

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Учреждение образования

«Витебский государственный технологический университет»

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Лабораторный практикум для студентов специальности  
1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов»  
дневной формы обучения

Витебск  
2011

УДК 677.027.(07)

Химическая технология текстильных материалов: лабораторный практикум для студентов специальности 1-50 01 01 «Технология пряжи, тканей, трикотажа и нетканых материалов» дневной формы обучения

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2011

Составители: доцент Ясинская Н.Н.,  
доцент Соколова Т.Н.

Методические указания предназначены для самостоятельного изучения теоретического материала и выполнения лабораторных работ по дисциплине «Химическая технология текстильных материалов».

Одобрено кафедрой химии УО «ВГТУ»  
«31» января 2011 г., протокол № 7

Рецензенты: доцент Платонов А.П.  
Редактор: старший преподаватель Сергеев В.Ю.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ» «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г., протокол № \_\_\_\_\_

Ответственная за выпуск: Попко Е.П.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат \_\_\_\_\_ Уч.-изд. лист \_\_\_\_\_

Печать ризографическая. Тираж \_\_\_\_\_ Заказ \_\_\_\_\_

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

210035, Витебск, Московский проспект, 72.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 Свойства и распознавание волокон</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Природные волокна</b>	<b>4</b>
1.1.1 Целлюлозные волокна	4
1.1.2 Белковые волокна	10
<b>1.2. Искусственные целлюлозные волокна</b>	<b>15</b>
1.2.1 Гидратцеллюлозные волокна	15
1.2.2 Ацетилцеллюлозные волокна	16
<b>1.3 Синтетические волокна</b>	<b>18</b>
1.3.1 Полиэфирные волокна	18
1.3.2 Полиамидные волокна	19
1.3.3 Полиакрилонитрильные (ПАН) волокна	21
Лабораторная работа 1. Определение волокон природного происхождения	22
Лабораторная работа 2. Определение волокон химического происхождения	23
Лабораторная работа 3. Распознавание волокон по результату их сжигания	24
<b>2 Подготовка текстильных материалов к крашению и печатанию</b>	<b>27</b>
<b>2.1 Подготовка хлопчатобумажных текстильных материалов к крашению и печатанию</b>	<b>27</b>
Лабораторная работа 4. Расшлихтовка хлопчатобумажных тканей	32
Лабораторная работа 5. Отварка и кислование хлопчатобумажных тканей	33
Лабораторная работа 6. Щелочно–пероксидные способы подготовки тканей	34
Лабораторная работа 7. Щелочно-гипохлоритный (периодический) способ подготовки тканей	36
<b>2.2 Мерсеризация хлопчатобумажных материалов</b>	<b>37</b>
Лабораторная работа 8. Мерсеризация хлопчатобумажных текстильных материалов	38
<b>2.3 Подготовка текстильных материалов из искусственных волокон</b>	<b>39</b>
2.3.1 Подготовка текстильных материалов из вискозного волокна	39
Лабораторная работа 9. Подготовка ткани из вискозного волокна	39
2.3.2 Подготовка текстильных материалов из вискозных, ацетатных и триацетатных нитей	41
Лабораторная работа 10. Подготовка текстильных материалов из вискозных нитей	42
Лабораторная работа 11. Подготовка текстильных материалов из ацетатных нитей	43
Лабораторная работа 12. Отварка и С-отделка ткани из триацетатных нитей	46
<b>2.4 Подготовка текстильных материалов из белковых волокон</b>	<b>46</b>
<b>2.5 Подготовка текстильных материалов из синтетических волокон</b>	<b>50</b>
Лабораторная работа 13. Промывка ткани (трикотажа) из синтетических нитей	51
Лабораторная работа 14. Термостабилизация ткани (трикотажа) из полиамидных и полиэфирных нитей	52
Лабораторная работа 15. Беление текстильных материалов из синтетических нитей	53
<b>2.6 Беление оптически отбеливающими веществами</b>	<b>54</b>
Лабораторная работа 16. Беление оптически отбеливающими веществами	55
Литература	56

# 1 СВОЙСТВА И РАСПОЗНАВАНИЕ ВОЛОКОН

Одним из основных объектов текстильной промышленности являются волокна, различные по происхождению: природные (растительные и белковые), химические (искусственные и синтетические). Все волокна представляют собой органические высокомолекулярные соединения, каждое из которых обладает своими химическими (отношение к химическим реагентам – кислотам, щелочам, окислителям, восстановителям, органическим растворителям и др.) и физико-механическими (отношение к различным физико-механическим нагрузкам – разрывам, трению и т.д.) особенностями.

Все волокна классифицируются по следующим признакам: происхождению, строению, свойствам отношения к воде, химическим реактивам, температуре (табл.1.1).

Совокупность свойств волокон определяет в целом технологические режимы отделки текстильных материалов, начиная с подготовки (удаление примесей, сопутствующих при изготовлении текстильного изделия), колорирования (крашения и печатания) и заканчивая отделкой (придание тканям малосминаемости и малоусадочности, специальных свойств, например, гидрофобности, огнестойкости, бактерицидности, антистатичности и т.д.).

Таким образом, знание свойств волокнообразующих полимеров позволяет обосновать и разработать современную рациональную технологию с экономией затрат на сырье, химические реактивы, энергию, а также, что немаловажно, обеспечить экологическую безопасность окружающей среды.

## 1.1 Природные волокна

### 1.1.1 Целлюлозные волокна

Среди целлюлозных волокон различают семенные и лубяные. 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 толщина 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).

**Таблица 1.1 – Классификация текстильных волокон**

Природные волокна				Химические волокна			
Растительного происхождения		Животного происхождения		Искусственные		Синтетические	
Семенные	Лубяные	Белковые		Гидратцеллюлозные	Эфиросцеллюлозные	Карбоцепные	Гетероцепные
Хлопок	Лён, джут, пенька, рами (китайская крапива), конопля	Шерсть (овечья, верблюжья, козья, кроличья, собачья и др.)	Натуральный шёлк (тутовый, дубовый шелкопряд)	Вискозное, медно-аммиачное, полинозное, сиблон и др.	Ацетатное (АЦ), триацетатное (ТАЦ)	Полиакрилонитрильное (ПАН), поливинилхлоридное (ПВХ), поливинилспиртовое (ПВС), полиэлефиновые и др.	Полиамидные (ПА), полиэфирные (ПЭ), полиуретановые (ПУ) и др.
Основной полимер							
Целлюлоза	Кератин	Фиброин	Гидратцеллюлоза	АЦ, ТАЦ	ПАН, ПВХ, ПВС и др.	ПА, ПЭ, ПУ и др.	
Нетермопластичные				Термопластичные			
Гидрофильные				Гидрофобные, кроме ПВС			

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.

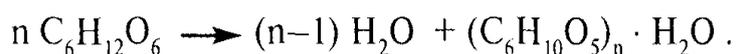
Помимо названных выше сопутствующих веществ, являющихся естественной составной частью хлопкового волокна, в нем могут находиться механические примеси в виде остатков семенных коробочек, частиц листочков, стеблей, появление которых объясняется условиями сбора и обработки хлопка-сырца на хлопкоочистительных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

Льняные волокна относятся к лубяным и находятся в виде отдельных пучков в 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. Примерные данные о химическом составе суровой льняной пряжи приведены ниже (% к абсолютно сухому веществу):

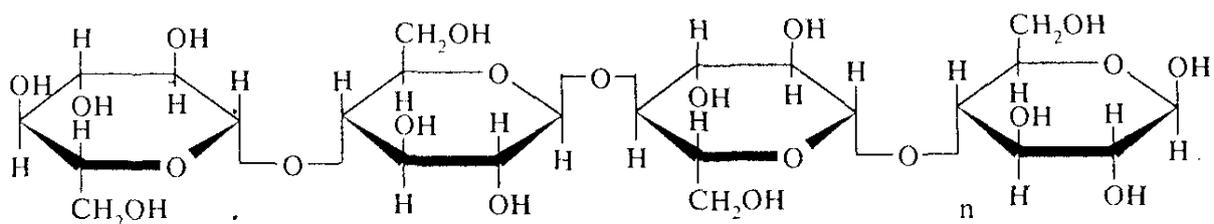
– целлюлоза	73,93-78,82;
– воскообразные	1,69-2,9;
– лигнин	2,05-2,88;
– белковые	2,1-2,34;
– пектиновые	1,85-2,34;
– зольные	0,71-1,06;
– неисследованные	15,41-12,78

### Строение целлюлозы

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



Макромолекулу целлюлозы можно представить в следующем виде:



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

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.

### **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.

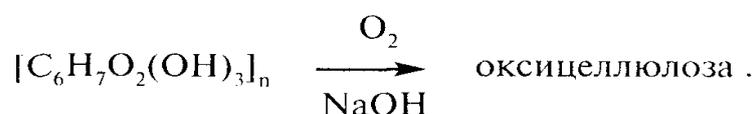
Целлюлоза может растворяться в растворах некоторых солей: медно-аммиачном реактиве, кадоксене и других.

Она не растворяется ни в одном из известных органических растворителей (спиртах, эфирах, бензине, пиридине, перхлорэтилене), которые могут оставаться в порах волокна. 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 OH-групп:  $\text{Целл}-(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Целл}-(\text{O})_3^-$ . Степень ионизации целлюлозы зависит от pH среды и при pH 11,5 (обеспечивается раствором  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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 оксидцеллюлозы:



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

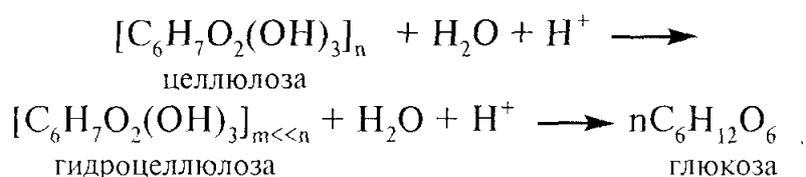


Протекание этой обратимой реакции сильно зависит от температуры. Скорость образования щелочной целлюлозы (прямая реакция) тем выше, чем ниже температура. При температуре меньше 20 °C отношение констант скорости прямой и обратной реакций намного больше 1.

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 °C). У нее более высокие гидрофильность и реакционная способность.

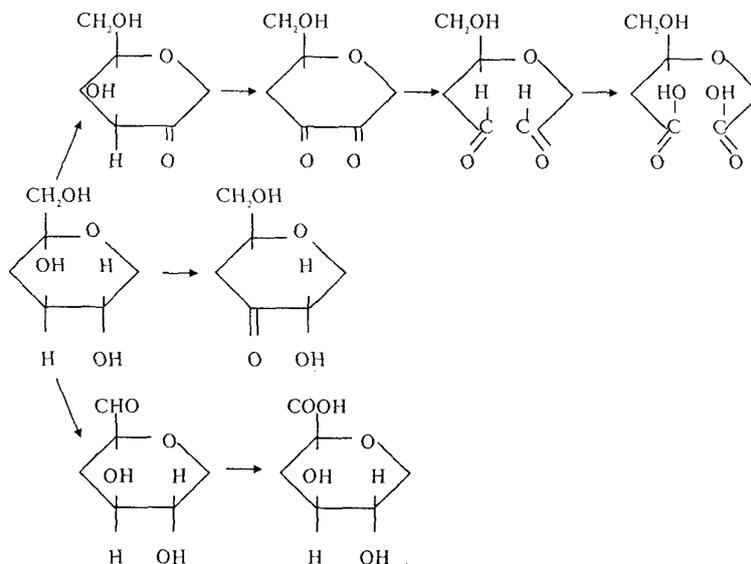
*Действие кислот.* Органические кислоты даже при высокой температуре не оказывают влияния на целлюлозу. Минеральные кислоты – азотная, соляная, серная – в отсутствии воды образуют сложные эфиры целлюлозы. В присутствии воды происходит гидролитическая деструкция целлюлозы по глюкозидным связям. Кислота 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 оксицеллюлозой:



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

*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.

### ***1.1.2 Белковые волокна***

#### **Шерсть**

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

**Кератин** является основным волокнообразующим полимером шерсти, белковое соединение, содержащее 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.

