

# 1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ

После технологических стадий подготовки и колорирования текстильный материал приобретает очень важные потребительские свойства – гигроскопичность, белизну, окраску, но этого недостаточно для готовых материалов. Условия жизни современного человека, создающие дефицит времени, диктуют новые требования к изделиям из текстиля – минимальный по времени уход за ними. Это значит, что на стирку и глажение должно уходить меньше времени. Следовательно, текстильные материалы должны обладать пониженной загрязняемостью, лёгкой отстирываемостью, высокой формостойкостью. К этим требованиям комфортности в зависимости от назначения изделия добавляются и специфические требования: водо- и маслоотталкивающие, огнезащитные, антистатические и др. Все эти эффекты должны быть устойчивы в условиях эксплуатации (стирка, химчистка, светопогода и т.д.).

Технология заключительной отделки появилась значительно позднее технологий подготовки и колорирования, которые были известны ещё в античные времена. Она сформировалась в XX веке и развивается с развитием химии, физики и физико-химии полимеров. Благодаря новым видам заключительной отделки текстильные материалы находят новые области применения: космос, медицина, геостроительство и др.

Классификация видов заключительной отделки показана на рис.1.

Одни и те же потребительские свойства в зависимости от природы волокон текстильных материалов достигаются специфическими технологическими средствами, учитывающими химическое строение волокон. Поэтому набор технологических операций, их режимы, рецептура и оборудование различаются в заключительной отделке текстильных материалов в зависимости от видов волокон. Более того, помимо операций одноименных, но специфических по рецептуре и режиму, имеются операции, характерные только для текстильных материалов из определенных волокон.

## 2. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

К большинству текстильных материалов предъявляют требования по стандартной ширине, износостойкости, формостойкости (малосминаемости, малоусадочности). Виды отделок, в результате которых достигаются эти свойства, называются общими. К ним также относятся каландрирование, ворсование, стрижка и ряд других.

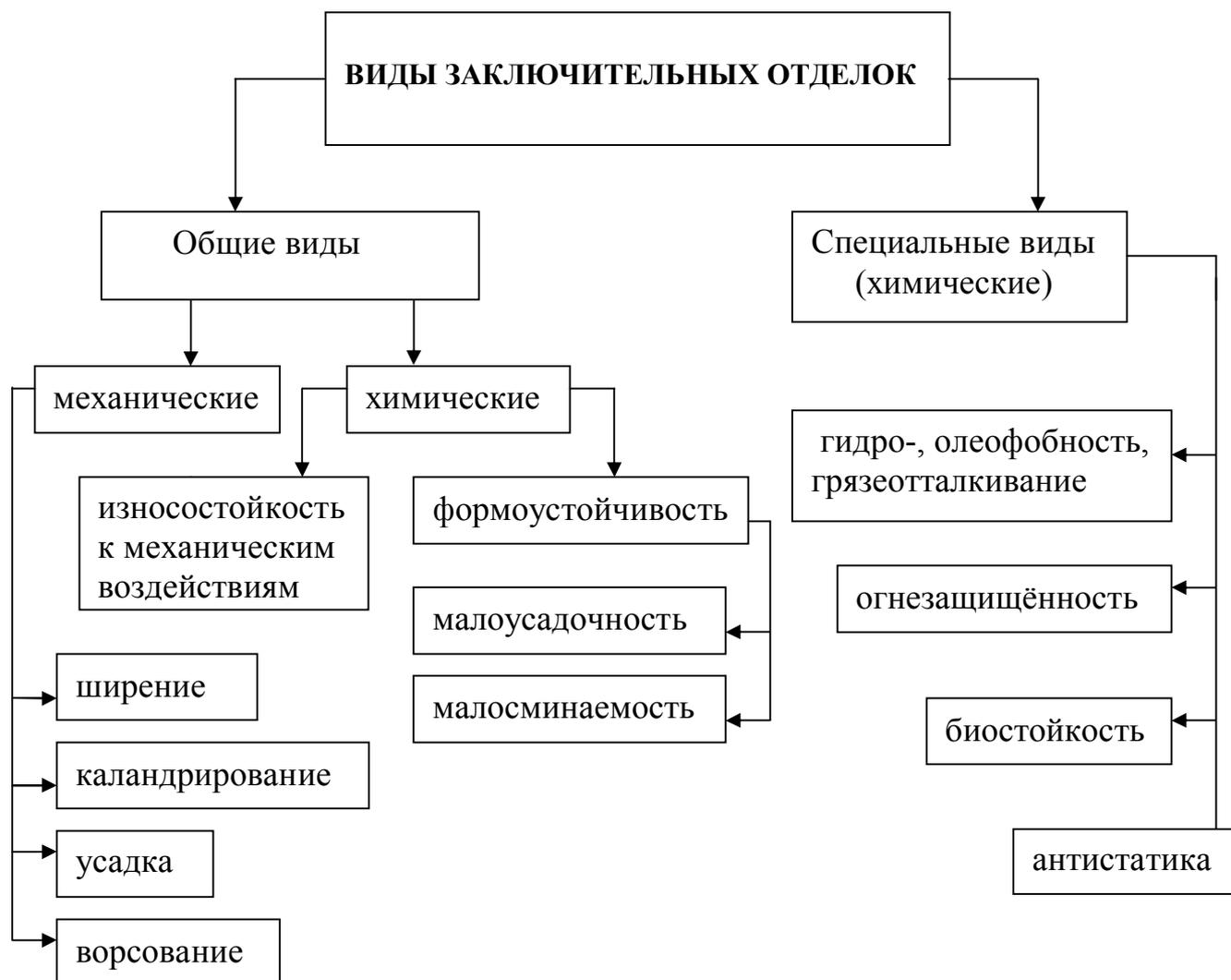


Рис.1. Классификация видов заключительной отделки

### 2.1. ОТДЕЛКА ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ

В зависимости от ассортимента хлопчатобумажные ткани проходят разные циклы операций заключительной отделки. Как и в слу-

чае текстильных материалов из других волокон, все операции делятся на механические и химические. Иногда эти операции взаимозаменяемы, иногда могут дополнять друг друга. Так, придание малоусадочности можно достичь механически на тканеусадочной машине, можно химически с использованием сшивающих препаратов, а можно сочетать эти два подхода.

### 2.1.1. Механические операции

**Ширение.** Практически на всех стадиях отделочного производства ткань обрабатывается в натянутом состоянии, что приводит к увеличению её размеров по основе и уменьшению по утку. Чтобы привести ткань к стандартным размерам по ширине, её подвергают ширению на специальных ширильных машинах (рис.2).

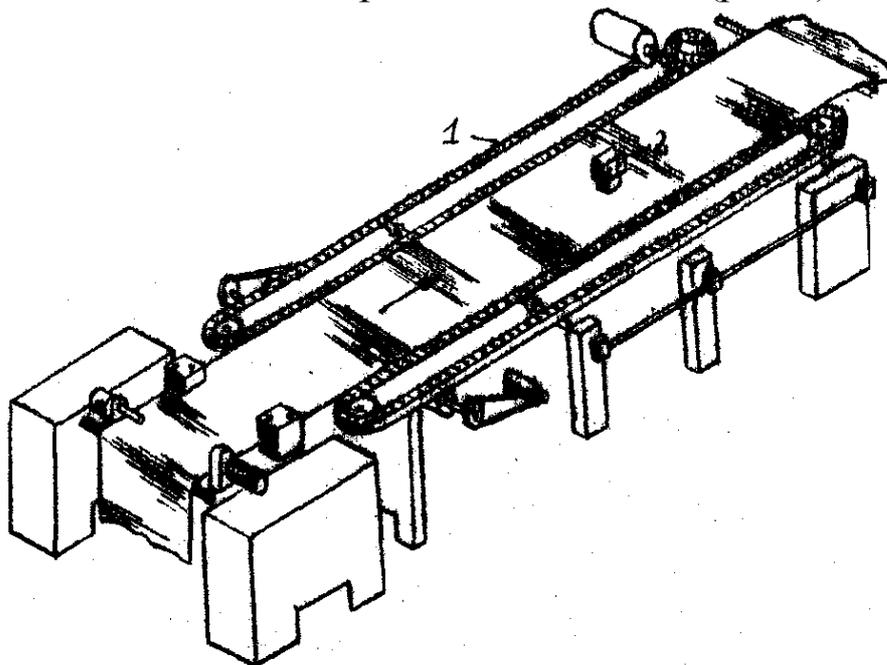


Рис.2. Цепная ширильная машина

Основным рабочим органом машины являются две бесконечные цепи 1, движущиеся по направляющим рамам и образующие цепное поле. Цепи выполнены из отдельных звеньев, к которым крепятся специальные устройства – клуппы (игольчатые, ножевые или комбинированные), служащие для захвата кромок ткани и удержания их при ширении.

Цепное поле делится на участки ввода, стабилизации и вывода. На участке ввода цепи сближены в начале для захвата кромок и расходятся к концу, чем и обеспечивается ширение. В зоне стабилиза-

ции цепи движутся параллельно для фиксации ширины, а на участке вывода они опять сближаются для облегчения съёма ткани с клуппов.

