыми.

Более *светлыми*, чем требуется, отпечатки могут быть из-за засорения гравюры некоторыми красками; глубина гравюры при этом уменьшается, и она набирает меньше краски.

Причиной *разнокромочной печати*, когда отпечаток на кромках ткани имеет разную интенсивность, является неравномерное прижатие печатного вала к прессу или добавление краски в ящик преимущественно с одной стороны.

Если ткань проходит в печатной сушилке или зрельнике жгутом или с засечками из-за неисправных роликов, либо если она укладывается в тележку до полного просыхания печатной краски, на ней возникает дефект, называемый *належками*: отпечаток рисунка на складках или загнутых кромках ткани. В случае конденсации пара в зрельнике и попадания образующихся капель на ткань получают пятна с резко окрашенным ореолом — *подмочка* ткани.

Чтобы избежать перечисленных дефектов, следует тщательно готовить к работе печатное оборудование и строго соблюдать параметры технологического процесса печати.

ГЛАВА 5. КОЛОРИРОВАНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ СМЕСИ ПРИРОДНЫХ И ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

В настоящее время все большее значение в расширении ассортимента текстильных изделий приобретают материалы из смеси природных и химических волокон. Лучшие потребительские свойства достигаются за счет сочетания гидрофильных целлюлозных и шерстяных волокон с химическими волокнами, обладающими хорошими физико-механическими свойствами (высокая прочность на разрыв и истирание, малосминаемость, формоустойчивость, устойчивость к действию света).

Однако Колорирование таких материалов вызывает определенные трудности. Сложность крашения и печатания материалов из смеси волокон заключается в том, что природные и химические волокна по своей структуре являются антиподами: природные волокна — гидрофильные, пористые, нетермопластичные; химические — гидрофобные, малопористые, термопластичные. Для получения ровных, ярких и устойчивых окрасок необходимо надлежащим образом подобрать красители и такие условия, в которых оба волокна зафиксировали бы краситель в одинаковой степени.

Задача Колорирования материалов из смеси волокон может быть решена следующими путями.

1. Химические волокна, используемые в смеси с природными, можно вырабатывать уже окрашенными. Такой способ называют «крашение в массе». Он состоит в том, что пигменты или специально синтезированные красители добавляют в раствор или расплав полимера перед или в процессе его прядения. Для «крашения в массе» можно использовать красители, растворимые в прядильных растворах или расплавах, а также высокодисперсные пигменты, которые должны равномерно распределяться в растворе или расплаве и давать устойчивые дисперсии. Величина частиц пигмента должна быть в пределах 1–2 мкм. Особенно перспективно крашение в мас-

се полихлорвинильных и полиолефиновых волокон, которые в готовом виде практически не окрашиваются.

Однако крашение химических волокон в массе экономически целесообразно только при выпуске больших партий (не менее 20 тонн). Поэтому этот способ применяется для получения распространенных цветов: черного, серого, коричневого, синего, зеленого. Таким образом, использование окрашенных в массе химических волокон лишает текстильную промышленность возможности выпускать продукцию модных цветов и оттенков, вызывает необходимость хранить большие запасы окрашенного волокна на складах.

2. Для получения светлых (пастельных) тонов возможно крашение только одной составляющей смесовой ткани. Благодаря гомогенности смеси визуально создается впечатление однотонной светлой окраски всего материала, но по мере увеличения глубины и интенсивности оттенка окрашивание одного из волокнистых компонентов оказывается недостаточным.

3. Получение меланжевого эффекта за счет окрашивания одного из компонентов смесовой ткани, так называемый «дефект в эффект».

4. Колорирование текстильных материалов из смеси волокон с применением красителей двух классов, каждый из которых фиксируется на одной из составляющих смесовой ткани. Этот способ находит широкое распространение, так как позволяет получить однотонную окраску любой интенсивности.

5. Применение красителей одного класса, которые на обеих составляющих разной природы должны обеспечить ровную однотонную окраску. Это направление является наиболее перспективным.

5.1. Колорирование текстильных материалов из смеси хлопка с гидратцеллюлозными волокнами

Гидратцеллюлозные вискозные и высокомолекулярные вискозные волокна окрашиваются более интенсивно, чем хлопковые.

Для равномерного окрашивания хлопка и вискозного волокна целесообразно использовать активные красители. При крашении по периодическому способу концентрацию электролита необходимо снизить на 10—15 % (с учетом вложения вискозного волокна), а температуру крашения увеличить на 15—25 °С по сравнению с крашением хлопчатобумажных тканей, поскольку при повышенных температурах вискозное волокно набухает в меньшей степени и различие в физической структуре волокон становится меньшим.

5.2. Колорирование целлюлозно-полиэфирных текстильных материалов

Наибольшее распространение получили материалы из смеси льна, хлопка и вискозного волокна с полиэфирным волокном. Вырабатываются материалы платьевые, сорочечные, костюмные, плащевые, декоративные, в которых соотношение полиэфирного и целлюлозного волокон могут быть 67:33, 50:50, 33:67, 25:75 и другие.

5.2.1. Применение красителей двух классов

При Колорировании целлюлозно-полиэфирных тканей возможно использование следующих пар красителей: активные — дисперсные, кубовые — дисперсные, кубозоли — дисперсные, прямые - дисперсные, сернистые - дисперсные. Первые красители из каждой пары фиксируются на целлюлозной составляющей, вторые (дисперсные) — на полиэфирной.

Наиболее распространен термозольный способ крашения целлюлозно-полиэфирных тканей смесью активных или кубовых и дисперсных красителей. Фиксация дисперсных красителей на полиэфирном волокне происходит в термокамере в среде горячего воздуха при температуре 200—210 °С в течение 60—90 секунд. Условия фиксации на целлюлозном волокне выбирают в соответствии с используемыми красителями.

Колорирование смесью активных и дисперсных красителей

Однованный термофиксационный способ крашения позволяет совместить фиксацию красителей на волокнах обоих видов при обработке в термокамере горячим воздухом. Ткань вначале пропитывают при температуре 20–25 °С раствором, содержащим активные и дисперсные красители, гидрокарбонат натрия (до 15 г/л) или карбонат натрия (10 г/л), мочевины (25–50 г/л) и манутекс RS (1 г/л), который препятствует миграции красителей. Затем ткань отжимают до остаточной влажности 60–70 %, сушат, обрабатывают при 200–210 °С в течение 60–90 с, промывают холодной и горячей водой, мылуют при температуре 100 °С, промывают горячей и теплой водой.

Для успешного проведения однованного процесса необходимо особенно тщательно подбирать активные и дисперсные красители. Дисперсные красители для фиксации требуют слабокислой или нейтральной среды, поэтому щелочность красильной ванны должна быть минимальной. Рекомендуется в качестве щелочного агента использовать гидрокарбонат натрия. Некоторые активные красители чувствительны к действию высокой температуры в присутствии мочевины. Возможно взаимодействие активных хлортиазиновых и дисперсных красителей, содержащих гидроксильные и аминогруппы. Кроме того, в присутствии мочевины дисперсные красители могут окрашивать целлюлозное волокно, загрязняя его.

В настоящее время созданы выпускные формы, содержащие специально подобранные пары активных и дисперсных красителей: хеласины (Польша), резакотоны и ремароны (Германия), процилены (Англия), дримафоны (Швейцария). Предназначены они для крашения целлюлозно-полиэфирных тканей с вложением 45–67 % полиэфирного волокна.

При *непрерывном двухстадийном способе* крашения смесью активных и дисперсных красителей ткань пропитывают раствором, содержащим активный и дисперсный красители, мочевины, смачиватель, ингибитор миграции (манутекс), отжимают до остаточной влажности 60–70 %, сушат и термофиксируют при температуре 200–210 °С в течение 60–90 с.

При этом дисперсный краситель фиксируется на полиэфирном волокне.

Далее ткань пропитывают раствором, содержащим гидроксид натрия (не менее 10 г/л), хлорид натрия (до 200 г/л), отжимают до привеса 70—80 %, запаривают при температуре 102—105 °С в течение 30—90 с и промывают. При запаривании в щелочной среде происходит образование ковалентной связи между активным красителем и целлюлозным волокном.

При *печатании* смесью активных и дисперсных красителей используются как одностадийный термозольный, так и двухстадийный способ, когда после печати и сушки ткань обрабатывается щелочным раствором электролита в зрельнике мокрого проявления.

Хорошие результаты могут быть получены при применении зрельника с перегретым паром (температура 160 °С, время обработки 2—3 мин), в котором одновременно происходит фиксация активных красителей на целлюлозном и дисперсных красителей на полиэфирном волокне.

Представляет интерес использование азеотропных зрельников. В таком зрельнике одновременно происходит диффузия активного красителя в целлюлозную составляющую, набухшую в парах воды, и дисперсных красителей в полиэфирное волокно, пластификация которого облегчается присутствием в зрельнике паров воды и органического растворителя.

Колорирование смесью кубовых и дисперсных красителей

Крашение целлюлозно-полиэфирной ткани проводят только по двухстадийному способу. Ткань пропитывают составом, содержащим дисперсный и кубовый краситель, антимигрант (манутекс), уксусную кислоту до pH 6—6,5, отжимают до 55—70 % привеса, сушат и обрабатывают при температуре 200—210 °С в течение 90—120 с. В этих условиях полиэфирное волокно закрашивается дисперсными красителями.

Целлюлозная составляющая окрашивается при последующей пропитке ткани щелочно-восстановительным раство-

ром с запариванием при температуре 103—105 °С в течение 60—90 секунд. При запаривании кубовый краситель переходит в растворимое состояние, идет диффузия его внутрь целлюлозного волокна. Затем проводят окисление (пропитка раствором пероксида водорода при температуре 55—60 °С), при котором лейкосоединение кубового красителя окисляется до исходного пигмента, а далее следуют промывка, мыловка и окончательная промывка.

В состав проявительного раствора входят дитионит натрия (50-70 г/л), гидроксид натрия 32,5 %-ный (100-150 г/л) и хлорид натрия (10-20 г/л), препятствующий десорбции красителя.

Достоинством данного способа является возможность получения высокоустойчивых, интенсивных, глубоких окрасок сложных тонов.

Возможно использование готовых смесевых красителей: полицеллы (Россия), коттестрены, полиэстрены А и резитрены (Германия), терракотоны (Швейцария), унитроны (Япония).

Печатание смесями дисперсных и кубовых красителей позволяет получить интенсивную и ровную окраску, обладающую высокими показателями прочности.

Процесс печатания складывается из следующих стадий:

- печатание пастой дисперсных и кубовых красителей (лучше использовать готовые выпускные формы) с применением загусток из эфиров крахмала или камедей;

- сушка;

- термозолирование при температуре 220 °С в течение 30 с;

- обработка проявительным раствором, содержащим (г/л): гидроксид натрия - 12-24, дитионит натрия - 24—38, карбонат натрия — 24—38, ПАВ — 0,6—1,2;

- отжим до привеса 70—80 %;

- запаривание при температуре 125—130 °С в течение 30 с;

- промывка, мыловка, заключительная промывка.

5.2.2. Применение красителей одного класса

С технологической точки зрения Колорирование тканей из смеси волокон целесообразнее проводить с использованием красителей одного класса. Наиболее подходящими для этого являются пигменты. Эти красители универсальны, они фиксируются на поверхности элементарных волокон с помощью полимерных связующих независимо от природы волокна. Однако пигментные красители не обеспечивают высокой устойчивости окраски к стиркам и трению.

Представляет интерес применение красителей, обладающих сродством и к гидрофильной, и к гидрофобной составляющим смешанной ткани. Такими являются специально синтезированные кубовые красители (полиэстреновые) и серноокислые эфиры лейкосоединений кубовых красителей (кубозоли).

Кубовые красители, являясь водонерастворимыми соединениями, фиксируются полиэфирным волокном подобно дисперсным красителям на стадии термообработки горячим воздухом. Целлюлозное волокно закрашивается ими на последующих стадиях (восстановление — диффузия — сорбция на активных центрах волокна — окисление).

Использование *термозольного двухстадийного способа крашения* позволяет получить на целлюлозно-полиэфирных тканях окраски средней интенсивности. Для этого способа пригодны полиэстреновые (Германия) или отечественные красители с индексом Д, обладающие устойчивостью при высоких температурах.

Ткань пропитывают суспензией, содержащей кубовый краситель и ингибитор миграции; отжимают до 60 %-ного привеса; сушат при температуре 110—120 °С (возможно предварительное подсушивание в зоне инфракрасного обогрева); гермообработывают при температуре 210—215 °С в течение 60—90 секунд. При этом кубовый краситель фиксируется на полиэфирном волокне.

Далее ткань пропитывают проявительным раствором, содержащим (г/л):

— дитионит натрия	50;
— гидроксид натрия, 32,5 %-ный	75;
— хлорид натрия	20 .

После этого ткань запаривают при температуре 103 °С в течение 60 с, подвергают обработке в растворе окислителя и промывают.

Печатание тканей из смеси волокон кубовыми красителями применяется редко. Это связано с возможностью получения только неярких пастельных тонов и возможной разнооттеночностью.

Кубозоли нашли широкое применение для крашения целлюлозно-полиэфирных тканей в светлые тона. Для этой цели следует использовать специально подобранные красители, так как некоторые кубозоли полиэфирную составляющую окрашивают или заметно слабее (например, кубозоль синий), или с другим оттенком (например, кубозоль золотисто-желтый ЖХ и КХ), чем на целлюлозном волокне. Кубозоль коричневый СК практически не окрашивает полиэфирное волокно, поэтому не может быть рекомендован для крашения целлюлозно-полиэфирных тканей.

Крашение проводят по технологии крашения хлопчатобумажных тканей нитритным способом, но для получения равномерных окрасок не рекомендуется увеличивать концентрацию красителя более 5—7 г/л.

Вначале окрашивают целлюлозное волокно, для чего ткань пропитывают при температуре 60—70 °С составом, содержащим (г/л):

— кубозоль	
— нитрит натрия	5;
— хлорид натрия	5;
— дитионит натрия	0,5;
— смачиватель	0,5 .

Далее ткань отжимают до остаточной влажности 70—80 % и пропитывают проявительным раствором, содержащим сер-

иую кислоту (25—30 г/л) и мочевины (1 г/л) при температуре 55—60 °С. После этого следуют промывка, нейтрализация в растворе карбоната натрия, мыловка, промывка и сушка. Тщательно промытую и высушенную ткань термообработывают при температуре 200 °С в течение 90 с для окрашивания полиэфирной составляющей.

При получении светлых тонов для некоторых марок ку-бозолей возможно исключить термообработку ткани.

Существуют различные способы, позволяющие использовать *дисперсные красители* для Колорирования целлюлозной составляющей ткани из смеси волокон: разработка технологии применения дисперсных красителей специального строения, модификация целлюлозной составляющей для придания ей сродства к дисперсным красителям.

При крашении целлюлозно-полиэфирных тканей дисперсными красителями равномерные окраски можно получить, если содержание целлюлозного волокна не превышает 20%.

Для того, чтобы окрасить дисперсными красителями и гидрофильную, и гидрофобную составляющие ткани из смеси волокон, необходимо обеспечить диффузию красителя в целлюлозное волокно. При термофиксационном способе крашения и печати используют органические растворители, кипящие при температуре 170—280 °С, например, три- и тетраметиленгликоли, полиэтиленгликоль. Обязательным требованием является хорошая растворимость красителя в данном растворителе при высокой температуре и отсутствие растворимости в нем при низкой температуре.

На полиэфирной составляющей дисперсный краситель фиксируется по обычному механизму. Закрепление красителя на целлюложном волокне происходит следующим образом: на стадии сушки после плюсования или печатания вода из ткани испаряется, однако органический растворитель остается в порах целлюлозного волокна, удерживая его в набухшем состоянии. На стадии термообработки горячим сухим воздухом (температура 200 °С, продолжительность 30—60 с) диспе-

рсный краситель, растворяясь в органическом растворителе, диффундирует в поры целлюлозного волокна. После охлаждения краситель вновь переходит в нерастворимое состояние, а растворитель удаляется из волокна при промывке. Краситель удерживается во внутренней структуре целлюлозного волокна за счет своей нерастворимости и сил межмолекулярного взаимодействия с целлюлозой (подобно кубовым красителям).

На кафедре ХТВМ МГТУ им. А.Н. Косыгина под руководством проф. Г.Е. Кричевского была проведена работа по оценке возможности использования дисперсных красителей отечественного производства в термозольном способе крашения в присутствии полиэтиленгликолей (ПЭГ). Было показано, что введение в красильный раствор ПЭГ—400 в количестве 100 г/л обеспечивает удовлетворительное качество окраски. Устойчивость её повышается после заключительной отделки препаратами для малосминаемой отделки.

Определенный интерес представляет применение *дисперсных активных красителей* для Колорирования целлюлозно-полиэфирных тканей. На полиэфирном волокне эти красители фиксируются в условиях обработки сухим горячим воздухом при температуре 200—210 °С по механизму, характерному для обычных дисперсных красителей. На целлюлозном волокне дисперсные активные красители фиксируются по типу активных красителей, химически взаимодействуя с гидроксильными группами целлюлозы в щелочной среде.

Крашение или печатание проводят по одностадийному термозольному способу. Плюсовочный раствор или печатная краска должны содержать краситель, гидрокарбонат натрия (в качестве щелочного агента), диспергатор НФ и мочевины. При термообработке после плюсования или печати мочевины расплавляется ($t_{\text{ни}} \sim 135$ °С), расплав ее заполняет поры целлюлозного волокна и является средой для диффузии красителя в волокно.

Оригинальный способ Колорирования целлюлозно-полиэфирной ткани *активными красителями* разработан на кафедре ХТВМ МГТУ им. А.Н. Косыгина. В состав красильного раствора или печатной краски вводят кремнийорганический

амин, который взаимодействует с активным красителем, образуя соединение, прочно фиксирующееся на полиэфирном волокне за счет адгезионных сил кремнийорганической составляющей. На целлюлозном волокне активный краситель фиксируется по обычному механизму.

В состав красильной ванны или печатной краски входят: активный краситель, кремнийорганический амин, мочеви́на, смачиватель НБ. Кремнийорганический амин создает щелочную среду (рН 10,5), что дает возможность не вводить дополнительное количество щелочи.

После плюсования или печатания следуют сушка и термообработка при температуре 200—210 °С в течение 60-90 секунд, а затем промывка.

Полученные окраски отличаются яркостью и высокой устойчивостью к физико-химическим воздействиям.

5.3. Колорирование текстильных материалов из смеси вискозных и ацетатных нитей

При Колорировании вискозно-ацетатных текстильных материалов возможно получение интересного *двухцветного или меланжевого эффекта* («резервное крашение»). В этом случае закрашивается только один из волокнистых компонентов ткани (вискозное волокно — кубовыми, активными, прямыми красителями или ацетатное волокно — дисперсными красителями). Особый интерес данный способ представляет при крашении жаккардовых тканей, у которых рисунок выработан с помощью одной из волокнистых составляющих по фону, образованному другой составляющей. С помощью указанных красителей рисунок и фон на ткани окрашиваются в разные цвета.

Для получения *однотонной равномерной окраски* при Колорировании в светлые тона используют смесь дисперсных и прямых красителей; в темные тона — смесь дисперсных и кубовых или дисперсных и активных красителей.

Крашение смесью дисперсных и прямых красителей можно проводить по периодическому способу. В состав красильного раствора вводят прямой и дисперсный красители, поверхностно-активные вещества и электролит (хлорид натрия). Температура крашения 80 °С, продолжительность 45—60 минут.

При печатании смесью дисперсных и активных красителей в состав печатной краски помимо указанных красителей вводят мочевины (100 г/кг), диспергатор НФ, тиомочевину (20 г/кг), гидрокарбонат натрия (15 г/кг) и альгинатную загустку. После печатания и сушки ткань запаривают при температуре около 100 °С в течение 25—30 мин, затем промывают.

