

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Куижева Саида Казбековна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 13.03.2021 16:05:24  
Уникальный программный ключ:  
71183e1134ef9cfa69b206d480271b3c1a975a6f

## **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Майкопский государственный технологический университет»**

**Кафедра стандартизации, метрологии и товарной экспертизы**

**Кидакоева Н.З.**

**Методические указания к выполнению**

**лабораторных работ по дисциплине:**

**«Материаловедение в производстве изделий легкой  
промышленности»**

**для обучающихся направления подготовки**

**29.03.01 «Технология изделий легкой промышленности»**

**Майкоп 2021**

УДК 687 (07)

ББК 37.24

М – 54

Печатается по решению научно-методического совета направления подготовки 29.03.01 Технология изделий легкой промышленности технологического факультета ФГБОУ ВО «МГТУ»

Рецензенты:                      доцент, канд. техн. наук Уджуху А.З.

Составитель:                      ст. преподаватель Кидакоева Н.З.

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности» для обучающихся направления подготовки 29.03.01 «Технология изделий легкой промышленности» очной и заочной форм обучения.

## Содержание

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ	4
2. Условия и правила проведения и оформления лабораторных работ	4
2.1. Основные правила техники безопасности и противопожарной техники в лаборатории	4
2.2. Методологические рекомендации по составлению отчетов по лабораторным работам	5
3. Лабораторные работы	7
4. Список литературы	38

## **1. Методические указания к выполнению лабораторных работ**

Методические указания к выполнению лабораторных работ предназначены для практического закрепления теоретического курса по дисциплине «Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности» для обучающихся направления подготовки 29.03.01 «Технология изделий легкой промышленности» очной и заочной форм обучения.

Курс «Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности» изучает основные физико-механические свойства материалов. Программа курса включает в себя следующие основные разделы: текстильные волокна и нити, их получение и строение, получение и строение тканей, трикотажных и нетканых материалов, состав и строение кожевенных, меховых, пленочных материалов, основные характеристики структуры материалов, приборы и методы их определения, геометрические свойства материалов; механические свойства при изгибе, растяжении, сжатию материалов, релаксационные процессы в материалах; сорбционные свойства и проницаемость материалов; износ и износостойкость материалов; основные характеристики свойств материалов, приборы и методы их определения; определение сортности материалов по стандартам.

Цель практикума – оказание методической помощи обучающимся в теоретическом и практическом освоении основных разделов курса материаловедения, развитие их самостоятельности и творчества при решении конкретных материаловедческих, технологических и конструкторских задач швейного производства. Приводятся сведения о современных методах и приборах, используемых при изучении структуры и свойств материалов (тканей, трикотажных и нетканых полотен, швейных ниток, пушно-меховых полуфабрикатов, натуральной и искусственной кож, искусственного меха, клеевых прокладочных, утепляющих и отделочных материалов, фурнитуры).

## **2. Условия и правила проведения и оформления лабораторных работ**

### **2.1. Основные правила техники безопасности и противопожарной техники в лаборатории**

Температура поверхности оборудования и технологических трубопроводов, к которым возможны прикосновения людей при проведении лабораторных работ, не должна превышать 45°C. Защитные системы и мероприятия по защите от поражения электрическим током в учебной лаборатории должны обеспечивать напряжение прикосновения не выше 42 В в помещениях без повышенной опасности и с повышенной опасностью, 12 В в особо опасных помещениях. Питание лабораторного электрооборудования должно осуществляться от сети напряжением не более 380 В при частоте 50 Гц.

Площадь помещения учебной лаборатории на одного студента должна быть не менее 4,5 м<sup>2</sup>. Помещение лаборатории следует оборудовать автоматическим извещателем системы пожарной сигнализации. В помещении учебной лаборатории должны быть средства оказания первой медицинской помощи (аптечки, шины, средства дезинфекции и др.).

Планирование помещения и размещение оборудования в учебной лаборатории должны обеспечивать удобство и безопасность выполнения всех видов рабочей деятельности при проведении лабораторных работ, а также освещение рабочих мест студентов естественным светом. Преподавательский состав, проводящий лабораторные работы, и учебно-вспомогательный персонал, обслуживающий оборудование в лаборатории, должны проходить обучение, инструктаж и проверку знаний правил безопасного выполнения лабораторных работ.

Работа в учебной лаборатории должна быть организована с учетом требований инструкции по технике безопасности и пожарной безопасности. При ознакомлении с инструкцией студенты расписываются в журнале регистрации инструктажа. Студенты допускаются к выполнению лабораторных работ только после прохождения инструктажа по безопасности труда и пожарной безопасности в лаборатории в целом и на каждом рабочем месте. Перед началом работы в лаборатории студенты должны под расписку ознакомиться с Инструкцией по технике безопасности и противопожарной технике в лаборатории. Инструкция по технике безопасности и противопожарной технике в лаборатории

1. Во избежание несчастных случаев в лаборатории студент должен знать следующее:

а) вращающиеся детали испытательных машин могут нанести ушибы, переломы и другие травмы;

б) действие электрического тока может вызвать ожог, электрический шок;

в) небрежное обращение с сушильными шкафами, электроплитками, лабораторными утюгами может привести к ожогам;

г) действие химических веществ может вызвать отравления и ожоги.

2. Прежде чем приступить к работе на приборе, необходимо изучить его устройство, принцип работы и методику проведения испытаний, а также получить инструктаж по работе на данном приборе от преподавателя.

3. Длинные волосы должны быть заколоты или убраны под косынку.

4. Студент может включить прибор только с разрешения преподавателя.

5. Во время работы на приборе, находящемся под напряжением, студенту запрещается:

а) производить чистку и смазку прибора;

б) менять бумагу на самописце;

в) снимать ограждения с приборов и переставлять ремни на шкивах;

г) производить ремонт механических и электрических частей прибора;

д) работать с мокрыми руками;

е) отходить от работающего прибора

6. Работы с химическими реактивами выполнять в лаборатории запрещается.

7. В случае возникновения пожара необходимо очаг возгорания накрыть одеялом или засыпать песком.

8. При тушении пожара в электроустановках следует применять огнетушитель только с углекислотой.

9. Обо всех замеченных неполадках необходимо сообщить преподавателю или заведующему лабораторией.

10. По окончании работы студент обязан привести в порядок прибор и рабочее место.

11. Студенты, не выполняющие инструкции, не допускаются к занятиям в лаборатории.

## **2.2. Методологические рекомендации по составлению отчетов по лабораторным работам**

Отчет по лабораторной работе (далее – отчет) является одним из основных документов, свидетельствующих об уровне и глубине проработки студентом ее теоретического и практического содержания.

В отчете студент самостоятельно и творчески излагает содержание выполненной им работы в соответствии с основными требованиями по обработке экспериментальных данных, используя при этом рекомендованную литературу.

При составлении отчета необходимо руководствоваться следующими рекомендациями по его содержанию.

1. Название работы.
2. Определение основных терминов, характеристик и понятий, используемых в работе.
3. Схемы приборов и устройств, краткое описание методик испытаний, формулы, расчеты показателей, тарифовочные графики, чувствительность приборов, погрешность измерений.
4. Виды испытываемых материалов, их артикулы, основные характеристики структуры и свойств.
5. Климатические условия в лаборатории при выполнении работы.
6. Виды проб, их форма и размеры. Основные параметры, режимы и условия проведения испытаний.
7. Результаты испытаний: данные испытаний (наблюдений), их математическая обработка, точность результатов, сводные выборочные характеристики, графики, диаграммы и т.п. (формы представления результатов испытаний приводятся в каждой работе). При выполнении работы на ЭВМ ее результаты представляют в виде распечатки с машины.
8. Анализ и обобщение полученных результатов. Выводы и рекомендации.

При выполнении лабораторных работ, составлении и оформлении отчетов по ним важное значение имеет употребление общепринятых терминов и понятий, правильных названий характеристик и показателей. Основные термины и понятия, а также названия характеристик свойств и качества продукции, их определения приводятся в каждой лабораторной работе. При необходимости номенклатура характеристик может быть дополнена из соответствующих нормативно-технических документов, справочников, стандартов, учебной и научно-технической литературы.

Лабораторный практикум в основном содержит описание методов и средств испытаний материалов, а многие применяемые в нем термины и понятия имеют общий характер.

*Испытание* – экспериментальное определение количественных и (или) качественных характеристик свойств объекта испытаний как результат воздействия на него, при его функционировании, при моделировании объекта. Данное определение включает в себя оценку и (или) контроль.

*Объект испытания* – продукция, подвергаемая испытанию.

*Образец для испытаний* – продукция, ее часть или проба, непосредственно подвергаемые эксперименту при испытаниях.

*Методика испытаний* – организационно-методический документ, обязательный к выполнению, включающий в себя метод испытания, средства и условия испытаний, правила отбора проб, алгоритмы выполнения операций по определению одной или нескольких взаимосвязанных характеристик свойств объекта. Формы представления данных и оценки точности, достоверности результатов, требования по охране труда и окружающей среды.

*Методы испытаний* – правила применения определенных принципов и средств испытаний.

*Средство испытаний* – техническое устройство, вещество и (или) материал для проведения испытаний.