Ширение обычно совмещается с исправлением диагональных перекосов утка, для чего машины снабжены приборами для автоматической правки утка 2. Прибор отмечает перекос по величине и направлению и даёт команду одной из цепей двигаться быстрее или медленнее.

**Каландрирование.** Многие артикулы хлопчатобумажных тканей подвергаются каландрированию с целью механической модификации их поверхности. В зависимости от выбранного каландра и режима обработки тканям придаются умеренный блеск, глянцева поверхность, выпуклый рисунок, муаровый эффект и т.д.

Каландры – это валковые машины с вертикальным расположением металлических и наборных валов, количество которых может быть различным. Наибольшее распространение получили трехвальные машины (рис.3), у которых средний вал металлический, обогреваемый паром или электричеством, а крайние валы наборные из прессованной шерстяной бумаги, придающей валу упругоэластические свойства.

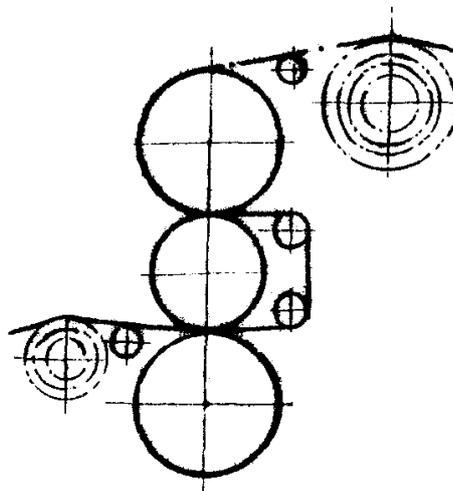


Рис.3. Каландр

Воспроизводимый на каландрах эффект зависит от покрытия валов, температуры обработки, давления в жале валов, скорости прохождения ткани, её влажности и т.д. Наиболее распространены следующие каландры:

**ОТДЕЛОЧНЫЕ** – используются для разглаживания, уплотнения ткани и придания ей умеренного блеска.

**ФРИКЦИОННЫЕ** – сообщают ткани гляцевый, лощеный эффект, что достигается превышением на 15-20% окружной скорости металлического обогреваемого вала над скоростью наборного. Металлический вал скользит по ткани подобно утюгу.

**СЕРЕБРИСТЫЕ** – придают ткани «серебристо-шелковистый» блеск. На поверхность металлического вала нанесена гравюра в виде тончайших параллельных штрихов под некоторым углом к оси вала. Они оставляют на лицевой поверхности ткани незаметные для глаза отпечатки, изменяющие отражение света.

**ТИСНИЛЬНЫЕ** – предназначены для получения на ткани выпуклых рисунков (например, гофрирование) за счёт изменения структуры её поверхности при прохождении ткани между валами, один из которых (металлический) имеет выпуклую гравюру, а другой (наборный) – углубленную соответствующей формы.

**ЧЕЗИНГОВЫЕ** – обеспечивают бельевым тканям муаровый эффект, имитирующий льняную ткань. Для этого несколько полотен ткани внакладку многократно пропускаются между каландрами.

**Усадка.** Требования к потребительской усадке хлопчатобумажных тканей определяются их назначением и особенно высоки по отношению к сорочечным, костюмным, платьевым тканям. Их потребительская усадка при стирке не должна превышать 1-1,5%.

Для механической усадки ткани используются тканеусадочные машины, усадка на которых происходит за счёт сжатия ткани по основе при тепловом воздействии. Для этих целей применяются различные устройства, схемы которых изображены на рис.4.

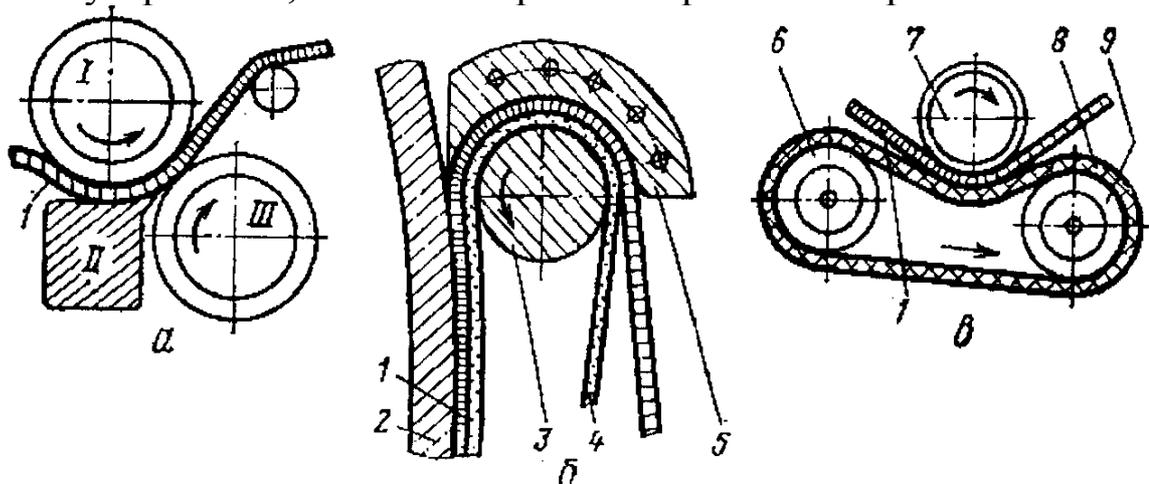


Рис.4. Схемы устройств для механической усадки ткани

В устройстве «а» к валу I прижимается опорная плита II, образуя узкое жало для прохождения ткани. Вал III с валом I образует второе жало для прохождения ткани. Скорость вала III меньше скорости вала I, поэтому во втором жале происходит образование микроскладок ткани и её усадка.

В устройстве «б» применён принцип волнообразования. Увлажнённая ткань 1 прижимается нагретым до температуры 200<sup>0</sup>С утюгом 5 к толстому эластичному бесконечному сукну 4, вместе с которым огибает транспортирующий ролик 3 с большой кривизной и переходит на поверхность сушильного барабана 2 с малой кривизной. В итоге растянутое сукно вместе с тканью сжимается и происходит усадка.

В более простом устройстве «в» усадка ткани 1 происходит за счёт сокращения растянутой поверхности бесконечного резинового ремня, огибающего прижимной 8 и натяжной 6 валы. К резиновому ремню прижимается усаживающий вал 7. Ткань подаётся на растянутую часть ремня. Пройдя через жало валов, ремень и ткань переходят с выпуклой внешней дуги на внутреннюю, где происходит сжатие ткани и её усадка.

Усадку ткани можно проводить и на сушильно-ширильной машине, снабжённой механизмом опережения. Сушильно-ширильная машина отличается от ширильной тем, что цепное поле (см. рис.2) проходит через термические камеры, где ткань обрабатывается горячим воздухом. Механизм опережения обеспечивает подачу ткани на игольчатые клуппы со скоростью, превосходящей скорость движения цепного поля. В результате увлажнённая ткань высушивается в натянутом состоянии по утку и в свободном (мелкими складками) – по основе, чем и достигается необходимая усадка.

### ***2.1.2. Химические операции***

Химические способы заключительной отделки называют ещё аппретированием, которое означает нанесение на ткань различных отделочных препаратов, улучшающих её потребительские свойства. Из общих видов отделки химическими способами материалу придаётся износостойкость и формоустойчивость (малоусадочность и малосминаемость).

### *2.1.2.1. Придание изделиям износостойкости*

В эксплуатации текстильные материалы испытывают разнообразные механические воздействия – растяжение, истирание, перекручивание и т.д., которые приводят к разрушению волокна. В зависимости от вида изделия и условий эксплуатации доля механодеструкции от всех видов повреждения может достигать 30-35%. На практике механическое воздействие на материал дополняется атмосферным – УФ лучей, влажности, температуры, кислорода, промышленных загрязнений. Защита от всех этих воздействий достигается нанесением на ткань различных высокомолекулярных соединений, образующих на поверхности волокна защитную плёнку.

К полимерным защитным плёнкам предъявляются следующие требования: эластичность, механическая прочность, прозрачность, высокая адгезия к волокну, нетоксичность. Защитная плёнка не должна ухудшать санитарно-гигиенические свойства материала, а для этого она должна формироваться на отдельных волокнах, не закрывая макропоры между волокнами в пряже и между нитями в ткани.

Несмотря на значительные достижения в области текстильной химии, большую массу хлопчатобумажных тканей, и особенно предназначенных для постельного белья, до сих пор аппретируют крахмалом. Технологический процесс очень прост: ткань пропитывают аппретом на основе крахмала и высушивают на сушильно-ширильной машине, где вместе с сушкой происходит и ширение ткани. Недостатком такой отделки является её неустойчивость к стиркам.

Образование на поверхности волокна устойчивой к стиркам защитной плёнки возможно при использовании «несмываемых» аппретов, разработанных благодаря научным исследованиям в полимерной химии. «Несмываемые» аппретовые можно условно разделить на две группы: 1) нерастворимые в воде термопластичные полимеры – латексы; 2) растворимые в воде полимеры – предконденсаты терморезактивных смол.