5.4. Колорирование текстильных материалов из смеси шерсти и химических волокон

В настоящее время в шерстяной промышленности окрашивают большое количество пряжи и тканей из смеси волокон. Наиболее распространенными являются ткани следующего состава:

- 70 % шерсти и 30 % вискозного штапельного волокна;
- 40 % шерсти, 50 % вискозного штапельного волокна и 10 % полиамидного волокна;
- 50 % шерсти и 50 % полиэфирного волокна;
- 50 % шерсти и 50 % полиакрилонитрильного волокна.

Смешанные ткани и пряжа, содержащие шерсть и вискозное волокно или шерсть, вискозное волокно и капрон, называются полушерстяными.

5.4.1. Колорирование полушерстяных тканей

Полушерстяные ткани обычно красят однованным или двухванным способом кислотными, кислотными металлокомплексными 1:2 или однохромовыми красителями, окрашивающими из слабокислой или нейтральной ванны, в комбинации с прямыми светопрочными красителями.

Шерсть и капрон закрашивают при температуре кипения в слабокислой среде (так как вискозное волокно не устойчиво к действию кислот), а вискозное волокно — в остывающей нейтральной ванне (из-за неустойчивости шерсти к действию щелочей). Причем вискозная составляющая всегда закрашивается в последнюю очередь, так как получаемая на ней окраска не выдерживает влияния высоких температур и краситель может десорбироваться.

При крашении полушерстяных материалов по *однованному способу* в кислой среде в ванну рекомендуется добавлять вещества, резервирующие шерсть от поглощения прямых красителей, например препарат эффектан С-13 (1—2 % от массы материала).

Двухванный способ крашения

Вначале окрашивается шерстяное волокно. В красильную ванну вводят раствор сульфата натрия (10 % от массы материала), уксусную кислоту или раствор сульфата или ацетата аммония (3—5 % от массы материала) и раствор кислотного красителя. Постепенно поднимают температуру до кипения и красят в течение 1 часа. По окончании крашения ванну охлаждают и окрашенный материал промывают теплой и холодной водой. После этого готовят новый красильный раствор, содержащий раствор прямого красителя, хлорида натрия (10 % от массы материала) и карбонат натрия до pH 8—8,5. Крашение проводят при температуре 60–70 °С в течение 1 часа. Затем красильную ванну охлаждают и окрашенный материал промывают.

Однованный способ крашения красителями для полушерсти

Для крашения полушерстяных тканей и пряжи выпускают специальные красители. Смеси красителей, рекомендуемые для крашения полушерсти, подобраны так, чтобы они обеспечивали необходимую яркость окрасок, высокую устойчивость окрасок к свету, мокрым обработкам и другим физико-химическим воздействиям.

Отечественная промышленность выпускает достаточно большой ассортимент красителей для полушерсти. Ряд стран выпускает специально подобранные пары обычных кислотных и прямых красителей — медиозоловые (Чехия); смесь кислотных металлокомплексных 1:2 и прямых светопрочных красителей — медиосталовые (Чехия), вегановые (Германия); смесь хромохромовых и прямых светопрочных красителей — хромохромовые (Чехия).

При крашении красителями для полушерсти в красильную ванну вводят в виде растворов хлорид или сульфат натрия (15 % от массы материала), ацетат или сульфат аммония (3—5 % от массы материала) и краситель. Крашение начинают при 30—40 °С, постепенно ванну нагревают до кипения и красят при кипении 45—60 минут. Затем в ванну добавляют раствор хлорида натрия (5 % от массы материала) и красят в остывающей ванне 45 минут. По окончании крашения материал промывают теплой и холодной водой.

Для повышения устойчивости окрасок среднего и темного тонов рекомендуется провести упрочнение окраски закрепителями ДЦУ, ДЦМ, устойчивым-2. Окраски светлых тонов не закрепляют.

Однованный способ крашения активными красителями

Большой интерес при Колорировании полушерстяных тканей представляют активные красители, которые обеспечивают получение ярких и устойчивых расцветок.

Крашение активными красителями начинают в нейтральной среде в присутствии электролита. В этих условиях краситель сорбируется вискозным волокном. Затем в ванну вводят щелочной агент до рН 8,5—9,5 и красят в течение 40—60 мин при температуре 20 °С (для дихлортриазиновых красителей с индексом Х) или 60 °С (для винилсульфоновых красителей с индексом Т). При этом активный краситель взаимодействует с вискозным гидратцеллюлозным волокном с образованием ковалентной связи.

Далее в ванну вводят уксусную кислоту до pH 5—5,5, повышают температуру до 100 °С и при кипении окрашивают шерсть в течение 45—60 минут. Для получения ровной окраски рекомендуется в состав красильной ванны вводить выравниватели.

Печатание активными красителями

При печатании используется одностадийный запарной способ, который включает следующие операции: 1) печатание составом, содержащим активный краситель, мочевины, гидрокарбонат натрия, диэтаноламид и альгинатную загустку; 2) сушку; 3) запаривание в зрельнике при температуре 102–105 °С в течение 30 мин; 4) промывку.

Препарат диэтаноламид (ДЭА) способствует лучшей фиксации красителя на шерсти, поскольку обладает высоким сродством и к красителю, и к шерстяному волокну и способен в определенных условиях создавать двухфазные капельные системы. Практически весь краситель в силу высокого сродства к ДЭА сосредоточен в каплях этого препарата. При запаривании капли сливаются в общий слой, пленкой обволакивающий волокно. Диффузия красителя идет из образованного очень концентрированного слоя гораздо быстрее, окраска получается более интенсивной, чем без подобного препарата.

5.4.2. Крашение тканей из смеси шерсти с полиэфирным волокном

Крашение тканей, состоящих из смеси шерсти и полиэфирного волокна, обычно проводят периодическим способом на красильно-промывной машине смесью дисперсных (для закрашивания полиэфирного волокна) и кислотных (для закрашивания шерсти) красителей. Для крашения пригодны дисперсные красители, которые в условиях крашения полиэфирного волокна не окрашивают шерсть. Это необходимо, чтобы избежать понижения устойчивости окраски.

Крашение проводят по *однованному* (для светлых и средних тонов) или *двухванному* (для темных тонов) способам.

При *однованном способе* крашение ведут в красильной ванне, содержащей дисперсный и кислотный красители, электролит (сульфат натрия), уксусную кислоту до pH 6–6,5 и интенсификаторы, при температуре 100 °С в течение 1 — 1,5 часа. В заключение ткань промывают, мылуют при 50–60 °С и снова промывают.

При *двухванном способе* сначала окрашивают полиэфирную составляющую ткани дисперсными красителями в присутствии интенсификаторов, затем ткань обрабатывают в восстановительной ванне для удаления дисперсных красителей с шерсти, и во второй ванне окрашивают шерсть кислотными красителями.

Представляет интерес крашение при температуре 120 °С смесями кислотных и дисперсных красителей в присутствии формальдегида или веществ, выделяющих его при высокой температуре, для защиты шерсти от повреждения. Проведение процесса при температуре 120 °С благоприятно влияет на ускорение крашения полиэфирного волокна дисперсными красителями, повышает производительность труда, а присутствие формальдегида позволяет шерстяному волокну сохранять свои ценные свойства.

5.4.3. Крашение тканей и пряжи из смеси шерсти и полиакрилонитрильного волокна

Ткань и пряжу, состоящие из шерсти и полиакрилонитрильного (ПАН) волокна, окрашивают смесью кислотных или кислотных металлокомплексных красителей и катионных красителей.

Кислотные и катионные красители при совместном применении могут взаимодействовать:



Образующееся соединение не взаимодействует с волокном, концентрация активной части красителя снижена, следовательно, процесс крашения замедляется и окраска получается более равномерной. По мере связывания активных ионов красителей волокнами под действием высокой температуры образовавшееся соединение диссоциирует, и поглощение ионов волокном продолжается.

Однако, крашение по однованному способу можно проводить только в светлые и средние тона. В красильную ванну вводят выравниватели, уксусную кислоту до рН 2—3 и затем растворы кислотных и катионных красителей, которые готовят отдельно. Крашение начинают при 50 °С, в течение 1 ч нагревают ванну до кипения и красят при кипении 1,5—2 часа. По окончании крашения ванну постепенно, чтобы избежать возникновения заломов на ткани, охлаждают до 75—80 °С, после чего окрашенный материал промывают.

Для крашения в темные тона используют двухванный способ, так как при больших концентрациях красителей в одной ванне возможно возникновение осадков. В первой ванне окрашивают полиакрилнитрильную составляющую смесовой ткани. Затем ткань тщательно промывают и окрашивают шерсть кислотными красителями.

Для однотонного однованного крашения изделий из шерсти в смеси с ПАН-волокном, а также трехволоконных смесей (шерсть + ПАН-волокно + целлюлозные или полиамидные волокна) можно использовать также *смеси активных и катионных красителей*, причем выбирают такие активные красители, которые окрашивают шерсть и целлюлозное или полиамидное волокна в один тон. Катионные красители при этом должны поглощаться только ПАН-волокнами. Вначале ведут крашение в кислой среде для получения более равномерных окрасок, завершают процесс щелочной обработкой, в результате которой активный краситель ковалентно фиксируется.

5.5. Колорирование тканей из смеси волокон, содержащих натуральный шелк

Натуральный шелк перерабатывается в основном в смеси с вискозными, триацетатными, полиэфирными и полиамидными волокнами.

Наибольшую трудность представляет Колорирование тканей, содержащих полиэфирные и триацетатные волокна, поскольку дисперсные красители, применяемые для их крашения, закрашивают натуральный шелк интенсивно, но непрочно. В связи с этим для крашения рекомендуется применять двухванный способ. Вначале окрашивают полиэфирные или триацетатные волокна дисперсными красителями, далее проводят щелочно-восстановительную обработку в растворе, содержащем дитионит натрия и гидроксид натрия, для удаления дисперсных красителей из шелкового волокна. Во второй ванне окрашивают шелк прямыми, активными, кислотными или кислотными металлокомплексными (КМК 1:2) красителями.

При печатании по тканям из смеси натурального шелка с триацетатным волокном используют смесь дисперсных и активных красителей. В состав печатной краски помимо красителей входят мочевины, диспергатор НФ, тиомочевина, гидрокарбонат натрия и альгинатная загустка.

На кафедре ХТБМ МГТУ им. А.Н. Косыгина разработана технология печати, позволяющая окрашивать триацетатное волокно и натуральный шелк одним классом красителей — кислотными металлокомплексными 1:2. В состав печатной краски вводят соединения, способствующие фиксации красителей КМ К 1:2 на триацетатном волокне: резорцин и тиомочевину, которые разрыхляют структуру триацетатного волокна и одновременно повышают растворимость красителей. Для создания слабокислой среды используют сернокислый аммоний.

После печатания и сушки ткань запаривают в зрельнике при температуре около 100 °С в течение 15–20 мин, а затем промывают.

Ткани из смеси натурального шелка и полиамидного волокна окрашивают по одному способу кислотными или активными красителями, а из шелка и вискозного волокна — прямыми красителями.

5.6. Колорирование текстильных материалов из смеси ацетатных и синтетических волокон

Для крашения материалов из смеси ацетатного, триацетатного волокон с полиамидными или полиэфирными обычно используют дисперсные красители. Однако следует учитывать, что многие из них на разных волокнах дают различные оттенки. Поэтому необходимо подбирать красители и условия крашения, обеспечивающие получение однотонной окраски с одинаковыми прочностными показателями.

ГЛАВА 6. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Основной задачей заключительной отделки является улучшение потребительских свойств и внешнего вида текстильных материалов, обеспечение долговечности и надежности изделий из них, а также придание тканям специальных свойств в зависимости от их назначения.

Различают заключительную отделку общего назначения, при которой имеющиеся свойства ткани улучшаются: происходит придание блеска или матовости, износостойкости, определенного грифа, жесткости, мягкости, наполненности и т.д.; и специального назначения — придание ткани новых свойств (гидро-, кислото-, маслоотталкивающих, огнезащитных, биозащитных, антистатических, грязеотталкивающих и др.).

Все процессы заключительной отделки текстильных материалов можно разделить на механические и химические.

К механическим относятся: обезвоживание и сушка, придание определенных размеров (ширение) с одновременной правкой утка на сушильно-ширильных машинах; разглаживание, придание серебристого эффекта, «лаке» или тиснения путем обработки тканей на каландрах различных типов; механическое (принудительное) усаживание тканей для стабилизации их линейных размеров; декатировка, ворсование, укладка и завивка ворса и ряд других операций.

К химическим процессам отделки относятся операции, предусматривающие нанесение на ткань различных составов — аппретов — с целью улучшения их потребительских свойств или придания новых специфических свойств.

Характер заключительной отделки определяется прежде всего ассортиментом и назначением данного вида ткани и во многом зависит от природы волокна, из которого она изготовлена. Так, тканям для верхней одежды придают устойчивость к механическим воздействиям, износостойкость, малосминаемость, наполненность, устойчивость к светопогоде, стиркам, химчисткам, часто гидрофобность. Бельевые ткани

должны обладать высокой гидрофильностью и износостойкостью. Мебельным, декоративным тканям придают устойчивость к истиранию, свету, огнезащитные и грязеотталкивающие свойства. Технические ткани (палаточные, брезентовые и др.) должны быть водонепроницаемыми, светостойкими, устойчивыми к действию микроорганизмов.

6.1. Отделка тканей из целлюлозных волокон

При отделке тканей из целлюлозных волокон широко используются физико-механические, химические способы и их сочетание.

6.1.1. Механическая отделка

Механические операции заключительной отделки включают исправление перекоса уточных нитей, ширение ткани, каландрирование, обработку на стригальных, наждачных и тканеусадочных машинах.

Каландрирование обычно сочетают с химической операцией — аппретированием.

Ширение тканей с одновременным исправлением перекоса уточных нитей осуществляют на цепных ширильных машинах ШЦ или совмещают с процессом сушки на сушильно-ширильных машинах.

Влажность ткани, поступающей в сушильно-ширильную машину, должна быть не менее 25 %, поскольку ширение осуществляется значительно легче, если ткань влажная. Принцип ширения тканей основан на захвате кромок клуппами, установленными на двух бесконечных цепях, и растягивании полотна по ширине до стандартных размеров. Исправление перекоса уточных нитей достигается ускорением или замедлением движения одной из цепей с помощью автоматов правки утка.

Механическому усаживанию подвергаются хлопчатобумажные гладкокрашеные и меланжевые одежные ткани, атак-

же ткани из смеси целлюлозных и химических волокон. На тканеусадочных машинах ткань приводится в тесный контакт с растянутой поверхностью гибкого плотного материала (толстое шерстяное сукно или резиновый ремень), который затем сокращается вместе с тканью. Технологическая усадка тканей достигает 10 %, физико-механические свойства, присущие ткани, при этом полностью сохраняются. Однако эффект стабилизации линейных размеров может быть получен только в направлении основы.

6.1.2. Придание тканям малосминаемости, малоусадочности и формоустойчивости

Малосминаемость текстильных материалов обуславливается способностью их восстанавливать исходную форму и расправлять складки после прекращения действия сминающей нагрузки.

Сминаемость характеризуется углами восстановления ткани после ее смятия по основе и утку или суммой этих углов в градусах (СУР — суммарный угол раскрытия). Максимально возможная малосминаемость при измерении по основе или утку равна 180 °. Для необработанной хлопчатобумажной ткани она составляет 70—85 °. Показатель малосминаемости может быть определен в сухом и мокром состоянии ткани.

Устойчивость тканей к смятию зависит, в первую очередь, от упруго-эластических свойств волокон, определяемых их химическим строением, молекулярной и надмолекулярной структурой. Особенно чувствительны к смятию изделия из целлюлозных и гидратцеллюлозных волокон.

При рассмотрении структуры целлюлозы выделяют кристаллические (микрорекристаллические) и аморфные области. Кристаллические области, образованные плотно упакованными микрофибриллами или кристаллитами, способны лишь к очень малым обратимым упругим деформациям, они практически недеформируемы.

В аморфных областях расположение макромолекул менее упорядочено, они могут необратимо перемещаться одна

относительно другой под влиянием внешних механических воздействий. При этом перераспределяются межмолекулярные водородные связи, фиксируется новое взаимное расположение макромолекул. Это обуславливает пластический характер деформаций.

Подвижность макромолекул на границе между кристаллическими и аморфными областями существенно снижается, возникают лишь обратимые эластические деформации. При действии нагрузки не наблюдается смещения структурных элементов волокна. Возникающие в результате нагрузки внутренние напряжения после ее снятия возвращают макромолекулы в исходное положение.

Таким образом, для придания малосминаемости и формоустойчивости целлюлозным материалам необходимо повысить их упруго-эластические свойства. Это может быть достигнуто:

1) подбором определенных волокон для данного изделия, например, использованием смеси целлюлозных и полиэфирных волокон, обладающих высокими эластическими свойствами. Так, текстильные материалы, содержащие 33 % целлюлозных волокон и 67 % полиэфирных, сохраняют формоустойчивость в процессе эксплуатации. Большое значение имеет величина крутки пряжи и характер переплетения. При большой крутке волокна напряжены, сминаемость увеличивается. Ткани сложного переплетения, изготовленные из пряжи небольшой крутки, сминаются в меньшей степени;

2) образованием синтетической смолы в аморфных субмикроскопических областях волокон;

3) образованием межмолекулярных связей (сшивок) между фибриллами и макромолекулами целлюлозного волокна с помощью би- или полифункциональных соединений.

Следует отметить, что образование ковалентных поперечных связей между макромолекулами целлюлозы сказывается не только на упругоэластических свойствах, но и на механической прочности ткани.

При отделке текстильных материалов из гидратцеллюлозных волокон по мере увеличения содержания в них термореактивной смолы (до 10—12 %) происходит возрастание механичес-

кой прочности материалов, и только при концентрации смо больше 12 % механическая прочность падает. *

При обработке же материалов из природной целлюлозы (хлопок) падение прочности начинается сразу. Это можно объяснить тем, что введение химических поперечных связей между смежными макромолекулами гидратцеллюлозы существенной уменьшает их подвижность, в то время как макромолекулы природной целлюлозы благодаря высокой плотности упаковки макромолекул и образованию новых химических связей утрачивают способность скользить относительно друг друга.

При малосминаемой отделке снижается и прочность к истиранию, особенно в вискозно-штапельных тканях. Это связано с тем, что действие стирающей нагрузки сводится не к расщеплению, а к постепенному отрыву выступающих из ткани кончиков волокон.

Для сообщения хлопчатобумажным и вискозным штапельным тканям свойств малосминаемости и малоусадочности используют предконденсаты термореактивных смол трех типов: формальдегидсодержащие препараты с высоким содержанием формальдегида — карбамол ЦЭМ, карбамол ГЛ, метазин, карбамол (без марки); с низким содержанием формальдегида — отексид НФ, отексид Д—2, фортекс, флир; бесформальдегидные препараты — отексид БФ.

Появление бесформальдегидных препаратов и препаратов с низким содержанием формальдегида связано с ужесточением норм по содержанию свободного формальдегида на ткани.

Ткани пальтового и костюмного ассортимента могут содержать не более 1000 мкг/г (ppт*) формальдегида (возможно применение карбамол ГЛ, ЦЭМ, метазина); ткани плательно-блузочного ассортимента и сорочек — до 300 мкг/г (ppт); ткани для нательного и постельного белья, в том числе для де-

ppт — встречающееся в англоязычной литературе обозначение массовой концентрации «parts per million» — «частей к миллиону» (количество массовых частей в одном миллионе таких же массовых частей).

тей старше 1 года - до 75 мгк/г (ррт), ткани для детей до 1 года не олжны содержать формальдегид.