*Точность результатов испытаний* – свойство испытаний, характеризующее близостью результатов испытаний к действительным значениям характеристик объекта в определенных условиях испытаний.

*Данные испытаний* – регистрируемые при испытаниях значения характеристик свойств объекта и (или) условий испытаний, наработок, а также других параметров, являющихся исходными для последующей обработки.

*Результаты испытаний* – оценка характеристик свойств объекта, установление соответствия объекта заданным требованиям по данным испытаний, результаты анализа качества функционирования объекта в процессе испытаний.

Различают испытания:

*лабораторные* – испытания объекта, проводимые в лабораторных условиях;

*натурные* – испытания объекта в условиях, соответствующих условиям его использования по прямому назначению с непосредственной оценкой или контролем определяемых характеристик свойств объекта;

*эксплуатационные* – испытания объекта, проводимые при эксплуатации;

*неразрушающие* – испытания с применением неразрушающих методов контроля;

*технологические* – испытания, проводимые при изготовлении продукции для оценки ее технологичности;

*технический контроль* – проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям;

*контроль качества продукции* – контроль качественных и (или) количественных характеристик свойств продукции;

*оценивание качества продукции* – определение значений характеристик продукции с указанием точности и (или) достоверности.

*Метод неразрушающего контроля* – метод контроля, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к применению.

*Метод разрушающего контроля* – метод контроля, при котором может быть нарушена пригодность объекта к применению.

### **3. Лабораторные работы**

#### **Лабораторная работа № 1**

#### **Распознавание текстильных волокон**

**Цель работы.** Освоение методов распознавания текстильных волокон. Изучение отличительных признаков и особенностей строения основных видов текстильных волокон.

**Задания:**

1. Изучить методы распознавания текстильных волокон.
2. Ознакомиться с устройством светового микроскопа и изучить правила работы с ним.
3. Приготовить препараты продольного вида и поперечных срезов волокон.
4. Определить и описать отличительные признаки основных видов волокон (внешний вид, характер горения, продольный вид и поперечный срез, виды растворителей и т.д.).

#### **Основные сведения**

Текстильное волокно в соответствии с ГОСТ 13784-94. «Волокна и нити текстильные. Термины и определения» представляет собой протяженное тело, обладающее гибкостью и тониной и пригодное для изготовления нитей и текстильных изделий. В современном ассортименте текстильных материалов, применяемых при изготовлении одежды, используются различные виды волокон и их модификации. Это классические виды натуральных, или природных, волокон (хлопок, лен, шерсть, шелк), искусственные (вискозные, ацетатные, триацетатные, медноаммиачные и др.) и синтетические полиамидные (капрон, анид), полиэфирные (лавсан), полиакрилонитрильные (нитрон), поливинилхлоридные (хлорин) и т.д. Качественный и количественный волокнистый состав в значительной степени определяет показатели механических и физико-химических свойств материала, его износостойкость,

размеростабильность и формоустойчивость. В связи с этим весьма важным является умение определять волокнистый состав текстильных материалов.

**Различия между текстильными волокнами.** Текстильные волокна различаются по размерам, форме, внешнему виду, блеску и туше (впечатление, возникающее при изучении волокон на ощупь), что можно заметить и при простом их рассматривании. В зависимости от длины текстильные волокна подразделяют на штапельные волокна и элементарные нити, или филаменты. Штапельные волокна имеют ограниченную длину. Длина элементарных нитей, или филаментов, практически не ограничена.

Хлопок, лен и шерсть представляют собой штапельные волокна, причем в массе встречаются волокна различной длины. В частности, волокна хлопка подразделяют по длине на коротковолокнистые (20-27 мм), средневолокнистые (27-35 мм) и длиноволокнистые (35-50 мм). Лен применяют в производстве материалов в виде комплексных волокон, состоящих из продольно соединенных между собой элементарных волокон, поэтому они отличаются значительной длиной (до 250 мм). Длина волокон овечьей шерсти в зависимости от ее типа также колеблется в широких пределах (до 120 мм); волокна ангорской шерсти (ангора, мохер), верблюжьей шерсти (альпака) и кроличьего пуха имеют значительную длину (до 250 мм).

Натуральный шелк чаще всего используют в виде комплексной нити, состоящей из двух склеенных серицином элементарных нитей, реже – в виде штапельного волокна. Ацетатные и триацетатные волокна применяют в виде филаментных нитей, вискозные и синтетические волокна – в виде элементарных нитей и штапельных волокон. Так как химические штапельные волокна чаще получают путем резкитекстильного жгута, то в массе в объеме одного образца они могут иметь одинаковую длину. Толщина текстильных волокон колеблется в широких пределах – от нескольких до нескольких сотен микрон (лен, монопнити). Для натуральных волокон в массе характерна неравномерность по толщине; кроме того, заметное различие толщины вдоль волокна наблюдается у льна и натурального шелка.

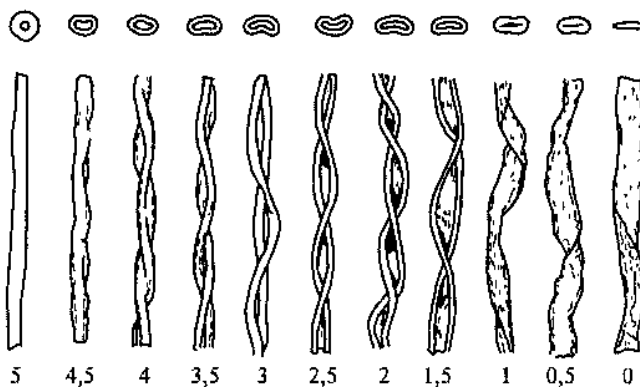


Рис. 1.1 – Продольный вид и поперечный срез хлопковых волокон разной степени зрелости

Хлопковое волокно (рис. 1.1) в продольном виде представляет собой полупрозрачную сплюснутую растительную клетку, скрученную вокруг продольной оси попеременно в обоих направлениях. На поперечном срезе хлопкового волокна под микроскопом отчетливо виден канал. Степень сплюснутости и скрученности волокна, размеры и форма поперечного сечения и канала зависят от степени зрелости волокна.



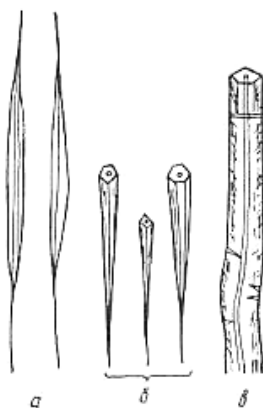


Рис. 1.2 – Продольный вид и поперечный срез элементарного льняного волокна

Льняные волокна используют в текстильном производстве в виде комплексных (технических) волокон, состоящих из продольно соединенных элементарных волокон. Элементарное волокно льна (рис. 1.2) представляет собой веретенообразную клетку с узким каналом и заостренными закрытыми концами. Поперечный срез имеет 5-6 граней с закругленными углами между ними и каналом в центре. На продольном виде элементарного волокна хорошо заметны темные поперечно расположенные штрихи-«сдвиги», следы изломов и изгибов волокон при их росте и механическом воздействии при первичной обработке.

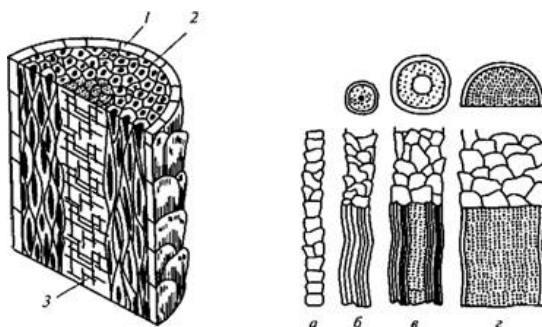


Рис. 1.3 – Продольный вид и поперечный срез различных типов волокон шерсти:  
а) пух, б) переходный волос, в) ость, г) мертвый волос

Шерстяные волокна (рис. 1.3) в зависимости от особенности строения делят на четыре типа: пух, переходный волос, ость и мертвый волос, которые легко различимы при изучении их под микроскопом.

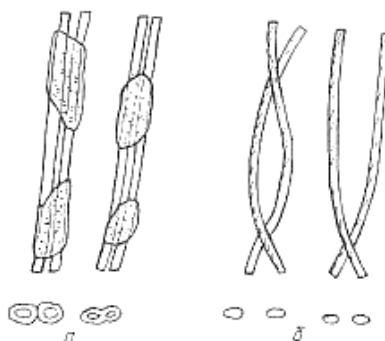


Рис. 1.4 – Продольный вид и поперечный срез натурального шелка:  
а) коконная нить, б) нить обесклеенная (шелковина)

Коконная нить натурального шелка (рис. 1.4, а) представляет собой комплексную неровную по толщине нить, состоящую из двух элементарных нитей, склеенных серицином, который весьма неравномерно распределен по поверхности нити. Поперечный

срез волокна имеет форму либо неправильного овала, либо треугольника со скругленными углами. После частичного удаления серицина натуральный шелк представляет собой отдельные филаментные нити (рис. 1.4, б).