Основную массу волокна шерсти составляет расположенный внутри чешуйчатого слоя корковый слой, образованный совокупностью большого числа отдельных удлиненных клеток, называемых в соответствии с их формой веретенообразными.

Веретенообразные клетки 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.

#### **Натуральный шелк**

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 **фибрина**, покрытых снаружи и соединенных между собой шелковым клеем – серицином. Освобожденное от серици-

на неповрежденное шелковое волокно имеет вид гомогенной бесструктурной нити. С помощью химических и механических (раздавливание, трение) воздействий можно вызвать продольное расщепление волокна на более тонкие волокна – фибриллы. Фибриллярность является причиной одного из пороков шелкового волокна — моховатости.

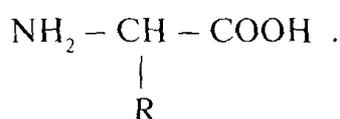
Помимо фиброина и серицина – веществ белковой природы – в состав коконной нити входит небольшое количество соединений, извлекаемых эфиром и этиловым спиртом. В шелковом волокне, имеющем естественную окраску (желтую, зеленую и др.), содержится небольшое количество красящих веществ. После сжигания шелкового 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

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 оказываются построенными в основном из аминокислот, и это является их важнейшей химической характеристикой. Аминокислоты, выделенные из белков, являются  $\alpha$ -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. 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 ами-

нокислоты в свою очередь разделяются на моноаминокарбоновые, моноаминодикарбоновые, диамино-, оксиамино- и тиоаминокислоты.

### 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.

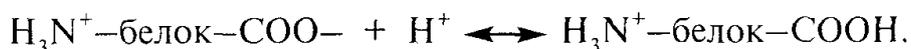
Благодаря свободным amino- и карбоксильным группам фиброин, как и другие белки, обладает кислотными и основными свойствами, т.е. является амфолитом:

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

Если говорить точнее, то в воде (в нейтральной среде) в результате диссоциации amino- и карбоксильных групп возникает биполярный ион, но за счет преобладания карбоксильных 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 pH 3,5 – 4, т. е. в слабокислой среде. При меньшем значении pH волокно приобретает избыточный положительный заряд, при большем – избыточный отрицательный.

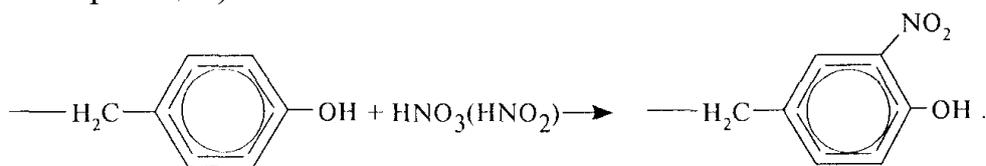
*Действие кислот.* Важной характеристикой белкового волокна является его кислотная емкость, которая определяется наличием свободных аминогрупп ( $\text{NH}_2—$ ), способных обратимо взаимодействовать с кислотами без разрушения волокна:



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.

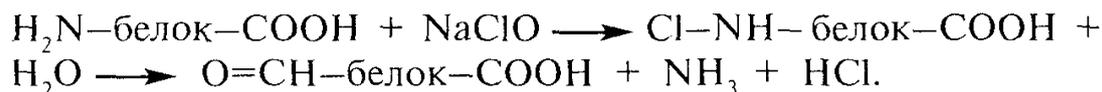
*Действие гидроксидов.* Все белковые волокна крайне неустойчивы к щелочам. Под действием щелочей по месту пептидных связей происходит гидролитическое расщепление макромолекул фиброина до аминокислот:



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 и течение 10 минут. Концентрированные растворы гидроксида натрия вызывают растворение фиброина на холоде.

Фиброин обладает относительно хорошей устойчивостью к действию растворов карбоната натрия или калия и 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 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 белении шелка.

*Действие восстановителей.* К действию восстановителей (дитионита натрия, ронгалита, гидросульфита) фиброин устойчив. Это обстоятельство используется на практике для обесцвечивания подкрасок шелка, печатания кубо-

выми 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. 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. 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.

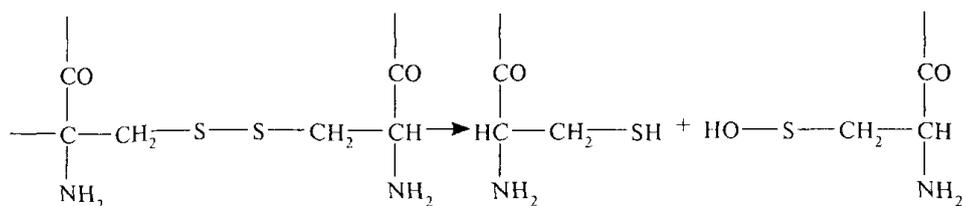
*Действие кислот.* Обработка растворами кислот относительно небольших концентраций без подогревания, как и кратковременная обработка растворами концентрированных кислот без подогревания, не вызывает снижения исходных показателей прочности.

Длительная обработка растворами кислот при повышенной температуре сопровождается разрушением шерсти.

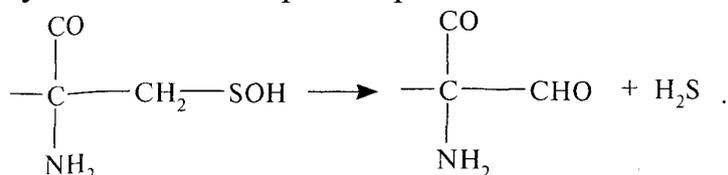
Как и в случае фиброина, обработка шерсти концентрированной азотной кислотой вызывает пожелтение волокна.

*Действие щелочей.* От действия на шерсть щелочей разрываются не только солевые поперечные связи, но затрагиваются также цистиновые и пептидные связи. 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 неустойчива в щелочной среде и распадается, образуя альдегид и сероводород:



*Действие восстановителей.* Восстановители действуют на шерсть в наибольшей степени в щелочной среде. Так, при обработке сульфидом натрия  $\text{Na}_2\text{S}$  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.

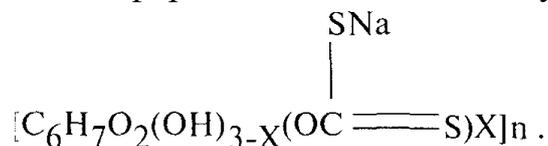
## 1.2 Искусственные целлюлозные волокна

### 1.2.1 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 ди-тиоугольной кислоты):



Ксантогенат целлюлозы растворяют в разбавленном растворе едкого натра и получают прядильный раствор – вискозу.

Гидратцеллюлоза вискозного волокна отличается от природной значительно меньшей степенью полимеризации, 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°. Такое строение вискозного волокна определяет его свойства. По сравнению с природной целлюлозой хлопка вискозное волокно обладает повышенной гигроскопичностью, большей способностью к набуханию, меньшей устойчивостью к деформации во влажном состоянии (потеря прочности волокна в мокром состоянии 50 – 60 %), повышенной сорбционной способностью.

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 оксидцеллюлозы, к восстановителям волокно устойчиво. Волокно горит с запахом жженой бумаги, остаток — легкий пепел.

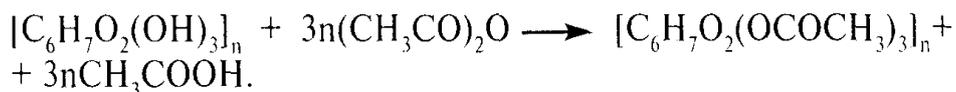
## 1.2.2 *Ацетилцеллюлозные волокна*

### Ацетатное волокно

По своему химическому составу ацетатное волокно представляет собой уксуснокислый эфир целлюлозы.

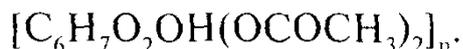
Сырьем для производства ацетатного волокна служат целлюлоза и уксусный ангидрид. Из целлюлозы, обработанной смесью уксусного ангидрида и ук-

сусной 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.

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 (свыше 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 ацетилцеллюлозы 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 ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) и этилового спирта в соотношении 90:10 получается триацетатное волокно.

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, яркому блеску, 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 беления тканей, практически не оказывают на него деструктирующего действия.

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

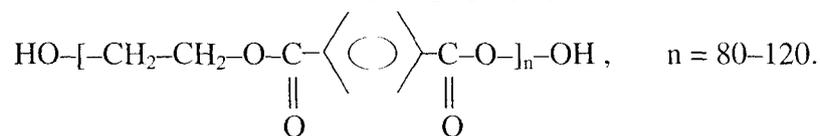
### 1.3 Синтетические волокна

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

### 1.3.1 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. Внутримолекулярная связь – сложноэфирная —СО—О—; 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 ССl<sub>4</sub>, 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.

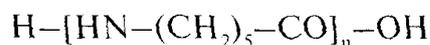
Под действием щелочей происходит постепенное поверхностное омыление полиэфирных волокон, которое усиливается с повышением температуры и концентрации щелочи. Так, кипячение в 3%-ном растворе гидроксида натрия в течение 30 минут приводит к снижению массы волокна примерно на 5 %, что мало сказывается на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

### 1.3.2 Полиамидные волокна

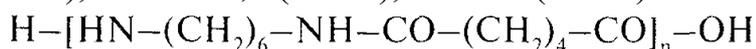
На долю полиамидных волокон в настоящее время приходится более 30 % всего мирового производства синтетических волокон. К их числу относятся:

- капрон (Россия), найлон 6 (США), дедерон (Германия), силон (Чехия)

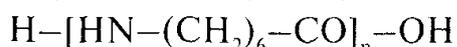
$n = 150 - 200$ :



- анид (Россия), найлон 6,6 (США), банлон (США)  $n = 80 - 100$ :



- энант (Россия), найлон 7 (США)  $n = 150 - 200$ :



Общим для всех этих волокон является наличие внутримолекулярных 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.

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.

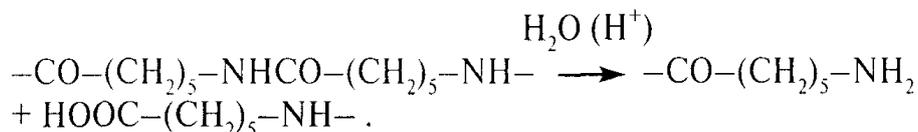
Органические растворители типа галогенизированных углеводородов, аминов, ацетон не действуют на полиамидные волокна. Их растворяют при нагревании бутиловый спирт, этиленгликоль, формамид, фенольные соединения, а также концентрированная муравьиная кислота при комнатной температуре.

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:



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 деструктурирующее действие оказывают на полиамидные волокна и окислители: такие, как пероксид водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$  или гипохлорит натрия  $\text{NaClO}$ . Скорость деструкции существенно возрастает при повышении концентрации раствора и температуры. Более мягко действуют разбавленные растворы хлорита натрия  $\text{NaClO}_2$ .

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

Высокая степень кристалличности, гидрофобность и незначительное количество полярных функциональных групп приводят к ограничению их окрашиваемости.

### 1.3.3 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  $-\text{CN}$  делает полимер достаточно жестким, а его структура является высокоориентированной. В таком виде это волокно очень плохо поддается крашению, поэтому на стадии синтеза его модифицируют.

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, в том числе изделий из искусственного меха.

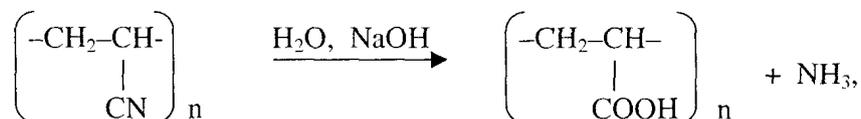
Волокна обладают высокой термостойкостью: продолжительное нагревание при  $120 - 130^\circ\text{C}$  не вызывает деструкции, но наблюдается пожелтение. Плавление с разложением происходит в интервале температур  $240 - 300^\circ\text{C}$ .