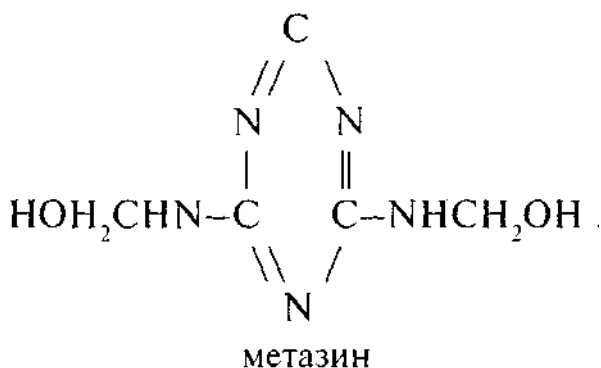
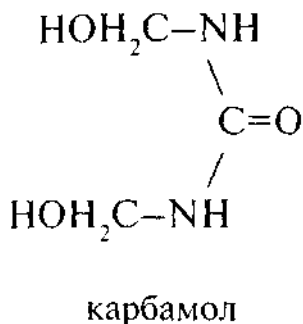
Однако препараты последнего поколения обладают значительной меньшей активностью и поэтому требуют большей пительности операций термофиксации и применения высокоактивных каталитических систем.

формальдегидсодержащие препараты можно разделить на две группы:

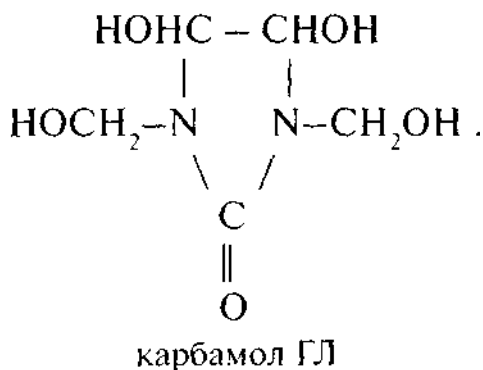
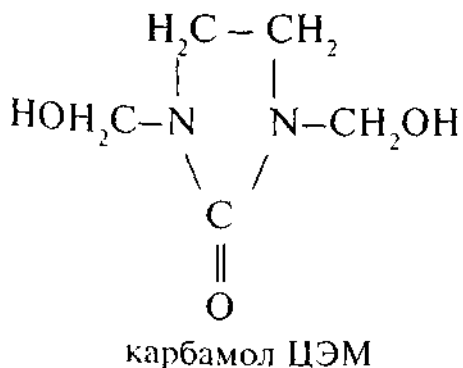
1) образующие в процессе поликонденсации гомополимеры в массе волокна;

2) бифункциональные соединения, образующие поперечные связи (сшивки) с макромолекулами волокнистого полимера.

К первой группе относятся диметилолмочевина (карбамол - 40 %-ная водная паста) и три метил ол мел амин (метазин):

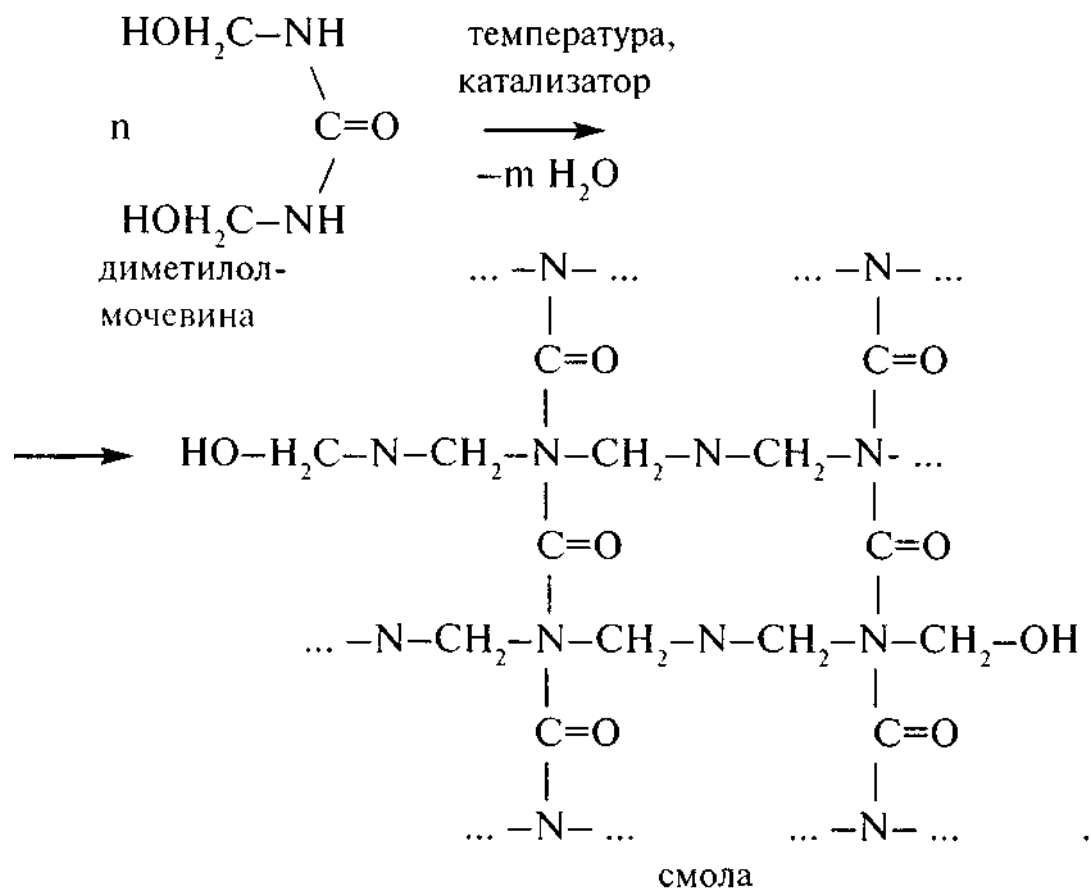


Ко второй группе относятся диметилолэтиленмочевина - карбамол ЦЭМ и диметилолдигидроксиэтиленмочевина (ДМДГЭМ) - карбамол ГЛ:



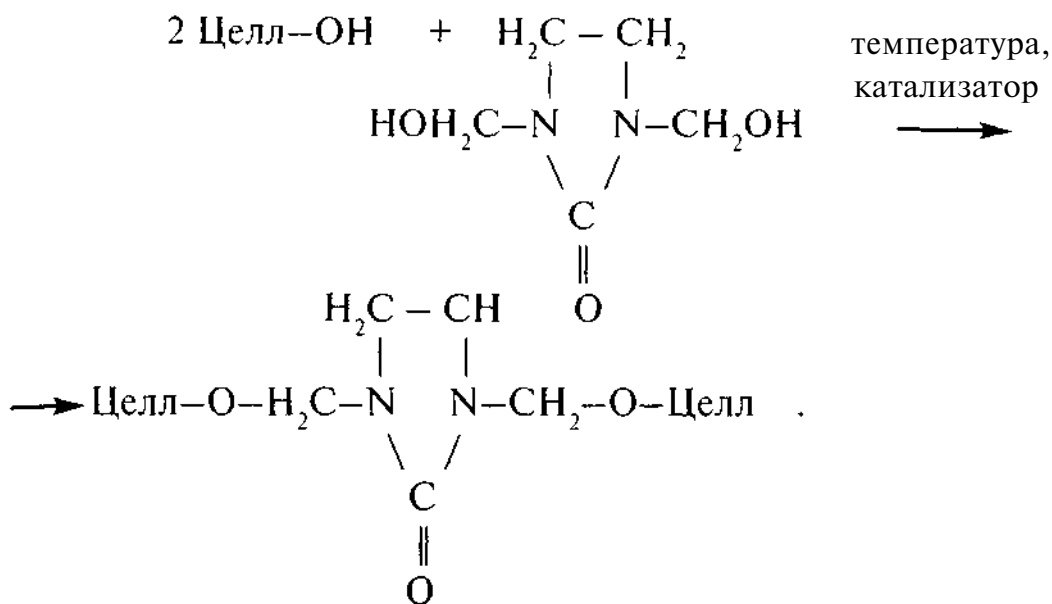
При обработке ткани препаратами первой группы в процессе термообработки ($\sim 150^\circ\text{C}$) в кислой среде протекает реакция поликонденсации с образованием в структуре волокна смолы, образуется трехмерный полимер, связанный с волокном в основном водородными связями. Одновременно возможно образование ковалентной связи с целлюлозой $\text{Целл} - \text{O} - \text{C} \text{H}_2 - \text{Ж}$.

На примере диметилолмочевины (карбамола) процесс образования гомополимера может быть представлен следующим образом:



Препараты первой группы в основном используются для малосминаемой отделки вязкозных штапельных тканей.

Препараты второй группы могут образовывать в волокне смолообразные продукты линейной структуры. Однако в основном образуется ковалентная химическая связь с целлюлозой:



В реакции образования поперечных связей принимают участие преимущественно первичные гидроксильные группы ангидроглюкозного звена макромолекулы целлюлозы. Максимальное значение угла раскрытия складки хлопчатобумажной ткани после смятия (150 °) достигается при наличии 4—5 связей на 100 ангидроглюкозных остатков целлюлозы.

Малоформальдегидные препараты отексид НФ, отексид Д—2, фортекс представляют собой этерифицированную диметилдигидроксиэтиленмочевину (ДМДГЭМ), в которой метилольные группы защищены эфирными группами, что обеспечивает снижение выделения формальдегида.

Бесформальдегидный препарат отексид БФ (дигидроксиэтиленмочевина) не содержит метилольных групп, вследствие чего практически не выделяет формальдегид.

Образование в волокне смолы и реакция «сшивки» макромолекул целлюлозы протекают при температуре выше 100 °С в присутствии кислых катализаторов.

В качестве катализаторов применяют соли аммония (хлорид аммония), соли металлов (хлорид магния, нитрат цинка и др.) и органические кислоты (щавелевая, уксусная и др.). Считают, что действие катализаторов основано на создании кислой среды при повышенной температуре.

При применении бесформальдегидных и малоформальдегидных предконденсатов термореактивных смол используют сложные катализаторы, включающие соль металла и органическую кислоту в строго подобранном соотношении (К—1, К—2). Суммарная каталитическая эффективность смеси соли металла и органической кислоты значительно превышает каталитическую активность каждого компонента в отдельности. Это позволяет снизить температуру и время термообработки.

Предконденсаты термореактивных смол обычно применяют совместно с мягчителями, пластификаторами, смачивателями.

В качестве термопластичных смол рекомендуются эмульсии на основе поливинилацетатных (ПВА), полиэтиленовых (ПЭ) и полиакриловых полимеров, а также кремнийсодержащие композиции (мягчитель МК-1, кремнийорганическая эмульсия КЭ—30—04). Термопластичные полимеры позволяют частично компенсировать потери прочности ткани при отделке термореактивными смолами. Так, применение ПЭ эмульсии позволяет снизить потери прочности на 5-6%, ПВА — на 8—15 %. При применении кремнийорганических препаратов устойчивость к истиранию повышается в 1,5—2 раза. Кроме того, ткань приобретает шелковистость, мягкость, эластичность, драпируемость и ряд других свойств.

Для придания малосминаемости во влажном состоянии используются специально разработанные соединения, которые могут взаимодействовать с целлюлозой, образуя поперечные связи в набухшем волокне. К ним относится этамон ДС — четвертичная аммониевая соль бис- (диэтиламинотетил)-этиленмочевины. В процессе термообработки аппретированной этим препаратом ткани выделяются алкиламины, которые разрыхляют и пластифицируют волокно, обеспечивая тем самым малосминаемость в набухшем состоянии.

Использование для обработки текстильных материалов предконденсатов синтетических термореактивных смол наряду с приданием тканям малосминаемости способствует хими-

ческой стабилизации их линейных размеров. Особенно это важно для гидрофильных целлюлозных волокон, которые, сильно набухая в воде и водных растворах, увеличиваются по толщине и укорачиваются. Склонность к усадке определяется природой волокна, структурой изделия (чем сильнее извита пряжа в ткани, тем больше усадка), а также обусловлена вытяжкой (технологическая, или релаксационная усадка), которой подвергаются материалы при различных технологических операциях.

Поскольку для получения малосминаемости и малоусадочноеTM используются отделочные препараты одних типов, эти виды отделки обычно совмещаются. Малосминаемая и малоусадочная отделка может быть осуществлена на линиях заключительной отделки типа ЛЗО—140-2 или ЛЗО-180-2. Основные стадии процесса малосминаемой и малоусадочной отделки представлены ниже.

1. Пропитка ткани на двух-, трехвальной плюсовке аппретирующим составом, содержащим предконденсат термореактивной смолы, кислый катализатор (5—15 г/л), смягчители (5—20 г/л), мочевины (5—7 г/л). Мочевина улучшает набухание целлюлозных волокон, облегчает диффузию молекул предконденсата внутрь волокна. Концентрация отделочного препарата в растворе определяется поверхностной плотностью ткани, ее назначением. Различают малосминаемую отделку (МС), малоусадочную (МУ), противоусадочную химическую отделку (ПУХО), легкое глажение (ЛГ) и др. Для отделки МУ, ПУХО, Л Г используются те же предконденсаты термореактивных смол, что и при отделке МС, но в меньших концентрациях и при более мягких условиях реакции их в волокне. Так, концентрация предконденсата термореактивной смолы при малосминаемой отделке (МС) варьируется от 100 до 260 г/л, при отделке Л Г, ПУХО - от 50 до 150 г/л. Температура раствора не должна превышать 30 °С, так как увеличение температуры может привести к преждевременной конденсации в пропиточной ванне предконденсата смолы. Отжим после пропитки 70—90 %.

2. Подсушка ткани до остаточной влажности 35—60 %. Исправление перекоса уточных нитей, затем сушка и ширение при опережении скорости накалывания ткани на иглы клуппов на 5—20 %. В процессе сушки скорость проникновения молекул предконденсата с поверхности внутрь волокна должна быть выше скорости превращения его в высокомолекулярное соединение, неспособное к дальнейшей диффузии. В связи с этим сушка обычно осуществляется конвективным способом с двусторонним обдувом ткани при постепенном повышении температуры обдувающего воздуха по секциям сушильно-ширильной машины. Вначале идет стадия предсушки ткани (в первой и второй секциях температура 110—120 °С), при этом удаляется всего 10—15 % воды, процессы испарения идут с минимальной интенсивностью. Повышение температуры может вызвать миграцию смолы на поверхность волокна, что приводит, в частности, к ухудшению износоустойчивости вязкозных тканей. Затем ткань высушивается до влажности 1—2 % (в третьей секции температура 130 °С, в четвертой — 135 °С, в пятой — 140 °С).

3. Термообработка ткани осуществляется в термических аппаратах конвективного типа, которые агрегированы с сушильно-ширильной машиной. На стадии термообработки проходят реакции «сшивки» макромолекул целлюлозы и образование гомополимера внутри волокна. Время термообработки зависит от температуры: 140—150 °С - 5 мин, при 160 °С — 3 мин, при 170-175 °С в камере с инфракрасными излучателями - 1—2 мин.

4. Промывка тканей после термообработки особенно важна при использовании формальдегидсодержащих препаратов. При промывке удаляются из ткани все не вступившие в реакцию соединения: катализатор или продукты его разложения, выделяющиеся в процессе смолообразования; предконденсат, не израсходованный на реакции «сшивки» или образования смолы; свободный формальдегид и другие. Промывка ткани после отделки снижает выделение неприятных запахов при ее эксплуатации: формальдегида (его содержание на про-

мытых тканях уменьшается в 6 раз) или рыбный запах - в случае применения в качестве катализатора солей аммония. Промывка осуществляется на мойно-сушильной линии, включающей четыре промывных коробки: 1 — моющий раствор синтетического моющего средства (1 г/л), температура 40—50 °С; 2 - теплая вода; 3 - холодная вода; 4 — раствор мочевины (10 г/л) или дициандиамида (5 г/л), которые способствуют переводу свободного формальдегида в связанное состояние, и оптический белый краситель (0,3 г/л).

При пошиве изделий из ткани с малосминаемой отделкой на быстроходных швейных машинах могут возникать затруднения, особенно если необходимо придать им соответствующую форму: плиссе, гофре, складки, стрелки и прочее.

В связи с этим предложена другая технология придания малосминаемости — формирование несминаемых изделий (отделка «форниз»). Пропитка предконденсатами терморезактивных смол и сушка осуществляется на текстильных предприятиях. После пошива готовые изделия термообработывают. Поликонденсация, происходящая при термообработке с одновременным прессованием, придает готовому изделию одновременно формоустойчивость и малосминаемость. Однако аппретированные ткани долго хранить нельзя, поскольку возможна частичная поликонденсация смолы до операции пошива, что недопустимо.

6.1.3. Улучшение внешнего вида и повышение износостойкости тканей с помощью малосмываемых аппретов

Малосмываемые аппреты улучшают внешний вид хлопчатобумажных тканей, придают им наполненность, шелковистость, повышают устойчивость к внешним воздействиям: к истиранию, действию света и атмосферных условий.

Некоторые хлопчатобумажные ткани до сих пор аппретуют крахмалом. Крахмальный аппрет наносят в виде клейстера. В растворы аппрета часто вводят гигроскопические, смачивающие и другие вещества. Крахмал делает пряжу

более гладкой и эластичной, повышает устойчивость ткани к механическим воздействиям. Однако при первой же стирке он смывается. Поэтому в настоящее время для получения на тканях аппретов, устойчивых к стирке, широкое распространение получили термопластичные смолы и каучуки, используемые в виде эмульсий и латексов, которые образуют на волокне пленки, обладающие высокой адгезионной способностью по отношению к целлюлозе.

Широкое распространение находят полиэтиленовая и поливинилацетатная эмульсии; эмульсии на основе полиакриловых соединений (эмукрилы М, 2М; акремосы 101 и 805).

Отделка малосмываемым аппретом на основе термопластичных смол (МАПС) рекомендуется для тканей бельевого и детского ассортимента.

Ткань пропитывается раствором, содержащим (г/л): подивирилацетатную эмульсию - 10-20; полиэтиленовую эмульсию - 10-30 или эмукрил М (2М), или акремос 101, 805 — 10—20. Затем следует сушка до влагосодержания 5—7 % при температуре 100—140 °С. При высушивании на волокне образуется тонкая и равномерная пленка. Чем она тоньше, тем выше ее сцепляемость с волокном.

В результате отделки ткань приобретает наполненность, мягкое туше, которое сохраняется после стирки.

Для тканей ситцевой группы и ряда других платьевого ассортимента рекомендуются малосмываемые аппреты на основе предконденсатов термореактивных смол (МАРС), которые более устойчивы к стиркам, чем аппреты на основе эмульсий. Ткань пропитывается раствором предконденсата термореактивной смолы, содержащим (г/л): карбамол ЦЭМ или карбамол ГЛ - 40—60, или отексид БФ, НФ - 50-70; хлорид аммония — 2. Затем ткань высушивают до влагосодержания 2—4 % при температуре 100-140 °С. В процессе сушки непосредственно на волокне синтезируется нерастворимое в воде высокомолекулярное соединение. Прочное закрепление термореактивной смолы на ткани обеспечивается химическим взаимодействием ее с целлюлозой.

Отделка МАРС придает хлопчатобумажным тканям на-полненно-упругий гриф, снижает изменение линейных раз-меров при стирках.

Для отделки МАПС и МАРС используют линии заклю-чительной отделки типа ЛЗО—140— 1, ЛЗО—180—1.

6.1.4. Получение на тканях эффектов стойкого тиснения, серебрения и лощения

Эффекты тиснения (Т), лощения (Л), серебристо-шелковистую отделку (СШО) и несмываемую глянецвую отделку (НГО) можно получить, используя различные ка-ландры. Каландры чаще всего имеют 2-4 вала, один из ко-торых стальной (температура металлического вала 120—200 °С), другие — эластичные. Эффекты каландрирования опреде-ляются типом каландра и режимом процесса каландриро-вания. Используют в основном каландры четырех типов:

1) отделочные каландры, которые предназначены для разглаживания и уплотнения тканей, улучшения грифа и при-дания умеренного блеска;

2) фрикционные каландры. За счет варьирования скорости вращения одного вала относительно другого ткань приобретает блеск различной интенсивности от слабого до очень сильного;

3) серебристые каландры. На поверхность стального вала нанесена гравюра в виде параллельных штрихов, накло-ненных под углом 7-26,5 ° к оси вала. Количество штрихов на 10 мм колеблется от 75 до 98. Для получения максимально-го эффекта серебрения необходимо, чтобы штриховая грави-ровка в наибольшей степени перекрывала структуру перепле-тения ткани;

4) тиснильные каландры. Металлический вал имеет вы-пуклую гравюру, мягкий наборный вал — выемки соответству-ющей формы. На ткани при прохождении между этими вала-ми получается рельефный, выпуклый рисунок.