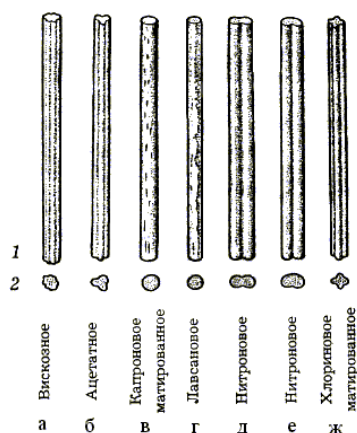


Рис. 1.5 – Продольный вид и поперечный искусственных волокон: а) вискозное, б) ацетатное, в) капроновое, г) лавсановое, д) нитроновое, е) нитроновое, ж) хлориновое

Вискозные волокна (рис. 1.5, а) имеют на поверхности множество часто расположенных продольных полос и сильно изрезанный слоистый поперечник. Это связано с особенностями формирования волокон в прядильном растворе. Ацетатные и триацетатные волокна (рис. 1.5, б) обладают поперечным срезом сложного контура с глубокими впадинами, которые возникают в результате испарения растворителя при формировании волокон. Полиамидные (капрон, анид), полиэфирные (лавсан), полипропиленовые волокна имеют однородную структуру и гладкую цилиндрическую форму (рис. 1.5, в, г). Нитроновые и хлориновые волокна (рис. 1.5, д-ж) обладают сложным поперечным сечением с впадинами различной глубины и формы, что отражается, в свою очередь, на продольном виде этих волокон.

**Взаимодействие с химическими реактивами.** В зависимости от химического состава и особенностей строения текстильные волокна по-разному взаимодействуют с различными химическими реактивами. Прежде всего, это относится к способности волокон растворяться. Все виды гидратцеллюлозных волокон легко растворяются в медно-аммиачном комплексе в отличие от белковых (шерсть, шелк) и синтетических волокон. Пользуясь данными о растворимости волокон, можно различить волокна, схожие по другим признакам. Так, например, ацетатное волокно в отличие от триацетатного растворяется в ацетоне; полиамидные волокна отличаются от полиэфирных тем, что они растворимы в муравьиной и уксусной кислотах. Капрон растворяется в слабом растворе соляной кислоты на холоду, в то время как анид в этих условиях растворяется при кипячении. Характерным растворителем при нагревании для нитрона является диметилформамид. Микрохимические испытания проводят на холоду, при нагревании или кипячении.

В таблице 1.1 приведены данные о растворимости отдельных видов волокон в различных химических реактивах.

Распознавать волокна можно при помощи цветных реакций. В качестве красителей часто используют хлорцинк йод и реактив AP (анил чисто-голубой в смеси с родамином Б). Хлорцинкйод окрашивает хлопковые, вискозные и медноаммиачные волокна в синий или красно-фиолетовые цвета; лен – в темно-фиолетовый цвет; волокна шерсти, шелка, капрона, анида, ацетатные – в желтый цвет. При обработке реактивом AP вискозные волокна окрашиваются в фиолетовый цвет, медноаммиачные - в синий, а ацетатные почти не окрашиваются. Для распознавания мерсеризованного и немерсеризованного хлопка пробы окрашивают красителем конго красный и после тщательной промывки волокна обрабатывают 10%-ным раствором серной кислоты. Мерсеризованные волокна

приобретают темно-синий цвет, который на воздухе переходит в красновато-фиолетовый; немерсеризованный хлопок окрашивается в синий цвет.

Таблица 1.1 – Растворимость волокон в различных химических реактивах

Вид волокна	Химические реактивы									
	Медно-аммиачный комплекс	Щелочь	Серная кислота	Соляная кислота	Азотная кислота	Муравьиная кислота	Уксусная кислота	Фенол	Ацетон	Хлорированный углеводород
Хлопок	Р	Н	Рб, в	Рб, в	Рв	–	–	Н	Н	–
Мерсеризованный хлопок	Р	Н	Рб, в	Рб, в	Рв	–	–	Н	Н	–
Лен	Р	Н	Рб, г	Рб, д	Рв	–	–	Н	Н	–
Шерсть	Н	Ра,д	Пб,д	Пб	Н	На	На	Н	Н	–
Натуральный шелк	Р	Рб, г	По	Рв	Н	На	На	Н	Н	–
Вискозное	Р	Рб, в	Рб, в	Рв	Рв	–	–	Н	Н	–
Медно-аммиачное	Р	Рб, в	Рб, в	Рв	Рв	–	–	Н	Н	–
Ацетатное	П	Рб	Рб	Рв	Рб	Рб	Рб	Р	Р	П
Триацетатное	Н	–	Рб	Рб	Рб	–	Р	Р	Н	–
Капрон	Н	Н	Рб, в	Ра,в	Рг	Рб, г	Рб	р	Н	Н
Анид	Н	Н	Рб, в	Рб, д	Р	Рб, г	Рб, г	Рг	Н	Н
Лавсан	Н	Ра,д	Рб, д	Рб, д	Рг	Н	Н	Рг	Н	Н
Нитрон	Н	Па	Нб	Нб	Рб, г	–	–	–	–	–
Хлорин	Н	Н	Н	Н	Н	Н	–	Н	Нб	–

Примечание. В таблице приняты следующие условные обозначения; Н – не растворяется; П – плохо растворяется; Р – растворяется; а – в слабом растворе; б – в крепком растворе; в – на холоду; г – при нагревании; д – при кипячении.

### Методика выполнения работы

Для распознавания текстильных волокон используют ряд методов: органолептический, метод горения, световую микроскопию, микрохимические испытания. Для выполнения работы берут пробы различных видов натуральных и химических волокон в виде волокнистой массы, пучка элементарных нитей, нити из текстильных материалов, однородных по волокнистому составу. Перед началом анализа с волокон удаляют все посторонние вещества, такие как жир, замасливатели, отделочные препараты, покрытия, загрязнения и т.п. Для отмывания замасливателя волокна помещают в эфир или 95%-ный спирт или эстрагируют бензолом. Крахмал удаляют кипячением в дистиллированной воде или в 25%-ном растворе нейтрального мыла. При проведении анализа, особенно в случае применения метода цветных реакций, окрашенные волокна обесцвечивают водным раствором гипосульфита концентрации 2-3 г/л. Если этого недостаточно, волокна обрабатывают слабым раствором азотной кислоты, а затем промывают в горячей и холодной воде до полного удаления остатков кислоты и красителя.

**Последовательность распознавания волокон такова:** органолептическое изучение; испытание на горение; микроскопическое исследование структуры; микрохимические испытания.

**Органолептическое изучение.** Пробы волокон рассматривают, ощупывают, проводя предварительную оценку их размеров, формы, извитости, равномерности в массе, блеска и туше и делая приблизительные выводы о принадлежности волокон к той или иной группе. Для детального рассмотрения можно использовать лупу.

**Испытание на горение.** Этот метод изучения основан на анализе характерных признаков при горении пробы волокон, а именно: поведение при внесении и вынесении из огня (загорание, обугливание, плавление), скорость горения, цвет и форма пламени, запах горения, вид и цвет остатка, его способность к растиранию. При проведении испытания текстильных волокон на горение необходимо иметь спиртовую горелку, пинцет и подложку в виде пластинки из термостойкого материала. Из пробы волокон, предназначенных для анализа, изготавливают элементарную пробу в виде скрученного жгута длиной до 50 мм. Один конец пробы зажимают пинцетом, другой подводят на короткое время к пламени сбоку, поджигая пробу. Если не удастся поджечь пробу сразу, это действие повторяют несколько раз; процесс горения следует наблюдать вне пламени. По окончании горения остаток должен остыть, после чего его можно попытаться растереть пальцами. Весь процесс испытания на горение необходимо проводить над термостойкой пластиной.

**Микроскопическое исследование структуры.** Для приготовления временных препаратов продольного вида на предметное стекло пипеткой или стеклянной палочкой наносят 1-2 капли дистиллированной воды или глицерина, не вызывающего набухание волокон (при исследовании шерсти и шелка). В жидкость помещают отрезки волокон, равномерно разделяя и распределяя их препаровальной иглой. Затем покрывают препарат покровным стеклом. Для этого, держа предметное стекло в левой руке, большим и средним пальцами берут за ребра покровное стекло, ставят нижним ребром на смоченный участок предметного стекла и, придерживая указательным пальцем покровное стекло, медленно опускают его на смоченные волокна. При этом необходимо следить, чтобы под покровным стеклом не образовывались пузырьки воздуха, которые мешают рассмотрению объекта. Излишек влаги удаляют с препарата фильтровальной бумагой.

**Микрохимические испытания.** Этот метод распознавания волокон включает испытания на растворимость и цветные реакции, позволяет сравнительно легко различать волокна, имеющие примерно одинаковые признаки при органолептическом изучении волокон, испытании их при горении и микроскопическом исследовании. Поэтому микрохимические испытания применяют как контрольные, когда нет уверенности в правильности выводов проведенного анализа рассмотренными выше методами.