В качестве латексов используют 20-30%-ные дисперсии различных термопластичных полимеров – акриловых, полиметилметакриловых, винилхлоридных, полистирольных с размером частиц

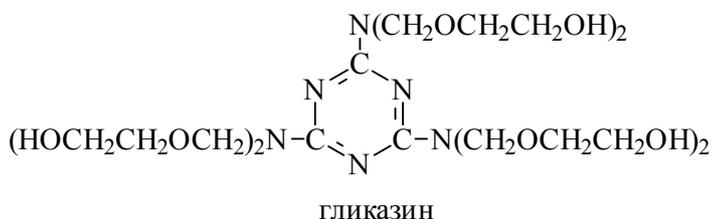
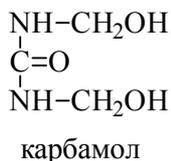
0,1 мкм. Структура и название полимеров винилового ряда общей формулы  $[\text{CH}_2-\underset{\text{R}}{\text{C}}\text{y}-\underset{\text{R}}{\text{C}}\text{H}-\text{C}\text{y}]_n$  представлены в табл. 1.

Таблица 1

у	R
H	Cl – поливинилхлорид
H	OCOCH <sub>3</sub> – поливилацетат
H	 – полистирол
H	OC <sub>n</sub> H <sub>2n-1</sub> – эфиры ПВС
H	COOR – эфиры полиакриловой кислоты
H	ORO – поливинилацетали
CH <sub>3</sub>	COOR <sub>1</sub> – эфиры полиметакриловой кислоты

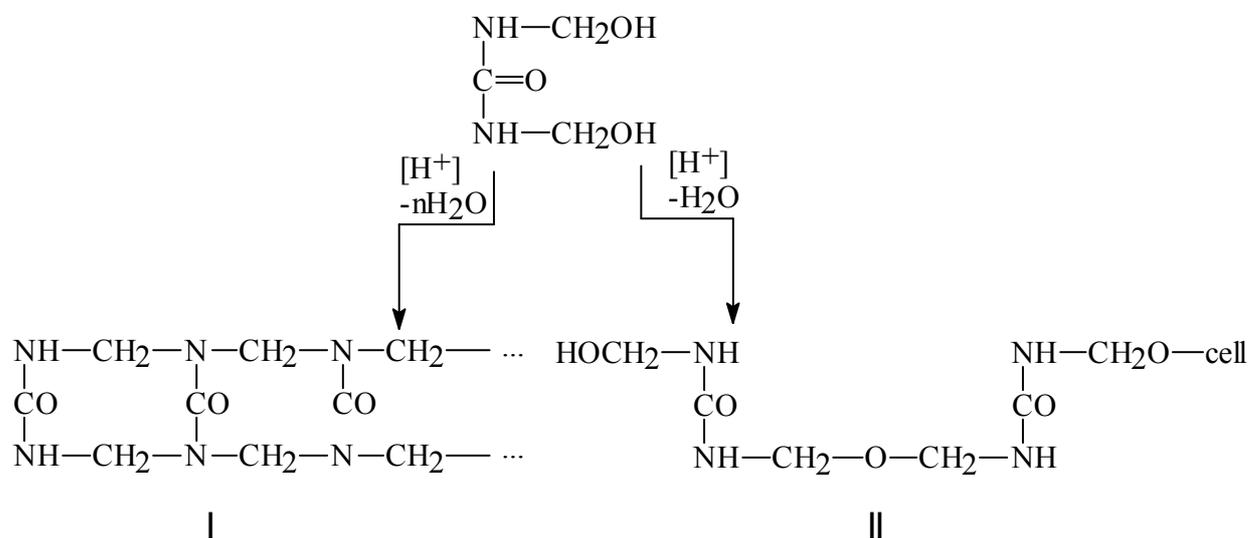
Технологический процесс создания защитной плёнки термопластичного полимера состоит из тех же операций, что и аппретирование крахмалом: ткань плюсуют композицией, содержащей 2-5% латекса, и высушивают в сушильно-ширильной машине. При сушке идёт плавление частиц полимера и формирование защитной плёнки. Такая отделка в зависимости от природы полимера повышает прочность материала к истиранию в 2-15 раз, на разрыв на 20-30% и выдерживает до 10-15 стирок.

Из препаратов второй группы наибольшее практическое применение нашли три – формальдегидные производные меламина (гликазин и метазин) и мочевины (карбамол):



Эти вещества при высокой температуре и в присутствии катализатора вступают в реакции поликонденсации друг с другом или с другими полимерами, содержащими -ОН и -NH<sub>2</sub> группы. В результате взаимодействия образуются терморезистивные смолы. Поскольку целлюлозные и белковые текстильные материалы содержат -ОН и -NH<sub>2</sub> группы, то при обработке этих волокон, кроме образования защитной плёнки полимера (смолы), происходит химическое взаимодействие этой плёнки с волокном, что значительно повышает устойчивость отделки к стирке (выдерживает до 25 стирок).

Ниже на примере карбамола показано взаимодействие молекул предконденсата друг с другом с образованием смолы сетчатой структуры (I) и с целлюлозой с образованием линейного полимера (II):



Технологическая схема отделки текстильного материала препаратами второй группы состоит из плюсования материала предконденсатом с добавкой кислого катализатора (NH<sub>4</sub>Cl, MgCl<sub>2</sub>, AlCl<sub>3</sub>), сушки и термофиксации при 150-180<sup>0</sup>С в течение 1-2 мин. на сушильно-ширильной машине. Дополнительно к предконденсату в аппрет можно вводить полиэтиленовую эмульсию как мягчитель и крахмал или поливиниловый спирт для повышения износостойкости плёнки.

Несомненным достоинством такой отделки является высокий и устойчивый эффект защиты материала от внешних воздействий, а недостатком – повышение его жёсткости, снижение прочности, использование формальдегидсодержащих препаратов.

### *2.1.2.2. Придание изделиям формостойкости*

Под формостойкостью понимают способность текстильных материалов сопротивляться деформационным нагрузкам (сжатию, натяжению), сохранять свои линейные размеры (не усаживаться) и способность расправлять временно образовавшиеся складки (не сминаться).

Наиболее низкой формоустойчивостью обладают текстильные материалы из целлюлозных волокон, что объясняется особенностью их морфологического и надмолекулярного строения. Смятие (появление складок, морщин, заломов) и изменение линейных размеров (уменьшение – усадка, увеличение – вытяжка) имеют общие причины и специфику. В аморфных зонах целлюлозного волокна под действием деформационных нагрузок происходит разрыв межмолекулярных связей и начинается смещение макромолекул, микрофибрилл и других структурных элементов волокна относительно друг друга. Это смещение зависит не только от нагрузки, но и от влажности волокна. Вода, проникая в аморфные зоны, вызывает его набухание, облегчает разрыв межмолекулярных связей и тем самым облегчает смятие. Поэтому влажные гидрофильные материалы легче сминаются.

После снятия нагрузки образуются новые межмолекулярные связи в другом месте, в результате чего фиксируется складка или изменение линейного размера. Для устранения складок и возвращения линейных размеров необходимо направить процесс в обратную сторону, т.е. разорвать новые межмолекулярные связи (в основном водородные) в аморфных областях, расправить изогнутые волокна и дать возможность связям возникнуть в заданном положении. Это происходит при глажении увлажнённого текстильного материала.

Для придания целлюлозным материалам формоустойчивости используют два подхода:

1. Заполнение рыхлых аморфных областей волокна смолой, обладающей упругоэластическими свойствами, что улучшает упругость и эластичность всего материала.

2. «Сшивка» макромолекул целлюлозы в аморфных областях прочными химическими поперечными связями. Образование 4-5 сшивок на 100 глюкозных остатках значительно повышает устойчивость волокна к деформации.

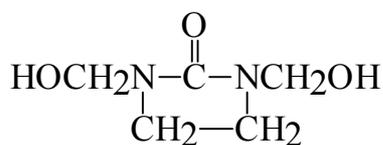
В соответствии с этими двумя подходами все химические препараты для придания целлюлозным изделиям формостойкости можно разделить на два типа:

- препараты, образующие смолы в структуре волокна;
- препараты, поперечно сшивающие макромолекулы волокна химическими связями.

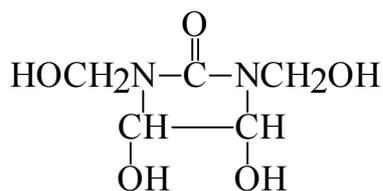
Деление это условно, поскольку сшивающие препараты способны взаимодействовать друг с другом, образуя смолу, а предконденсаты смол могут химически реагировать с гидроксильными группами целлюлозы. Поэтому можно говорить о том, что одни препараты преимущественно сшивают макромолекулы целлюлозы, а другие преимущественно образуют смолы.

К препаратам первой группы относятся уже знакомые нам мезитазин, гликазин и карбамол. Они используются для повышения не только износостойкости, но и формоустойчивости целлюлозных материалов.