Эффект, получаемый в результате каландрирования, не устойчив к стиркам. Для придания устойчивой отделки необ-

ходимо комбинировать действие механических факторов с химической модификацией целлюлозных волокон.

Для серебристо-шелковистой отделки (СШО) хлопчатобумажных сатинов используются композиции на основе формальдегидсодержащих и бесформальдегидных предконденсатов термореактивных смол. Композиции включают также термопластичные смолы и соответствующие катализаторы реакции поликонденсации.

После пропитки указанными композициями следуют каландрирование и термическая обработка, которые могут осуществляться на разрозненном оборудовании или на линии каландрирования и термообработки типа Л КТ—120, включающей серебристый каландр, универсальную радиационную термическую камеру и накатную машину.

Для получения эффектов стойкого тиснения и лошения используются формальдегидсодержащие и малоформальдегидные препараты. Ткань пропитывается на линии заключительной отделки ЛЗО—140, ЛЗО—140—1. После сушки она пропускается через отделочный каландр типа КОЭ—120 или К—140—1 для получения лошеного эффекта или тиснильный каландр. Затем следует термообработка на контактно-радиационном термическом аппарате КРТА—120 или в универсальной радиационной термической камере типа УТО или УРТК.

Режим каландрирования определяется типом используемого каландра и артикулом ткани. Например, при лошеной отделке ситца арт. 37 на каландре К—140—1 максимальный эффект каландрирования достигается при температуре поверхности металлического вала 200 °С.

6.1.5. Оборудование для заключительной отделки тканей из целлюлозных волокон

Ширильная цепная машина типа ШЦ

Ширильная цепная машина типа ШЦ предназначена для ширения хлопчатобумажных и вискозных тканей и исправления диагональных перекосов уточных нитей (рис. 39).

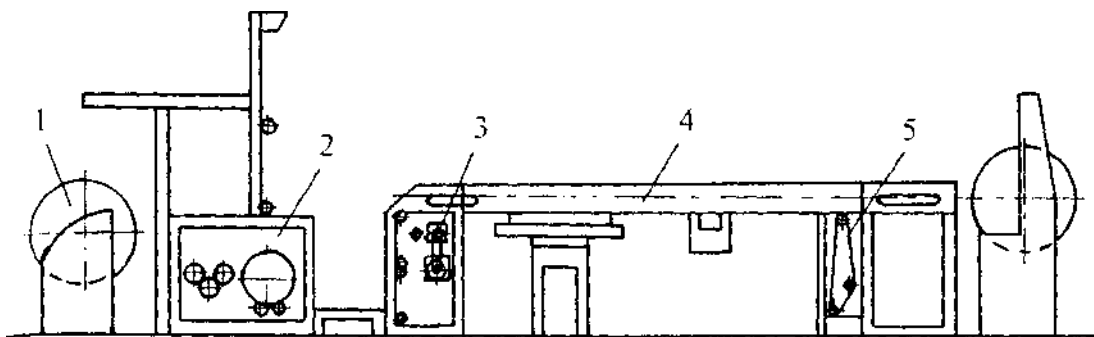


Рис. 39. Ширильная цепная машина типа ШЦ

Она представляет собой горизонтально расположенное цепное поле с ножевыми клуппами 4, имеющее на входе раскатное устройство 1, заправочное устройство с увлажнением 2. Под цепным полем размещено подпаривающее устройство 3. Имеется механизм развода и перемещения направляющих цепей 5.

Вначале цепи сближены, затем расходятся до нужной ширины, обеспечивая ширение ткани. Для облегчения выпуска кромок из клуппов на выходе цепи немного сближаются.

Диагональные перекосы уточных нитей исправляются путем изменения скорости движения одной из цепей с помощью автоматов правки утка типа АПУ, ДКП или УИП.

Тканеусадочные машины

Для механической усадки тканей используются линии усадочные:

- ЛУ—120—2, которая предназначена для увлажнения с подпариванием, механической усадки и сушки с глажением тканей с поверхностной плотностью $100-300 \text{ г/м}^2$ и шириной 60-105 см;

- ЛУ—180, которая предназначена для механической усадки по основе хлопчатобумажных, вискозных штапельных и смешанных (с вложением синтетических волокон до 30 %) тканей поверхностной плотностью до 360 г/м^2 и шириной 150 см.

Технологическая схема линии ЛУ—180 приведена на рисунке 40. Ткань через заправочное устройство 1 поступает в увлажнительную камеру КУ—180 (2), где она увлажняется с двух сторон мелкой водяной пылью через форсуночное устройство. Для равномерного распределения нанесенной влаги ткань пропаривают на сушильном цилиндре 3.

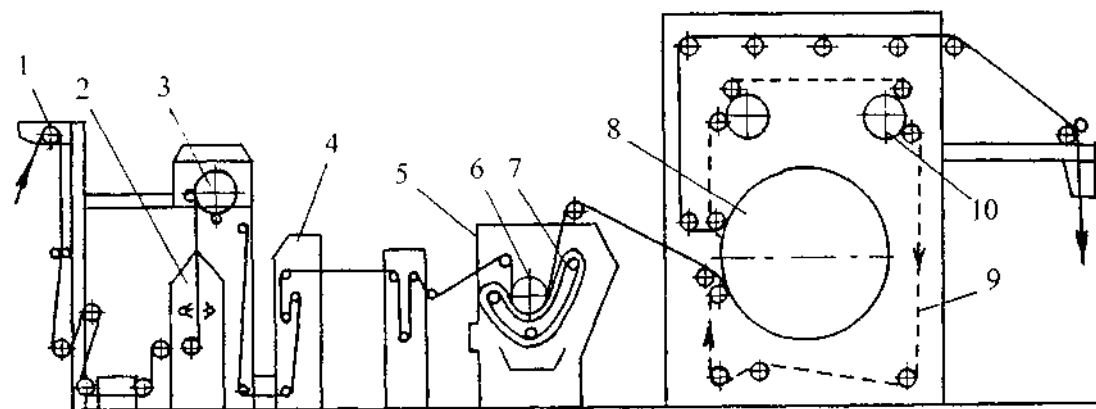


Рис. 40. Схема тканеусадочной линии ЛУ—180

Увлажненная и расправленная в цепном поле ширильной машины МШ-180 (4) ткань проходит между резиновым ремнем 7 и усаживающим барабаном 6 тканеусадочной машины ТУМ—180 (5). Далее ткань через компенсатор без натяжения поступает на отделочный барабан машины БО—180 (8), где идет ее сушка и отделка, при которой ткань приобретает мягкий гриф, матовый оттенок, становится более добротной и приятной на ощупь.

В тканеусадочной машине ТУМ—180 резиновый ремень огибает прижимной вал, внешняя поверхность его растягивается, и на эту растянутую поверхность накладывается и прижимается ткань. Пройдя жало валов, ремень и ткань изменяют кривизну движения. Деформация растяжения части ремня сменяется деформацией сжатия, вместе с ремнем усаживается и прижатая к нему ткань. Усадка ткани будет тем больше, чем больше толщина ремня и степень его растяжения.

Основными органами отделочного барабана БО—180 являются барабан 8, бесконечное сукно 9 толщиной 6—8 мм и сушильные цилиндры 10 для сукна. Сукно огибает направляющий ролик, его внешняя поверхность растягивается. На растянутое сукно накладывается ткань. Далее сукно и ткань поступают на сушильный барабан и огибают его. Кривизна движения изменяется, выпуклая поверхность сукна с тканью становится вогнутой и сжимается, способствуя усадке ткани.

Линии для каландрирования

Линии типа ЛКО предназначены для придания тканям гладкой матовой или глянцевой (без фрикционного каландра) отделки; линии типа ЛКФ — для фрикционной (лощенной) отделки; линии типа Л КС — для серебристой отделки, в том числе тканям сатиновой группы.

Технологическая схема линий представлена на рисунке 41.

Матовую отделку ткань приобретает при пропускании между тремя валами лицевой стороной к наборным валам; глянцевую — при пропускании ее между тремя валами лицевой стороной к металлическому валу.

Фрикционную (лощеную) отделку можно получить при пропускании ткани между двумя валами лицевой стороной к металлическому валу за счет разных окружных скоростей вращения наборного и металлического валов. Окружная скорость металлического вала на 20-50 % должна превышать скорость наборного вала.

Серебристую отделку получают при пропускании ткани между валами лицевой стороной к гравированному металлическому валу.

Тиснение или гофрирование ткани может выполняться на двухвальных каландрах; металлический вал должен иметь рельефную выпуклую гравюру.

Металлические валы каландров обогреваются. Использование пара высокого давления позволяет получить рабочую температуру до 210 °С с высокой равномерностью по длине вала.

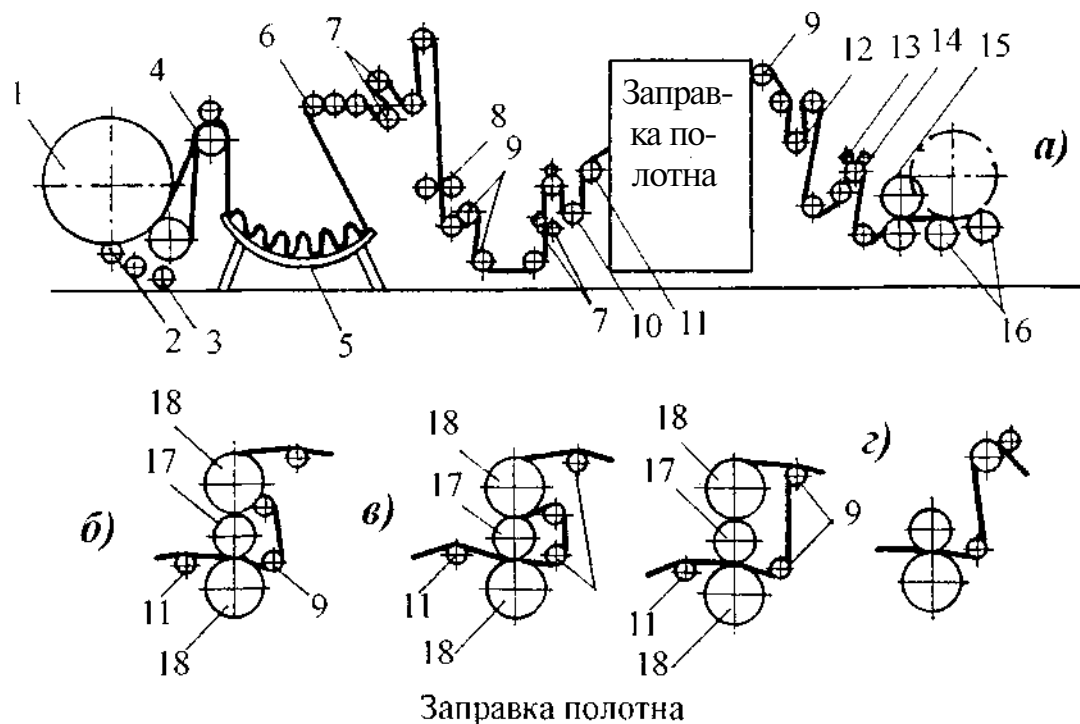


Рис. 41. Технологическая схема (а) линий типа ЛКО, ЛКС и ЛКФ и заправка полотна на них (соответственно б, в, г):

- 1 — рулон ткани; 2 — первый вальец раскатной машины; 3 — третий вальец; 4 — тянущая пара; 5 — лоток; 6 — направляющий брусок; 7 — натяжные бремзы; 8 — тканенаправитель; 9 — направляющие ролики; 10 — датчик швоуловителя; 11 — тканерасправитель; 12 — компенсатор; 13 — датчик реза по шву; 14 — мерильный ролик; 15 — ролик накатки; 16 — вальец; 17 — металлический вал каландра; 18 — наборный вал

Наборные (эластичные) валы изготовлены из прессованной шерстяной бумаги с содержанием 20—50 % шерсти.

Каландры типа К (К-140, К-180, К-140—1, К-180—1) предназначены для гладкой и серебристой отделок хлопчатобумажных, вискозных штапельных и смесовых тканей. Технологическая схема представлена на рисунке 42. В этих каландрах верхний и нижний валы металлические, средний — наборный.

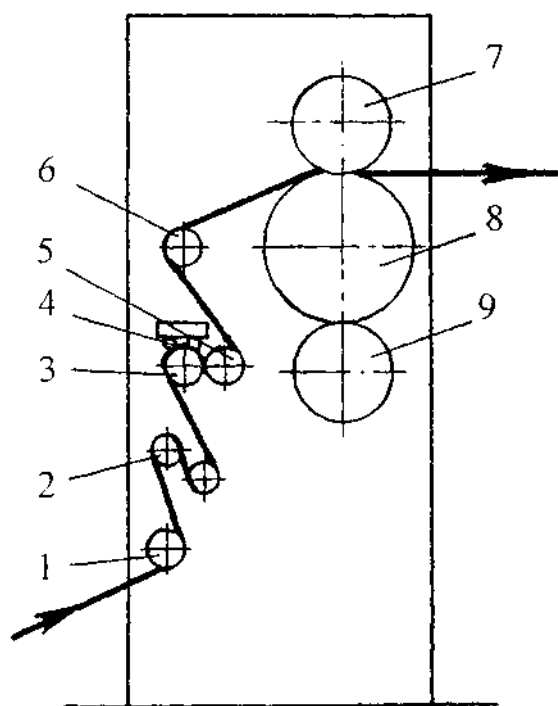


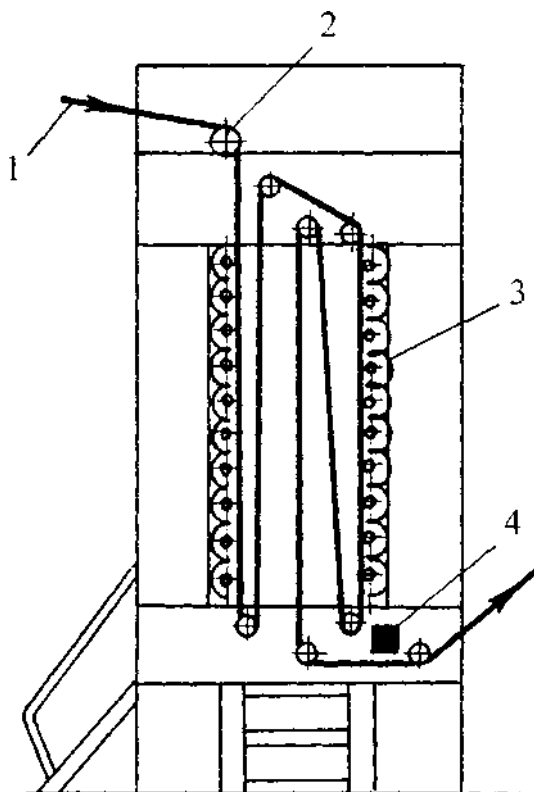
Рис. 42. Технологическая схема каландров К—140 и К—180:

- 1,3 — ролики; 2 - бремза;
4 — датчик шва; 5 — ролик датчика импульсов;
6 — тканерасправитель;
7 — металлический обогреваемый вал;
8 — наборный вал;
9 — металлический охлаждаемый вал

Для придания хлопчатобумажным тканям устойчивого эффекта серебристо-шелковистой и несмываемой глянцевой отделки и вискозным штапельным тканям — устойчивой шелковистой отделки путем каландрирования и высокотемпературной обработки используются линии типа ЛКТ, включающие отделочный или серебристый каландр, камеру УРТК (рис. 43) и охлаждающую камеру.

Рис. 43. Схема универсальной диационной камеры УРТК-120-4:

- 1 — ткань; 2 — направляющие ролики; 3 — излучающие панели; 4 — датчик температуры



Линии заключительной отделки тканей типа ИЗО

Линии ЛЗО-140-1 и ЛЗО-1810-1 предназначены для нанесения на ткань аппретирующих составов, подсушки, исправления перекоса утка, ширения, сушки, каландрирования и термической обработки с целью получения на хлопчатобумажных и смешанных тканях противоусадочной химической отделки (ПУХО), отделки легкого глажения (ЛГ), легкого ухода (ЛУ), малосмываемого аппрета на основе термопластичных смол (МАПС), термореактивных смол (МАРС). На этих же линиях аппретируется ткань, которая в дальнейшем подвергается отделке на серебристых, фрикционных или тиснильных каландрах.

Технологическая схема линии ЛЗО-140-1 и ЛЗО-180-1 представлена на рисунке 44.

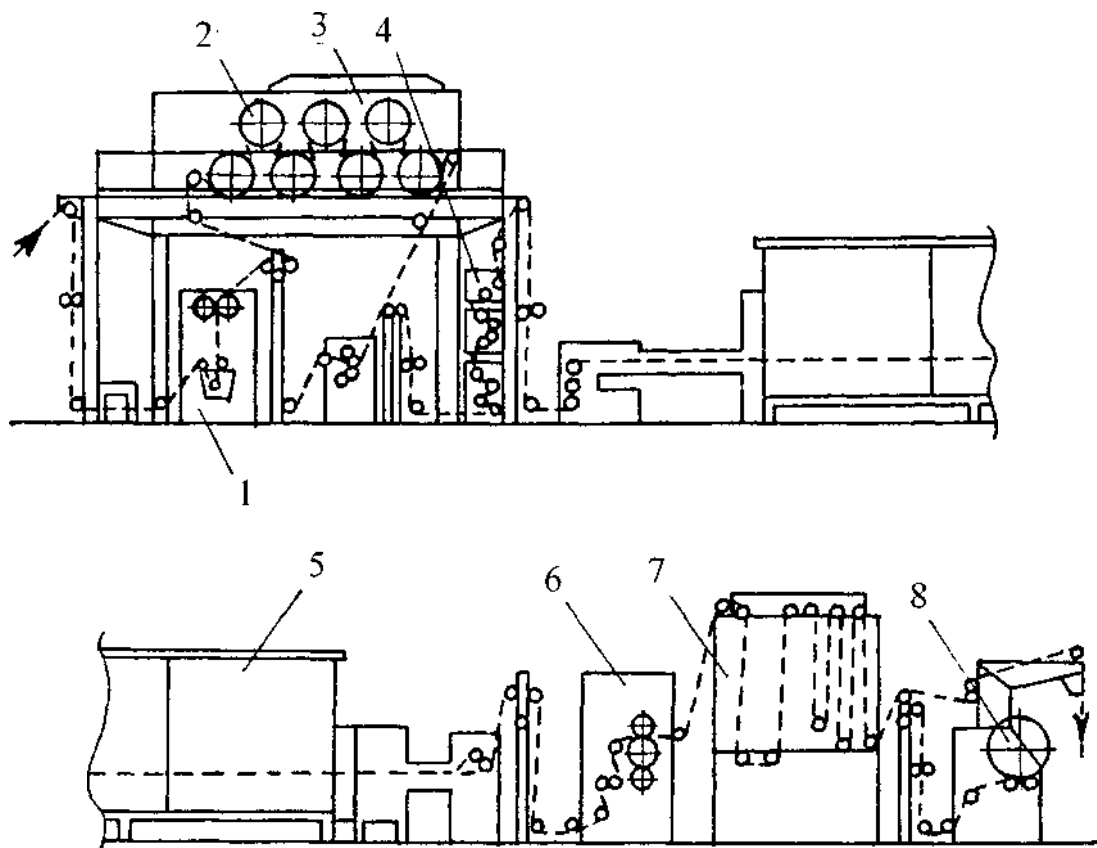


Рис. 44. Технологическая схема линии ЛЗО-140-1 и ЛЗО-180-1

Ткань заправляется в линии расправленным полотном и поступает в двухвальную плюсовку ПД-140-7 (1), где пропитывается аппретирующим раствором. Затем она последовательно проходит сушильно-барабанную машину с отсосом 3 установку исправления перекосов утка УИП-140 (4), сушильно-ширильную машину 5, отделочный каландр К-140 (6), установку для термической обработки ткани УТО-2/140 (7, с И К-излучателями и наматывается в рулон на накатной машине МНП-140-4 (8).