На предметное стекло с левой стороны покровного стекла пипеткой или стеклянной палочкой наносят каплю химического реактива. Справа стороны покровного стекла располагают полоску фильтровальной бумаги, с помощью которой реагент засасывается под предметное стекло. Далее наблюдают действие реагента на волокно. При другом способе химический реагент наносится на пробу волокон при приготовлении препарата вместо дистиллированной воды. При необходимости подготовленный препарат предварительно нагревают некоторое время, затем рассматривают под микроскопом.

Микрохимические испытания при действии кислот, щелочей, растворителей во многих случаях проще и удобнее проводить, помещая пробы волокон в пробирки и обрабатывая их соответствующими реагентами. При этом можно наблюдать только окончательный вариант.

Результаты лабораторной работы представляют в виде таблицы, составленной по форме 1.1.

Волокно	Продольный вид	Поперечный срез	Особенности горения				Растворитель
			при внесении в пламя	в пламени	при удалении из пламени	запах и характер остатка	
1	2	3	4	5	6	7	8

Лабораторная работа состоит из четырех частей, общей продолжительностью 9 ч.

### Контрольные вопросы

1. Каковы отличительные признаки горения гидратцеллюлозных волокон?
2. Каковы характерные признаки горения белковых волокон?
3. Какие волокна горят коптящим пламенем?
4. Каковы отличительные особенности строения различных типов шерстяных волокон?
5. Чем отличаются волокна хлопка различной степени зрелости?
6. Каким способом можно различить ацетатное и триацетатное волокна?
7. Какие волокна при плавлении плавятся?

### Лабораторная работа № 2

#### Тема: Виды текстильных нитей и особенность их строения

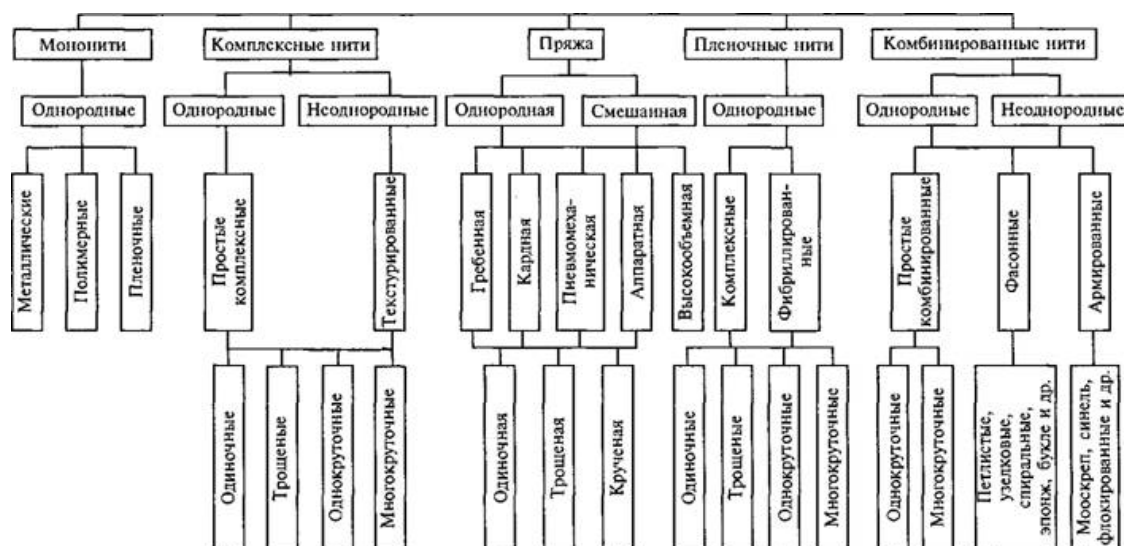
**Цель работы.** Изучение структуры основных видов текстильных нитей.

#### Задания:

1. Изучить классификацию текстильных нитей, используемых в производстве материалов одежды.
2. Провести анализ проб текстильных нитей и выявить основные отличительные особенности их строения.
3. Определить показатели структурных характеристик 1-3 видов нитей (по заданию преподавателя).

#### Основные сведения:

1. Виды текстильных нитей. В современном текстильном производстве используют широкий ассортимент разнообразных по строению нитей: классические виды пряжи, комплексные, комбинированные нити и монопнити, пленочные нити нитеподобные вязанные, тканые, плетеные текстильные изделия (цепочки, шнуры, ленты, тесьмы и т.д.). Зная их структурные особенности, можно прогнозировать свойства материалов, изготовленных из этих нитей, и изделий.



2. Структурные характеристики текстильных нитей. К основным структурным характеристикам текстильных нитей относятся линейная плотность, направление крутки, крутка, коэффициент крутки и величина укрутки.

#### Методика выполнения работы

1. Анализ строения текстильных нитей.
  2. Определение линейной плотности нитей.
  3. Определение крутки нитей.
  4. Определение ворсистости пряжи.
- Результаты анализа структуры нитей заносят в таблицу.

Материал	Нить	Рисунок нити	Толщина		Крутка		Обозначение и графическое изображение структуры нити
			Линейная плотность $T$ , текс	Диаметр нити $d_n$ , мм	Число кручений $K$ , кр/м	Коэффициент крутки $\alpha$	

#### Контрольные вопросы

1. Какие разновидности пряжи вы знаете?
2. Чем отличаются структуры моноплетен, комплексных нитей и пряжи?
3. Что такое фасонная нить? Какие виды фасонных нитей вы знаете?
4. Каковы структурные характеристики текстильных нитей?
5. На чем основана работа круткомера?

#### Лабораторная работа № 3

**Тема: Качественное и количественное определение волокнистого состава текстильных материалов.**

**Цель работы.** Закрепление и контроль знаний отличительных особенностей и строения текстильных волокон и нитей. Освоение методов распознавания и количественного определения волокнистого состава материалов.

#### Задания:

1. Определить вид текстильных нитей заданных образцов материалов.
2. Проанализировать волокнистый состав текстильных материалов.
3. Определить (по указанию преподавателя) количественное содержание волокон в образце материала.

#### Методика выполнения работы

Для анализа берут пять-шесть образцов текстильных материалов (ткани, трикотажные полотна). Порядок выполнения работы следующий: вначале проводят анализ структуры всех текстильных нитей, используемых в образце, и определяют их вид по принятой классификации; затем осуществляют анализ волокнистого состава нитей; по указанию преподавателя для одного из образцов определяют количественный состав волокон.

#### 1. Определение строения нитей.

Нить извлекают из структуры материала: у ткани – по основе и утку, у трикотажа – роспуском переплетения. Если исследуется ткань из различных видов нитей, то анализируют каждый вид. Анализ проводят путем раскручивания нити, определяя направление крутки и число сложений, и ее визуального изучения с помощью

увеличительной лупы или микроскопа при малой степени увеличения. В результате делают зарисовку структуры нити и составляют ее полное название по классификации.

## 2. Определение волокнистого состава нитей.

Для распознавания качественного волокнистого состава используют органолептический метод, испытание на горение, микроскопические исследования и микрохимические испытания. Волокнистый состав всех извлеченных нитей устанавливают раздельно. Состав крученых и комбинированных нитей определяют отдельно по составляющим нитям.

Особенность анализа смешанной пряжи состоит в том, что практически невозможно разделить составляющие ее волокна. При микроскопическом исследовании можно установить однородность и неоднородность материала по волокнистому составу и количество компонентов. Определить вид волокон можно только при наличии характерных особенностей строения. При испытании на горение смешанной пряжи или неоднородных нитей могут проявляться признаки, характерные для каждого составляющего вида волокна.

Например, сжигание смешанной шерстолансаноной пряжи сопровождается копотью, запахом жженого пера и образованием темного ноздреватого комочка, при растирании которого остается твердый остаток на конце нити. Пряжа из волокон хлопка, вискозы или льна, смешанных с полиэфирными волокнами, при горении выделяет копоть, а на кончике образуется твердый черный не растирающийся остаток с легким серым пеплом. При схожести признаков окончательно устанавливают вид волокна путем химических испытаний.

Определенные трудности возникают при анализе основовязанных трикотажных и вязально-прошивных нетканых полотен, так как они практически не распускаются. Поэтому для испытания на горение от пробы отрезают тонкие ленточки полотна. Для микроскопического анализа рекомендуется измельчать пробы (ГОСТ Р50721-94).

## 3. Количественное определение волокнистого состава.

Количественный анализ неоднородных или смешанных текстильных материалов состоит в определении массовой доли составляющих волокон и нитей в процентах к массе пробы. Так как текстильные материалы могут содержать жиры, аппрету, отделочные препараты, необходимо удалить эти вещества до проведения анализа. Для этого пробы экстрагируют в аппарате Сокслета (рис. 1) с помощью петролейного эфира в течение 1ч. С последующим промыванием в холодной и горячей воде (ГОСТ ИСО 18833-99). В зависимости от особенности строения материала и вида нитей применяют различные методы количественного анализа.