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

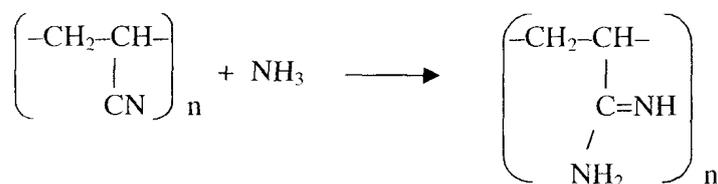
Полиакрилонитрил растворяется в феноле, м-крезоле, диметилсульфоксиде, диметилформамиде, то есть в сильно полярных органических растворителях. Хлорированные углеводороды, ацетон, спирты на него не действуют.

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



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

## **Лабораторная работа 1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЛОКОН ПРИРОДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

### **Задание**

Определить и сравнить между собой:

- а) волокна целлюлозной природы – хлопковое и вискозное;
- б) волокна белковой природы – шерсть и натуральный шелк.

### **Порядок выполнения**

Таблица 1.2

Волокно	Химический реагент	Условия проведения	Наблюдения

1	2	3	4
Хлопковое, вискозное, шерсть, натуральный шелк	Серная кислота (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), 3 % -ный раствор	Пропитка → отжим → термообра- ботка (102 °С, 20 – 30 мин в сушильном шкафу)	Оценка внешнего ви- да и прочности на разрыв
Хлопковое, вискозное	Едкий натр (NaOH), 10 % -ный раствор	Залить находящиеся в пробирке волокна раствором едкого натра и выдержать 20 –30 мин при 20 ° С	Оценка внешнего ви- да

1	2	3	4
Хлопковое, вискозное, шерсть, натуральный шелк	Едкий натр (NaOH), 3 % -ный раствор	Залить находящиеся в пробирке волокна раствором едкого натра, поместить на водяную баню на 20 – 30 мин	Оценка внешнего вида и прочности волокна
Гидролизат шерсти, гидролизат натурального шелка	Ацетат свинца (Pb(CH <sub>3</sub> COO) <sub>2</sub> ), 10 % -ный раствор	К растворенным образцам шерсти и натурального шелка в 3 %-ный раствор NaOH влить 2 – 3 капли ацетата свинца	Оценка внешнего вида
Хлопковое, шерсть, натуральный шелк	Азотная кислота (HNO <sub>3</sub> ), концентрированный раствор	<i>Работу проводят под тягой!</i> Смочить волокна из капельницы концентрированным раствором HNO <sub>3</sub>	Оценка внешнего вида

## **Лабораторная работа 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЛОКОН ХИМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

### **Задание**

Определить и сравнить между собой ацетатные, полиамидные (ПА), полиэфирные (ПЭ) и полиакрилонитрильные (ПАН) волокна.

### **Порядок выполнения**

*Таблица 1.3*

Волокна	Химический реагент	Условия проведения	Наблюдения
1	2	3	4
АЦ ПА ПЭ ПАН	Серная кислота (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ), 3 % -ный раствор	Пропитка → отжим → термообработка (102 °С, 20 – 30 мин в сушильном шкафу)	Оценка внешнего вида и прочности на разрыв
АЦ ПА ПЭ ПАН	Едкий натр (NaOH), 3 % -ный раствор	Залить находящиеся в пробирке волокна раствором едкого натра, поместить на водяную баню на 20 – 30 мин. <i>Образцы ПАН</i>	Оценка внешнего вида и прочности волокна

		<i>вклеить в тетрадь</i>	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Щелочной раствор АЦ	Прямой краситель, 1 г/л	Промытый омыленный образец АЦ вместе с исходным залить раствором красителя и при 20 ° С, провести крашение 2-3 мин, затем промыть проточной водой и <i>вклеить образцы в тетрадь</i>	Оценка внешнего вида
ПА ПЭ	Муравьиная кислота (НСООН), 85%-ный раствор	<i>Работать под тягой!</i> Смочить ПА и ПЭ волокна муравьиной кислотой из капельницы	Оценка внешнего вида
АЦ Вискозное	Ацетон	<i>Работать под тягой!</i> Смочить ПА и ПЭ волокна ацетоном из капельницы	Оценка внешнего вида

### **Лабораторная работа 3. РАСПОЗНАВАНИЕ ВОЛОКОН ПО РЕЗУЛЬТАТУ ИХ СЖИГАНИЯ**

Различные волокна по-разному реагируют на повышение температуры, по этой причине они делятся на две группы: нетермопластичные (горят в пламени) и термопластичные (горению предшествует процесс плавления). Все полимеры при повышенных температурах проходят следующие стадии состояния:

1. Термопластичные волокна

Стеклообразное →  $T_{\text{стеклования}}$  → Высокоэластическое →  $T_{\text{плавления}}$  → Вязко-текучее →  $T_{\text{разложения}}$  → Продукты горения;

2. Нетермопластичные волокна

Стеклообразное →  $T_{\text{разложения}}$  → Продукты горения.

По поведению волокна в пламени можно провести быстрый и элементарный анализ типа волокна.

**Таблица 1.4 – Поведение волокон при воздействии пламени**

<b>Волокно</b>	<b>Поведение волокна</b>	<b>Запах продуктов сгорания</b>	<b>Характер остатка при выносе из пламени</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Целлюлозное и гидратцеллюлозное (хлопковое и вискоз-	Интенсивное горение	Жженой бумаги	Пепел светло-серого цвета

НОе)			
------	--	--	--

Окончание таблицы 1.4

1	2	3	4
Белковое (шерсть и натуральный шелк)	Медленное горение	Жженных перьев, кости	Хрупкий черный шарик
АЦ	Оплавление, сопровождающееся быстрым горением	Слабый запах уксуса	Твердый шарик
ПА	Плавление	-	Твердый шарик, из расплава можно вытянуть нить
ПЭ	Плавление	-	Твердый шарик, из расплава можно вытянуть нить
ПАН	Оплавление, сопровождающееся быстрым горением	-	Твердый шарик

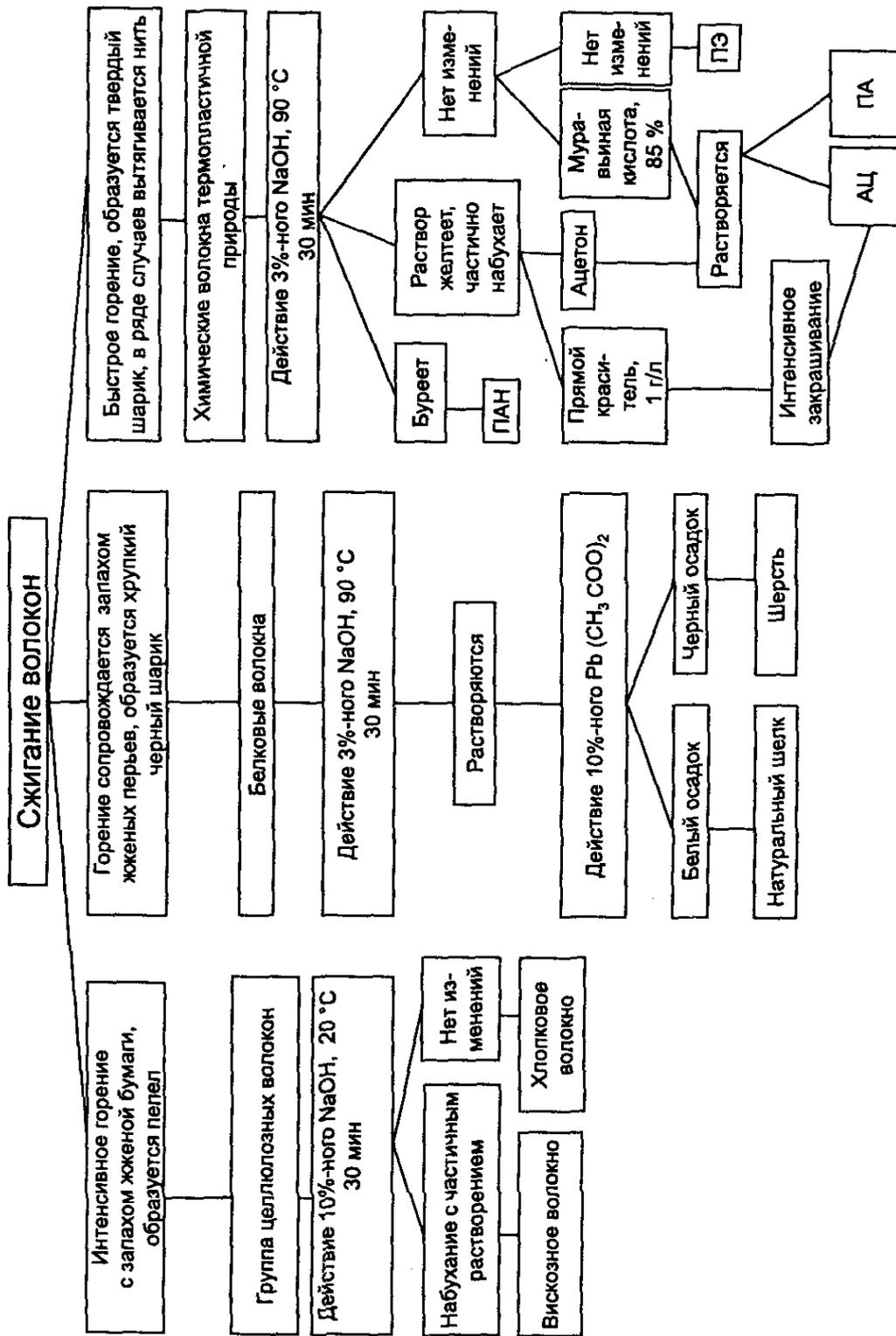
*Контрольная работа «Распознавание волокон»*

Для определения происхождения типа волокна рекомендуется использовать алгоритм анализа (схема 1), на основании которого делаются соответствующие выводы.

**Контрольные вопросы**

1. Указать признаки волокон, относящихся к гидрофильным, гидрофобным, нетермопластичным и термопластичным.
2. Что происходит с целлюлозой под действием кислоты? Написать схему реакции.
3. Объяснить повышенную реакционную способность гидратцеллюлозных волокон по сравнению с хлопковым целлюлозным волокном.
4. Как называется действие азотной кислоты на белковые волокна? Что происходит во время их взаимодействия? Написать химическую реакцию и объяснить изменение цвета волокна.
5. На чем основано качественное определение различия природы шерсти и натурального шелка?
6. Написать схему омыления АЦ-волокон под действием едкого натра (NaOH). Объясните причину закрашивания омыленных волокон прямыми красителями.
7. Написать схему качественной реакции определения нитрона.
8. По каким признакам можно различить синтетические волокна ПА и ПЭ?

Алгоритм анализа распознавания волокон



## 2 ПОДГОТОВКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ К КРАШЕНИЮ И ПЕЧАТАНИЮ

### 2.1 Подготовка хлопчатобумажных текстильных материалов к крашению и печатанию

Под подготовкой подразумевается вся совокупность операций, которым подвергается текстильный материал перед крашением и печатанием. Для хлопчатобумажных изделий подготовка может складываться из следующих основных операций: расшлихтовки, отварки, беления, мерсеризации.

Основным продуктом обработки хлопкового волокна является целлюлоза (94,5—96 %). Наряду с ней в суровом хлопковом волокне содержатся естественные примеси: воскообразные, пектиновые, азотистые, красящие, минеральные вещества. Кроме естественных примесей в изделиях из хлопкового волокна попадают примеси в виде остатков семенных коробочек («галочек»), которые состоят из целлюлозы, но содержат большое количество трудноудаляемого лигнина. Помимо природных примесей на хлопковом волокне находятся замасливатели, наносимые на волокно в процессе прядения, и шлихта, которой пропитывают нити основы перед ткачеством (в результате шлихтования поверхность нитей обволакивается пленкой шлихты, препятствующей впитыванию жидкости).

Эти примеси придают текстильным материалам из сурового хлопкового волокна жесткость, плохую смачиваемость (гидрофобность), желтовато-серый цвет. В связи с этим хлопчатобумажные текстильные материалы в суровом виде мало пригодны для употребления и вызывают значительные затруднения в процессах крашения и печатания, так как из-за низкой смачиваемости ухудшается проникание и закрепление красителей в волокно.