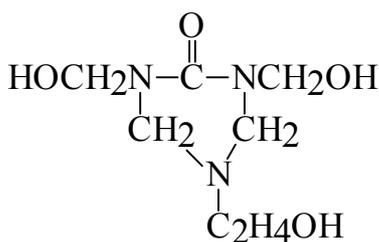
Большой эффект формостойкости придают препараты второй группы, являющиеся циклическими формальдегидными производными мочевины, – карбамол ЦЭМ, карбамол ГЛ, карбазон О, карбазон Э:



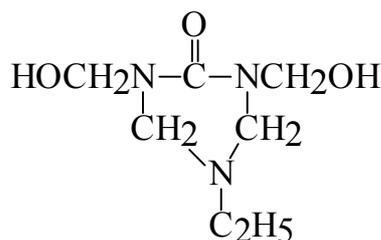
карбамол ЦЭМ



карбамол ГЛ



карбазон О



карбазон Э

Технологии повышения формостойкости, как и износостойкости, предусматривают плюсование материала аппретом, содержащим препарат и катализатор, сушку, термообработку. Для этих целей обычно используют линии, например пропиточно-полимеризационную (рис.5), на которых кроме указанных эффектов

тканям сообщается стандартная ширина, устраняются перекосы уточных нитей. В состав линии входит раскатная машина 1, трёхвальная плюсовка 2, сушильная воздушно-роликовая машина 3, установка для правки утка 4, сушильно-ширильная машина 5, термозрельник 6, накатная машина 7.

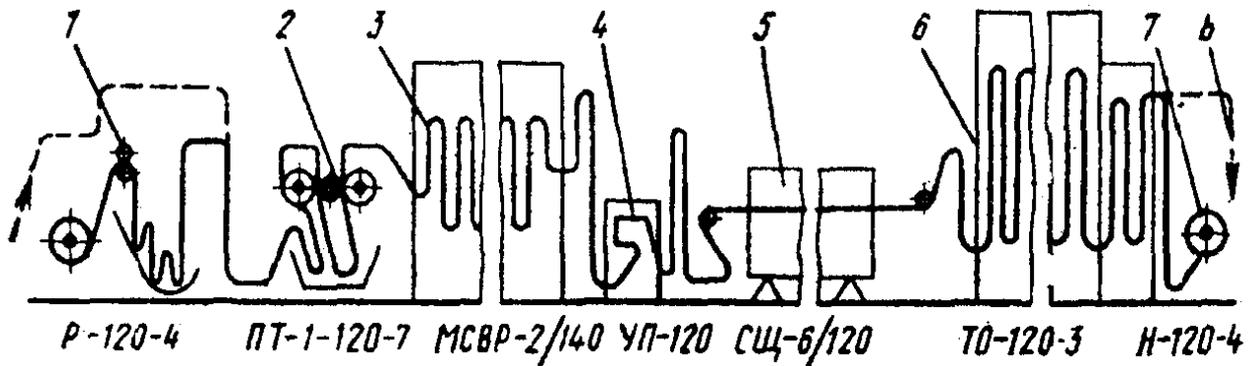


Рис.5. Пропиточно-полимеризационная линия

При использовании формостойких тканей на швейных фабриках возникает ряд трудностей:

- изделиям из них очень трудно придать необходимую форму, особенно фиксированные складки (плиссе, гофре), поскольку ткань «сопротивляется» изменению формы, фиксированной на отделочной фабрике;

- на швейных машинах происходит быстрое затупление и поломка игл из-за имеющейся в волокне жёсткой смолы.

Для решения этих проблем созданы специальные технологии с «отсроченной» фиксацией препарата, т.е. технологии, в которых в отделочном производстве закладывается потенциальная возможность формостойкости, а реализуется она в швейном производстве, когда изделие уже сшито, ему придана необходимая форма и остаётся эту форму только зафиксировать. Для этих технологий используются препараты с низкой реакционной способностью (например карбамол ГЛ), которая не проявляется на стадии отделочного производства и при длительном хранении на складах перед пошивом.

Хлопчатобумажную ткань, пропитанную таким сшивающим препаратом с добавкой катализатора, можно хранить в течение 6 месяцев. За это время только 10% его прореагирует с целлюлозой.

Технология с «отсроченной» фиксацией препарата состоит из следующих операций:

- пропитка и сушка ткани при температуре не выше 100<sup>0</sup>С до остаточной влажности 5-6% на сушильно-ширильной машине;

- охлаждение во избежание преждевременной фиксации препарата и накатка в ролик;
- разбраковка и накатка на цилиндрические гильзы для отправки на швейные фабрики;
- раскрой и пошив изделия;
- влажно-тепловая обработка на прессах;
- термообработка с целью фиксации заданной формы.

Использование «сшивающих» препаратов позволяет добиться высокой устойчивости текстильных изделий к износу, смятию, усадке. Вместе с тем возникают и отрицательные моменты, главными из которых являются следующие:

1. Потеря прочности на разрыв хлопчатобумажных тканей при отделке «сшивающими» препаратами достигает 35-40%. Возникновение поперечных сшивок между макромолекулами волокна препятствует равномерному распределению нагрузки по сечению и длине волокна при его механической деформации. Поэтому нагрузка концентрируется в отдельных местах, в которых и происходит разрушение материала. Дополнительной причиной потери механической прочности являются достаточно жёсткие условия обработки – высокая температура, кислые катализаторы.

Для снижения потерь рекомендуется материал ещё на стадии подготовки подвергать мерсеризации. Её положительное влияние обусловлено выравниванием структуры волокна, снятием локальных напряжений, что позволяет снизить потерю прочности материала до 20-25%.

Снижению потерь способствует также введение в состав аппретов смягчителей, выступающих в роли пластификаторов и облегчающих перемещение сшитых элементов структуры волокна при деформационных нагрузках.

2. Выделение газообразного формальдегида в отделочном производстве, на складах при хранении отделанных текстильных материалов, в швейном производстве и при носке изделий раздражает слизистую носоглотки и может вызывать при постоянном контакте с человеком серьёзные заболевания дыхательных путей. Поэтому во многих национальных стандартах и нормах ПДК имеются ограничения по содержанию формальдегида в воздухе рабочих помещений, в сточных водах и текстильных материалах.

Проблема формальдегида решается путем создания мало- и не-содержащих формальдегид препаратов, а также совершенствования технологий отделки. Всё это увеличивает себестоимость продукции, но улучшает экологическую обстановку.

3. Применение многих препаратов вызывает пожелтение текстильных материалов при использовании в стирке хлорсодержащих моющих средств.

4. Препараты в различной степени снижают светостойкость окраски и изменяют её оттенок.

## ***2.2. ОТДЕЛКА ЛЬНЯНЫХ ТКАНЕЙ***

Технология заключительной отделки льняных тканей во многом схожа с отделкой хлопчатобумажных по операциям, типу оборудования и применяемым реагентам. Отличие состоит, главным образом, в рецептуре аппретов.

Льняные ткани, обладающие уникальными гигиеническими свойствами, непревзойдённы в качестве постельного белья и одежного ассортимента для летнего сезона. В то же время льняные ткани отличаются очень высокой чувствительностью к механическим деформациям, приводящим к их лёгкому смятию, особенно во влажных условиях. В связи с этим льняные ткани указанного ассортимента подвергают малосминаемой и малоусадочной отделкам сшивающими препаратами. При этом наблюдается значительная потеря прочности изделия на разрыв – до 40%, для снижения которой необходима предварительная мерсеризация.

Льняные камчатые ткани (скатерти, салфетки) подвергаются жёсткоколощенной, а простынные – мягкоколощенной отделке, для чего используют крахмальный аппрет и каландры.

## ***2.3. ОТДЕЛКА ШЕРСТЯНЫХ ТКАНЕЙ***

Заключительная отделка текстильных материалов из шерсти имеет свою специфику, которая зависит от ассортимента изделий. В табл.2 представлены основные группы шерстяных материалов и их доля в мировом производстве.

№	Вид продукции	Доля в мировом потреблении, %
1	Ковры	24
2	Гребенные ткани	21
3	Суконные ткани	30
4	Трикотаж	18
5	Пряжа ручной работы	7

Для всех групп большую роль играют операции обезвоживания. Поскольку шерсть является самым гигроскопичным волокном, то изделия из нее после жидкостных операций несут в своём объёме значительную массу воды – до 100-180% от массы материала. Сушка является дорогостоящей операцией, т.к. потребляет много энергии. Поэтому часть воды (желательно до 25-45% влагосодержания) удаляется из волокна механическим путём: гидроэкстракцией (отсосом), центрифугированием, плюсованием. Первые два способа снижают содержание влаги в материале до 25%, но малопродуктивны и приводят к образованию заломов. Последний – отжим на плюсовке расправленным полотном - производителен и не даёт заломов, но оставляет больше влаги на материале - 45%.

Современные сушилки и сушильно-ширильные машины (рис.6) оснащены рядом автоматических устройств, позволяющих регулировать влажность текстильных материалов на выходе, править уток, контролировать влажность воздуха в зонах сушилки, использовать вторично отработанный воздух.