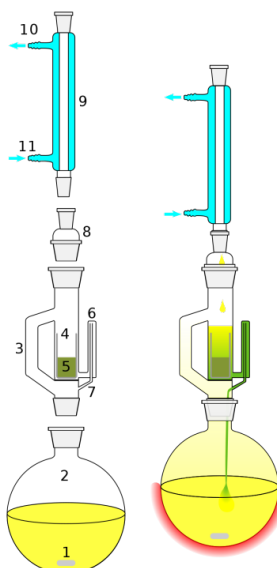


Рисунок 1. Аппарат Сокслета

1. Якорь магнитной мешалки
2. Колба для кипячения экстрагента
3. Трубка для паров растворителя
4. Патрон из пористого материала
5. Сухая смесь
6. Сифон 7.
- Слив сифона
8. Шлифовой переходник
9. Обратный холодильник
- 10, 11. Патрубки для холодной воды

Метод разделения (распускания) пробы применяется в случае использования в структуре материала неоднородных нитей. Для проведения анализа используют элементарные пробы размером 100x100 мм (далее проба). При мелкоузорчатом переплетении размеры пробы должны быть кратны раппорту, при крупноузорчатом – по размеру раппорта. Пробу вырезают строго по нити основы и утка, из трикотажного полотна – по петельным рядам и столбикам (ГОСТ Р 50721-94). Пробу полностью разделяют (распускают) на нити, отделяя их волокнистому составу. Полученные пучки нитей выдерживают при нормальных условиях согласно требованиям ГОСТ 10681-75, после взвешивают раздельно каждый пучок, а затем вместе. Массовую долю каждого компонента рассчитывают по формуле

$$C_1 = 100M_1/M_0,$$

где  $C_1$  – массовая доля 1-го компонента, %;

$M_1$  – масса 1-го компонента;

$M_0$  – масса пробы.

Метод количественного химического анализа применяется для определения массовой доли волокон в материалах, изготовленных из смешанной пряжи или в материалах, которые нельзя разделить на отдельные нити (основовязанные трикотажные, нетканые полотна и т. д.).

Сущность метода заключается в определении массовой доли волокон путем удаления одного из компонентов растворением. В первую очередь растворяют волокно, составляющее большую часть смеси. В многокомпонентной смеси волокна растворяют в таком порядке: шерстяное, ацетатное, полиамидное, хлопковое (вискозное), полиэфирное (полиакрильнитрильное).

При подборе растворителя рекомендуется воспользоваться стандартами (ГОСТ Р 50721-04, ГОСТ ИСО 1833-99, ГОСТ Р ИСО 5088-99).

Для проведения анализа из предварительно очищенной точечной пробы материала выкраивают элементарную пробу массой не менее 1 г и измельчают ее.

Затем высушивают в открытой стеклянной бюксе в термошкафу до постоянной массы, охлаждают в эксикаторе и взвешивают в закрытом стаканчике (стаканчик позднее взвешивают отдельно). Далее пробу обрабатывают соответствующим химическим реактивом (модуль ванны 1:50), который растворяет один из компонентов смеси. Раствор фильтруют, остаток промывают, высушивают до постоянной массы и взвешивают. Массовую долю нерастворившихся волокон определяют по формуле:

$$C_1 = 100 \times M_1 d / M_0,$$

где  $M_1$  – масса оставшихся волокон;

$d$  – поправочный коэффициент, учитывающий влияние растворителя на нерастворимый компонент смеси (устанавливается экспериментально по Р ИСО 1833-99, Р ИСО 5088-99);

$M_0$  – масса исходной пробы ткани.



Метод комбинированного количественного анализа заключается в определении массовой доли волокон разделением или роспуском с последующим химическим анализом. Метод применяется для анализа материалов, в составе которых используется смешанная пряжа в сочетании с различными видами однородных и неоднородных нитей. Результаты анализа строения нитей и волокнистого состава заносят в таблицу 1. Результаты количественного анализа волокнистого состава представляют в виде таблиц 2 и 3.

Результаты анализа строения нитей и волокнистого состава заносят в таблицу 1

Таблица 1

Материал	Нить	Рисунок нити	Волокнистый состав		
			Признаки горения	Продольный вид	Вид волокна

Результаты количественного анализа волокнистого состава представляют в виде таблиц 2 и 3.

Таблица 2

Материал	Масса элементарной пробы $M_0$ , мг	Волокнистый состав		
		Вид волокна	Масса пучка $M_1$ , мг	Массовая доля волокна $C_1$ , %

Таблица 3

Материал	Волокнистый состав	Масса пробы материала $M_0$ , г	Масса оставшихся волокон $M_1$ , г	Массовая доля 1-го компонента $C_1$ , %	Массовая доля 2-го компонента $C_2$ , %
----------	--------------------	---------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------------	-----------------------------------------

#### Контрольные вопросы:

1. Каковы отличительные признаки горения гидроацетатцеллюлозных волокон?
2. Каковы характерные признаки горения белковых волокон?
3. Какие волокна горят коптящим пламенем?
4. Что означают понятия «элементарная проба»?
5. Что означает понятия «точечная проба»?
6. В чем заключается метод количественного химического анализа?
7. В чем заключается метод распускания пробы?

### Лабораторная работа № 4

#### Тема: Определение линейных размеров, структурных характеристик и поверхностной плотности ткани.

**Цель работы.** Изучение методов определения линейных размеров, структурных характеристик, поверхностной плотности ткани и анализа ткацких переплетений.

#### Задания:

1. Освоить методы определения линейных размеров, структурных характеристик и поверхностной плотности ткани.
2. Изучить классификацию ткацких переплетений, принципы их математического обозначения и методы анализа переплетения.
3. Определить линейные размеры, показатели структурных характеристик и поверхностной плотности ткани.
4. Провести анализ переплетений различных видов ткани.

## Основные сведения

Ткань – материал, образованный в результате взаимного переплетения систем продольных (основы) и поперечных (утка) нитей. *Переплетение* определяет порядок взаимного расположения и связи нити основы и утка. *Перекрытие* обозначает место встречи нити основы и утка. Различают: основное перекрытие, когда на лицевой стороне ткани нить основы расположена поверх нити утка, и уточное перекрытие, когда нить утка находится над нитью основы. *Раппорт переплетения* – это наименьшее число нитей основы ( $R_0$ ) и нитей утка ( $R_y$ ), образующих законченный рисунок переплетения. Участок, на котором нить переходит с лицевой стороны на изнаночную или с изнаночной стороны на лицевую, называют *полем связи*. Сдвиг ( $z$ ), показывает на какое число нитей смещаются в переплетении по вертикали перекрытия одной нити относительно перекрытий другой.

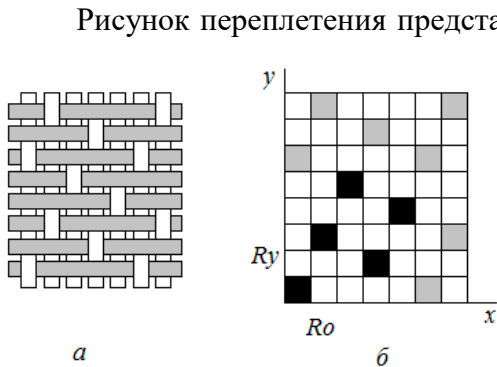


Рисунок 4.1 – Схема (а) и график (б) ткацкого переплетения

Рисунок переплетения представляют в виде графика (рис 4.1). На рисунке каждый горизонтальный ряд соответствует уточной нити, каждый вертикальный столбик – основной нити; нити основы и утка условно принимаются одинаковой толщины, промежутки между ними отсутствуют. Основные перекрытия на графике заштриховывают, уточные оставляют незаштрихованными.

Толщина нитей ткани характеризуется линейной плотностью  $T$ , текс, представляющей собой отношение массы  $m$ , мг, нити к ее длине  $L$ , м, и рассчитывается по формулам

приведенным ниже.

Плотность расположения нитей в ткани оценивают числом нитей основы  $P_0$ , и утка  $P_y$  на 100 мм. Этот показатель структуры является стандартным, и его значение для каждого вида ткани нормируется техническими условиями (ТУ) или техническим описанием (ТО). Однако он не учитывает толщину нитей и, следовательно, не может характеризовать степень заполнения ткани нитями. Для этого используют ряд характеристик заполнения и наполнения.

*Линейное заполнение* показывает, какую часть линейного участка ткани занимают поперечники параллельно лежащих нитей основы или утка. Показатели линейного заполнения по основе  $E_0$  и утку  $E_y$ , %, рассчитывают по формулам:

$$E_0 = d_0 P_0;$$

$$E_y = d_y P_y,$$

где  $d_0$  и  $d_y$  – расчетные диаметры нитей соответственно основы и утка, мм.

*Линейное заполнение* по основе  $H_0$  и утку  $H_y$ , %, показывает, какую часть линейного участка ткани занимают поперечники нитей обеих систем с учетом их переплетения, но без учета сплющивания и наклонного расположения. Этот показатель определяют по формулам:

$$H_0 = (d_0 n_0 + d_y c_y) P_0 / n_0;$$

$$H_y = (d_y n_y + c_0 n_0) P_y / n_y,$$

где  $n_0$  и  $n_y$  – число нитей раппорта соответственно основы и утка;

$c_0$  и  $c_y$  – число полей связи нитей соответственно основы и утка.