Процесс подготовки хлопчатобумажных изделий к крашению и печатанию должен проходить под контролем качества, чтобы при достижении наилучшей белизны и максимальной капиллярности целлюлоза как можно меньше повреждалась.

Основными показателями, характеризующими качество подготовленных текстильных материалов, являются: капиллярность, белизна и степень повреждения целлюлозы (например, образование гидро- и оксигидроцеллюлозы).

В процессе предварительной подготовки обращают внимание также на степень удаления шлихты.

**Качественное определение крахмала на ткани.** На смоченную ткань наносят каплю раствора, содержащего 0,1 г йодистого калия в 100 мл воды. При наличии на ткани крахмала в месте соприкосновения раствора с тканью проявляется синее пятно. Интенсивность окраски зависит от количества присутствующего крахмала.

**Качественная реакция на гидро- и оксицеллюлозу.** Образец помещают на 20 мин без нагревания в раствор метиленового голубого концентрацией 1г/л, отжимают и прополаскивают в кипящей воде до тех пор, пока краситель больше не будет переходить из волокна в воду. Поврежденная целлюлоза окрашивается метиленовым голубым очень интенсивно, а неповрежденная – незначительно.

**Определение капиллярности ткани.** Полоску ткани длиной по основе 30 см и шириной по утку 5 см подвешивают за один конец над кристаллизатором с раствором бихромата калия концентрацией 3 г/л, а другой конец опускают в раствор и ведут наблюдение за поднятием окрашенной жидкости по ткани. Замеры производят через 1, 5, 10, 20, 30 и 60 мин.

У хорошо подготовленных тканей жидкость поднимается на значительную высоту (не менее 100—150 мм) более или менее равномерно по всей ширине полоски. При определении капиллярности замер лучше вести по сплошному фронту подъема жидкости и максимальному пику. Разность между максимальным и сплошным подъемом окрашенной жидкости будет указывать на степень равномерности подготовки ткани.

В заключение необходимо построить график зависимости высоты подъема жидкости (по оси ординат) от времени (по оси абсцисс).

Капиллярность нормально подготовленной хлопчатобумажной ткани составляет около 125 мм за 30 мин.

**Определение белизны ткани.** Белизну определяют как коэффициент отражения при длине волны 420 нм.

Ахроматические тела обладают неизбирательным поглощением, поэтому коэффициент яркости у них одинаков для любой световой волны. У нормально отбеленной хлопчатобумажной ткани белизна около 84 %. При определении белизны тканей можно использовать лейкометры, спектрофотокориметры.

**Предварительная подготовка – расшлихтовка.** Наличие на ткани шлихты придает ей жесткость и ухудшает смачиваемость, что вызывает затруднения при обработке различными растворами в процессе отделки. В связи с этим одной из первых операций отделочного производства является процесс удаления шлихты и растворимых в воде примесей (расшлихтовка). Если шлихта водорастворимая (изготовлена на основе водорастворимых полимеров), ее можно удалить водой – шлихта набухает, растворяется и удаляется из ткани. Шлихту, изготовленную на основе нерастворимого в воде крахмала, удалить труднее.

При расшлихтовке ткань обычно замачивают в теплой воде с последующей длительной лежкой в течение 12—24 ч. При этом происходит набухание крахмала и начинается процесс брожения, в результате которого крахмал частично гидролизуется и удаляется при последующей промывке. Для ускорения процесса расшлихтовки после длительной лежки и промывки часто применяют

обработку ткани разбавленными растворами минеральных кислот, щелочей, окислителей. Кислоты и окислители могут воздействовать не только на крахмал, но и на целлюлозу, в результате чего может уменьшиться прочность ткани, поэтому при их использовании требуется особенно точно соблюдать технологический режим.

Большое преимущество перед другими препаратами в процессах расшлихтовки имеют ферменты – вещества, являющиеся продуктами жизнедеятельности животных, микроорганизмов и растений. Ферменты обладают избирательным действием и переводят крахмал в растворимую форму, не затрагивая целлюлозу. Скорость расшлихтовки ферментами значительно выше, чем кислотами и окислителями. В качестве ферментов чаще всего используют препарат Амилосубтилиин ТЗХ.

В процессе расшлихтовки происходит удаление не только крахмала, но и некоторых природных примесей. Это имеет очень большое значение, так как способствует получению ткани с лучшей белизной.

**Щелочная отварка.** Щелочная отварка является наиболее ответственной операцией, основная цель которой – придание волокну способности смачиваться, т.е. сообщение ткани капиллярности. В процессе щелочной отварки происходит максимальное удаление всех природных примесей хлопкового волокна – пекстиновых, азотистых, и, особенно воскообразных, так как именно наличие воскообразных примесей обуславливает несмачиваемость сурового хлопкового волокна. В процессе отварки удаляются также остатки шлихты и, частично, «галочки».

Основным реагентом, разрушающим большую часть примесей хлопкового волокна, является щелочь (NaOH). Помимо гидроксида натрия в раствор при щелочной отварке добавляют следующие вспомогательные вещества:

- силикат натрия ( $x\text{Na}_2\text{O}-y\text{SiO}_2$ ), в процессе отварки образующий кремниевую кислоту ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ) в виде геля, который сорбирует продукты разрушения природных примесей волокна и окислов железа (ржавчину), тем самым препятствуя их осаждению на волокне;
- поверхностно-активные вещества (ПАВ), способствующие полному и быстрому эмульгированию воскообразных веществ и их удалению с волокна;
- гидросульфит натрия (слабый восстановитель), который предотвращает окисление волокна кислородом воздуха, дезактивируя его:



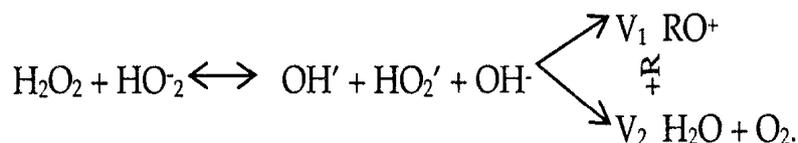
После отварки всегда следует обработка кислотой (кислование), которая способствует удалению ионов d-металлов, вызывающих разложение пероксида водорода в последующем белении.

**Беление.** Беление обесцвечивает на волокне природные красящие примеси, а также окрашенные продукты разрушения примесей хлопка, образующиеся

на стадии отварки. Все окрашенные вещества удаляются при обработке раствором гипохлорита (NaClO).

*Щелочно-пероксидный способ.* Наиболее благоприятными условиями беления хлопчатобумажных текстильных материалов пероксидом водорода являются: температура 85—90 °С, рН 10,5—11,0 (щелочная среда).

В условиях беления возможны два типа реакций, в которые вступает пероксид водорода:



Реакция  $V_1$  протекает медленно при окислении пероксидом водорода природных красящих веществ хлопка (некаталитическое разложение пероксида водорода).

Реакция  $V_2$  протекает в присутствии катализаторов - ионов d-металлов ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  и др.) Она является нежелательной при белении, так как бесполезно расходуется реагент. Наряду с конечным продуктом реакции разложения пероксидом водорода (молекулярным кислородом) в реакционной среде образуются промежуточные соединения – радикалы, появление которых еще больше ускоряет процесс разложения пероксида водорода. Поэтому при пероксидном белении необходимо по возможности исключить попадание в раствор солей железа и меди, т.е. надо следить за чистотой воды и химических материалов, и вводить в раствор стабилизаторы (вещества, подавляющие каталитическую реакцию разложения пероксида водорода). Наиболее распространенным стабилизатором является силикат натрия. Его стабилизирующее действие наиболее эффективно проявляется в присутствии небольшого количества солей магния.

Таким образом, в белящий пероксидный раствор обязательно вводится щелочь (для создания щелочной среды), силикат натрия (стабилизатор), часто соль магния и смачиватель (ПАВ).

Различают периодический и непрерывный запарной способы пероксидного беления.

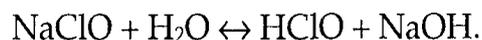
При *периодическом* способе предварительно расшлихтованную ткань отбеливают в пероксидном растворе, содержащем большое количество силиката натрия и некоторое количество соли магния (однованный способ). Такой высокостабилизированный раствор сохраняет достаточную устойчивость даже при температуре 110—115 °С. При белении в этом растворе хорошо удаляются примеси хлопка, достигаются высокая белизна и капиллярность ткани без предварительной щелочной отварки, что позволяет значительно сократить продолжительность процесса беления. Однованный способ беления позволяет совмещать процессы отварки и беления. Он пригоден как для малозасоренных, так и для плотных сильнозасоренных тканей.

При *непрерывном запарном* способе беления используется благоприятное влияние пара на ткань, пропитанную раствором щелочи или щелочным раствором пероксида водорода. Если ткань, пропитанную раствором гидроксида натрия, подвергнуть действию острого пара, то происходит сильное набухание волокна, благодаря чему значительно увеличивается скорость диффузии щелочи вглубь волокна и происходит эффективное воздействие ее на различные примеси суровой ткани с образованием продуктов разрушения этих примесей, которые удаляются с волокна при последующей промывке горячей и холодной водой. Если ткань снова пропитать щелочным раствором пероксида водорода и подвергнуть действию острого пара, то, благодаря сильному набуханию волокна, снова происходит быстрая диффузия пероксидного раствора в волокно и в результате этого эффективное отбеливание.

Процесс беления при непрерывном щелочно - пероксидном запарном способе протекает в такой последовательности: щелочная отварка (суровая ткань замачивается щелочным варочным раствором и затем запаривается острым паром); кислование, беление (промытую и отжатую ткань замачивают в белящем растворе и запаривают острым паром).

Для тонких незасоренных тканей (шифон, батист и др.) рекомендуется применять одностадийный запарной пероксидный способ беления. При таком способе щелочная отварка совмещается с белением. Перед белением ткань подвергается расшлихтовке. Таким образом, значительно сокращается процесс беления тонких тканей, уменьшается расход пара.

Гипохлорит натрия является солью очень слабой хлорноватистой кислоты и сильного основания. Поэтому гипохлорит натрия легко гидролизуется в водных растворах:



Беление гипохлоритом проводят в слабощелочной среде (pH 8,5—10,0) при температуре 30 °С (не выше, так как при более высокой температуре гипохлорит быстро разлагается, заметно повреждая целлюлозу).

В щелочной среде гипохлорит натрия оказывает окисляющее действие на красящие примеси, не вызывая заметного повреждения целлюлозного волокна.

Достоинством классического способа беления является высокое качество отбелки для самого широкого ассортимента тканей. К недостаткам относятся длительность процесса, большой объем незавершенного производства, трудности получения и хранения растворов гипохлорита, токсичность.

*Хлоритный способ.* В процессах беления хлоритом ( $\text{NaClO}_2$ ) применяют кислые растворы с pH 3—5. Подкисление производят уксусной, муравьиной или фосфорной кислотами. Температура белящих растворов должна быть около 80 °С. В этих условиях хлорит эффективно отбеливает как целлюлозные природные и химические волокна, так и синтетические, большинство из которых совсем не отбеливается пероксидом водорода (например, полиэфирные – лавсан, полиакрилонитрильные – нитрон).

При белении целлюлозных природных волокон хлорит вызывает не только разрушение красящих веществ, но и растворение лигнина (удаление «галочек»), способствует расшлихтовке ткани, переводит природные примеси (пектиновые, азотистые, воскообразные) волокон в форму, растворимую в воде или слабощелочных растворах. Поэтому при белении хлопчатобумажных текстильных материалов можно достичь достаточно полного отбеливания без предварительной щелочной отварки. Чтобы удалить продукты разложения природных примесей хлопка после хлоритного беления, ткань в течение нескольких минут обрабатывают в растворе щелочи при высокой температуре.

В условиях беления хлорит натрия практически не вызывает окислительной деструкции целлюлозного волокна, так как воздействует только на концевую альдегидную группу макромолекулы целлюлозы.