В линии ЛЗО—140—1 для пропитки гидрофильных тканей поверхностной плотностью до 180 г/м^2 установлен плюсовка с гравированным валом ПГВ-140 (2).

Линии ЛЗО-140-2 и ЛЗО-180-2 предназначены для пропитки ткани растворами предконденсатов термореактивных смол с целью придания им малосминаемой отделки (МС). Технологическая схема этих линий приведена на рисунке 45.

Ткань в линию заправляется расправленным полотном из тележки или рулона раскатной машины 1. Далее она пропитывается раствором аппрета и для интенсификации процесса пропитки запаривается, после отжима вторично пропитывается -

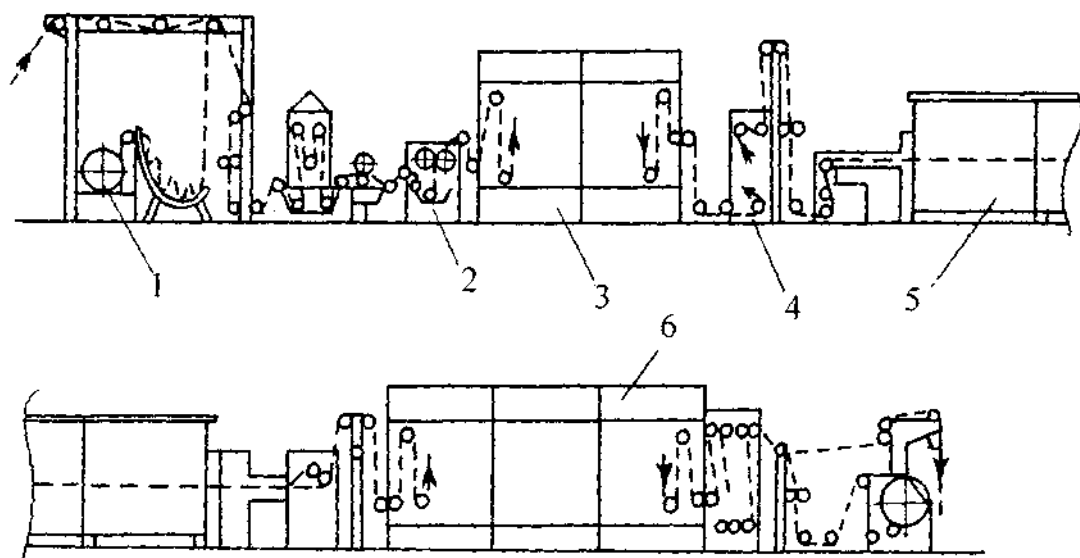


Рис. 45. Технологическая схема линий ЛЗО-140-2 и ЛЗО-180-2

ся композицией, содержащей предконденсат терморезактивной смолы, на двухвальной плюсовке 2. Затем ткань подсушивается в сушильной роликовой машине 3, проходит установку правки утка 4, ширильно-сушильную однопольную машину 5 на ножевых или игольчатых клуппах и термообрабатывается в роликовой машине 6 в паровоздушной среде, охлаждается и наматывается в рулон или укладывается в тележку.

Мойно-сушильные линии ЛМС-140-2, ЛМС-180-2

После аппретирования предконденсатами терморезактивных смол на линиях ЛЗО-140-2 и ЛЗО-180-2 необходима промывка, которая может быть осуществлена на линиях ЛМС-140-2 или ЛМС-180-2. Технологическая схема линий представлена на рисунке 46.

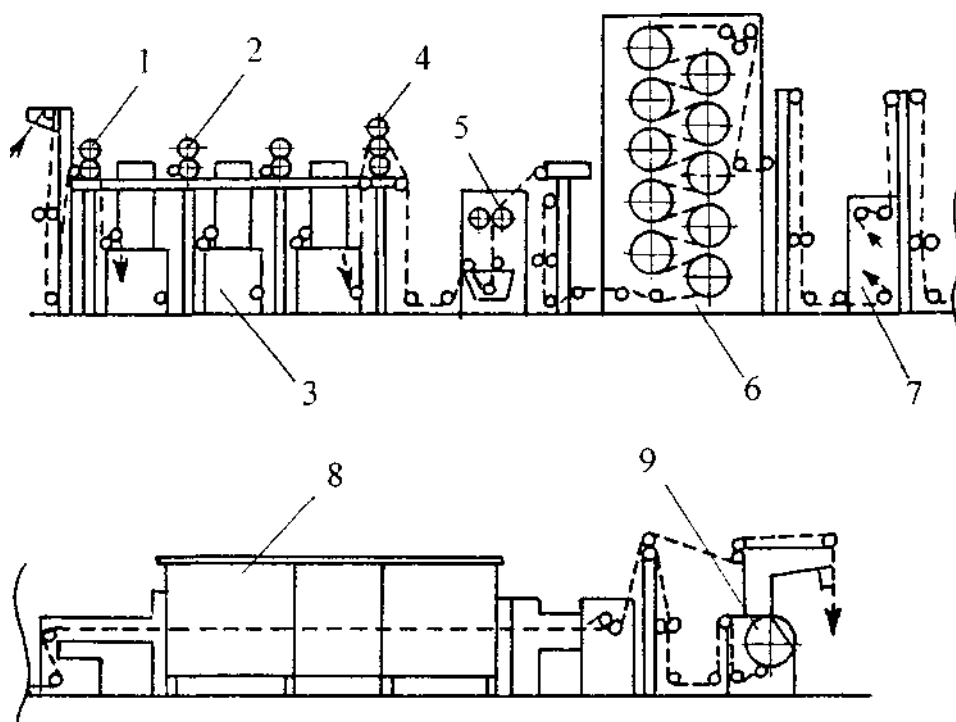


Рис. 46. Технологическая схема линий ЛМС-140-2 и ЛМС-180-2:

- 1 - отжим; 2 - средний отжим; 3 - пропиточная ванна;
- 4 - трехвальный отжим; 5 - двухвальная плюсовка; 6 - сушильная барабанная машина; 7 - установка исправления перекосов утка;
- 8 — ширильно-сушильная однопольная машина; 9 — накатная периферическая машина

Линии ЛМС-140-2 и ЛМС—180-2 могут работать самостоятельно и совместно с линиями ЛЗО—140—2 и ЛЗО—180—2. При самостоятельной работе ткань из тележки через отжим поступает в промывную часть, состоящую из 3—4 промывных ванн. При совместной работе линий Л 30 и ЛМС ткань из охлаждающей камеры роликовой машины термообработки линии ЛЗО—140—2 (ЛЗО—180—2), минуя накатную машину и роликовый тканеукладчик, поступает в промывную часть линии ЛМС-140-2 (ЛМС-180-2).

6.2. Отделка тканей из химических волокон, натурального шелка и из смесей волокон

Характер заключительной отделки определяется прежде всего ассортиментом и назначением данного вида ткани и во многом зависит от природы волокна, из которого получена ткань.

Ткани из натурального шелка подвергаются только механической отделке на сушильно-ширильных усадочных машинах, обеспечивающих исправление перекосов уточных и основных нитей. Ввод ткани в машину осуществляется с некоторым опережением, что создает условия для ее усадки в процессе сушки; при этом креповая фактура ткани не изменяется.

Некоторые декоративные ткани, выработанные из окрашенных нитей, креповые ткани из комплексных вискозных и ацетатных нитей также подвергаются только механической обработке на сушильно-ширильных усадочных машинах. Мягкий гриф и наполненность ткань приобретает под воздействием влажного пара при обработке на заключительном декатире.

Долговечность и носкость текстильных изделий во многом зависят от способности противостоять различным воздействиям в процессе эксплуатации, в частности от стойкости их к истиранию. Износоустойчивая отделка прежде всего необходима для тканей из вискозных, ацетатных и триацетатных нитей и их смеси с другими волокнами.

В зависимости от стойкости тканей к истиранию их разделяют на несколько групп. Так, ткани из вискозных нитей сорочечного ассортимента должны обладать стойкостью к истиранию до появления дыры (в циклах) не менее 150, подкладочные — 450, плательно-костюмные — 300, корсетные — 50.

Повысить износостойкость можно путем нанесения на ткань отделочных препаратов — аппретов, образующих на поверхности волокна защитную пленку, которая улучшает сцепляемость волокон в пряже, уменьшает ее взлохмачивание, выпадение отдельных волокон и образование ворса на поверхности.

Возможно применение так называемого смываемого аппрета — природных гидрофильных клеящих и пленкообразующих полимеров: крахмала, декстрина, желатина. Однако чаще используются малосмываемые аппреты на основе термопластичных полимеров (латексы и эмульсии); предконденсатов термореактивных смол; кремнийорганических препаратов. Изменяя состав и концентрацию аппретирующих препаратов, можно варьировать гриф, мягкость, наполненность ткани.

Широкое распространение получило аппретирование латексами тканей с разрезным ворсом, таких, как полубархат, вельвет-корд, вельвет-рубчик, а также вискозного гобелена из объемной петельной пряжи. Пропитку рекомендуется осуществлять с изнанки латексами СВХ или СКС—30. Устойчивость к истиранию при этом увеличивается в 5–10 раз.

Износоустойчивая отделка подкладочных и плательных вискозных тканей осуществляется с помощью полиэтиленовой, поливинилацетатной эмульсий, эмульсии на основе акриловых соединений (эмукрилы С и М). Концентрация препаратов в растворе составляет 20–30 г/л. После пропитки на двухвальной плюсовке ткань сушится при температуре 100–130 °С на сушильно-ширильной машине.

Для подкладочных, корсетных и декоративных тканей из химических волокон необходима отделка, придающая им жесткий и наполненный гриф. Такого рода отделка может

быть получена при применении предконденсатов термореактивных смол.

Применение в качестве малосмываемых аппретов кремнийорганических соединений (силоксанов) представляет особый интерес, поскольку они образуют на поверхности волокон и нитей стойкую защитную пленку, предохраняющую ткань от истирания и износа, сообщают ей повышенную прочность, приятную наполненность и добротность. Материалы из синтетических нитей (спортивная одежда и обувь) приобретают повышенную износостойкость в результате обработки их аппретами на основе полиметилсилоксанов (ПМС). Для аппретирования подкладочных тканей из вискозных, ацетатных и триацетатных нитей рекомендуется отделка 50%-ной водной эмульсией олигоэтилгидросилоксана (эмульсия КЭ—30—04 — 20-30 г/л) с хлористым аммонием (2-3 г/л). Ткань пропитывается на двухвальной плюсовке, сушится и термообрабатывается при температуре 170—180 °С в течение 40—60 секунд.

Для тканей из вискозной пряжи, а также для содержащих вискозную пряжу и комплексные вискозные нити необходима малосминаемая и малоусадочная отделка, которая повышает сопротивление смятию, улучшает расправляемость после деформации, уменьшает набухание в воде, снижает усадку, значительно улучшает внешний вид и облегчает уход при эксплуатации.

Заключительная отделка тканей, выработанных из суровых штапельных волокон (сорочечные целлюлозно-полиэфирные, подкладочные, платьевые и декоративные из вискозной пряжи), проводится с целью придания им свойств малосминаемости, малоусадочное[™], мягкого туше, наполненного грифа, улучшенного внешнего вида. Придание тканям свойств малоусадочности, малосминаемости осуществляется с помощью предконденсатов термореактивным смол совместно с мягчителями или наполнителями для создания жесткого грифа. В качестве предконденсатов термореактивных смол применяют формальдегидсодержащие препараты — карбамол, метазин; малоформальдегидные — отексид НФ, отексид Д—2,

бесформальдегидные — отексид БФ; в качестве мягчителей -- полиэтиленовую эмульсию, стеарокс—6, алкамон ОС—2, эмукрил М, кремнийорганические соединения и др.; в качестве наполнителей для создания жесткого грифа — поливинилацетатную эмульсию, эпамин 06, эмукрил С и другие.

С целью придания гладкой поверхности галстучным и подкладочным тканям на заключительном этапе отделки их подвергают каландрированию на отделочных каландрах.

Отделочные каландры предназначены для разглаживания тканей, улучшения грифа, придания умеренного блеска. Эффект каландрирования определяется типом каландра (числом валов, их расположением, свойствами поверхности стального и эластичного валов), а также режимом процесса каландрирования (температурой, скоростью, давлением в жале валов). Так, каландрирование галстучных тканей из ацетатных комплексных нитей проводится на трехвальном отделочном каландре при температуре металлического вала 50 °С, каландрирование подкладочных тканей из вискозных нитей и их смеси с другими волокнами — при температуре металлического вала 100-120 °С.

Курточные синтетические ткани каландрируют на фрикционных каландрах, в которых варьируется скорость вращения одного вала относительно другого. Металлический вал, скользя по поверхности ткани, сплющивает нити, поверхность обрабатываемой ткани приобретает устойчивый блеск, особый глянец (эффект «лаке»), уплотняется структура ткани. Оптимальная температура металлического вала при каландрировании капроновых тканей — 170—180 °С, полиэфирных — 180-190 °С.

Для получения матовой отделки ткань проходит через жала валов, вращающихся с одинаковой окружной скоростью. Нижний и верхний эластичные валы вращаются за счет трения о средний металлический вал.

С помощью тиснильных каландров на тканях можно получить рельефный рисунок. Ткань проходит между двумя валами, один из которых (металлический) имеет выпуклую гра-

вьюру, другой (мягкий наборный) — выемки соответствующей формы. Оптимальная температура металлического вала для капроновых тканей составляет 160—170 °С, для полиэфирных — около 200 °С.

Устойчивый эффект тиснения на тканях из триацетатных нитей можно получить следующим образом: ткань вначале аппретируют полиэтиленовой эмульсией (40 г/л) на плюсовке сушильно-ширильной машины, затем сушат и подвергают тиснению при температуре металлического вала 120 °С. После тиснения проводится стабилизация на машине типа «Элитекс» при температуре 210 °С со скоростью 13-15 м/мин.

Особый интерес представляет металлизация материалов из синтетических волокон. Нанесение на текстильные материалы металлических слоев используется для декоративных целей, для изготовления тканей специального ассортимента (женские вечерние платья) и для защиты от теплового излучения.

В основном используют два метода металлизации текстильных материалов: нанесение высокодисперсной суспензии металлического порошка, диспергированного в эмульсии синтетической смолы, путем обработки ткани соответствующими композициями в растворе или в газовой среде или катодное напыление металла в вакууме. Напыляют медь, алюминий, олово, золото, серебро или их сплавы.

Окрашивание взвесями металлических порошков является наиболее простым способом металлизации. Например, алюминиевую пудру диспергируют в перхлорвиниловой эмали. Крашение проводят в среде органического растворителя.

Заключительная отделка ворсовых тканей должна обеспечить красивый внешний вид и необходимые эксплуатационные свойства, в основном за счет обработки ворсовой поверхности ткани.

Бархат и плюш из окрашенного сырья подвергаются только стрижке и заключительной отделке на специальных отделочных сушильно-ширильных машинах. Заключительная отделка бархата с ворсовым покровом должна придать устой-

чивость вертикально поставленному ворсу и малосминаемость. С этой целью ткань пропитывают предконденсатами термореактивных смол, затем сушат и подвергают термообработке. Пропитку и расчесывание ворса производят на специальной машине для отделки бархата, имеющей механизм для расчесывания ворса и придания ему вертикального положения.

Мех с ворсом из синтетической пряжи подвергается в основном механической отделке, придающей ворсу пушистость, наполненность и устойчивость.

Некоторые ворсовые ткани подвергают аппретированию каркаса для придания ему наполненности и закрепления ворса. Аппретирование каркаса производится на плюсовке сушильно-ширильной машины с заправкой ткани изнанкой к аппретирующему валу.

Мех искусственный из полиакрилнитрильной пряжи в ворсовом покрове содержит разноусадочные волокна, которые за счет разной высоты создают в ткани эффект ости и подшерстка, хорошо имитирующий покров натурального меха. Технологический процесс отделки такого меха складывается из ряда механических и химических обработок: стрижка, тепловая обработка, расчесывание, электрополировка с аппретированием ворсового покрова. Расчесывание ворса осуществляется на чесально-отколоточной машине в два прохода с пропуском ткани «по ворсу» и «против ворса». При тепловой обработке происходит усадка полиакрилнитрильного волокна при температуре 130—140 °С. Электрополировка ворса производится на электрофинишере для распрямления и полировки кончиков ворсинок, расположенных на поверхности меха, и придания им устойчивости в вертикальном положении; при этом мех приобретает блеск. Для придания меху водоотталкивающих свойств ворсовая поверхность обрабатывается гидрофобизаторами, в частности, кремнийорганическими.

Одним из существенных недостатков синтетических и ацетилцеллюлозных волокон является их электризуемость. При трении волокон друг о друга или о металлические детали

оборудования возникает статический электрический заряд. Накопление статического электричества на волокнистых материалах приводит к серьезным затруднениям как в процессе их переработки (прилипание к металлическим частям машин при сухой отделке тканей: сушке, наматывании в ролик, укладывании ткани в тележку и др.), так и при эксплуатации в быту. При эксплуатации изделий из синтетических и ацетилцеллюлозных волокон высокая электризуемость вызывает прилипание к телу, повышенную загрязняемость, образование разрядов при трении, треск и даже искрение.

Образование электростатических зарядов определяется величиной диэлектрической постоянной волокна (снижение диэлектрической постоянной повышает электризуемость), условиями трения, величиной электрического сопротивления волокон, а также знаком заряда, образующегося на волокне. Положительный заряд возникает на поверхности с большим значением диэлектрической постоянной. Величина заряда в значительной степени определяется химической природой волокна и характером трущейся поверхности, ее шероховатостью, наличием на поверхности посторонних примесей.

Поведение волокон определяется равновесием между процессами образования и стекания зарядов. Если волокно гидрофильно и, следовательно, электропроводно, то возникшее статическое электричество легко стекает с него; если же волокно гидрофобно, то заряд, наоборот, накапливается и сохраняется длительное время. Чем более гидрофобно волокно, тем в большей степени оно электризуется.

В значительной степени на электропроводность волокнистых материалов влияет влажность: с её повышением уменьшается способность материала к электризации. Повышением относительной влажности окружающего воздуха можно обеспечить удаление электростатических зарядов у гидрофильных природных волокон.

Для синтетических и ацетилцеллюлозных волокон необходима антистатическая отделка.

Критерием оценки антистатических свойств является величина удельного электрического сопротивления ρ_s , Ом см. Считается, что при удельном поверхностном сопротивлении до 1010 Ом см накопление электростатических зарядов практически исключено.

Все известные способы снижения электризуемости текстильных материалов подразделяются на физические и химические.

К физическим относятся следующие: заземление деталей машин, с которыми соприкасается волокнистый материал; повышение относительной влажности воздуха в помещениях переработки или эксплуатации нитей, волокон или тканей; подбор разноименно заряжающихся волокон при создании тканей; ионизация воздуха; подбор соответствующих материалов и поверхностей контакта для компенсации образующихся зарядов и прочее.

Химические способы получения текстильных материалов с антистатическими свойствами включают: введение различных веществ в полимерную массу при формировании волокон; обработку текстильных материалов соединениями, снижающими электризуемость, а также модификацию поверхности волокна.

Одним из наиболее эффективных способов удаления статического электричества является поверхностная обработка волокон и изделий из них антистатическими препаратами.

В зависимости от химического строения и свойств они могут препятствовать возникновению зарядов статического электричества или же способствовать рассеянию уже возникших зарядов следующими путями: за счет уменьшения коэффициента трения нитей или волокон; увеличения электропроводности текстильных материалов; увеличения диэлектрической проницаемости среды, находящейся между обоими трущимися телами; изменения величины контактного потенциала.