*Поверхностное заполнение*  $E_s$ , %, показывает, какую часть площади ткани закрывает площадь проекций нитей основы и утка и определяют по формулам:

$$E_s = E_0 + E_y - 0,01 E_0 E_y.$$

*Объемное заполнение*  $E_v$ , %, показывает, какую часть объема ткани составляет суммарный объем нитей основы и утка и определяют по формулам:

$$E_v = 100 \delta_m / \delta_n,$$

где  $\delta_m$  и  $\delta_n$  – средняя плотность ткани и нитей соответственно.

*Заполнение по массе  $E_m$ , %*, показывает, какую часть масса нитей ткани составляет от максимальной массы ткани при условии полного заполнения ее объема веществом волокна, и определяют по формулам:

$$E_m = 100\delta_m/\gamma,$$

где  $\gamma$  – плотность вещества волокна.

*Поверхностная пористость  $R_s$ , %*, показывает, какую часть от площади ткани занимает площадь сквозных пор и определяют по формулам:

$$R_s = 100 - E_s.$$

*Общая пористость  $R_{общ}$ , %*, показывает, какую часть объема ткани составляет суммарный объем всех видов пор внутри волокон, нитей и между нитями и определяют по формулам:

$$R_{общ} = 100 - E_m.$$

*Коэффициенты связанности* по основе  $K_o$  и утку  $K_y$  характеризуют связь элементов ткани между собой и определяются отношением линейного наполнения к линейному заполнению:

$$K_o = H_o/E_o;$$

$$K_y = H_y/E_y.$$

Линейные размеры ткани характеризуются длиной, шириной и толщиной.

*Длина* ткани  $L$ , м, – расстояние между началом и концом куска, измеренное параллельно нитям основы.

*Ширина* ткани  $B$ , см, – расстояние между двумя краями куска вместе с кромками или без них, измеренное в направлении, перпендикулярном нитям основы.

*Толщина* ткани  $D$ , мм, – расстояние между лицевой и изнаночной поверхностями ткани, измеренное при определенном давлении.

Перекося рисунок пестротканой или печатной клетки ткани возникает в результате нарушения параметров технологических операций отделки.

*Величина перекося  $N$ , %*, определяется как отношение максимального отклонения п линии рисунка (клетки) от линии, перпендикулярной кромке полотна, к ширине  $B$  ткани и определяют по формулам:

$$N = 100 n/B.$$

*Линейная плотность* ткани  $M_L$ , г/м, – масса 1 м ткани по длине при ее фактической ширине может быть определена путем пересчета массы  $m$ , г, точечной пробы длиной  $L$ , мм, по формуле:

$$M_L = m \cdot 10^3/L.$$

*Поверхностная плотность ткани* (масса  $1\text{м}^2$ ) является стандартной характеристикой, показатели которой по каждому виду ткани регламентируются технической документацией; отклонение от нормы допускается в строго установленных пределах. Поверхностную плотность ткани  $M_s$ , г/м<sup>2</sup>, определяют путем перерасчета массы точечной пробы длиной  $L$ , мм, и шириной  $B$ , мм, на площадь  $1\text{м}^2$  по формуле:

$$M_s = m \cdot 10^6/LB.$$

Поверхностную плотность можно рассчитать по структурным показателям ткани по формуле:

$$M_{sp} = 0,01 (P_o T_o + P_y T_y) \eta,$$

где  $\eta$  – коэффициент, учитывающий изменение массы ткани в процессе ее выработки и отделки.

По данным проф. Н.А. Архангельского, коэффициент  $\eta$  зависит от вида ткани:

Ткань	коэффициент $\eta$
Хлопчатобумажная.....	1,04
Шерстяная гребенная.....	1,25
Тонкосуконная.....	1,3
Грубосуконная.....	1,25

Льняная.....0,9

Отклонение значений поверхностной плотности, полученных экспериментальным и расчетным методами, по формуле:

$$\Delta M_s = 100(M_s - M_{sp})/M_{sp}$$

не должно превышать 2%.

Вследствие гигроскопичности текстильных волокон и нитей поверхностная плотность ткани может существенно изменяться в зависимости от ее влажности. Поэтому плотность ткани определяют при нормированной влажности.

Отчет должен содержать графическое изображение переплетений различных видов ткани (по заданию преподавателя), результаты их анализа. Экспериментальные и расчетные показатели линейных размеров, структурных характеристик и поверхностной плотности заносят в таблицы, составленные по формам.

Номер измерения	Линейные размеры точечной пробы, мм		Масса точечной пробы $m$ , г	Величина перекоса точечной пробы $N$ , %	Толщина точечной пробы $D$ , мм
	Длина $L$	Ширина $B$			

Номер измерения	Число нитей на 10 см		Масса пучка нитей, мг		Линейная плотность нитей, текс		Расчетный диаметр нити, мм	
	основы $P_o$	утка $P_y$	основы $P_o$	утка $P_y$	основы $P_o$	утка $P_y$	основы $d_o$	утка $d_y$

Линейное заполнение, %		Линейное наполнение, %		Поверхностное заполнение $E_s$ , %	Объемное заполнение $E_v$ , %	Заполнение по массе $E_m$ , %	Поверхностная пористость $R_s$ , %	Общая пористость $R_{общ}$ , %	Коэффициент связанности	
$E_o$	$E_y$	$H_o$	$H_y$						$K_o$	$K_y$

Поверхностная плотность			Отклонение поверхностной плотности $\Delta M_s$ , %
Экспериментальное значение $M_s$ , г/м <sup>2</sup>		Расчетное значение $M_{sp}$ , г/м <sup>2</sup>	

### Контрольные вопросы

1. Какие характеристики используют для оценки толщины нитей основы и утка?
2. В чем различие характеристик заполнения и наполнения тканей?
3. Где граница между классами мелкоузорчатых и крупноузорчатых переплетений?
4. По какому признаку ткацкие переплетения относят к классу сложных?

### Лабораторная работа № 5

#### Тема: Определение одноцикловых характеристик растяжения материала

**Цель работы.** Изучение методов и приборов для определения одноцикловых характеристик растяжения материала.

#### Задания:

1. Изучить основные характеристики, используемые для описания процессов растяжения материала при усилиях меньше разрывных.
2. Провести одноцикловые испытания проб материала при растяжении в различных направлениях относительно продольного (0, 15, 30, 45, 60, 75 и 90°).

3. Определить составные части деформации материала при растяжении, доли их от полной деформации при постоянной нагрузке и падение усилия в пробах материала при постоянной деформации.

### Методы определения одноцикловых характеристик.

Закономерности изменения деформационно-напряженного состояния текстильных материалов при усилиях меньше разрывных изучают при проведении одноцикловых испытаний материалов, когда деформирование осуществляется по циклу *нагрузка – разгрузка – отдых*. Перечислим методы для реализации данных испытаний, которые используют чаще всего:

метод, при котором в обеих половинах цикла в качестве входного возбуждения (постоянного параметра) служит деформация, выходной функцией (измеряемой величиной) является усилие;

метод, при котором в обеих половинах цикла в качестве постоянного параметра служит усилие, а в качестве измеряемой величины – деформация;

метод, при котором на участке I в качестве постоянного параметра служит деформация, в качестве измеряемой величины – усилие, а на участке II в качестве постоянного параметра – усилие, а в качестве измеряемой величины – деформация материала. Ниже приведены формулы для расчета наиболее часто употребляемых декретных характеристик релаксации деформации:

*полная деформация, %*, определяется по формуле:

$$\varepsilon = 100(L_1 - L_0)/L_0;$$

*быстрообратимая (условно-упругая) деформация, %*, определяется по формуле:

$$\varepsilon_1 = 100(L_1 - L_2)/L_0;$$

*медленнообратимая (условно-эластическая) деформация, %*, определяется по формуле:

$$\varepsilon_2 = 100(L_2 - L_3)/L_0;$$

*остаточная (условно-пластическая) деформация, %*, определяется по формуле:

$$\varepsilon_3 = 100(L_3 - L_0)/L_0;$$

*доля быстрообратимой деформации* определяется по формуле:

$$\Delta\varepsilon_1 = \varepsilon_1/\varepsilon;$$

*доля медленнообратимой деформации* определяется по формуле:

$$\Delta\varepsilon_2 = \varepsilon_2/\varepsilon;$$

*доля остаточной деформации* определяется по формуле:

$$\Delta\varepsilon_3 = \varepsilon_3/\varepsilon,$$

где  $L_1$  – длина рабочего участка пробы при последнем замере под нагрузкой;

$L_0$  – первоначальная длина рабочего участка (зажимная длина) пробы;

$L_2$  – длина рабочего участка сразу (через 1-2 с) после снятия нагрузки;

$L_3$  – длина рабочего участка при последнем замере после снятия нагрузки (в период отдыха).

Для определения релаксационных характеристик текстильных материалов при растяжении применяют специальные приборы (релаксометры). Большое распространение имеют релаксометры типа «стойка», что объясняется их простотой и доступностью.

Релаксометр типа «стойка» (рис. 5.1) предназначен для испытаний при постоянной нагрузке. Пробу закрепляют в верхнем зажиме 2, который расположен на перекладине. Пробы нагружают, подвешивая груз к закрепленному на нижнем конце пробы зажиму 4. Деформация проб регистрируется по положению нониуса зажима 4 относительно шкалы с погрешностью не более 0,1 мм, а после снятия нагрузки – наложением линейки.