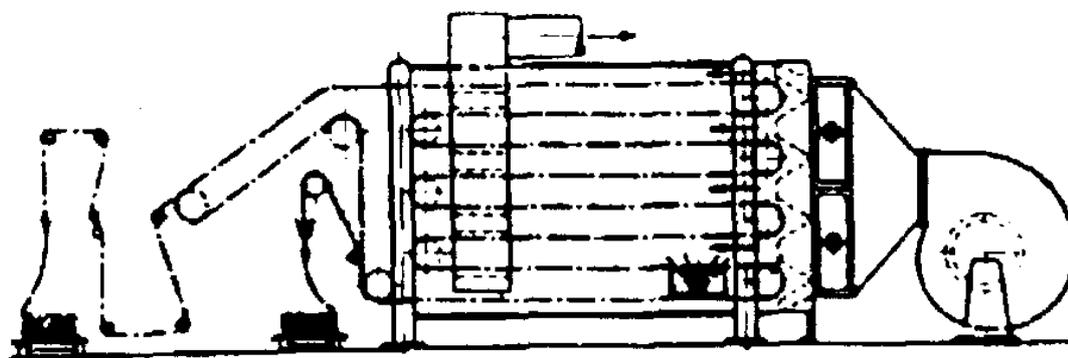


Рис.6. Сушильно-ширильная машина

К другим механическим операциям заключительной отделки шерстяных тканей относятся ворсование, стрижка, прессование, декатировка.

Ворсование, или начёсывание, производится на ворсовальных машинах, где ткань контактирует с поверхностью цилиндра, покрытого игольчатой кардной лентой (игловорсовальные машины – рис.7) или ворсовальными шишечками специальных экзотических растений (шишечно-ворсовальные машины). Первые машины более производительны, но больше повреждают волокно.

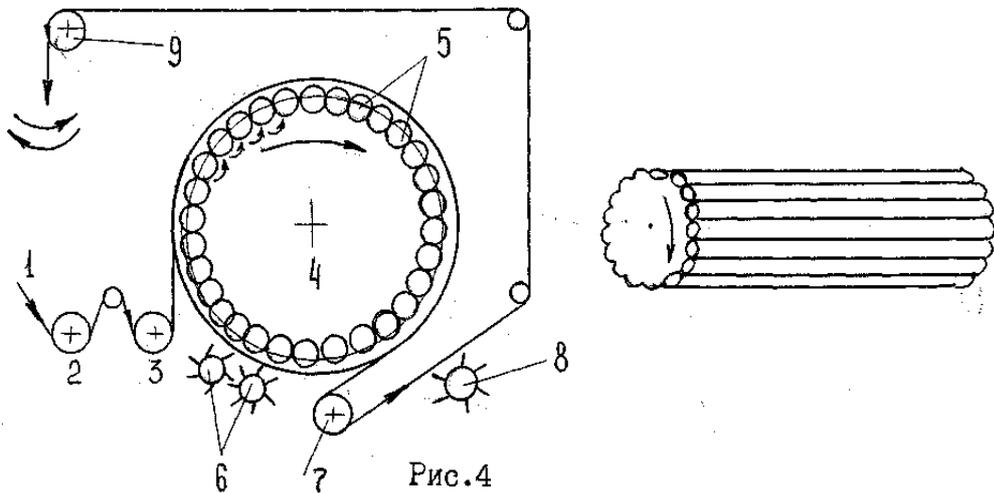


Рис.7. Схема игловорсовальной машины:

- 1 - заправочное устройство из тележки;
- 2 - металлический цилиндр, обогреваемый паром;
- 3 - передний транспортный вал;
- 4 - ворсовальный барабан;
- 5 - ворсовальные валики;
- 6 - щетки для очистки игольчатой поверхности;
- 7 - задний транспортирующий вал;
- 8 - щетка для приглаживания и расчесывания ворса;
- 9 - роликовый тканеукладчик

Основным рабочим органом игловорсовальной машины является ворсовальный барабан, состоящий из 24-36 ворсующих валиков, обтянутых игольчатой кардолентой. Валики образуют ворсующую поверхность.

Перед ворсованием на ткань наносится смесь парафина и стеарина (операция масловки). Подогрев ткани на цилиндре 2 улучшает условия ворсования за счет расплавления смеси и равномерного распределения её на ткани. Одновременно выравнивается влажность ткани.

Стрижка ворсовых тканей для выравнивания ворса и гладких (гребенных) тканей для удаления выступающих волокон осуществ-

ляется на стригальных машинах, основным рабочим органом которых является стригальный аппарат. Принцип его работы показан на рис.8.

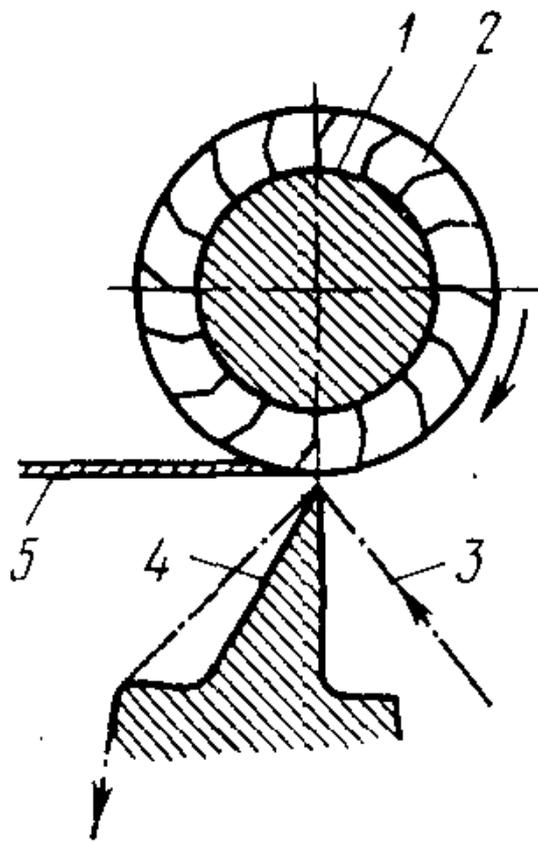


Рис.8. Схема действия стригального аппарата

Вращающиеся заточенные ножи 1,2 срезают выступающие волокна с поверхности ткани 3, огибающей стол 4, выполненный в виде треугольной пластины, контактируя с плоским ножом-раклей 5. Стрижка происходит в зазоре, возникающем между вращающимися ножами и неподвижным ножом. Регулируя зазор, определяют высоту оставшегося ворса.

Для разглаживания и уплотнения шерстяные ткани подвергают прессованию; с этой целью используют прессы различной конструкции. На рис.8 изображена схема ротационного прессы: ткань проходит через жало между вращающимся обогреваемым цилиндром диаметром 40-60 см и полыми обогреваемыми плитами, прижимаемыми поршнями к цилиндру.

Для снижения блеска, возникающего после прессования, и улучшения формоустойчивости ткань подвергают заключительному декатированию, которое включает пропаривание ткани в натянутом

состоянии. На рис.9 показана схема декатира непрерывного действия, в котором ткань с двумя «спутниками» (текстильное сукно сверху и снизу) проходит через автоклав, заполненный насыщенным паром.

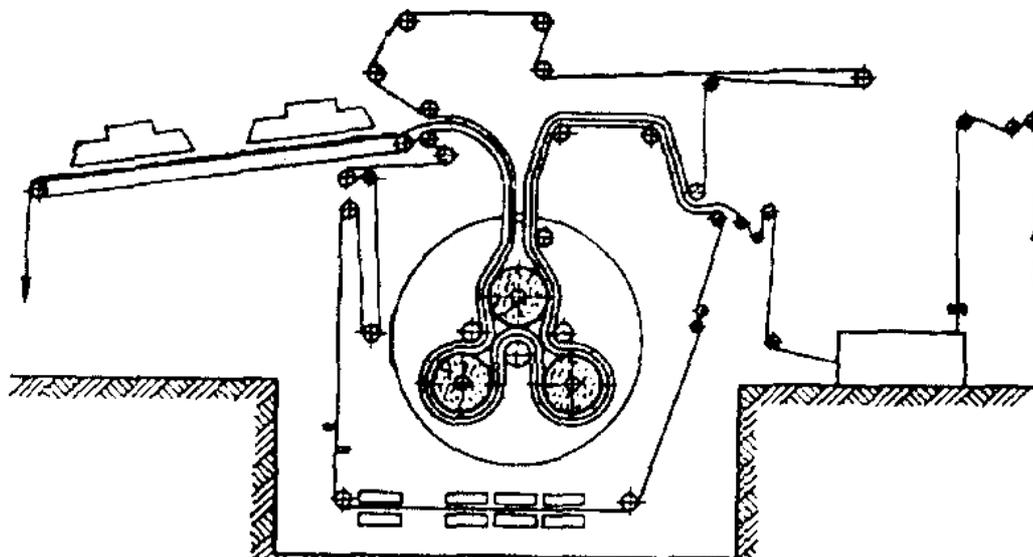


Рис. 9. Схема декатира непрерывного действия

При стирке шерстяных изделий происходит их свойлачивание, что существенно ухудшает их внешний вид и изменяет линейные размеры. В воде шерсть как гидрофильное волокно сильно набухает, происходит снятие напряжений и усадка, и при механическом воздействии на неё во время стирки образуется поверхностный застил, что также способствует усадке. Если релаксационная усадка в большей или меньшей степени характерна для текстильных материалов из всех видов волокон, то усадка, связанная с валкой, характерна только для шерсти и обусловлена, прежде всего, наличием у неё чешуйчатого слоя. Снижение потребительской усадки шерстяного изделия за счёт свойлачивания осуществляется:

- частичным разрушением чешуйчатого слоя волокна;
- покрытием чешуйчатого слоя полимерной плёнкой;
- комбинацией из этих двух способов.