Наряду с реакцией окисления могут происходить и побочные процессы. Так в сильноокислой среде хлористая кислота разрушается с образованием диоксида хлора:



Широкому распространению хлоритного беления препятствует то обстоятельство, что диоксид хлора ядовит, кроме того, он вызывает сильную коррозию многих металлов. Устойчивыми к действию диоксида хлора являются только некоторые металлы и сплавы (такие, как титан и особая нержавеющая сталь), что повышает стоимость оборудования. Для уменьшения вредного действия этого препарата в белящий раствор вводят такие вещества, как соли азотной и фосфорной кислот.

Большое значение при белении хлоритом имеет применение так называемых активаторов, т.е. веществ, переводящих хлорит в активное белящее состояние. Простейшим активатором является любая кислота (чаще муравьиная, уксусная или фосфорная).

Помимо веществ, уменьшающих вредное действие диоксида хлора, и активаторов в белящий раствор при белении хлоритом добавляют смачиватели.

#### ***Лабораторная работа 4. РАСШЛИХТОВКА ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ***

##### **Задание 1**

Провести расшлихтовку серной кислотой и определить качественно степень удаления крахмала.

## Порядок выполнения

1. Суровый текстильный материал обрабатывают в течение 15–20 мин. раствором серной кислоты концентрацией 4–6 г/л при температуре 80 °С (не выше).
2. Ткань интенсивно промывают холодной проточной водой. Полноту отмывки кислоты контролируют Конго красным.

### Контрольные вопросы

1. Какова цель расшлихтовки?
2. Какие способы расшлихтовки Вы знаете?
3. Каковы особенности ферментативной расшлихтовки?

## Лабораторная работа 5. ОТВАРКА И КИСЛОВАНИЕ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ

### Задание

Определить и сравнить капиллярность ткани исходной, после отварки и обработки кислотой. Определить белизну ткани исходной и после беления.

### Порядок выполнения

1. *Щелочная отварка.* Предварительно расшлихтованную хлопчатобумажную ткань отваривают в растворе, содержащем, г/л:

Гидроксид натрия	10
ПАВ	0,3
Силикат натрия (плотность 1,44)	3
Гидросульфат натрия (38 %-ный)	3-5

Отварку проводят при модуле ванны 50 в течение 2 ч при температуре 100 °С (стакан накрыть часовым стеклом).

2. Ткань промывают горячей и холодной водой.

3. *Обработка кислотой.* Промытую ткань пропитывают в течение 3–5 мин в растворе серной кислоты (2 г/л) при температуре 20 °С.

4. Ткань промывают холодной водой.

5. *Беление.* Ткань обрабатывают в течение 2 ч без нагревания в растворе, содержащем, г/л:

Гипохлорит натрия	0,5-1 активного хлора
Гидроксид натрия	0,1

6. Ткань промывают теплой водой.

7. *Обработка кислотой.* Ткань обрабатывают в течение 5 мин без нагревания в растворе серной кислоты концентрацией 5 г/л.

8. Ткань тщательно промывают холодной водой и высушивают.

Наклеивают в тетрадь три образца: исходный, отваренный (после 4-й операции) и отбеленный (после 8-й операции).

### **Контрольные вопросы**

1. Каковы цели отварки, первой обработки кислотой, беления и второй обработки кислотой?
2. Объясните назначение реагентов при щелочной отварке и белении.
3. Объясните разницу между капиллярностью сурового и отваренного образцов.

## ***Лабораторная работа 6. ЩЕЛОЧНО-ПЕРОКСИДНЫЕ СПОСОБЫ ПОДГОТОВКИ ТКАНЕЙ***

### **Задание**

1. Определить, как влияет добавка силиката натрия на белизну ткани. Для этого надо взять два одинаковых образца ткани. Один отбелить в пероксидном растворе (состав раствора указан ниже), а другой – в таком же растворе, но без силиката натрия. Дальнейшая обработка обоих образцов одинаковая. Сравнить образцы по белизне.

2. Определить, как влияет добавка смачивателя (ПАВ) на капиллярность образцов ткани. Для этого надо взять два одинаковых образца ткани. Один отбелить в пероксидном растворе, как указано ниже, а другой – в таком же растворе, но без смачивателя. Дальнейшая обработка обоих образцов одинаковая. Сравнить капиллярность образцов ткани, отбеленных со смачивателем и без него.

### **Порядок выполнения**

#### ***Способ 1. Периодический одноварочный пероксидный способ***

1. Предварительно расшлихтованную хлопчатобумажную ткань замачивают в растворе, содержащем, г/л:

Гидроксид натрия	2
Силикат натрия (плотность 1,44)	30
ПВА	0,5
Хлористый магний	3
Пероксид водорода	2

Модуль ванны 50. Раствор температурой 40 °С находится в стакане, накрытом часовым стеклом.

2. Стакан с раствором и образцом ткани нагревают в течение 60 мин до температуры 90 °С и при этой температуре обрабатывают ткань в течение 2 ч.

3. Ткань обрабатывают в растворе гидроксида натрия концентрацией 1 г/л при температуре 70–80 °С в течение 5 мин.

4. Ткань промывают горячей и холодной водой, затем высушивают.

### **Способ 2. Запарной щёлочно-пероксидный способ**

1. Щелочная отварка.

Суровую ткань пропитывают раствором, содержащем, 1 г/л:

Гидроксид натрия	30
Силикат натрия (плотность 1,44)	5
Гидросульфит натрия	5-10
Смачиватель	5

Температура раствора 70 °С. Длительность отварки 5 мин. Отжим 130 %.

2. Ткань запаривают в течение 60 мин при температуре 100 °С.

3. Промывают образцы горячей и холодной водой.

4. Обработка кислотой. Ткань пропитывают серной кислотой концентрации 5 г/л при температуре 20 °С в течение 5 мин. Модуль ванны 50. Отжим до привеса 130 %.

5. Ткань промывают холодной водой. (Оставляют половину образца.)

6. Беление. Ткань обрабатывают в растворе, содержащем, г/л:

Пероксид водорода	3-4
Гидроксид натрия	3
Силикат натрия (плотность ,144)	15
Смачиватель	0,5-1

Температура раствора 50 °С. Длительность беления 5 мин. Модуль ванны 20. Отжим до 130 %.

7. Ткань запаривают в течение 60 мин при температуре 100 °С.

8. Ткань промывают горячей и холодной водой, затем высушивают.

### **Способ 3. Одностадийный запарной пероксидный способ беления**

1. Предварительно расшлихтованную хлопчатобумажную ткань обрабатывают в растворе серной кислоты (3–5 г/л) при температуре 55–60 °С в течение 1 мин. Отжим 130 %.

2. Ткань промывают холодной водой.

3. Ткань обрабатывают раствором гидроксида натрия (0,5 г/л) при температуре 20 °С в течение 1 мин. Отжим 130 %.

4. Ткань пропитывают раствором, содержащим г/л:

Пероксид водорода	7-9
Силикат натрия (плотность 1,44)	18-22
Гидроксид натрия	4
Смачиватель	3-5

Температура раствора 40° С. Модуль ванны 50. Длительность пропитки 3 мин. Отжим 130 %.

5. Ткань запаривают в течение 60 мин при температуре 100 °С.

6. Промывают горячей и холодной водой, затем высушивают. Наклеивают в тетрадь два образца, обработанных способом 1 и 3 (исходный и отбелен-

ный); три образца – способом 2 (исходный, отваренный - после 5-й операции и отбеленный).

### **Контрольные вопросы**

1. Каковы цели щелочной отварки (если она есть), обработки кислотой и белиenia?
2. Объясните назначение всех реагентов.
3. Объясните разницу в степени белизны образцов, отбеленных в присутствии силиката натрия и без него.
4. Объясните разницу в капиллярности образцов, отбеленных в присутствии смачивателя и без него.

## ***Лабораторная работа 7. ЩЁЛОЧНО-ГИПОХЛОРИТНЫЙ (ПЕРИОДИЧЕСКИЙ) СПОСОБ ПОДГОТОВКИ ТКАНЕЙ***

### **Задание 1**

Определить влияние температуры белиenia гипохлоритом на степень повреждения хлопкового волокна (провести качественную реакцию на оксицеллюлозу).

### **Порядок выполнения**

Ткань обрабатывают по режиму, описанному в работе № 6 (операции 1–4). Затем образец разрезают пополам: одну часть отбеливают гипохлоритом, как указано в пункте 5, а другую также обрабатывают в течение 2 ч в растворе гипохлорита, но при температуре 60 °С. Остальные обработки идентичны. Наклеивают в тетрадь два образца: отбеленный при повышенной температуре и по нормальному режиму

### **Контрольный вопрос**

Объясните разницу в степени повреждения целлюлозы ткани, обработанной по нормальному режиму и при повышенной температуре.

### **Задание 2**

Определите влияние концентрации гипохлорита на белиenia. Определить степень белизны и степень повреждения образцов (качественная реакция на оксицеллюлозу), отбеленных при разных концентрациях гипохлорита.

## Порядок выполнения

Ткань обрабатывают по режиму, описанному в пунктах 1–4 работы № 6. затем образец разрезают пополам: одну часть отбеливают гипохлоритом, как указано в пункте 5 работы № 6, а другую – в растворе гипохлорита концентрацией 7–8 г/л активного хлора (концентрация гидроксида натрия не меняется) при тех же температуре и длительности. Остальные обработки идентичны. Наклеивают в тетрадь оба образца: отбеленный по нормальному режиму и отбеленный при повышенной концентрации гипохлорита.

### Контрольный вопрос

Объясните разницу в степени белизны и степени повреждения целлюлозы при отбелке по нормальному режиму и отбелке при повышенной концентрации гипохлорита.

## 2.2 Мерсеризация хлопчатобумажных текстильных материалов

Мерсеризация является важнейшим процессом облагораживания хлопчатобумажных материалов, который заключается в обработке концентрированными растворами щелочей при температуре 15–18 °С. После такой обработки повышаются гигроскопичность волокна и способность окрашиваться, увеличивается прочность, появляется блеск и шелковистость.

В настоящее время предложен эффективный высокотемпературный процесс мерсеризации, при котором одновременно осуществляется и отварка текстильного материала. В этом процессе плотные одежные ткани сначала пропитывают горячим раствором при температуре 85–90 °С. Состав раствора, г/л:

Гидроксид натрия	180-250
ПАВ	5-10
Гидросульфид натрия	5

Затем их запаривают при температуре 100–102 °С в течение 60-90 мин.

При мерсеризации происходит значительное набухание хлопкового волокна: увеличивается площадь поперечного сечения и размеры пор. Это облегчает проникание растворов красителей в глубь волокна при крашении, поэтому окраска у мерсеризованных волокон интенсивнее, прочнее и ровнее, чем у немерсеризованных.

В результате мерсеризации изменяется форма природного хлопкового волокна. При мерсеризации без натяжения длина волокна укорачивается, а диаметр его, соответственно, увеличивается. Вследствие утолщения волокна нити в тканях сближаются, ткань становится плотнее и прочнее, а волокно эластичнее. При обработке в натянутом состоянии изменяется форма извитого хлопкового волокна: оно выпрямляется, получает более правильную округлую форму с гладкой однородной поверхностью, которая лучше отражает световые лучи, т.е. приобретает блеск.

Мерсеризованное волокно более устойчиво к свету и погоде, чем немерсеризованное.

## **Лабораторная работа 8. МЕРСЕРИЗАЦИЯ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

### **Задание**

1. Определить степень усадки по длине и ширине ткани немерсеризованной и мерсеризованной без натяжения.
2. Определить степень окрашиваемости ткани немерсеризованной и мерсеризованной под натяжением.

### **Порядок выполнения**

1. Образец отваренной или отбеленной хлопчатобумажной ткани (или пряжи) размером 4x30 см натягивают на специальную железную рамку П-образной формы.
2. У второго образца размером 4x15 см измеряют длину и ширину.
3. Оба образца (один находится под натяжением на рамке, другой – без натяжения, в свободном состоянии) одновременно опускают на 5 мин в кювету с раствором гидроксида натрия концентрацией 225 – 300 г/л при температуре 18 - 20 °С.
4. Образцы (один на рамке, второй – в свободном состоянии) промывают горячей и холодной водой.
5. Первый образец снимают с рамки и одновременно со вторым образцом обрабатывают в растворе серной кислоты концентрацией 5 г/л при комнатной температуре в течение 1 – 2 мин.
6. Оба образца тщательно промывают холодной водой.
7. Образец, мерсеризованный в свободном состоянии, высушивают и измеряют длину и ширину, определяют степень усадки, %, по формуле:

$$y = \frac{l_{нач} - l_{кон}}{l_{нач}} 100\% ,$$

где  $l_{нач}$ . – начальная длина (или ширина);  
 $l_{кон}$ . – конечная длина (или ширина).