На релаксометре типа «стойка» для испытаний при постоянном заданном удлинении нагружение пробы, закрепленной в расположенном на перекладине неподвижном зажиме 2, осуществляется до достижения заданной деформации вращением штурвального колеса, связанного с зажимом 4 через винтовую пару и траверсу.

Деформация контролируется по шкале. По истечении 1 ч пробу освобождают из зажима 4 и измеряют ее длину по линейке. Каждый из верхних зажимов прибора закреплен на пружинной балке с наклеенными проволочными тензорезисторами. Для записи процесса релаксации усилия используют регистрирующие электронные приборы, которые подключены к тензорезисторам.

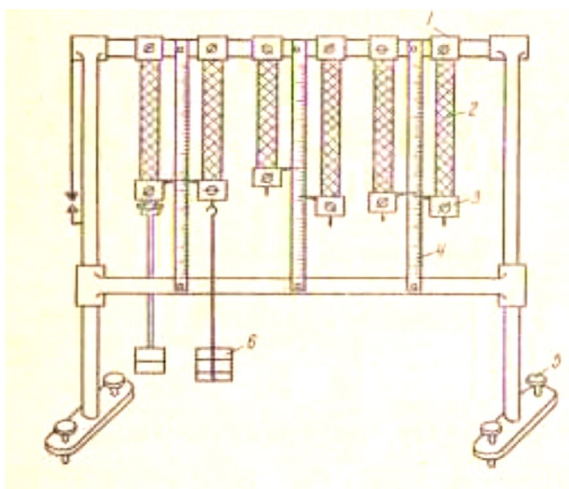


Рис. 5.1. Схема релаксометра типа «стойка» для испытаний материалов при постоянной нагрузке: 1, 3 – зажимы, 2 – проба, 4 – шкала, 5 – штурвальное колесо, 6 – груз

Результаты испытаний заносят в таблицы, составленные по формам 5.1-5.3.

#### Форма 5.1

Материал _____		Направление вырезания пробы _____	
Продолжительность действия усилия, мин	Длина пробы $L$ , мм	Относительная деформация, %	
		Фактическая	Расчетная

*Примечание. Измерение длины пробы рекомендуется проводить перед нагружением ( $t = 0$ ) и далее через 0,08; 1; 5; 15; 30; 60 мин после приложения усилия.*

#### Форма 5.2

Продолжительность отдыха, мин	Длина пробы $L$ , мм	Относительная деформация, %	
		Фактическая	Расчетная

*Примечание. Измерение длины пробы рекомендуется проводить перед разгрузкой (в последний момент действия усилия) и далее через 0,08; 1; 5; 15; 30; 60; 120 мин после снятия усилия.*

#### Форма 5.3

Полная деформация $\varepsilon$ , %	Составная часть деформации, %			Доля составной части деформации			Релаксация (падение) усилия			
	$\varepsilon_1$	$\varepsilon_2$	$\varepsilon_3$	$\Delta \varepsilon_1$	$\Delta \varepsilon_2$	$\Delta \varepsilon_3$	$\Delta P_1$	$\Delta P_2$	$\Delta P_3$	$\Delta P$

### Контрольные вопросы

1. Какие существуют методы, реализующие одноцикловые испытания текстильных материалов при растяжении?
2. Какие характеристики используют для описания релаксационных процессов при растяжении текстильных материалов?
3. Какие приборы применяют для определения характеристик релаксационных процессов текстильных материалов?
4. Каковы параметры испытаний при определении одноцикловых характеристик растяжения текстильных материалов?

## Лабораторная работа № 6

### Тема: Определение жесткости при изгибе и драпируемости материалов

**Цель работы.** Изучение методов и приборов для определения показателей жесткости при изгибе и драпируемости материалов.

**Задания:**

1. Изучить характеристики жесткости при изгибе и драпируемости материалов, методы и приборы для испытания.
2. Провести испытания проб материалов и определить показатели жесткости при изгибе методом консоли; усилия необходимые для изгиба методом кольца и методом продольного изгиба.
3. Провести испытания материалов и определить показатели их драпируемости.

### Основные сведения

*Жесткость при изгибе* – способность материала сопротивляться изменению формы при действии внешней и изгибающей силы.

*Драпируемость* – способность текстильных материалов в подвешенном состоянии образовывать мягкие подвижные складки.

Драпируемость зависит от гибкости материала и его массы. Чем жестче структура материала, чем большие усилия требуются для его изгиба, тем хуже драпируемость. При увеличении поверхностной плотности материала его драпируемость улучшается. Особенно хорошо драпируются тонкие гибкие и тяжелые материалы, они образуют мелкие складки.

Приборы, используемые для определения жесткости материалов при изгибе, могут быть двух типов:

1) приборы, на которых материал изгибается под действием распределенной нагрузки (собственной силы тяжести пробы) – консольный метод на приборе ПТ-2. Согласно ГОСТ 10550-93 методом консоли испытывают легко изгибающиеся материалы, имеющие абсолютный прогиб более 10 мм ( $/> 10$  мм), и методом переменной длины – материалы, имеющие абсолютный прогиб более 60 мм ( $/> 60$  мм). Проба (рис. 6.1, а) располагается на опоре и прижимается к ней грузом, создающим контакт испытываемой пробы с плоскостью опорной площадки. При испытании боковые стороны опорной площадки опускаются (рис. 6.1, б), а вместе с ними прогибается проба. В зависимости от жесткости пробы прогиб может быть больше или меньше. С помощью винта указатель прогиба поднимают до касания с концами пробы и по шкале определяют абсолютную величину прогиба.

2) приборы, на которых материал изгибается под действием сосредоточенной нагрузки – метод кольца для материалов, имеющих абсолютный прогиб менее 10 мм ( $/< 10$  мм).

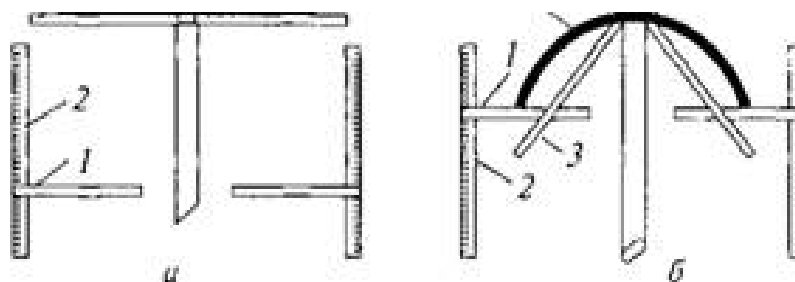


Рис. 6.1.– Схема прибора ПТ-2 для определения жесткости материала методом консоли: а) – при поднятой опоре; б) – при опущенной опоре; 1 – указатель прогиба; 2 – шкала; 3 – опора; 4 – проба; 5 – груз

## Методика выполнения работы

При испытании консольным бесконтактным методом вырезают по 5 элементарных проб в продольном и поперечном направлениях размером 160x30 мм каждая. При испытании методом переменной длины вырезают по 5 элементарных проб в продольном и поперечном направлениях размером 260x30 мм каждая. При испытании консольным бесконтактным методом условное значение жесткости  $EI$ , мкН см<sup>2</sup>, для проб продольного и поперечного направления вычисляют по формуле:

$$EI = 42046m/A$$

где  $m$  – масса 5 проб (полосок), вырезанных в соответствующем направлении, г;  $A$  – функция относительного прогиба  $f_0$ , определяемая по таблице (ГОСТ 10550-93).

Относительный прогиб пробы рассчитывают по формуле:

$$f_0 = f_0 / l = f / 7$$

где  $f$  – окончательный прогиб пробы;  $l$  – длина свешивающейся части пробы, см, равная 7 см.

Для характеристики жесткости материала определяют также коэффициент жесткости как отношение продольной жесткости материала к его поперечной жесткости, который рассчитывают по формуле:

$$K_{EI} = EI_{\text{прод}} / EI_{\text{попер}}$$

Драпируемость текстильных материалов определяют различными методами. Метод ЦНИИшелка заключается в следующем. Проба размером 200x400 мм вдоль длинной стороны складывается в три складки, затем прокалывается иглой с одной стороны и подвешивается на время, равное 30 минут. Драпируемость характеризуется относительным показателем  $D$ , %, который рассчитывают по формуле:

$$D = 100 - A/2,$$

где  $A$  – расстояние между углами нижнего края пробы, находящейся в подвешенном состоянии, мм.

Чем больше значение  $D$ , тем лучше драпируемость материала. Недостатком этого метода является то, что он не дает характеристики драпируемость материала одновременно в двух направлениях.

Представление о драпируемости материала в двух направлениях дает дисковый метод. При определении драпируемости этим методом проба (рис. 6.2, а), вырезанная в виде круга, располагается на диске 3 и прижимается диском 2. Диск 3 поднимают, края пробы при этом свешиваются, принимая ту или иную форму. Освещая диск 2 сверху пучком параллельных лучей, получают на бумаге проекцию пробы.