Разрушение чешуйчатого слоя проводится обработкой окислителями, ферментами, щелочью, низкотемпературной плазмой или коронным разрядом.

Из окислителей наибольшее практическое применение находят хлор и хлорсодержащие окислители (гипохлорит натрия, дихлоризо-

цианурат калия), поэтому операцию направленного разрушения чешуйчатого слоя шерсти называют хлорированием. Однако использование этих реагентов не отвечает экологическим требованиям. Поэтому предпочтительнее применять другие окислители либо ферменты или физические воздействия.

Полное удаление чешуйчатого слоя приводит к полной несвойлачиваемости, но при этом значительно ухудшаются физико-механические шерсти (разрывная прочность, устойчивость к истиранию). Поэтому проводят частичное контролируемое разрушение чешуек, а затем оставшиеся чешуйки покрывают полимерной плёнкой, которая придаёт волокну гладкую поверхность.

В качестве плёнкообразующих могут использоваться как готовые полимеры, так и олигомеры, способные полимеризоваться непосредственно на волокне в определённых условиях. Использование реагентов, образующих поперечные ковалентные связи с волокном, повышает устойчивость отделки.

Противосвойлачиваемость может придаваться на разных стадиях производства текстильных материалов. Наиболее распространена такая отделка для гребенной ленты (75%), можно также обрабатывать готовые изделия (23%) и в редких случаях ткань (2%).

#### ***2.4. ОТДЕЛКА ШЁЛКОВЫХ ТКАНЕЙ***

Заключительная отделка текстильных материалов из натурального шёлка, которые выпускаются практически только в виде тканей, достаточно проста. Это связано с тем, что шёлк по своей природе обладает набором очень ценных потребительских свойств и заключительная отделка должна их только подчеркнуть. Прежде всего, это присущий только натуральному шёлку характерный без лоска блеск, мягкий на щуп со скрипом гриф, прекрасная драпируемость. В то же время шёлковые ткани склонны к изменению линейных размеров (усадка).

Малоусадочность тканям из натурального шёлка придают на специальной аппретурно-отделочной линии (рис.10).

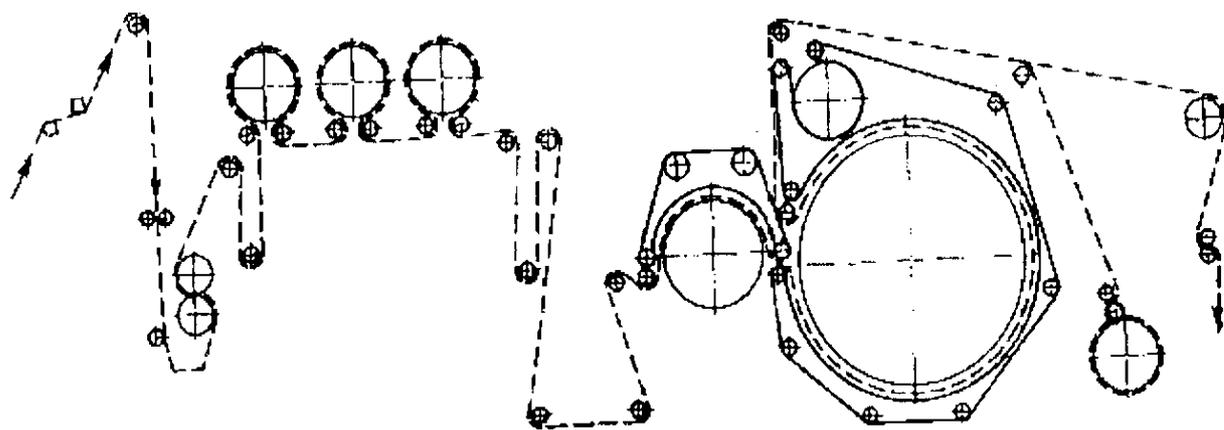


Рис.10. Схема аппретурно-отделочной линии

Линия состоит из заправочного устройства 1, двухвальной плюсовки 2 для пропитки аппретирующим составом (содержащим декстрин, трагант и уксусную кислоту), трёх сушильных барабанов 3 для предварительной подсушки ткани, колёсной сушильной каретки 4, каландра с сукном 5, устройства для подачи ткани на навои 6 или самоклад 7. На каландре расправленная по ширине ткань перемещается между нагретой поверхностью полого сушильного барабана диаметром 1500 мм и бесконечным сукном. Прижатая сукном к барабану ткань равномерно высушивается и пропаривается. При таком воздействии протекают релаксационные процессы, снимающие напряжения, возникшие во всех элементах текстильного материала (волокне, нитях, ткани) на различных стадиях производства. Кроме того, ткань приобретает мягкий блеск.

Для придания шёлковым тканям хорошо выраженного крепового эффекта их пропитывают на плюсовке 1%-ным раствором уксусной кислоты и высушивают на игольчатой сушильно-ширильной машине с механизмом опережения, тем самым снижая усадочность.

Придание гладкости, мягкости, формоустойчивости шёлковым тканям, в том числе и креповым, возможно на декатирах периодического и непрерывного действия. На рис.11 показана схема декатира периодического действия.

Ткань наматывается вместе с шерстяным сукном на перфорированный ролик и обрабатывается паром.

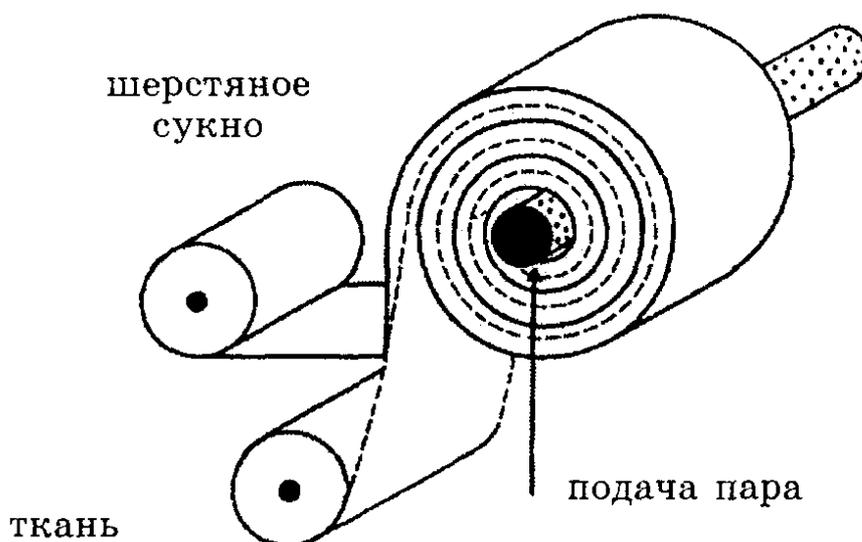


Рис.11. Схема декатира периодического действия

## 2.5. ОТДЕЛКА ТКАНЕЙ ИЗ ХИМИЧЕСКИХ ВОЛОКОН

Набор заключительных операций отделки материалов из химических волокон, их режимы, рецептура зависят от природы материала и его назначения. В зависимости от химической природы материалы делят на три группы:

- искусственные гидратцеллюлозные,
- искусственные ацетатные,
- синтетические.

Ткани из искусственных гидратцеллюлозных волокон, обладающие пониженной разрывной прочностью во влажном состоянии, обрабатываются при минимальном натяжении по возможности в свободном состоянии, что также способствует протеканию релаксационных процессов, снижающих потребительскую усадку. Ткани плательного и сорочечного ассортимента из гидратцеллюлозных волокон подвергают малосминаемой и малоусадочной отделкам с применением предконденсатов термореактивных смол. Снижение потери прочности при истирании в этом случае достигается введением в аппрет смягчителей.

Для всех тканей из термопластичных волокон (ацетатных и синтетических) обязательна операция термостабилизации.

Типовым оборудованием для заключительной отделки тканей из химических волокон являются сушильно-ширительные линии с

игольчатыми клуппами. Эти линии по составу машин – плюсовка, устройство для ввода ткани в ширильное поле, сушилка, термокамера, охлаждающее устройство – близки к линиям заключительной отделки хлопчатобумажных тканей (см. рис.5). Отличие состоит в том, что захват кромок ткани осуществляется не ножевыми, а игольчатыми клуппами, что позволяет подавать материал в ширильное цепное поле с опережением и тем самым обеспечивать его усадку в сушильной камере. На этих линиях проводятся операции термостабилизации, ширения и правки утка, можно при введении в плюсовку соответствующих композиций совмещать указанные операции с малоусадочной, малоусадочной, антистатической, гидрофобной, огнезащитной и т.д. отделками.