8. Образец, мерсеризованный в натянутом состоянии, вместе с третьим немерсеризованным образцом окрашивают в одной ванне, содержащей краситель прямой чисто-голубой (1 г/л). Образцы нагревают в растворе в течение 10 – 15 мин и промывают.

Наклеивают в тетрадь оба образца: окрашенный немерсеризованный и окрашенный, мерсеризованный под натяжением.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова цель мерсеризации? Напишите реакции превращения целлюлозы.
2. Объясните причину усадки ткани после мерсеризации без натяжения.
3. Объясните разницу в интенсивности окраски мерсеризованной и немерсеризованной ткани.

## **2.3 Подготовка текстильных материалов из искусственных волокон**

### ***2.3.1 Подготовка текстильных материалов из вискозного волокна***

Вискозное волокно не содержит таких трудноудаляемых природных примесей, которые имеются в суровом хлопковом волокне. Основными примесями суровой ткани из вискозного волокна являются примеси, наносимые на волокно в процессах производства. Это замасливатели, шлихта, подцветочные красители и случайные загрязнения. Для шлихтования чаще всего применяют водорастворимую шлихту. Кроме того, вискозное волокно более чувствительно к действию химических реагентов, чем хлопок, и во влажном состоянии теряет свыше 50 % механической прочности, легко подвергается необратимой деформации. Поэтому при подготовке тканей из вискозного волокна исключают такую интенсивную химическую обработку, как отварка в щелочном растворе, которой подвергают хлопчатобумажные ткани, и процессы проводят при минимальном натяжении.

Подготовка к крашению тканей из вискозного волокна заключается в обработке щелочными растворами моющих веществ с одновременным отбеливанием.

## ***Лабораторная работа 9. ПОДГОТОВКА ТКАНИ ИЗ ВИСКОЗНОГО ВОЛОКНА***

### **Задание**

Отбелить ткань из вискозного волокна, определить усадку, %, ткани в процессе обработки по утку и основе. Для этого необходимо измерить длину и ширину образца до и после обработки и сушки. Определить степень белизны.

## Порядок выполнения

### *Способ 1 Периодический пероксидный*

1. Ткань замачивают теплой водой (30 °С) в течение 5 мин.

2. Отваривают при температуре 90 – 95 °С в течение 20 мин в растворе, содержащем, г/л:

Соду кальцинированную	5
Смачиватель	4

Модуль ванны 50.

3. Ткань промывают теплой водой (50 °С).

4. Производят беление при температуре 90 – 95 °С в течение 40 мин (модуль ванны 50) в растворе следующего состава, г/л:

Пероксид водорода 30 %-ный, мл/л	10
Силикат натрия (плотность 1,44)	55
Смачиватель	2
Гидроксид натрия	2

5. Ткань промывают горячей, затем холодной водой.

6. Проводят нейтрализацию при температуре 20 °С в течение 5 мин раствором 30 %-ной уксусной кислоты концентрацией 1 г/л.

7. Ткань промывают холодной водой и высушивают.

### *Способ 2 Запарной непрерывный пероксидный способ*

1. Ткань пропитывают при температуре 20 °С в течение 1–2 мин раствором, содержащим, г/л:

Пероксид водорода 100%-ный	1,5
Гидроксид натрия	4
Силикат натрия	5
Смачиватель	3

2. Ткань отжимают до привеса 120 %.

3. Ткань запаривают при температуре 100 °С в течение 15–20 мин.

4. Ткань отваривают при температуре 95–100 °С в течение 5 мин в растворе, содержащем, г/л:

Гексаметафосфат натрия	2,5
Смачиватель	2,5
Гидроксид натрия	2,5

5. Отварка при температуре 95–100 °С в течение 5 мин раствором, содержащим, г/л:

Гексаметафосфат натрия	2,5
Смачиватель	2,5

6. Ткань промывают горячей, затем холодной водой и высушивают. Наклеивают в тетрадь два образца: исходный и после подготовки.

## Контрольные вопросы

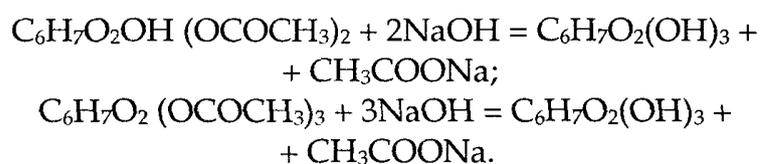
1. Какова цель подготовки тканей из вискозного волокна?
2. Какова цель беления тканей из вискозного волокна?
3. Объясните назначение реагентов, применяемых при белении тканей из вискозного волокна.

### *2.3.2 Подготовка текстильных материалов из вискозных, ацетатных и триацетатных нитей*

Ткани и трикотажные полотна из вискозных, ацетатных и триацетатных нитей содержат те же примеси, что и ткани из вискозного волокна (шлихту, замасливатели, подцветочные красители и случайные загрязнения; на трикотажном полотне шлихты нет). Эти примеси удаляются в процессе отварки, которая является важной операцией. От правильного выбора и соблюдения условий отварки зависит качественное проведение последующих процессов крашения, печатания и заключительной отделки.

Отварку тканей из вискозных нитей проводят в нейтральной или щелочной среде с анионоактивными или неионогенными препаратами. Отварку проводят как жгутом, так и расправленным полотном с минимальным натяжением, чтобы избежать возможных разрывов волокна во влажном состоянии.

При подготовке текстильных материалов из ацетилцеллюлозных волокон следует учитывать химический состав и особенности свойств волокон. По химическому составу эти волокна представляют собой уксуснокислые эфиры целлюлозы, которые под действием щелочных растворов при высокой температуре подвергаются омылению.



Особенно чувствительно к действию щелочей при нагревании ацетатное волокно, поэтому отварку тканей из ацетатных нитей следует проводить при температуре до 70 °С и не выше рН 10. Кроме того, ацетатные волокна обладают некоторой термопластичностью: при обработке горячими растворами размягчаются и могут дать трудноисправимые заломы на ткани. Во влажном состоянии ацетатные волокна, так же как и вискозные, теряют прочность, правда, потеря прочности у ацетатных волокон меньше (30 %), чем у вискозных. Поэтому обработку тканей из ацетатных нитей следует проводить только в расправленном состоянии без натяжения.

Триацетатное волокно более устойчиво к действию щелочных реагентов и высоких температур, поэтому отварку тканей из триацетатных нитей проводят при температуре 90 – 95 °С, но только в расправленном состоянии без

натяжения. Для тканей из триацетатных нитей применяют специальную обработку, называемую С-отделкой (ее можно применять и для тканей из ацетатных нитей). С-отделка заключается в обработке ткани горячим раствором гидроксида натрия в присутствии смачивателя при температуре 95 °С в течение 1,5 – 2,0 ч с последующей промывкой. При такой обработке происходит частичное омыление триацетата целлюлозы на поверхности волокна, благодаря чему увеличивается гигроскопичность и уменьшается электризуемость волокна.

Беление текстильных материалов из вискозных нитей проводят чаще всего растворами пероксида водорода.

Беление ткани или трикотажа из ацетатных нитей лучше производить окислителями, отбеливающими в кислой среде (такими, как хлорит натрия). Однако из-за трудностей, встречающихся при белении этим окислителем, на производстве продолжают применять беление текстильных материалов из ацетата щелочными растворами пероксида водорода.

### **Контроль качества ацетицеллюлозных волокон после подготовки к крашению**

*Качественное определение степени омыления ацетатного и триацетатного волокон.* Определение степени омыления основано на том, что ацетилцеллюлоза не окрашивается прямыми красителями, в то время как гидратцеллюлоза, которая получается в результате омыления ацетатного или триацетатного волокон, хорошо окрашивается красителями этой группы. Образцы окрашивают при температуре 80 °С в течение 1 – 2 мин в растворе, содержащем:

Краситель прямой чисто-синий КМ или прямой голубой светопрочный К	1
Поваренную соль, г/л	2,5

Образцы промывают горячей и холодной водой и высушивают.

## ***Лабораторная работа 10. ПОДГОТОВКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ВИСКОЗНЫХ НИТЕЙ***

### **Задание**

Провести подготовку ткани (трикотаж) с отбеливанием и без отбеливания. Сравнить образцы по белизне.

### **Порядок выполнения**

1. Ткань отваривают при температуре 90 – 95 °С в течение 20 мин в растворе, содержащем, г/л:

Соду кальцинированную	2
Смачиватель	2
Гексаметафосфат натрия	1

2. Ткань промывают тёплой водой (35 – 40 °С). Отрезают половину образца и продолжают работу с одной половиной.

3. Проводят беление при температуре 85 – 90 °С в течение 40 мин в растворе, содержащем, г/л:

Пероксид водорода 30 %-ный, мл/ л	3
Силикат натрия (плотность 1,44)	3
Соду кальцинированную	2
Смачиватель	0,5

4. Ткань промывают горячей и затем холодной водой.

5. Проводят нейтрализацию при температуре 20 °С в течение 1 мин раствором уксусной кислоты 30 %-ной (1 мл/л).

6. Ткань промывают холодной водой и высушивают. Наклеивают в тетрадь три образца: исходный, отваренный (после 2-й операции) и отбеленный.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова цель отварки текстильных материалов из вискозных нитей?
2. Какова цель беления текстильных материалов из вискозных нитей?
3. Объясните назначение реагентов, применяемых при отварке и белении текстильных материалов из вискозных нитей.

## ***Лабораторная работа 11. ПОДГОТОВКА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ АЦЕТАТНЫХ НИТЕЙ***

### **Задание 1**

Провести подготовку ткани (трикотажа) при двух режимах с различной щёлочностью и разной температурой раствора. Установить влияние щёлочности и температуры раствора на омыление волокна, нежелательное при его подготовке.

### **Порядок выполнения**

#### ***Первый режим с малой щёлочностью раствора***

1. Ткань обрабатывают при температуре 50–60 °С в течении 30 мин в растворе, содержащем, г/л:

Соду кальцинированную	0,5
Смачиватель	0,5

2. Проводят нейтрализацию при температуре 25–30 °С в течение 2 мин в растворе уксусной кислоты 30 %-ной (2 мл/л).

3. Ткань промывают холодной водой и высушивают.

Образец разрезают пополам и одну половину наклеивают в тетрадь.

### ***Второй режим с большой щёлочностью раствора***

1. Ткань обрабатывают при температуре 85–90 °С в течение 30 мин в растворе, содержащем, г/л:

Соду кальцинированную	5
Смачиватель	0,5

2. Проводят нейтрализацию при температуре 25–30 °С в течение 2 мин в растворе уксусной кислоты 30 %-ной (2мл/л).

3. Ткань промывают холодной водой и высушивают.

Образец разрезают пополам и одну половину наклеивают в тетрадь.

Для качественного определения степени омыления ацетатного волокна половину образца, подготовленного по 1-му режиму, и половину образца, подготовленного по 2-му режиму, подвергают крашению прямыми красителями.

Наклеивают в тетрадь 5 образцов: исходный; отваренный по 1-му режиму, неокрашенный; отваренный по 2-му режиму, неокрашенный; отваренный по 1-му режиму, окрашенный; отваренный по 2-му режиму, окрашенный.

### **Контрольные вопросы**

1. Какова цель отварки текстильных материалов из ацетатных нитей?
2. Объясните назначение реагентов, применяемых при отварке текстильных материалов из ацетатных нитей.
3. Что произошло с ацетатным волокном при отварке по 2-му режиму? (напишите реакцию).
4. Зачем проводится крашение образцов прямыми красителями?
5. Какой режим отварки следует применять при подготовке текстильных материалов из ацетатных нитей?