Выбор антистатических препаратов и способов отделки обусловлен природой волокна и требованиями к устойчивости получаемого эффекта. Когда препараты наносят на волокна

перед прядением или ткачеством, их необходимо удалять перед крашением или печатанием. В этом случае на волокна наносят замасливатели, в состав которых входят углеводороды или жиры и масла, гигроскопические вещества в сочетании с поверхностноактивными веществами.

Углеводороды и жиры снижают коэффициент трения между волокнами и частями машин в процессе текстильной переработки, поверхностно-активные вещества вместе с гигроскопическими повышают поверхностную проводимость.

Придание антистатических свойств, устойчивых к стирке, химической чистке, к естественному износу достигается при химической модификации волокон или нанесении нерастворимой полимерной пленки на поверхность материала.

Химическая модификация поверхности волокна проводится путем прививки химических соединений, имеющих в своем составе полярные гидрофильные группы.

Большое практическое применение получила S-отделка — поверхностное омыление ацетатного или триацетатного волокна в щелочной среде. Омыление часто совмещают с процессом отварки, добавляя в ванну при отваривании карбонат натрия (10—13 г/л) или гидроксид натрия (3—5 г/л). При этом на поверхности волокна создается тонкий слой гидратцеллюлозы, за счет которого повышается гигроскопичность волокна, а следовательно, снижается электризуемость. Снижение ацетильного числа на 2—2,5 единицы уменьшает электрическое сопротивление в 10 раз.

Повышенной гидрофильностью и пониженной электризуемостью обладают химически модифицированные полиамидные и полиэфирные волокна.

Наиболее широкое распространение получил способ обработки текстильных материалов препаратами, способными образовывать на поверхности волокна нерастворимые гидрофильные полимеры, проявляющие свойства полиэлектролита, и следовательно, обладающие высокой проводимостью. Эти соединения в виде предконденсата наносят на ткань. В процессе последующей термообработки в присутствии ката-

лизатора образуется сетчатый полимер, который достаточно прочно фиксируется на поверхности волокна. Представителями таких соединений являются отечественные препараты эпамин 06 и эпамин 15.

После нанесения указанного препарата на волокно в присутствии щелочного агента, связывающего выделяющуюся кислоту, при достаточно высокой температуре и продолжительности термообработки образуется сшитый полимер. Макромолекулы полимера содержат повторяющиеся группы, способные к ионизации (аминогруппы), т.е. образуется полиэлектролит типа ионообменной смолы. С другой стороны, в макромолекуле образующегося полимера содержатся гидрофильные оксиэтильные группы, а также ряд других полярных групп ($-\text{OH}$; $-\text{NH}-$), которые обеспечивают высокую степень поглощения влаги из окружающей среды. Увеличение количества подвижных ионов на поверхности волокна и гидрофильноеTM его в значительной степени повышает поверхностную проводимость волокон.

Технология обработки заключается в следующем. Ткань из синтетических, ацетилцеллюлозных волокон или их смесей с другими волокнами пропитывается на двух- или трехвальной плюсовке стабилизационной сушильно-ширильной машины раствором, содержащим 60—80 г/л эпамина 06, 5—6 г/л карбоната натрия, 5—6 г/л мягчителя стеарокса 6. Температура плюсовочного раствора 20—25 °С, степень отжима 80 %. В первых зонах сушильно-ширильной стабилизационной машины ткань высушивается при температуре 100—120 °С, затем следует термообработка при 170—180 °С в течение 30—40 секунд.

В процессе термообработки в присутствии щелочного препарата при pH 10 происходит дальнейшая поликонденсация, образуется сетчатый полимер.

Удельное электрическое сопротивление ткани, аппретированной эпamiном 06, снижается с 10^{14} до 10^8 — 10^9 Ом см. После десяти стирок в мыльно-содовом растворе оно составляет 10^0 — 10^1 Ом см, что вполне достаточно для сохранения необходимых эксплуатационных свойств.

Важнейшим видом оборудования для заключительно" отделки тканей из химических волокон являются игольчатые сушильно-ширильно-усадочные машины, на которых проводят аппретирование, сушку, исправление перекосов уточных нитей, ширение и усадку тканей.

На предприятиях шелковой промышленности применяются линии фирм «Киото» и «Вакаяма» (Япония), «Амдес» (Франция) и отечественного производства ЛЗО-180-ШЛ. Линия ЛЗО—180—1 (рис. 44) может быть использована для придания тканям из вискозно-штапельных волокон и их смесей с синтетическими волокнами малосминаемой, малоусадочной, глянцевой и серебристой отделки с последующим каландрированием на каландрах типа К-140, К—180 производственного объединения «Ивтекмаш» и фирм «Ренике» (Франция), «Рамиш» (Германия).

Отечественные каландры могут работать как в составе поточных линий, так и индивидуально (рис. 42).

Для заключительной отделки шелковых тканей могут использоваться заключительные декатиры, являющиеся характерным оборудованием для отделки шерстяных тканей (рис. 51).

При декатировке под действием пара снимаются внутренние напряжения волокна, тем самым снижается релаксационная (технологическая) усадка тканей.

Ткани из вискозных комплексных нитей пологой крутки в основе и высокой в утке часто подвергают тиснению, которое заключается в пропуске суровой ткани между двумя валами, один из которых имеет гравюру и обогрев, другой - эластичное покрытие. На рисунке 47 представлена схема каландра фирмы «Текстима».

Ткань с ролика 2, пройдя направляющие ролики 3 и тканерасправитель 4, попадает в жало валов. Металлический вал 5 имеет на своей поверхности гравюру в виде крепового рисунка и нагревается изнутри до температуры 200 °С, нижний эластичный вал 6 вращается от металлического. На эластичном валу отпечатывается рисунок гравированного вала, следо-

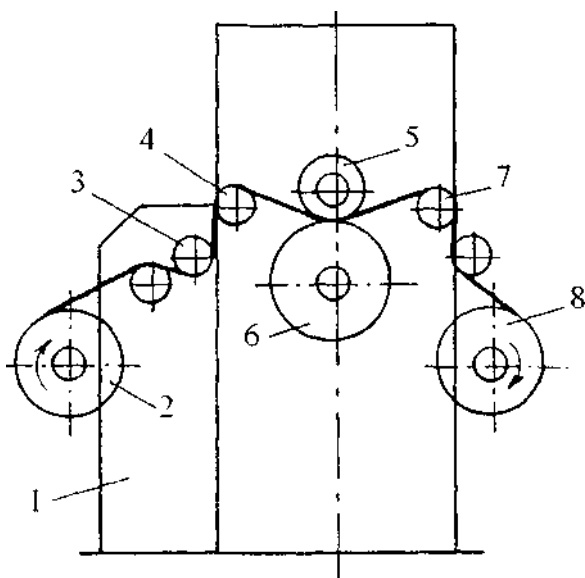


Рис. 47. Схема тиснильного крепового каландра фирмы «Текстима»

вательно, для точного совпадения раппорта рисунка длина окружности эластичного вала должна быть равна или в 2—3 раза (в целое число раз) больше длины окружности металлического вала. После каландрирования ткань огибает ролики 7, 8 и наматывается в рулон.

6.3. Отделка шерстяных тканей и тканей из смесей шерсти с другими волокнами

К числу шерстяных относятся ткани, содержащие не менее 20 % шерсти. По виду применяемого сырья, способу производства пряжи и технологии отделки они подразделяются на камвольные, в которых хорошо различаются ткацкие переплетения (костюмные, платьевые ткани) и суконные, имеющие ворсовый застил (пальтовые ткани). Помимо бытовых выпускают ткани специальные - технические, мебельные, обувные и другие.

В составе каждой группы имеются чистошерстяные и полушерстяные ткани. В чистошерстяные для получения внешнего эффекта допускается вложение небольшого количества химических волокон.

В состав волокнистых смесей для выработки полушерстяных тканей бытового назначения чаще всего включают полиэфирные, полиакрилнитрильные, полиамидные и вискоз-

ные волокна. Так, ткани костюмной группы в основном состоит из смеси шерсти с полиэфирным волокном (35—55 % ПЭ), платьевой — с полиамидным волокном (8—12 %), пальтовые — с полиакрилонитрильным волокном (35—55 %). Вискозное штапельное волокно в количестве до 70 % вкладывают главным образом в смеси, предназначенные для сукон и отчасти для полушерстяных камвольных тканей.

Основное назначение заключительной отделки шерстяных и полушерстяных тканей — улучшение внешнего вида. С этой целью применяют следующие виды машин: чистильные, стригальные, прессующие, цепные ширильные, заключительные декатиры, ратинизирующие («сухая» отделка).

Некоторые суконные ткани (высококачественные драпы, ратины, касторы и др.) подвергают сложной обработке, в которой чередуются процессы мокрой и сухой отделки. При этом осуществляют многократное ворсование, сушку и стрижку.

Стрижка является одной из важнейших операций. На поверхности ткани, подвергшейся или не подвергшейся ворсованию, выступают волокна, имеющие разную длину. Для выравнивания высоты выступающих волокон (ворса у ворсовых тканей) или удаления их (для выявления рисунка переплетения у камвольных тканей) применяют стригальные машины.

Особое значение стрижка имеет для суконных тканей, неоднократно подвергающихся этой операции.

В текстильной промышленности применяют стригальные машины двух типов: продольно-стригальные и поперечно-стригальные (для концов ткани, не постриженных в момент пропуска шва). Основным органом машины является стригальный аппарат (рис. 48), в который ткань подают двумя способами: «со стола» (рис. 48 а) и «на весу» (рис. 48 б).

Суконные и ворсовые ткани обычно стригут «со стола». Стригальный механизм воздействует на участок ворсовой ткани, находящийся на столе; при этом ворс подстригается на одинаковую высоту, удаляются даже незначительно выступающие волокна. Вместо стола могут быть установлены две опо-

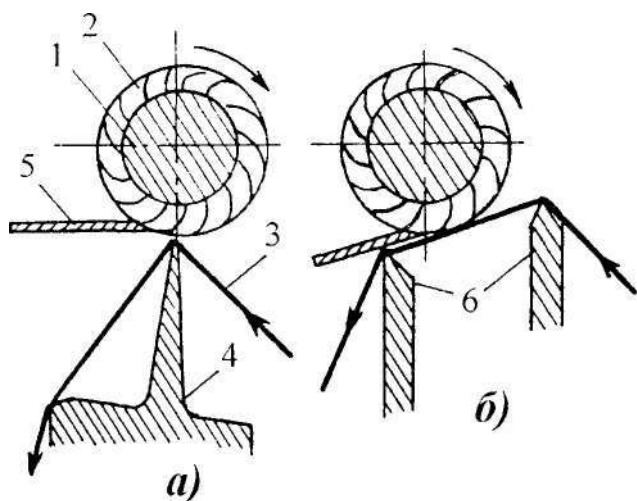


Рис. 48. Схема действия стригального аппарата:
а) — стрижка «со стола»;
б) — стрижка «на весу»

ры полого стола 6, между которыми ткань слегка провисает. Прогиб ткани не позволяет срезать мелкие утолщения, узелки. Такой способ применяется для стрижки камвольных тканей.

Стригальный аппарат состоит из плоского ножа 5 и стригального цилиндра 1, который вращается с высокой скоростью (до 1800 об/мин). Он представляет собой вал со спиральными канавками, где запрессованы ножи 2. Стригальный цилиндр и плоский нож действуют как ножницы, состригая излишний ворс, выступающий при огибании тканью 3 стола 4. В стригальных машинах обычно устанавливается до 4 стригальных аппаратов.

На рисунке 49 показана технологическая схема заправки ткани в стригальную четырехцилиндровую машину СГ—4—180Ш. Первая секция состоит из заправочного устройства 1, тканенаправителей 2, двух стригальных аппаратов 8, 10, транспортирующего вала 4, трех очистительных щеток 5, 6, 7, направляющих роликов 3, 9, 11, 12. Вторая секция — из двух стригальных аппаратов 18, 20, транспортирующего вала 22, трех очистительных щеток 14, 15, 16, направляющих роликов 13, 17, 19, 21, двух плоских щеток 23 и самоклада 24.

Для выполнения двухсторонней стрижки ткани на машине установлены три валика, с помощью которых ткань переворачивается с лицевой стороны на изнаночную.

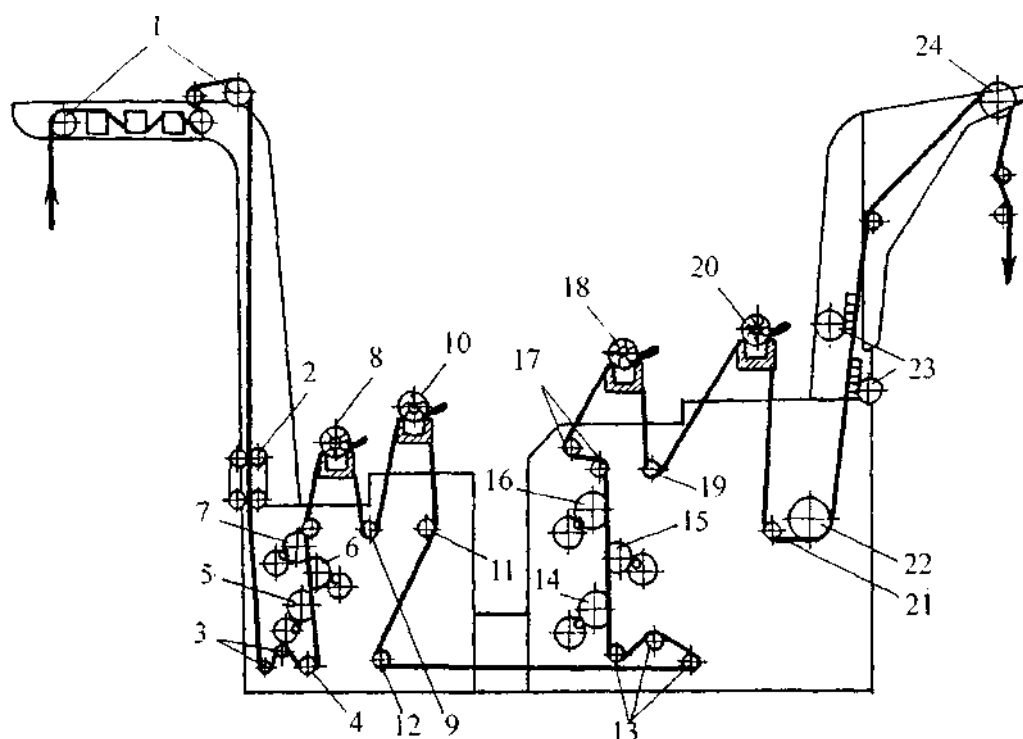


Рис. 49. Технологическая схема машины СГ—4—180Ш

До стрижки, с целью удаления загрязнений и прилипших частичек нитей и волокон, и после стрижки, для удаления остатков срезанных волокон и приглаживания поверхности ткани, проводят ее чистку на чистильных машинах ЧМ-2-180Ш с помощью щеток, вращающихся навстречу движению ткани.

С поверхности тканей, не подвергавшихся стрижке (например, буклированных) при чистке удаляют загрязнения. Предварительно ткань подпаривают острым паром, что облегчает удаление загрязнений, снимает напряжения волокон, полученные на предыдущих переходах. Ткань становится более эластичной, расправляются мелкие складки, ворс на ворсовых тканях сглаживается.

Прессование применяют для выравнивания ткани по толщине, расправления и фиксации ее; кроме того, ткань приобретает блеск. Прессование проводят после стрижки и чистки ткани.

Для прессования камвольных тканей применяют машины с плоскими прессующими поверхностями. Гидропрессы непрерывного действия выпускаются японской фирмой «Никки».

Суконные ткани прессуют на самопрессах, выпускаемых отечественной промышленностью, С—180Ш, на которых происходит сжатие ткани между нагретым полым цилиндром и прижатым к нему утюгом. Утюг самопресса обогревается паром, подаваемым во внутреннюю полость. На рисунке 50 представлена схема самопресса С-180Ш. Ткань

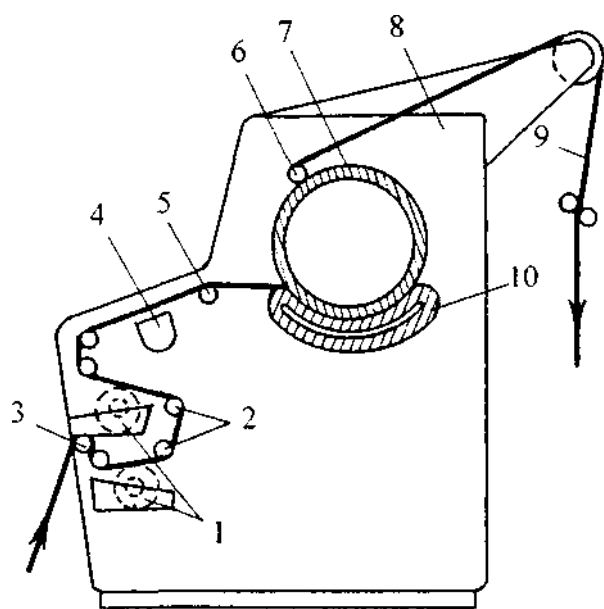


Рис. 50. Схема самопресса

через натяжное устройство 3, щетки 1, поочередно касаясь их лицевой и изнаночной сторонами, проходит опаритель 4, на котором она равномерно увлажняется паром. Затем ткань через ширитель 5 поступает на прессование, проходя между нагретым утюгом 10 и барабаном 7. Далее ткань огибает мерильный ролик 6 и выбирается самокладом 9 в тележку. Степень охвата щеток тканью регулируется перемещением роли-

ков 2. Все органы машины крепятся на станине 8.

Заключительная декатировка — одна из основных стадий заключительной отделки шерстяных тканей, в результате которой стабилизируются размеры, снижается усадка, облагораживается внешний вид ткани, она становится более добротной и приятной на ощупь.

мерно пропаривая ее в течение заданного времени (12—20 мин). После окончания пропаривания ткань быстро охлаждают путем просасывания через её толщу воздуха.

Более производительными являются декатиры непрерывного действия. На рисунке 52 представлена схема декатира ДЗН-220111.

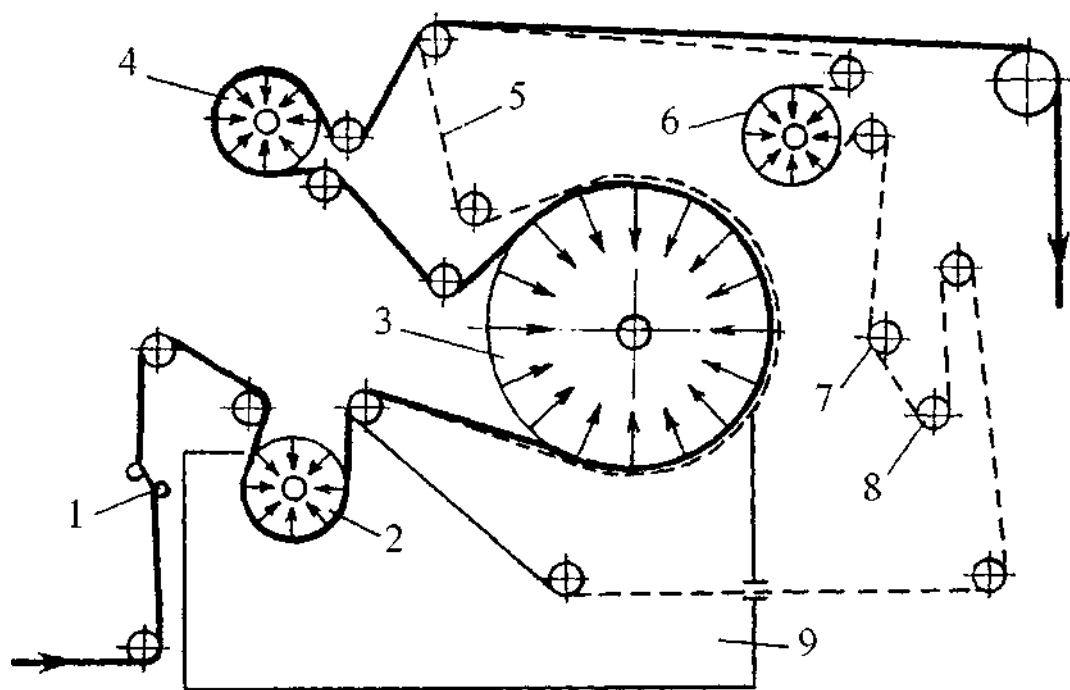


Рис. 52. Схема декатира ДЗН-180Ш

Расправленная ткань через заправочное устройство 1 поступает на цилиндр разогрева ткани 2, укладывается на спутник 5, который предварительно прогревается в паровой камере 9, и вместе с ним проходит вокруг декатировочного цилиндра 3. Перемещаясь по декатировочному цилиндру в паровой камере, ткань подвергается одновременно тепловому воздействию пара и механическому воздействию спутника. Интенсивно охлаждается за счет просасывания через нее воздуха при прохождении охлаждающего цилиндра 4. Спутник после

выхода с декатировочного цилиндра сушится на барабане 6, затем проходит перекосный 7 и натяжной 8 ролики и снова поступает в паровую камеру 9. Декатировочный цилиндр 3 представляет собой полый перфорированный цилиндр, к перфорированной обечайке которого приварены кольца и корытца для сбора конденсата. Такую же конструкцию имеют цилиндры разогрева 2, охлаждения ткани 4 и сушики спутника 6.