Для определённого ассортимента тканей проводится каландрирование, в зависимости от желаемого эффекта используются отделочные, фрикционные или тиснильные каландры.

### **3. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ОТДЕЛКА СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

#### ***3.1. ГИДРОФОБНАЯ ОТДЕЛКА***

В зависимости от устойчивости ткани к намоканию различают водоупорную (водонепроницаемую) и водоотталкивающую (гидрофобную) отделки.

Водоупорная отделка достигается путем нанесения на поверхность ткани сплошной водонепроницаемой пленки, закрывающей и макропоры, и микропоры материала. Поэтому ткань становится не только водо-, но и воздухонепроницаемой. Для этих целей используются полимерные композиции на основе каучука, полихлорвинила или эмульсии парафинов и восков. Такая отделка применяется для технических тканей: паковочных, тентов, парусины.

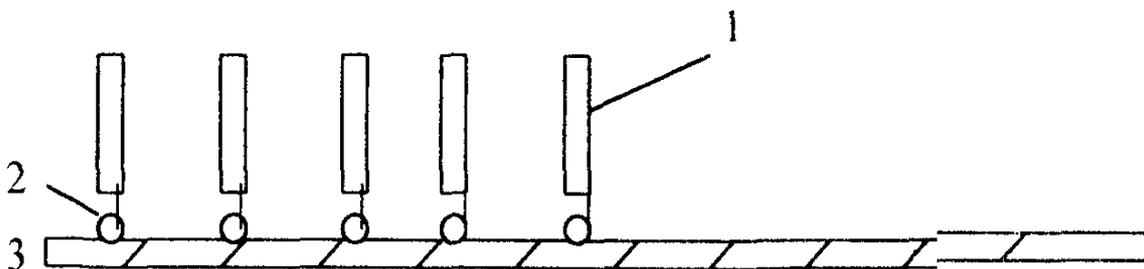
Водоотталкивающая отделка предназначена для одежных, плащевых, спортивных, палаточных тканей, которые не должны смачиваться водой, но при этом должны сохранить воздухопроницаемость.

Придание ткани способности не впитывать влагу повышает и её способность противостоять масляным продуктам, загрязнениям, химическим реагентам. Поэтому после гидрофобной отделки резко

снижается загрязняемость материала, облегчается уход за ним, значительно улучшаются внешний вид, качество и повышается носкость изделий.

В гидрофобной отделке, так же как и в водоупорной, можно использовать смесь парафинов и восков, только в этом случае защитную плёнку формируют на элементарных волокнах, оставляя макропоры открытыми. Одежда с такой отделкой отличается хорошей носкостью, но защитная плёнка не устойчива к химической чистке и стирке.

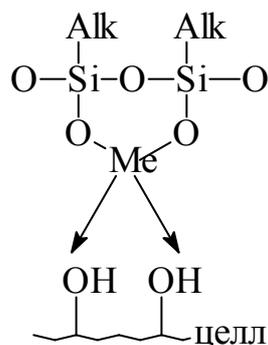
Высокая устойчивость отделки к химической чистке и стирке достигается модификацией гидрофильных групп волокна, взаимодействующих с водой и тем самым обуславливающих намокание текстильного материала. Для этого можно применять реагенты, содержащие одновременно гидрофильный и гидрофобный элементы (четвертичные аммонийные соединения, комплексные соединения хрома или алюминия и высших жирных кислот и др.). Гидрофильным они взаимодействуют с волокном и обеспечивают устойчивость отделки, а гидрофобным углеводородным радикалом создают защиту от влаги, как это показано ниже.



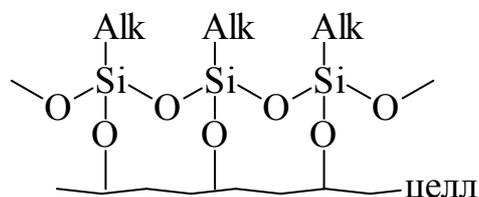
1 – гидрофобный остаток, 2 – гидрофильный остаток,  
3 – поверхность волокна

В отличие от приведённых кремнийорганические гидрофобизаторы не содержат длинных углеводородных радикалов, а защищают волокно от влаги небольшими, но многочисленными алкильными неполярными группами ( $\text{Alk} = -\text{CH}_3, -\text{C}_2\text{H}_5$ ), располагающимися над поверхностью силиконовой плёнки в виде зонтика.

Растворимые препараты, например АМСР – алюмометилсиликонат, наносятся на ткань из раствора и фиксируются при последующей сушке за счёт образования комплексного соединения с целлюлозой:



Нерастворимые в воде алкилполисилоксаны наносятся на ткань в форме водных эмульсий с добавлением катализатора. Затем следуют сушка и термообработка ( $150^{\circ}\text{C}$  в течение 5 мин), в результате чего образуется прочная эластичная гидрофобная плёнка:



### 3.2. ОГНЕЗАЩИТНАЯ ОТДЕЛКА

Текстильные материалы относятся к органическим соединениям, поэтому хорошо горят и могут являться источниками возгорания. По статистике, значительная доля причин возгорания при пожарах связана с текстильными материалами. Особенно возрастают риск возгорания и опасность его пагубных последствий в местах общественного пользования: транспорте, гостиницах, детских учреждениях и т.д. Так, 20% всех смертельных случаев от пожара у детей связано с возгоранием одежды. Во многих странах ужесточены требования к горючести текстильных материалов определённого назначения – детская одежда, ковровые и напольные покрытия, обивочные и портьерные ткани и т.д. Кроме того, огнестойкостью должны обладать ткани для спецодежды пожарных, сталеваров, литейщиков.

Горение – это термоокислительная деструкция, активную роль в которой играет кислород воздуха. Все текстильные материалы горят, но лёгкость их возгорания и скорость горения разная и определяется тремя основными характеристиками:

- химическим строением волокнообразующего полимера;
- физической структурой волокна и ткани;
- газовым составом окружающей атмосферы.

Так, целлюлозные материалы горят очень быстро, а шерстяные обладают значительно меньшей горючестью, поэтому трудно загораются, медленно горят и гаснут при удалении из пламени. Многие синтетические волокна термопластичны и сначала плавятся, а затем загораются.

Специальные препараты, используемые для придания текстильным материалам огнезащитных свойств, называются **антипиренами**. Они не обладают универсальностью по отношению к волокнам различной природы, и их выбор зависит от химического строения текстильного материала и области его применения. Наиболее целесообразным и распространенным на практике вариантом является введение антипиренов в готовые текстильные материалы на стадии заключительной отделки.

Согласно предъявляемым требованиям эти препараты должны:

- эффективно снижать горючесть текстильных материалов и обеспечивать устойчивость этого эффекта;
- не выделять токсические вещества при горении;
- не ухудшать потребительские свойства текстильных материалов (устойчивость окраски, физико-механические свойства), не изменять цвет.

Механизм действия антипиренов на волокно сложный и до конца не выяснен. Они могут:

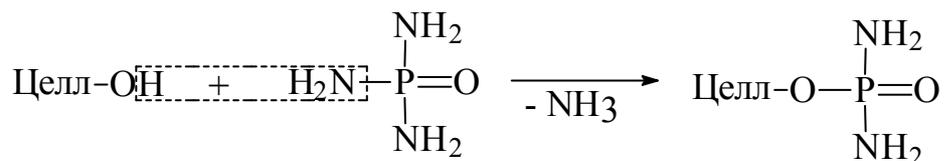
- препятствовать образованию горючих газов;
- снижать температуру термического разложения волокна;
- образовывать вокруг волокна плёнку, препятствующую диффузии в него кислорода;
- повышать устойчивость волокна к термической деструкции.

Все используемые антипирены можно разделить на неорганические и органические.

К неорганическим относятся бораты, фосфаты, сульфаты, соли титана и сурьмы. Они отличаются простотой применения, низкой стоимостью и высоким эффектом огнезащитности, но в настоящее время потеряли прежнее значение, т.к. в силу своей растворимости не обеспечивают устойчивости эффекта к стиркам.

Повышение устойчивости отделки к стирке достигается применением препаратов, вступающих в химическое взаимодействие с волокном. Так, антипирен ТАФ (триамид фосфорной кислоты –

(NH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) в кислой среде в присутствии катализатора хлорида аммония при 150<sup>0</sup>С реагирует с целлюлозой по схеме:



Эта отделка выдерживает до 10 стирок, но существенно снижает механическую прочность ткани. Для устранения этого недостатка в аппретирующий состав вводят карбамол ЦЭМ. Материал одновременно приобретает и свойства малосминаемости.