### **Задание 2**

Провести отварку и беление ткани (трикотажа) раствором перекиси водорода. Определить качество омыления волокна.

### **Порядок выполнения**

1. Ткань отваривают при температуре 50–60 °С в течение 30 мин в растворе, содержащем, г/л:

Соду кальцинированную	0,5
Смачиватель	0,5
Гексаметафосфат натрия	0,5

2. Ткань промывают тёплой водой (35–40 °С).

3. Проводят беление при температуре 45–50 °С в течение 30 мин в растворе, содержащем, г/л:

Пероксид водорода 30 %-ный, мл/л	6
Соду кальцинированную	2

4. Ткань промывают горячей и холодной водой, затем высушивают.

Образец разрезают пополам и одну половину наклеивают в тетрадь. Вторую половину образца окрашивают в растворе прямого красителя для определения степени омыления.

Наклеивают в тетрадь три образца: исходный, подготовленный неокрашенный и подготовленный окрашенный.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите цель отварки и беления текстильных материалов из ацетатных нитей.
2. Объясните назначение реагентов при отварке и белении.
3. Почему произошло омыление волокна?

### **Задание 3**

Провести беление ткани (трикотажа) хлоритом натрия. Определить качественно степень омыления волокна.

### **Порядок выполнения**

1. Ткань обрабатывают при температуре 60 °С в течение 10 мин (модуль ванны 50) в растворе, содержащем, г/л:

Хлорит натрия	2
Нитрат натрия	2
Смачиватель	0,5

2. Вводят в этот же раствор, г/л:

Моноаммонийфосфат	1,5
Смачиватель	2

Поднимаем температуру раствора до 80 °С и продолжают обработку ещё 30 мин.

3. Вводят в раствор 80 %-ную уксусную кислоту (1 г/л) и продолжают обработку при температуре 80 °С в течение 15 мин.

4. Ткань промывают горячей и холодной водой, затем высушивают.

Образец разрезают пополам и одну часть наклеивают в тетрадь. Вторую половину образца окрашивают в растворе прямого красителя для определения степени омыления.

Наклеивают в тетрадь три образца: исходный, подготовленный неокрашенный и подготовленный окрашенный.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите цель беления текстильных материалов из ацетатных нитей.
2. Объясните назначение всех реагентов при белении.
3. Почему при данном способе беления не наблюдается омыление волокна?

## ***Лабораторная работа 12. ОТВАРКА И С-ОТДЕЛКА ТКАНИ ИЗ ТРИАЦЕТАТНЫХ НИТЕЙ***

### **Задание**

Определить качественно степень омыления волокна.

### **Порядок выполнения**

1. Два образца ткани подвергают отварке в растворе неионогенного ПАВ концентрацией 2,5 г/л. Обработку ведут в течение 30 мин при температуре 65–70 °С (модуль ванны 50). Один образец промывают горячей, холодной водой и откладывают, другой образец подвергают дальнейшей обработке.

2. Ткань обрабатывают в растворе NaOH (100%-ный) концентрацией 4 г/л в течение 1,5 ч при температуре 90–95 °С (модуль ванны 50).

3. Ткань промывают горячей водой в течение 10 мин.

4. Проводят нейтрализацию в растворе уксусной кислоты (2 – 3 г/л) в течение 5 мин.

5. Ткань промывают холодной водой, отжимают и высушивают.

Оба образца разрезают пополам и обе половинки окрашивают прямым красителем для определения степени омыления.

Наклеивают в тетрадь четыре образца: два неокрашенных и два окрашенных.

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните назначение реагентов при отварке и С-отделке.
2. Какова цель отварки и С-отделки?
3. Чем объясняется разное окрашивание образцов?

## **2.4 Подготовка текстильных материалов из белковых волокон**

### **Контроль качества подготовки текстильных материалов из белковых волокон**

Качественное определение крахмала на ткани. На смоченную ткань наносят каплю раствора, содержащего 0,1 г йода и 1,5 г йодида калия в 100 мл воды. При наличии на ткани крахмала в месте ее соприкосновения с раствором образуется синее пятно. Интенсивность окраски зависит от количества присутствующего крахмала.

Колористический метод оценки степени повреждения шерстяного волокна по диазореакции Паули. Для этой реакции используют раствор диазоля алого К (0,4 г диазоля растворяют в 100 мл дистиллированной воды и добавляют к

нему 20 мл 1 %-ного раствора кальцинированной соды). Испытуемый образец волокнистого материала обрабатывают в этом растворе 2 мин при температуре 20 °С. Чем интенсивнее окраска, тем сильнее степень повреждения волокна.

Качественное определение степени удаления серицина при подготовке шелка можно определить следующим способом.

Ткань окрашивают в растворе смеси кислотных красителей, содержащем, г/л:

Кислотный зеленый Ж	1,5
Кислотный ярко-оранжевый Ж	4,5
Кислотный красный 2Ж	1,8

Образец шелка до и после обесклеивания погружают на 10 – 15 мин в 5 мл приготовленного раствора температурой 35 °С, затем промывают холодной водой.

Раствор смеси кислотных красителей окрашивает фиброин в грязно-розовый цвет, а серицин – в буровато-зеленый.

### **Подготовка шерстяных текстильных материалов**

Подготовка к крашению шерстяных тканей состоит из расшлихтовки, промывки, валки, заварки и карбонизации.

**Расшлихтовка.** Перед тем как приступить к расшлихтовке суровой ткани, следует установить характер шлихты. Для этого необходимо капнуть на ткань раствор йода. Появление синего окрашивания показывает, что на ткани присутствует крахмал как главная часть шлихты. Если синего окрашивания не появляется, то это свидетельствует или об отсутствии шлихты (в суконных тканях), или о том, что в качестве шлихты использованы хорошо растворимые в воде продукты. В последнем случае расшлихтовка совмещается с промывкой. При наличии крахмальной шлихты ткань подвергается расшлихтовке.

**Промывка.** Суровые шерстяные ткани (кроме суконных) помимо шлихты содержат примеси, из-за которых ткани плохо смачиваются. К ним относятся: остатки природного шерстяного воска; остатки жиропота; жировые вещества, наносимые на волокно в виде эмульсий перед прядением для снижения электризуемости волокна. Эти примеси удаляются в процессе промывки шерстяных тканей.

Обычно промывку осуществляют в слабощелочных растворах анионных и неионогенных ПАВ или их смесей. В качестве щелочного реагента вводят небольшое количество соды ( $\text{pH} < 10$ ). Промывку проводят при температуре 45 °С (не выше) во избежание повреждения шерстяного волокна.

В щелочной среде поверхность волокна приобретает отрицательный заряд. При использовании анионного ПАВ его ионы ориентируются на жировом загрязнении таким образом, что на поверхности загрязнения оказываются отрицательно заряженные группы, т.е. между поверхностью волокна и жировыми загрязнениями возникают силы электростатического отталкивания – жировые частички отрываются от волокна в виде мельчайших капелек (эмульсии).

При использовании неионогенных ПАВ капельки образуются за счет изменения поверхностного насыщения на границе раздела «волокно – загрязнение» при ориентации молекул ПАВ на жировом загрязнении.

Присутствие соды в моющем растворе способствует омылению жирных кислот (перевод их в мыла), увеличению отрицательного заряда волокна, усилению электростатического отталкивания между волокном и жировым загрязнением, усилению набухания волокна и увеличению устойчивости образующихся эмульсий.

**Валка.** Валкособность – специфическое свойство шерстяного волокна, обусловленное наличием чешуйчатого слоя, упругостью и извитостью волокна. На валкособность оказывает влияние тонина волокна: чем она тоньше, тем лучше свойлачиваемость.

При валке наблюдается перемещение волокон ткани под влиянием механических воздействий, тепла и влаги, в результате чего происходит усадка ткани как по ширине, так и по длине, увеличение плотности ткани и улучшение ее теплоизоляционных свойств. На поверхности ткани после валки создается застил, закрывающий ткацкий рисунок.

Валка шерстяных тканей производится в щелочной среде при рН 10, температуре 40 – 45 °С, модуле ванны 1,25. Валка хорошо удаётся, когда волокно достаточно набухает, но при этом сохраняет свои упругоэластические свойства. При рН 8 – 10 набухание волокна усиливается - валка ускоряется. При рН >10 снижаются упругоэластические свойства волокна - валка замедляется. Поэтому оптимальной средой для валки является рН 10. Аналогично влияние на валку температуры. При температуре ниже 40 °С валка идет медленно из-за недостаточного набухания волокна. При температуре выше 45 °С (рН 10) снижаются упругоэластические свойства волокна вследствие начинающегося гидролиза кератина – валка замедляется. Большое значение при валке имеет модуль ванны. При модуле ванны меньше 1,25 могут произойти механические повреждения волокна. При большем модуле валка не будет происходить из-за сильного скольжения ткани.

В некоторых случаях необходимо снизить валкособность шерстяного волокна (например, для трикотажных полотен). Снижения валкособности шерсти можно достичь хлорированием ткани или нанесением на поверхность волокна пленки термореактивного полимера. При хлорировании шерсти происходит частичное разрушение чешуек и набухание коркового слоя, что приводит к сглаживанию чешуйчатого слоя и снижению валкособности волокна. При использовании термореактивного полимера на поверхности волокна образуется пленка, которая сглаживает чешуйчатый слой, в результате снижается валкособность волокна.

**Заварка.** В процессе заварки шерстяную ткань в состоянии натяжения обрабатывают кипящей водой с последующим охлаждением. Целью заварки является придание формоустойчивости путем устранения внутренних напряжений в волокне и фиксация положения волокон в ткани.

Под действием горячей воды происходит гидролиз солевых связей между макромолекулами кератина, которые под влиянием натяжения легко распрямляются. При последующем охлаждении ткани солевые связи образуются в новых местах, соответствующих состоянию молекул. Продолжительность обработки ткани кипящей водой не должна превышать 10 мин. При более длительной обработке может произойти значительный гидролиз кератина и, вследствие этого, потеря в массе и прочности ткани.

**Карбонизация.** Цель карбонизации – удаление из шерстяной ткани различных мелких целлюлозных примесей (остатков листьев, репья), которые не удаляются механическим путем в процессе прядения. Процесс карбонизации основан на разном отношении целлюлозы и кератина к действию минеральных кислот при нагревании. Целлюлоза под влиянием минеральных кислот при повышении температуры довольно быстро гидролизуется, переходя в гидроцеллюлозу – хрупкое вещество, легко удаляемое из ткани струей воды или другими механическими воздействиями. Кератин более устойчив к действию минеральных кислот и в условиях карбонизации не претерпевает заметных изменений.

В условиях термообработки в процессе карбонизации при достижении концентрации кислоты или температуры термообработки выше установленных пределов может произойти такое изменение кератина, которое не сопровождается его деструкцией, но приводит к изменению окрашиваемости (окраска получается неровной).

Большое значение при карбонизации имеет влажность волокна перед термообработкой. Если подвергнуть термообработке волокнистый материал, недостаточно высушенный после пропитки раствором серной кислоты, то произойдет сильный гидролиз кератина и ослабление волокна.

### **Подготовка текстильных материалов из шелка**

Суровые ткани из шелка изготавливаются из нитей шелка-сырца. Целью подготовки тканей из шелка является удаление природных примесей, имеющих в шелке-сырце (серицина, воскообразных и красящих веществ). Серицин покрывает тонким слоем нити шелковицы, придавая им матовость и жесткость. Количество серицина достигает 30 % массы волокна. Операцию, связанную с удалением серицина, называют обесклеиванием, или отваркой. Кроме природных примесей в процессе подготовки тканей удаляются также химические материалы, нанесенные при кручении шелка-сырца (жировые эмульсии), подцветочные красители и загрязнения, нанесенные в процессах изготовления и транспортировки ткани.