Увлажнение и кондиционирование рекомендуется проводить практически после каждой операции заключительной отделки по схеме: сушка — • кондиционирование — • стрижка — • увлажнение — • прессование — • кондиционирование — • декатировка — • кондиционирование. При этом улучшаются технологические свойства ткани на всех стадиях сухой отделки, а также её потребительские свойства и внешний вид.

Кондиционно-увлажнительная установка МКУ-180Ш (рис. 53) обеспечивает непрерывное увлажнение и охлаждение ткани в расправленном состоянии. На неё наносится распыленная через форсунки 1 влага. Для более равномерного увлажнения ткань пропаривается на барабане 2, затем охлаждается на перфорированном барабане 3 путем прососа через нее воздуха.

Ратинирование су-
конных ворсовых тка-

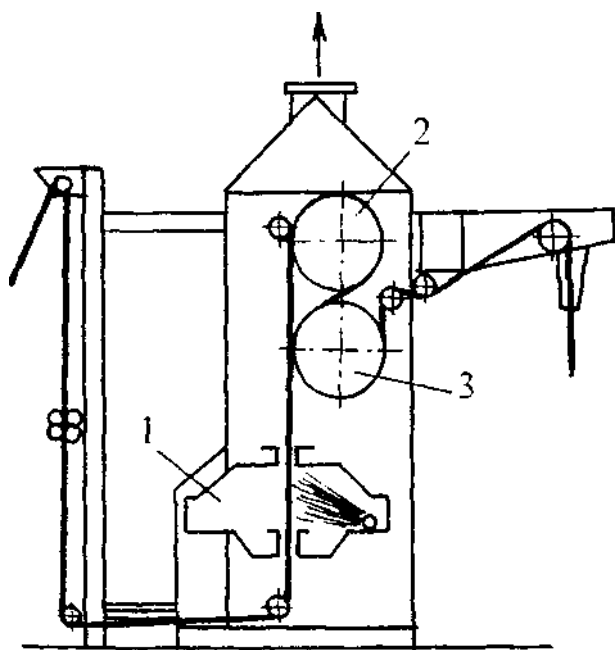


Рис. 53. Схема машины МКУ-180Ш

ней производится для фигурного расположения ворса на поверхности ткани. Она пропускается между двумя плитами, поверхность которых может быть покрыта волосяной щеткой, плюшем, мягкой резиной или сукном. Изменяя характер, амплитуду движения и степень давления плиты на ткань, можно добиться образования на ткани определенного рисунка из ворса разной высоты.

При выпуске большого объема однотипных тканей могут использоваться поточные линии, которые включают все или часть операций заключительной отделки шерстяных тканей. Для отделки камвольных тканей может использоваться линия, включающая стригальные машины, самопресс, машины для кондиционирования и увлажнения, заключительные декатеры непрерывного действия. Для заключительной отделки тонкосуконных неворсованных тканей поточная линия может состоять из сушильно-ширильной машины, механической перекатки, нескольких стригальных машин, чистильной машины, самопресса, заключительных декатиров. Между машинами устанавливаются компенсаторы для запаса ткани с целью обеспечения бесперебойной работы машин.

В ряде случаев для придания шерстяным и полушерстяным тканям мягкости, малоусадочное[™], формоустойчивости, антистатических свойств, а также специальных свойств (водо-, кислото-, маслоотталкивающих, огнезащитных и др.) проводится *аппретирование* на пропиточных ширильно-сушильных стабилизационных линиях типа ЛПШС—180—10, в которых плюсовка агрегирована с игольчатой ширильно-сушильной стабилизационной машиной.

В качестве умягчающих и антистатических препаратов при аппретировании полушерстяных тканей используют полиэтиленовую эмульсию совместно с алкамоном ОС—2. Более устойчивые антистатические свойства приобретают полушерстяные ткани при отделке препаратом эпамин 06 (100—125 г/л) с добавкой мягчителя и соды. После пропитки ткань высушивается и термообрабатывается. В процессе тер-

мообработки образуется полимерная пленка. После термообработки ткань промывается и снова высушивается.

Для полшерстяных тканей с вложением вискозного волокна необходима формоустойчивая отделка, в результате которой улучшается внешний вид ткани, снижается усадка, сминаемость. Ткань пропитывается составом, содержащим различные высокомолекулярные соединения: латекс ДММА-65ГП (водная дисперсия сополимера дивинила и метилметакрилата); ЛАТУР 1000-2-2У (водная дисперсия полиуретанового полимера); полимеры акрилового типа. После пропитки ткань высушивается и подвергается термообработке.

Одной из основных проблем при отделке шерстяных материалов является придание им малоусадочное[™] и особенно несвойлачиваемости в результате мокрых обработок и машинных стирок. Международным секретариатом по шерсти (МСШ, Англия) разработаны специальные стандарты на несвойлачиваемые шерстяные изделия Суперуолш, пригодные к многократной ручной и машинной стирке. Наибольшее распространение за рубежом получил способ Херкосетт. Процесс обработки шерстяных материалов (главным образом, гребенной ленты, реже мытой шерсти или готовых изделий) включает следующие стадии: хлорирование с целью подготовки поверхности шерсти, антихлорирование (нейтрализация соединений хлора), пропитку водным раствором смолы Херкосетт, обработку раствором смягчителя, сушку, термическую обработку, промывку и снова сушку.

В результате обработки шерсти смолой Херкосетт на поверхности волокна образуется пленка полимера, в которой оно находится, как в капсуле. При стирках образовавшаяся пленка способна набухать в воде более чем в 4 раза, маскируя выступающие края чешуек.

Аналогичный механизм придания несвойлачиваемости наблюдается и при использовании полиэтиленimina (ПЭИ).

В настоящее время все большее применение находит обработка шерстяных материалов низкотемпературной плазмой.

После плазмохимической обработки резко снижается свойлачиваемость чистошерстяных тканей. Так, например, усадка обработанной чистошерстяной камвольной ткани снижается с 37 до 3 - 5 %.

Технологии применения ПЭИ и низкотемпературной плазмы разработаны на кафедре ХТВМ МГТУ им. А.Н. Косыгина.

6.4. Специальные виды заключительной отделки

6.4.1. Водно-, кислото- маслоотталкивающая отделка

Одним из наиболее распространенных видов отделки является нанесение разнообразных соединений с целью снижения гидрофильности текстильных материалов. Различают отделку водонепроницаемую и водоотталкивающую (гидрофобную).

Водонепроницаемая отделка осуществляется путем нанесения на ткань гидрофобного соединения сплошной пленкой, которая заполняет промежутки между нитями и прочно удерживается на поверхности; при этом ткань становится непроницаемой для водяного пара и воздуха. Водонепроницаемая отделка применяется для палаточных тканей, парусин, воше-ных и кожеподобных материалов. На ткань наносятся 1—3 слоя пленочного покрытия (например, смолы на основе акриловых соединений), а затем проводится водоотталкивающая отделка. Водонепроницаемость таких тканей должна составлять после отделки не менее 600 мм водного столба (водонепроницаемость определяется методом Шоппера по высоте водного столба, при котором на поверхности ткани образуются первые три капли воды).

Ткани, предназначенные для изготовления одежды (плащевые, курточные, костюмные, спортивные, искусственный мех и др.) подвергаются водоотталкивающей отделке. Поверхность таких тканей не смачивается водой. Проникновение воды через поры, обладающие гидрофобной внутренней поверх-

ностью, значительно затруднено, хотя они легко пропускают воздух и водяные пары. Одежду с гидрофобной отделкой приятно носить, она адсорбирует меньшее количество влаги и быстрее высыхает.

Водоупорность после водоотталкивающей отделки должна составлять не менее 200 мм водного столба.

Кислото-, маслоотталкивающая отделка необходима для некоторых технических тканей, а также тканей, используемых для пошива спецодежды.

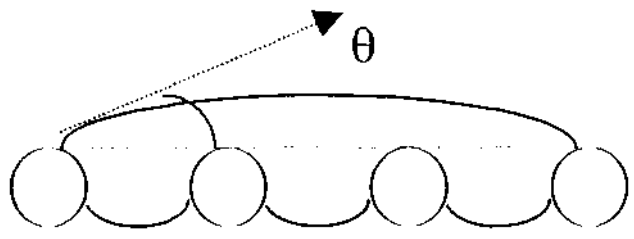
Твердые тела не смачиваются жидкостью, поверхностное натяжение которой выше, чем поверхностное натяжение твердого тела. Следовательно, для уменьшения степени смачиваемости текстильных материалов водой, кислотами, жидкостями типа масел необходимо путем введения в поверхностный слой волокна соединений определенной химической природы резко снизить поверхностное натяжение волокна с тем, чтобы оно было ниже поверхностного натяжения жидкости.

Значительную роль при смачивании играет наличие полярных групп, в частности гидроксильных, в молекуле целлюлозы, за счет которых идет взаимодействие с дипольными молекулами воды с образованием водородных связей; поэтому вода прочно удерживается гидрофильным волокном. Гидрофобные волокна не имеют или имеют очень мало функциональных групп, взаимодействующих с водой и, следовательно, не удерживают ее.

В связи с этим рекомендуется использовать для спецодежды ткани, содержащие синтетические волокна: например, для защиты от кислот (35 % соляной и до 80 % серной кислоты) — полиэфирное волокно (100 %), смесь полиэфирного (67 %) и хлопкового (33 %) волокон — от воздействия кислот средней концентрации (до 50 % серной кислоты), смесь полиэфирного (67 %) и вискозного (33 %) волокон — для защиты от нефти, нефтепродуктов, масел.

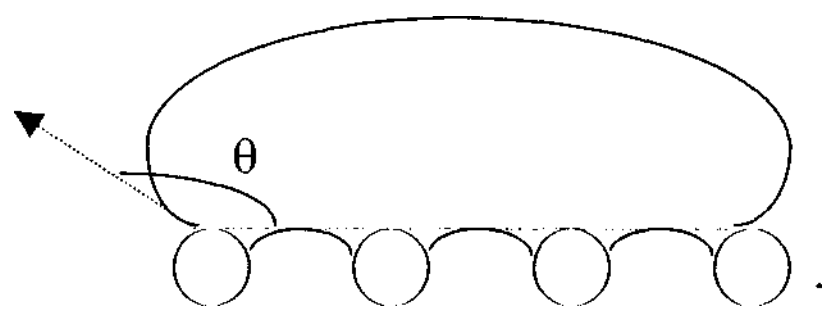
Значительную роль при смачивании играет структура твердой поверхности. Поверхность текстильных материалов

можно представить как пористую (имеются в виду макропоры — поры между основными и уточными нитями, между нитями пряжи, внутри пряжи). Капля при соприкосновении с пористой поверхностью образует с ней кажущийся угол смачивания θ . Если пористое тело гидрофильно, т.е. $\theta < 90^\circ$, то смачивание стенок пор вызывает проникновение в них жидкости, которая образует внутри пор вогнутый мениск:



Такой мениск, созданный приподнятыми краями уровня жидкости, приводит к появлению капиллярного давления. Оно способствует проникновению жидкости в поры, причем суммируется с гидростатическим давлением самой жидкости, определяемым высотой капли.

Если угол смачивания поверхности материала больше 90° , то участки нижней поверхности капли, находящиеся под поверхностью открытых пор и не соприкасающиеся с твердым телом (волокном), будут расположены выше поверхности твердого тела (волокна):



В этом случае возникает противокапиллярное давление, которое препятствует проникновению жидкости в поры во-

локна. Однако гидростатическое давление противодействует противокапиллярному. Таким образом, гидрофобизация пористых волокнистых материалов служит защитой от проникновения сквозь них воды лишь при определенном гидростатическом давлении.

Благодаря противокапиллярному давлению гидрофобизированные пористые материалы высыхают быстрее, чем негидрофобизированные, впитавшие такое же количество воды, поскольку вода стремится выйти из несмачивающихся капилляров. Чтобы удалить воду из гидрофильных капилляров, напротив, необходимо приложить внешнее давление.

Наряду с материалами, гидрофильными по природе, существуют материалы гидрофобные. К ним относятся углеводороды (парафин), кремний- и фторорганические соединения и другие. Вода не только не смачивает поверхность таких веществ, но в ряде случаев легко скатывается с них.

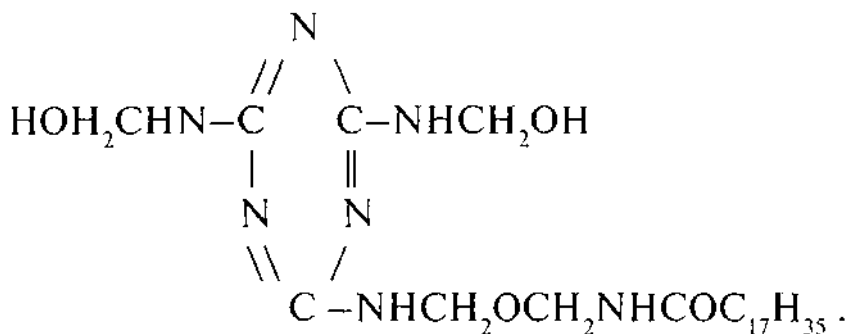
Адсорбируясь на поверхности гидрофильного материала вышеуказанные соединения ориентируются так, что гидрофобные радикалы оказываются направленными наружу от поверхности волокна, образуя сплошной заслон или новую гидрофобную поверхность, при этом смачиваемость поверхности материала понижается.

В текстильной промышленности в качестве гидрофобизаторов наибольшее распространение получили следующие препараты.

1. Соли тяжелых металлов, восковые и парафиновые эмульсии. Парафиностеариновая эмульсия с солями алюминия или циркония — препараты аламин 520 (Россия); персистоль Е (Германия) используется для водоотталкивающей отделки, устойчивой к светопогоде (ВО—С), плащевых и палаточных хлопчатобумажных, льняных и полульняных тканей, а также тканей технического назначения.

2. Гидрофобизаторы, имеющие в своем составе реакционноспособные группы, за счет которых они могут химически взаимодействовать с функциональными группами волокна, — препараты фоботекс ФТЦ (Швейцария), аламин С (Россия).

Препарат аламин С — продукт конденсации метилолмеламина с N-оксиметилстеариламидом:

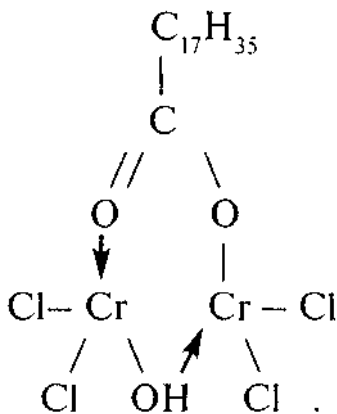


Ткань пропитывают составом, содержащим (г/л): аламин С — 60—80; уксусную кислоту 40 %-ную — 15—20; хлорид аммония — 3—4. Затем сушат на сушильно-ширильной машине и термообработывают при температуре 150—160 °С в течение 2—5 мин или при 175—180 °С 1 минуту.

Получаемый гидрофобный эффект устойчив к многократным стиркам в мыльно-содовом растворе при температуре 65 °С (отделка ВО-У).

3. Органические комплексы хрома или алюминия — хромолан (Россия), импермин G (Германия). Комплексные соединения хрома или алюминия образуют в волокне полимеры с разветвленной структурой. За счет наличия свободных валентностей у атомов металла идет взаимодействие с функциональными группами волокна.

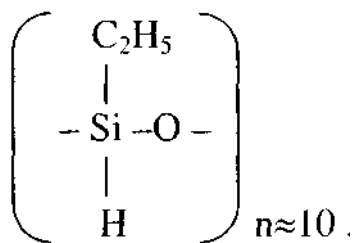
Хромолан — комплексная соль хлористого хрома и стеариновой кислоты:



Ткань пропитывают составом, содержащим (г/л): хромо-лан — 40—60; уротропин — 5—8; уксусную кислоту, 80 %-ную — 5—8 (до pH 4—4,5). Затем высушивают при температуре 95—105 °С. Уротропин необходим для нейтрализации соляной кислоты, которая выделяется при гидролизе хромолана. Получаемый гидрофобный эффект устойчив к низкотемпературным (40 °С) стиркам. Однако хромолан придает тканям грязновато-зеленый оттенок, поэтому его применение рекомендуется только для темных цветов. В основном хромолан используется при гидрофобной отделке шерстяных тканей.

4. Кремнийорганические соединения (силиконы). Ткани, обработанные этими соединениями, приобретают хорошую гидрофобность, сохраняя при этом высокие гигиенические свойства. Улучшается внешний вид ткани, гриф, углубляется окраска, уменьшаются усадка и сминаемость, увеличивается механическая прочность, особенно на истирание, уменьшается разрыв нитей и количество прорубок на ткани при пошиве изделий. Полученный эффект устойчив к стиркам, химчисткам, атмосферным воздействиям.

Наиболее широкое распространение в качестве гидрофобизаторов получили кремнийорганические олигомеры, в частности — олигоэтилгидросилоксан, выпускаемый в виде 50 %-ной водоразбавляемой эмульсии КЭ—30—04:



В процессе термообработки на поверхности волокна образуется однородная гибкая и прочная пленка полимера. Наличие водорода у атома кремния способствует ускорению этой реакции.

На качество и устойчивость силиконовой отделки к различного рода воздействиям большое влияние оказывают ката-

лизаторы. Максимальной фиксации с соответствующей прочной ориентацией гидрофобных радикалов олигоэтилгидросилоксана удастся достигнуть при применении кремнийорганических аминов — препарата АГМ—9. На ткани адсорбируется продукт взаимодействия гидросилоксана и аминосилана, вокруг волокна образуется гидрофобная пленка полимера, прочно связанная с целлюлозой.

Ткань пропитывают составом, содержащим (г/л): эмульсию КЭ—30—04 — 40—60 и препарат АГМ9 — 1—2; затем высушивают на сушильно-ширильной линии и термообработывают при температуре 140–150 °С.

Наряду с водоотталкивающими силиконированные ткани приобретают кислотоотталкивающие свойства.

5. Фторорганические соединения — латексы ЛФМ—2, ЛФМ—3, ГФ и ТГ; фоборит — препарат на основе фторсодержащих органических соединений. Фторсодержащие препараты обладают уникальными свойствами: они имеют самое низкое поверхностное натяжение — 6–8 мН/м (по сравнению с 20–35 мН/м для углеводородов и 71 мН/м для воды).

Поверхности, покрытые перфторированными соединениями, смачиваются только теми жидкостями, у которых поверхностное натяжение ниже, чем у фторсодержащих препаратов. Это позволяет использовать фторорганические препараты не только для водоотталкивающей, но и для кислото-, маслоотталкивающей (олеофобной) отделки.