Органические антипирены – это хлорорганические и фосфорорганические препараты, последние имеют наибольшее практическое применение, т.к. обеспечивают высокий и устойчивый к стирке эффект огнезащитности. Они так же, как и ТАФ, вступают в реакцию этерификации с целлюлозой.

Технология отделки антипиренами заключается в нанесении композиции на текстильный материал, сушке и чаще всего для закрепления препарата термофиксации при 150-180<sup>0</sup>С в течение 30-60 с.

### **3.3. ЗАЩИТА ОТ БИОДЕСТРУКЦИИ**

Под биодеструкцией текстильных материалов понимают ухудшение их потребительских свойств (физико-механических, эстетических и др.) под воздействием микроорганизмов и насекомых. Проблема биодеструкции касается, прежде всего, природных волокон (целлюлозных, белковых), поскольку они являются привычной средой обитания и питания микроорганизмов и насекомых. Вырабатываемые ими ферменты (энзимы) разрушают полимер волокна до простейших продуктов – глюкозы, аминокислот, которые усваиваются этими организмами.

Чаще всего биодеструкция текстильных материалов происходит под действием микроорганизмов, к которым относятся бактерии (одноклеточные организмы с ядром), микроскопические грибы (состоят из ядра с протоплазмой и оболочки), актиномицеты (соединяют в себе свойства бактерий и грибов). Наиболее разрушительное действие на целлюлозные материалы оказывают грибы, а на шерсть - бактерии. Эти микроорганизмы могут попадать на текстильный ма-

териал из почвы или атмосферы в процессе произрастания волокна, хранения и эксплуатации текстильных изделий. Их размножению способствует повышенная влажность и температура. Так, при влаго-содержании хлопка 10% количество микроорганизмов в 1г волокна составляет 1,4 млн., а при 50%-ной влажности повышается до 400 млн. Обезвоживание субстрата приводит к гибели бактерий и грибов. В связи с этим понятна одна из причин устойчивости к микроорганизмам гидрофобных синтетических волокон.

Различают пассивную и активную защиту от биоповреждений. Пассивная защита препятствует образованию и развитию микроорганизмов и насекомых, а активная убивает их. Активная защита позволяет также получить биоцидные (биологически активные) текстильные материалы, обладающие лечебными и профилактическими антимикробными свойствами.

Препараты защиты обладают избирательными свойствами, т.е. способны подавлять и убивать только определённый тип микроорганизмов. В зависимости от типа микроорганизмов, на которые воздействуют препараты, и области применения текстильных материалов различают следующие виды отделок:

- антимикробная – препятствует развитию всех видов микроорганизмов;
- бактерицидная – обеспечивает умерщвление бактерий;
- фунгицидная – обеспечивает умерщвление грибов;
- бактериостатическая – обеспечивает задержку развития бактерий;
- фунгистатическая – обеспечивает задержку развития грибов;
- вируцидная – обеспечивает инактивацию вирусов и тем самым препятствует распространению болезни;
- гигиеническая – подавляет развитие болезнетворных бактерий;
- дезодорирующая – подавляет запах, возникающий в результате жизнедеятельности микроорганизмов.

Все эти виды отделок могут быть использованы для обработки одежды и предметов домашнего пользования; для текстильных материалов технического назначения; для материалов, используемых в медицине (лечебные повязки). Так, гигиеническая и дезодорирующая отделки используются для материалов, идущих на изготовление нательного, постельного белья, полотенец, подкладочных тканей,

рабочей одежды для фармацевтической и пищевой промышленности. Материалы с гигиенической и вируцидной отделками применяются в лечебных учреждениях.

По своему химическому строению антимикробные препараты очень разнообразны. Простейшими бактерицидными веществами являются соли тяжёлых металлов (Zn, Pb, Cu, Cd, Hg, Ag), которые обычно применяются в виде комплексов с органическими соединениями. Фунгицидной активностью обладают органические соединения – производные фенола и салициловой кислоты, содержащие серу.

Указанные препараты могут удерживаться в волокне физическими адсорбционными связями, что не обеспечивает устойчивости отделки к стирке, а могут вступать в химическое взаимодействие с текстильным полимером и прочно удерживаться в нём. В отделочном производстве обработку антимикробными препаратами проводят отдельно или совмещают с традиционными видами заключительной отделки – малосминаемой, малоусадочной и т.д.

Шерсть повреждается не только микроорганизмами, как и все природные волокна, но и насекомыми. Она служит средой обитания и питания насекомых типа каратофагов, к которым относятся платяная моль различного вида и жучки (кожееды).

Защита шерсти от насекомых достигается несколькими путями:

1. Химическая модификация волокна. Биоразрушение шерсти начинается с разрыва дисульфидных связей, поэтому если их дополнить и усилить другими связями, то волокно становится устойчивее ко всем биовоздействиям. Это можно осуществить с помощью формальдегида, образующего поперечные сшивки макромолекул кератина.

2. Введение в волокно антиметоболитов – соединений, нарушающих обмен веществ насекомых, например имидазол, бензолсульфонамид.

3. Гигиеническая отделка, препятствующая развитию микроорганизмов на шерсти, продукты жизнедеятельности которых являются питательной средой для насекомых.

Защитная обработка может проводиться на любом переходе отделочного производства, но наиболее удобно её совмещать с крашением. В этом случае используются водорастворимые реагенты, обладающие сродством к волокну в условиях крашения (кислая среда).

### **3.4. АНТИСТАТИЧЕСКАЯ ОТДЕЛКА**

Все текстильные волокна и материалы из них в большей или меньшей степени являются диэлектриками (плохо проводят электрический ток). Поэтому при контакте с другими диэлектриками и проводниками за счёт трибоэлектрического эффекта (появление электрического заряда за счёт трения поверхностей материалов) они способны приобретать устойчивый положительный или отрицательный заряд. Такое явление называется накоплением статического электричества.

Особенно вредное влияние статического электричества на текстильные материалы при их переработке проявляется в операциях прядения, где волокна испытывают сильное фрикционное воздействие в узлах прядильных машин, приобретают заряд и взаимно отталкиваются, что ухудшает их прядильные свойства. Похожая ситуация возникает при штапелировании (резке) химических волокон.

При эксплуатации изделий из текстиля наличие электростатического заряда может сказываться отрицательно на самочувствии человека, вызывать дискомфорт при носке (прилипание одежды, неприятные ощущения). Появление электрического заряда на тканях технического назначения (транспортные ленты) может послужить причиной возгорания.

Образование электростатического заряда на гидрофильных волокнах можно существенно снизить повышением влажности окружающего воздуха, чем широко и пользуются в практике прядильного производства, регулируя влажность в помещении прядильных цехов.

Для гидрофобных синтетических волокон влияние влажности на заряд очень незначительно, поэтому для них необходима специальная антистатическая обработка.

Антистатики – это препараты, снижающие электростатический заряд текстильного материала. Их действие заключается в образовании токопроводящего слоя на поверхности изделия. Дополнительно они могут сглаживать неровности поверхности текстильного материала и тем самым снижать трибоэлектрический эффект. Различают антистатики одноразового и перманентного действия. Первые не закрепляются на текстильном материале и легко удаляются в последующих жидкостных операциях или при стирке. Так, для улучшения прядильных свойств волокна его замасливают составом, содержа-

щим антистатиками одноразового пользования, удаляемые на стадии подготовки материала в отделочном производстве. В качестве таких антистатиков используют неорганические и органические соли, многоатомные спирты, полиэтиленгликоли, ПАВы всех видов. Эти препараты являются или токопроводящими (соли) или содержат гидрофильные группы (все остальные), способные связывать из воздуха воду, которая создаёт токопроводящую среду. Наибольшее распространение получили ПАВы, которые существенно снижают электростатический заряд материала.

Устойчивая антистатическая отделка, выдерживающая многократные стирки и химчистки, достигается препаратами, образующими на поверхности текстильных материалов нерастворимые в воде токопроводящие плёнки. Однако в настоящее время проблема перманентной отделки утратила свою прежнюю актуальность. Ее решение переместилось в операции стирки и химчистки, где на заключительных стадиях в ванну добавляют антистатик одноразового действия. Кроме того, получили распространение антистатиками в виде аэрозолей, которые наносятся на сухую поверхность готового изделия.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кричевский, Г.Е. Химическая технология текстильных материалов [Текст]: учебник для вузов: в 3 т. / Г.Е. Кричевский. – М., 2000.–Т.3.
2. Мельников, Б.Н. Прогресс текстильной химии [Текст] /Б.Н. Мельников [и др.]. – М.: Легпромбытиздат, 1988.
3. Балашова, Т.Д. Краткий курс химической технологии волокнистых материалов [Текст] /Т.Д. Балашова [и др.]. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
4. Балашова, Т.Д. Отделка шелковых тканей [Текст] / Т.Д. Балашова [и др.]. – М.: Легпромбытиздат, 1986.
5. Новородовская, Т.С. Химия и химическая технология шерсти [Текст] / Т.С. Новородовская, С.Ф. Садова.– М.: Легпромбытиздат, 1986.
6. Мельников, Б.Н. Физико-химические основы процесса отделочного производства [Текст] /Б.Н. Мельников [и др.]. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.