Чаще всего обесклеивание проводят в щелочных растворах (рН 10,5 – 10,7) при температуре 94 – 97 °С. Наилучшим обесклеивающим веществом является олеиновое мыло, обладающее высокими моющими и буферными свойствами. Обесклеивающие свойства олеинового мыла определяются способностью его гидролизироваться в воде и создавать щелочную среду. Растворы мыла

имеют рН 9,5 – 10,0. Гидроксид натрия, образующийся при гидролизе мыла, реагирует с серицином, переводя его в растворимое состояние. Для поддержания рН 10,5 – 10,7, что повышает обесклеивающую активность мыла, в ванну добавляют кальцинированную соду. Практика показала, что при отварке оптимальные концентрации мыла олеинового 40 %-ного – 15 г/л, соды кальцинированной – 3 г/л. Этот способ обесклеивания называется мыльно-содовым.

Для сокращения расхода мыла обесклеивание обычно проводят по двухванному способу. В первую ванну (отварочную) вводят олеиновое мыло и соду больших концентраций, чем во вторую (переварочную).

Помимо обесклеивающего действия мыло, частично адсорбируясь фибрином, сообщает волокну мягкий приятный гриф.

После переварочной ванны ткань промывают сначала раствором аммиака или соды (для более быстрого удаления мыла с волокна), затем теплой водой.

## **2.5 Подготовка текстильных материалов из синтетических волокон**

Подготовка текстильных материалов из синтетических волокон обычно складывается из отварки, термостабилизации и беления (не всегда).

*Основной целью* отварки является удаление шпихты, замазливателей, наносимых на волокно перед кручением для их смягчения и уменьшения электризуемости, красителей, применяемых для подцветки, и случайных загрязнений. Эти примеси удаляются горячими растворами соды со смачивателями.

Отварку тканей рекомендуется проводить до термостабилизации, так как под влиянием высокой температуры замазливатели и другие загрязнения могут прочно зафиксироваться на суровой ткани.

*Термостабилизация*, целью которой является придание формоустойчивости, заключается в обработке текстильных материалов из термопластичных синтетических волокон в расправленном и в натянутом состояниях горячим воздухом или перегретым паром при температуре размягчения с последующим охлаждением.

Вследствие разнообразных механических воздействий в процессах кручения, ткачества, вязания в текстильном материале в волокнах возникают локальные напряжения, обуславливающие потерю формы в процессе эксплуатации. Термостабилизация размягчает волокна, переводит в высокоэластическое состояние; макромолекулы приобретают большую подвижность. Под влиянием натяжения первоначальные напряженные водородные связи между соседними макромолекулами разрываются, и макромолекулы переходят в равновесное состояние. При последующем охлаждении в натянутом состоянии водородные связи между соседними макромолекулами возникают в новых местах и фиксируют новое положение макромолекул в ненапряженном состоянии. Таким образом, в результате термостабилизации ликвидируются внутренние напряжения в волокнах. Изделия приобретают ряд необходимых ценных свойств: устойчивость формы и устойчивость к смятию; минимальную склонность к усадке при

последующих обработках; приятный мягкий гриф; устойчивость к образованию заломов.

Белению текстильные материалы из синтетических волокон подвергаются редко, так как большинство из них достаточно белого цвета. Наилучшим отбеливающим средством для всех синтетических волокон является хлорит натрия.

Отбеливающие вещества, применяемые обычно при белении целлюлозных волокон (гипохлорит натрия или пероксид водорода), не отбеливают полиакрилонитрильные (нитрон), поливинилспиртовые (винол), полиэфирные (лавсан) волокна. При белении полиамидного волокна (капрон) пероксидом водорода может произойти ослабление волокна.

### ***Лабораторная работа 13. ПРОМЫВКА ТКАНИ (ТРИКОТАЖА) ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЕЙ***

#### **Задание 1**

Провести промывку ткани (трикотажа) из полиамидных нитей и сравнить внешний вид образцов до и после промывок.

#### **Порядок выполнения**

Образец промывают при модуле ванны 50 раствором, содержащим, г/л:

Анионактивное или неионогенное ПАВ	2
Соду кальцинированную	2

Промывку начинают при температуре 30 – 40 °С, постепенно повышая ее до 70 – 80 °С. Продолжительность промывки 30 – 120 мин (в зависимости от степени загрязнения). Затем образец промывают горячей водой (50 – 60 °С) и холодной водой, высушивают.

#### **Задание 2**

Провести промывку ткани (трикотажа) из полиэфирных нитей и сравнить внешний вид образцов до и после промывки.

#### **Порядок выполнения**

Образец промывают при модуле ванны 50 раствором, содержащим, г/л:

Анионактивное ПАВ	2
Соду кальцинированную	2

Промывку начинают при температуре 30 – 40 °С, постепенно повышая её до 85 °С. Продолжительность промывки 30 – 120 мин (в зависимости от степе-

ни загрязнения). Затем образец промывают горячей (50 – 60° С) и холодной водой, высушивают.

### Задание 3

Провести промывку ткани (трикотажа) из нитроновых нитей и сравнить внешний вид образцов до и после промывки.

#### Порядок выполнения

Первый образец промывают в течение 30 – 60 мин в растворе, содержащем неионогенное ПАВ концентрацией 2 г/л (модуль ванны 50). Обработку начинают при температуре 60 °С и заканчивают при температуре кипения. Затем промывают сначала горячей, а потом холодной водой. Параллельно промывают второй образец при тех же условиях в растворе, содержащем, г/л:

Неионогенное ПАВ	2
Соду кальцинированную	1

Наклеивают в тетрадь по 1-му и 2-му заданиям два образца: исходный и после промывки; по 3-му заданию – исходный, после промывки в растворе ПАВ и промывки в растворе ПАВ и соды.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какова цель промывки?
2. Объясните назначение реагентов при промывке.
3. Почему образец (задание 3), промытый в присутствии соды, пожелтел?

### ***Лабораторная работа 14. ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИЯ ТКАНИ (ТРИКОТАЖА) ИЗ ПОЛИАМИДНЫХ И ПОЛИЭФИРНЫХ НИТЕЙ***

#### Задание

1. Проверить влияние термостабилизации на окрашиваемость. Для этого образцы до и после термостабилизации следует окрасить в одном стакане дисперсным красителем (2 % массы волокна) в присутствии диспергатора (2 г/л) в течение 30 мин при температуре 80 °С (модуль ванны 50). Затем образец промыть и высушить.

2. Проверить влияние термостабилизации на последующую усадку и образование заломов. Для этого два образца (стабилизированный и нестабилизированный) измерить по длине и ширине, сжать в комочек, перевязать ниткой и обработать в кипящей воде в течение 30 мин, после этого образцы расправить, высушить, оценить их внешний вид, измерить их длину и ширину. Усадку образцов выразить в процентах к первоначальному размеру.

## Порядок выполнения

Образец ткани натягивают на деревянную рамку, закрепив края кнопками. Рамку с образцом помещают в сушильный шкаф на 1 мин при температуре 180 °С для полиамида и 200 °С для полиэфирного волокна. Затем рамку вынимают, охлаждают и снимают образец.

Наклеивают в тетрадь следующие образцы: по 1-му заданию – до стабилизации окрашенный и после стабилизации окрашенный; по 2-му заданию – нестабилизированный и стабилизированный.

### Контрольный вопрос

Какова цель термостабилизации?

## *Лабораторная работа 15. БЕЛЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ НИТЕЙ*

### Задание 1

Провести беление текстильных материалов из полиамидных нитей и сравнить белизну образцов до и после беления.

### Порядок выполнения

Образец обрабатывают при модуле ванны 50 в растворе следующего состава, г/л:

Хлорит натрия (80%-ный)	3
Уксусная кислота (до pH 4)	5

Обработку проводят при температуре 80 °С в течение 1 ч. Затем образец промывают горячей и холодной водой, высушивают.

### Задание 2

Провести беление текстильных материалов из полиэфирных нитей и сравнить белизну образцов до и после беления.

### Порядок выполнения

Образец обрабатывают при модуле ванны 50 в растворе следующего состава, г/л:

Хлорит натрия (80%-ный)	3
Фосфорная кислота	до pH 3,5
Смачиватель	1

Ткань обрабатывают при температуре 95 °С в течение 1 ч. Затем образец промывают горячей и холодной водой, высушивают.

### Задание 3

Провести беление текстильных материалов из нитроновых нитей и сравнить белизну образцов до и после беления.

#### Порядок выполнения

Образец обрабатывают при модуле ванны 50 в растворе следующего состава, г/л:

Хлорит натрия (80 %-ный)	3
Нитрат натрия	1
Серная кислота	до рН 2

Обработку проводят при температуре 98 – 100 °С в течение 1 ч. Затем образец промывают горячей и холодной водой, высушивают.

Наклеивают в тетрадь два образца: исходный и отбеленный.

#### Контрольные вопросы

1. Какова цель беления?
2. Каково назначение всех компонентов?

### 2.6 Беление оптически отбеливающими веществами

Для повышения белизны текстильных материалов, выпускаемых в белом виде, применяют оптически отбеливающие вещества (ООВ). ООВ обладают способностью поглощать невидимые для глаз ультрафиолетовые лучи (с длиной волны 335 – 375 нм) и отдавать поглощенную энергию в виде излучения в видимой фиолетово-голубой части спектра (400 – 450 нм).

В качестве ООВ применяют бесцветные органические соединения, обладающие определенным химическим строением. После обработки текстильных материалов ООВ происходит, во-первых, увеличение количества отражающего света и, во-вторых, аддитивный синтез синих лучей, испускаемых оптическим отбеливателем, и желтых лучей, отраженных материалом, что вызывает ощущение ярко-белого цвета. На нейтрализацию желтоватого оттенка используется только часть голубого излучения, выделяемого ООВ, а оставшаяся часть добавляется к отраженному от образца свету и увеличивает его светлоту. Таким образом, обработка ООВ способствует улучшению внешнего вида текстильных материалов в результате снижения желтизны и увеличения светлоты.

## ***Лабораторная работа 16. БЕЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИ ОТБЕЛИВАЮЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ***

### **Задание 1**

Отбелить ткань из вискозных нитей и сравнить белизну образцов до и после беления.

#### **Порядок выполнения**

Предварительно отваренную ткань обрабатывают в растворе, содержащем оптического отбеливателя анионного типа в количестве 0,3 – 0,5 % массы ткани, в течение 20 мин при температуре 45 – 50 °С. Затем ткань промывают водой при комнатной температуре в течение 5 мин и высушивают.

### **Задание 2**

Отбелить текстильный материал из триацетатных, полиамидных или полиэфирных нитей и сравнить белизну образцов до и после беления.

#### **Порядок выполнения**

Предварительно отваренную ткань обрабатывают в растворе, содержащем оптический отбеливатель дисперсного типа в количестве 0,5 – 1 % массы ткани, в течение 20 – 30 мин при температуре 60 – 70 °С. Затем ткань промывают водой при комнатной температуре в течение 5 мин и высушивают.

Наклеивают в тетрадь два образца: исходный и отбеленный.

#### **Контрольный вопрос**

Объясните принцип беления оптически отбеливающими веществами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кричевский, Г. Е. Химическая технология текстильных материалов : учебник для студ. хим. вузов / Г. Е. Кричевский. – Москва : Высшая школа, 2001. – 503 с.
2. Основы химической технологии волокнистых материалов / Т. Д. Балашова [и др.]. – Москва : ООО «Совьяж Бево», 2006. – 363 с.
3. Отделка хлопчатобумажных тканей : справочник / под ред. Б. Н. Мельникова. – Иваново, Талка, 2003. – 484 с.
4. Ковтун, Л. Г. Химическая технология отделки трикотажных изделий : учеб. пособие для студ. хим.-технол. спец. вузов / Л. Г. Ковтун. – Москва : Легпромбытиздат, 1989. – 236 с.
5. Балашова, Т. Д. Краткий курс химической технологии волокнистых материалов / Т. Д. Балашова [и др.] – Москва : Лёгкая и пищевая промышленность, 1984. – 200 с.
6. Беленький, Л. И. Физико-химические основы отделочного производства текстильной промышленности. / Л. И. Беленький. – Москва : Лёгкая индустрия, 1979. – 312 с.
7. Оборудование для отделки хлопчатобумажных тканей : справочник / под ред. Н. Е. Егорова. – Москва : Легпромбытиздат, 1991. – 240 с.