Для оптимальной ориентации фторорганического радикала длина фторированного участка цепи должна составлять не менее 7 атомов углерода (количество CF_2 -групп >7), причем на конце алифатической цепи должна быть CF_3 -группа. Атомы фтора свободно размещаются вокруг атома углерода, образуя над ними своеобразные «зонты», которые экранируют защищаемую поверхность от контакта с водой и другими жидкостями.

Для повышения устойчивости отделки к стиркам рекомендуется использовать сшивающие агенты на основе меламина.

Ткань пропитывают составом, содержащим (г/л): фторорганическую дисперсию — 60—80; сшивающий агент на основе метилольных производных меламина (метазин 6У) — 2—10; катализатор для сшивающего агента — 6—12. Затем высушивают и термообработывают при температуре 150—170 °С.

6.4.2. Огнезащитная отделка

В связи с ростом требований к обеспечению безопасности огнезащитная отделка находит все более широкое применение. Она необходима текстильным материалам, используемым для изготовления спецодежды, мебельным и декоративным тканям, применяемым в салонах самолетов, автомашин, общественных зданий, некоторым видам детской и туристической одежды.

Горение волокнистых материалов происходит под действием высоких температур и кислорода. Процесс горения идет в несколько стадий: нагревание ткани, низкотемпературный пиролиз с выделением горючих газов, воспламенение, горение или тление.

Для подавления процесса горения необходимо, чтобы выделяющаяся при этом энергия была меньше теплотеря в окружающее пространство, т.е. меньше энергии, затраченной на воспламенение. Вещества, которые путем снижения или поглощения выделяющейся при горении энергии обеспечивают выполнение этого условия, называются антипиренами.

Антипирены можно разделить на две группы: 1) увеличивающие количество энергии, требуемой для воспламенения; 2) снижающие количество энергии, выделяющейся при горении.

К антипиренам первой группы относятся соединения, разлагающиеся при высоких температурах с поглощением значительного количества тепла, например гидроксид алюминия, силикат магния.

Антипирены второй группы в зависимости от их химического состава могут придавать тканям огнезащитные свой-

ства путем разбавления горючих газов, выделяющихся в процессе пиролиза; снижения объема выделяющихся горючих газов за счет повышения выхода обугленного остатка; образования негорючей пленки, затрудняющей контакт с воздухом и замедляющей скорость диффузии горючих продуктов пиролиза к фронту пламени.

Устойчивость к термической деструкции может быть повышена также путем химической модификации волокнообразующих полимеров. Однако большинство способов придания огнезащитных свойств основано на использовании антипиренов, позволяющих замедлить или исключить отдельные стадии процесса горения.

Антипирены второй группы в основном представляют собой галоген-, фосфор-, бор- и серосодержащие соединения. Составы на основе буры, борной кислоты и гидрофосфата аммония в соотношении 7:3:5 прекращают горение ткани после удаления источника огня за счет выделения негорючих газов и образования пленки на поверхности волокна. Однако, получаемый эффект неустойчив к стиркам.

Для получения огнезащитной отделки, устойчивой к бытовым стиркам, рекомендуется использовать препарат ТАФ на основе триамида фосфорной кислоты $(\text{NH}_2)_3\text{PO}$, который применяется совместно с предконденсатами термореактивных смол (карбамолом или карбамолом ЦЭМ). Наибольшее применение из органических фосфорсодержащих антипиренов находят соединения фосфора, содержащие реакционноспособные метилольные группы (например, препарат пироватекс ЦП).

Ткань пропитывают составом, содержащим (г/л): пироватекс ЦП — 350—400; метазин — 60—80; полиэтиленовую эмульсию — 20—30; хлорид магния — 10; орто-фосфорную кислоту — 2,9. Затем ее высушивают на сушильно-ширильной машине и термообработывают при температуре 160 °С в течение 5 минут. После термообработки ткань поступает на мойно-сушильную машину, где промывается горячим раствором соды (температура 90 °С), горячей и холодной водой и высушивается.

Огнезащитную отделку на основе пироватекса ЦП маркируют как 03—У, поскольку она устойчива к мыльно-содовым стиркам и химчисткам. Недостатком этой отделки является снижение прочности под действием разрывной и раздирающей нагрузок на 20—30 %.

Огнезащитная отделка в основном используется для целлюлозных материалов. Шерсть обладает достаточной устойчивостью к горению. Однако для некоторых шерстяных изделий (спецодежды, обивочных материалов и т.д.) отделка такого рода необходима.

Синтетические ткани поддаются огнезащитной обработке с большим трудом, чем целлюлозные и шерстяные. Самыми воспламеняемыми являются ткани из полиакрилонитрильных волокон, для огнезащитной отделки которых рекомендуется обработка аммониевыми солями фосфорной кислоты, фторборатами и другими соединениями.

6.4.3. Противогнилостная и биозащитная отделка

Микробиологическое разрушение — один из наиболее распространенных видов разрушения текстильных материалов. Около 40 % повреждений происходит под действием микроорганизмов, в результате чего материалы становятся полностью непригодными для эксплуатации. В особенности защита требуется для тканей, используемых в тропическом и субтропическом климате, а также для материалов, подвергающихся попеременному воздействию воды и теплого влажного воздуха.

Микроорганизмы, вызывающие повреждение волокон, относятся к трем группам: грибы, бактерии, актиномицеты. Наибольшее поражение вызывают грибы.

Разрушение целлюлозных и белковых материалов микроорганизмами обусловлено выделением в процессе их жизнедеятельности энзимов, деструктирующих целлюлозу и белки. Образовавшиеся простейшие сахара и аминокислоты используются ими для питания.

Наиболее уязвимыми являются натуральные (хлопок, лен, шерсть), а также гидратцеллюлозные (вискозные) волокна. Повреждение синтетических волокон вызывают, как правило, наиболее распространенные бактерии, актиномицеты и плесневые грибы, часто видоизменяющие свои свойства в процессе приспособления к новому субстрату, который они используют в качестве источника питания и энергии.

Следует отметить, что в тканях из смеси волокон чем меньшей биостойкостью характеризуется природное волокно, тем сильнее повреждается в контакте с ним и химическое.

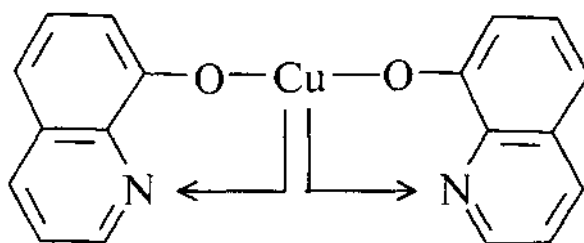
Существующие в настоящее время способы защиты текстильных материалов от действия микроорганизмов делятся на активные и пассивные.

Методы активной защиты основаны на введении токсических веществ - биоцидов (фунгицидов и бактерицидов), прекращающих или замедляющих жизнедеятельность микроорганизмов. Защитный эффект является результатом химической реакции биоцидов с белком микроорганизмов.

По химическому составу биоциды делятся на неорганические, металлоорганические, фенольные, серосодержащие, четвертичные аммониевые соединения.

Бактерицидными и фунгицидными свойствами обладают соли тяжелых металлов. При непосредственном контакте с протоплазмой клеток микроорганизмов они вызывают коагуляцию белков протоплазмы, приводящую к разрушению клетки. По степени бактерицидности катионы металлов располагаются в следующий ряд: $\text{Ag} > \text{Hg} > \text{Cd} > \text{Cu} > \text{Pb} > \text{Zn}$.

Наиболее широкое применение для противогнилостной отделки текстильных материалов нашли соединения меди, в частности 8-гидроксихинолят меди:



Устойчивые к действию микроорганизмов материалы получают путем комбинированной обработки солями меди и хрома. Образование медно-хромотаннидных соединений происходит непосредственно на ткани при последовательной обработке ее дубильным экстрактом, раствором сульфата меди и бихромата калия. Содержащиеся в дубильном экстракте таннидные вещества образуют с медью и хромом соединения, не растворимые в воде и органических растворителях. Механизм их защитного действия заключается в следующем: в результате жизнедеятельности микроорганизмов образуются органические кислоты, разлагающие медно-хромотаннидные соединения. Выделяющиеся при этом ионы двухвалентной меди вызывают гибель микроорганизмов.

Пассивная защита от действия микроорганизмов основана на химической модификации волокон, а также на образовании пленочных покрытий при малосминаемой, гидрофобной и других видах отделок текстильных материалов, которые являются барьером, препятствующим проникновению влаги и микроорганизмов в структуру волокна.

Высокий и устойчивый биозащитный эффект может быть получен, например, при последовательной обработке текстильных материалов сульфатом меди (40 г/л) и этилсиликонатом натрия (кремнийорганический препарат ГКЖ—10 — 100 г/л). При этом на ткани образуется этилсиликонат меди, связанный с целлюлозным волокном координационными связями.

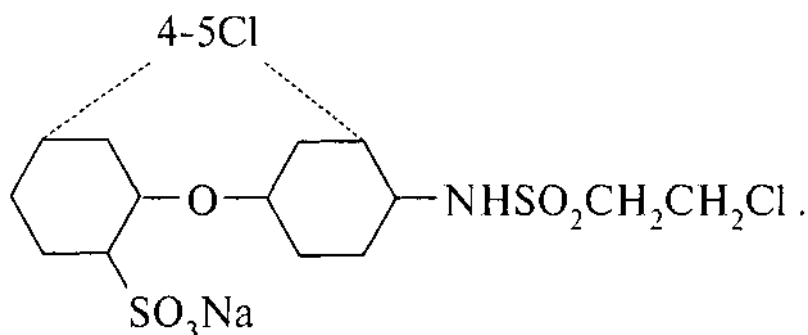
Большой интерес представляет создание антимикробных материалов. Привитой сополимер целлюлозы и 1,2-диметил-5-винилпиридиния, содержащий химически присоединенный гексахлорофен, используют для изготовления нательного и постельного белья, одежды, применяющихся в больницах с целью снижения микробной обсемененности кожных покровов человека и самих волокнистых материалов, а также для предотвращения микробной инфекции.

Разработан способ получения гемостатических материалов, представляющих собой сополимер целлюлозы и кальциевой соли полиакриловой кислоты.

Антибактериальная активность волокнистых материалов обусловлена тем, что антимикробные вещества, присоединенные химической связью к функциональным группам модифицированной целлюлозы, постепенно отщепляются от этих групп вследствие гидролиза связи, диффундируют из волокнистого материала и вступают во взаимодействие с микробной клеткой, разрушая ее.

Известно, что кератин шерсти является питательной средой для гусениц, развивающихся из яиц, откладываемых бабочками моли, а также для ковровых и меховых жучков. Чтобы предохранить кератин от воздействия личинок, используют инсектицидные (убивающие насекомых) вещества. Молезащитные препараты помимо инсектицидных свойств должны быть бесцветными, нетоксичными для организма человека, прочно фиксироваться на кератине шерсти.

Наибольшее распространение для молезащитной отделки шерсти получил молантин Р — хлорметилсульфамид:



Обработку этим препаратом можно проводить на различных стадиях технологического процесса: в волокне, ленте, пряже, ткани — и совмещать эту операцию с крашением (содержание молантина Р в красильной ванне — 1—1,5 % от массы шерсти).

Иногда для молезащиты применяют вещества, отпугивающие насекомых, — репелленты.

6.4.4. Грязеотталкивающая отделка

При эксплуатации текстильные материалы постепенно загрязняются, теряют первоначальный внешний вид. В связи

с этим применение грязеотталкивающей и грязеудаляющей отделки является одним из важнейших резервов улучшения качества изделий и увеличения срока их использования, позволяет сократить количество стирок и чисток.

Различают газообразные, сухие и жидкие загрязнения.

Для снижения загрязняемости жидкими загрязнениями необходимо уменьшить их смачиваемость путем снижения свободной поверхностной энергии, т.е. придать материалу гидрофобно-олеофобные свойства. Следовательно, препараты, применяемые для гидро-, олеофобной отделки, одновременно придают текстильным материалам устойчивость к мокрым загрязнениям.

Газообразные загрязнения могут обладать неприятным запахом, вредно действовать на организм человека. К их числу относятся SO_2 , H_2S , NH_3 , пары различных кислот или органических веществ.

Сухие загрязнения имеют различный состав в зависимости от времени года и суток, наличия промышленных предприятий и прочее. Различают жировые и пигментные загрязнения. Большая часть частиц пыли характеризуется высокой дисперсностью (диаметр частиц 2,2—3,3 мкм). Загрязнения на текстильных изделиях удерживаются за счет механических связей, действия межмолекулярных сил или приклеивания. Сухому загрязнению способствуют прежде всего шероховатость, пористость, рыхлость текстильных изделий, а также микродефекты волокна (трещины, разрывы и т.д.). Кроме того, чем выше электрокинетический потенциал волокна, тем в большей степени оно загрязняется пигментной грязью.

Наиболее легко загрязняются ткани из гидрофобных синтетических волокон. Загрязняемость целлюлозно-полиэфирных тканей возрастает по мере увеличения в них полиэфирной составляющей.

Следует отметить, что большое влияние на загрязняемость материалов оказывают аппреты, наносимые на поверхность ткани в процессе заключительной отделки. Мягкая пленка, которую образуют на волокне различные термоплас-

тичные соединения, мягчители, жироподобные препараты (полиэтиленовая эмульсия, парафино-стеариновая эмульсия, этамон ДС, олигоэлитгидросилоксан и др.), легко деформируется, способствуя тем самым увеличению площади контакта загрязнений с волокном, прилипанию их и продвижению во внутренние слои пленки. Такая пленка прочно связывает загрязнения с текстильным материалом, затрудняет грязеудаляемость.

Из сказанного следует, что препараты, применяемые для противозагрязняемой отделки текстильных материалов, должны образовывать на поверхности волокна твердую, гладкую, упругую, нелипкую пленку, которая, сглаживая поверхность волокна, снижая его χ -потенциал, будет препятствовать отложению загрязнений и проникновению их внутрь волокна.

Для грязеотталкивающей отделки текстильных материалов рекомендован препарат ГПА, который получен путем полимеризации акриламида в среде алюмометилсиликоната натрия (АМСР). Грязеотталкивающие свойства препарата зависят от содержания в нем АМСР, которое должно составлять не менее 15—20 %. С целью повышения устойчивости грязеотталкивающих свойств ткани к мокрым обработкам рекомендуется в аппрет вводить предконденсаты термореактивных смол.

Ткань пропитывают на трехвальной плюсовке аппретом, содержащим препарат ГПА (50—200 г/л), метазин, гликазин или карбамол ЦЭМ (20—100 г/л), при температуре 25—30 °С. Остаточная влажность после отжима составляет (%): для тканей из вискозных нитей - 70—80; из полиэфирных — 50-60; из триацетатных — 25—30. Затем ткань высушивают при температуре 100 °С и термообработывают при температуре 140 °С в течение 5 минут.

Отделка препаратом ГПА уменьшает загрязняемость пигментной грязью, способствует сохранению внешнего вида текстильных материалов в процессе эксплуатации.

Все виды специальной отделки текстильных материалов могут осуществляться на линиях заключительной отделки тканей типа ЛЗО-180-1 (ЛЗО-140-1) (рис. 44); ЛЗО-180-2

(ЛЗО-140-2) (рис. 45); ЛАУ-180-1 (ЛАУ-120-1); ЛЗО-180-ШЛ; ЛПШС-180-10.

6.4.5. Складально-уборочные операции

После заключительной отделки ткани поступают в складально-уборочный отдел.

В складально-уборочном цехе и в отделе технического контроля происходит размеривание и разбраковка готовых тканей, определение сорта, накатывание в рулоны или складывание кусков разбракованной ткани метровыми складками в форме книжки, складывание и одновременное сдваивание широких тканей вдоль куска, маркировка и упаковка.

Контроль качества и измерение длины готовой ткани проводят на браковочно-мерильных машинах типа Б—120, Б—140, Б—180, БО—180ШЛ. Над смотровым столом установлены люминесцентные лампы, облегчающие нахождение в тканях любого вида дефекта.

Для сдваивания ткани и накатки ее в рулон или на плоский шаблон используют двоильно-накатные машины (МДН-180-1; МДН-180-Ш; ДМ-110-ШЛ; ДС-140-ШЛ и др.). Машина включает в себя заправочное устройство, тканенаправитель, опережающий ролик, угольник сдваивания и накатное устройство; с помощью кромковыравнивающего механизма предотвращается относительное смещение кромок более чем на 10 миллиметров. Некоторые типы машин могут быть использованы и как мерильно-складальные.

Готовую ткань маркируют и упаковывают в бумагу или, на специальных машинах, в полимерную пленку, затем направляют на склад готовой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андросов В.Ф. Крашение синтетических волокон. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 272 с.
2. Андросов В.Ф., Петрова И.Н. Синтетические красители в легкой промышленности: Справочник. — М.: Легпромбытиздат, 1989. — 368 с.
3. Балашова Т.Д. и др. Краткий курс химической технологии волокнистых материалов /Балашова Т.Д., Булушева Н.Е., Новорадовская Т.С., Садова С.Ф. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. — 200 с.
4. Беленький Л.И. Физико-химические основы отделочного производства текстильной промышленности. — М.: Легкая индустрия, 1979. — 312 с.
5. Булушева Н.Е. Переводной способ термопечати тканей и трикотажных полотен: Конспект лекций. — М.: МТИ, 1983. — 30 с.
6. Ковтун Л.Г. Химическая технология отделки трикотажных изделий: Учебник для вузов. — М.: Легпромбытиздат, 1989. — 232 с.
7. Красители для текстильной промышленности: Колористический справочник /Под общ. ред. Л.Л. Бяльского, В.В. Карпова. — М.: Химия, 1971. — 312 с.
8. Кричевский Г.Е. и др. Химическая технология текстильных материалов/ Кричевский Г.Е., Корчагин М.В., Сенахов А.В. — М.: Легпромбытиздат, 1985. — 640 с.
9. Мельников Б.Н. и др. Физико-химические основы процессов отделочного производства: Учебное пособие для вузов / Мельников Б.Н., Захарова Т.Д., Кириллова М.Н. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. — 280 с.
10. Оборудование для отделки хлопчатобумажных тканей: Справочник / Под ред. Н.Е. Егорова. — М.: Легпромбытиздат, 1991. — 240 с.
11. Отделка и крашение шерстяных тканей: Справочник / Под общ. ред. В.Л. Молокова. — М.: Легпромбытиздат, 1985. — 264 с.

12. Отделка хлопчатобумажных тканей: Справочник / Под ред. Б.Н. Мельникова. - Иваново: изд-во «Талка», 2003.-484 с.

13. Попиков И.В., Тиматков А.Г. Оборудование шелко-отделочных предприятий. — М.: Легпромбытиздат, 1991. — 256 с.

14. Слесарева В. В. и др. Оборудование шерстоотделочных предприятий / Слесарева В.В., Коппе Н.Л., Ванюкова Г.Н., Сарибекон Г.С. — М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981.-360 с.

15. Хвала А., Ангер В. Текстильные вспомогательные вещества: Справочное пособие. / Пер. с нем. - В 2 ч. - М.: Легпромбытиздат, 1991. — 4.1. - 432 с.

16. Шиканова И.А. Технология отделки шерстяных тканей. — М.: Легкая индустрия, 1972. — 364 с.

Учебное издание

*Балашова Тамара Демидовна,
Журавлева Нина Васильевна,
Коновалова Марина Владимировна,
Куликова Мария Алексеевна*

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Подписано в печать 22.09.2005.
Формат бумаги 60 x 90/16. Усл. печ. л. 23.
Тираж 1000 экз. Заказ № 5814.

119991, Москва, ул. Малая Калужская, д. 1
Московский государственный текстильный университет
им. А.Н. Косыгина

Отпечатано с готовых диапозитивов
в кооперации с типографией Группы Компаний «Совьяж Бево»,
119991, г. Москва, Малокалужский пер., д. 1,
тел.: (095) 955-35-14,
в ОАО ордена «Знак Почета» «Смоленская областная
типография им. В. И. Смирнова»
214000, г. Смоленск, пр-т им. Ю. Гагарина, 2