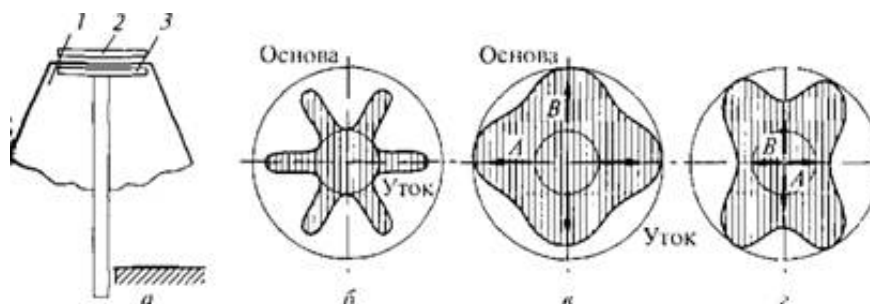


Рис. 6.2 – а) схема прибора для определения драпируемости дисковым методом: 1 – проба, 2,3 – диски; б) – проекция пробы ткани хорошо драпирующейся; в) – плохо драпирующейся; г) – с различной драпируемостью в продольном и поперечном направлении.

Хорошо драпирующиеся материалы (рис. 6.2, б) имеют в проекции сильно изрезанный контур с глубокими впадинами. В этом случае площадь получаемой проекции значительно меньше площади исходной пробы. Плохо драпирующиеся материалы имеют площадь проекции, приближающуюся к площади пробы (рис. 6.2, в). Проба, проекция



которой изображена на рис. 6.2, г, обладает хорошей драпируемостью по утку и плохой по основе.

Драпируемость материала, определяемая дисковым методом, характеризуется двумя величинами: соотношением размеров  $A$  и  $B$  осевых линий, проведенных через центр проекции пробы (у ткани  $B$  направлении нитей основы и утка, у трикотажа вдоль петельных рядов и столбиков), и коэффициентом драпируемости  $K_d$ , рассчитываемым по формуле:

$$K_d = 100 \times (S - S_d) / S,$$

где  $S$  – площадь проекции исходной недрапированной пробы, мм<sup>2</sup>;  $S_d$  – площадь проекции исходной драпированной пробы, мм<sup>2</sup>.

### Контрольные вопросы

1. Какие основные параметры структуры текстильных материалов влияют на показатели жёсткости и драпируемости?
2. В чем состоят основные принципиальные различия приборов, применяемых для определения жёсткости материалов?
3. Каковы показатели жесткости для текстильных материалов различного назначения?

### Лабораторная работа № 7

#### Тема: Определение тангенциального сопротивления материалов

**Цель работы.** Освоение методов определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных материалов.

**Задания:**

1. Изучить устройство и принципы работы приборов для определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных материалов.
2. Изучить методики определения коэффициента тангенциального сопротивления текстильных материалов.
3. Определить коэффициент тангенциального сопротивления материалов одним из методов.

### Основные сведения

Многие показатели свойств текстильных материалов, такие, как сопротивление истиранию, устойчивость нитей к раздвиганию в швах, осыпаемость нитей из срезов ткани, прочность и растяжимость, распускаемость трикотажа, и др. в значительной степени определяются силами внешнего трения при контактом взаимодействии материалов, нитей и волокон, формирующих эти материалы. От трения зависят условия выполнения и параметры многих технологических операций изготовления швейных изделий (настиления материалов и их разрезания, стачивания на швейных машинах), а также выбор конструкций швов, методов обработки открытых срезов материалов и т. д.

В зависимости от трения определяется назначение материала. Например, в качестве подкладки используют материалы с малым тангенциальным сопротивлением. Таким образом, трение текстильных материалов играет важную роль в технологии швейного производства и оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики этих материалов.

Основными характеристиками тангенциального сопротивления и трения являются соответствующие коэффициенты тангенциального сопротивления и трения  $f$ ,

$$f_{m.c.} = T_o / N$$

где  $T_o$  – сила тангенциального сопротивления или трения;  $N$  – сила нормальная.

### Методика выполнения работы

Расчеты силы тангенциального сопротивления для реальных условий представляют большие сложности. Поэтому в практике принято значение коэффициента тангенциального сопротивления определять экспериментально. Существует несколько методов определения этого коэффициента. Наиболее простым и широко применяемым для текстильных материалов является *метод наклонной плоскости*, при котором трение поверхности материала определяют следующим образом.

На наклонной плоскости (рис. 7.1) укрепляют испытываемый материал. Колодку обтягивают таким же материалом. Изменяя угол  $\alpha$ , фиксируют его величину, при которой колодка весом  $m$  начинает перемещаться. Тангенс угла  $\alpha$  является коэффициентом тангенциального сопротивления материала.

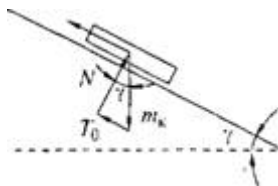


Рис. 7.1. – Определение коэффициента тангенциального сопротивления материала методом наклонной плоскости

Опыт повторяют многократно (до 15 раз), а результат подсчитывают как среднее арифметическое пяти последних измерений. Данные первых десяти измерений отбрасывают, так как из-за притирания трущихся поверхностей значение угла  $\alpha$  меняется.

### Контрольные вопросы

1. В каких случаях текстильные материалы испытывают трение и тангенциальное сопротивление?
2. Какие виды трения вам известны, и какие способы их снижения знаете?
3. Каков принцип работы прибора для определения тангенциального сопротивления текстильных материалов
4. От чего зависит величина коэффициента трения и зависит ли она от площади контакта?
5. Какую вы могли бы еще предложить методику определения тангенциального сопротивления?

### Лабораторная работа № 8

#### Тема: Определение воздухопроницаемости материалов и изделий

**Цель работы.** Изучение методов и приборов определения воздухопроницаемости материалов и изделий.

#### **Задания:**

1. Изучить основные характеристики воздухопроницаемости и факторы, влияющие на воздухопроницаемость материалов и изделий.
2. Изучить методы и приборы определения воздухопроницаемости.
3. Провести испытания воздухопроницаемости материалов и изделий и определить для них коэффициенты воздухопроницаемости.

### Основные сведения

*Воздухопроницаемость* – способность материалов и изделий пропускать через себя воздух. Ее принято характеризовать коэффициентом воздухопроницаемости, показывающим, какой объем воздуха проходит через единицу площади материала или

изделия в единицу времени при заданном постоянном разрежении  $P$  в камере под пробой. Разрежение  $P = P_1 - P_2$  (где  $P_1$  – давление окружающей среды;  $P_2$  – остаточное давление в камере, создаваемое с помощью насоса или вентилятора). Объем прошедшего через пробу воздуха измеряется счетчиком, а разрежение  $P$  – манометром.

Воздухопроницаемость является одним из основных показателей гигиеничности и теплозащитных свойств материалов и играет важную роль при их выборе для одежды. Материалы для летней одежды должны характеризоваться высокой воздухопроницаемостью и обеспечивать хорошую вентиляцию пододежного воздушного слоя; для зимней одежды, как правило, подбирают материалы с низкой воздухопроницаемостью. Воздухопроницаемость бытовых тканей, трикотажных и нетканых полотен, тканей технических и для спецодежды, войлока, искусственного меха, комплексных (дублированных) материалов и изделий из них характеризуют коэффициентом воздухопроницаемости,  $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ , который рассчитывается по формуле

$$B_P = V/(St),$$

где  $V$  – объем воздуха, прошедшего через пробу,  $\text{дм}^3$ ;  $S$  – площадь пробы, через которую проходил воздух,  $\text{м}^2$ ;  $t$  – продолжительность прохождения воздуха через пробу, с.

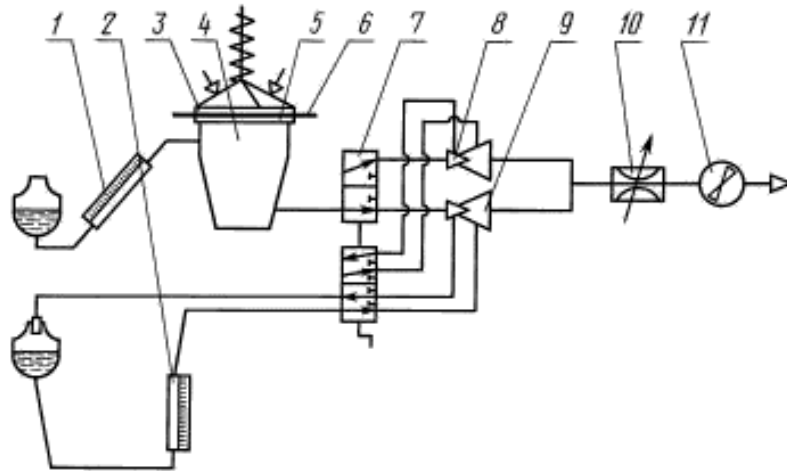
Для испытания воздухопроницаемости указанных материалов и изделий из них применяют приборы ВПТМ-2, АТЛ-2 (FF-12) или УПВ-2 (ГОСТ 12088-77). При возникновении разногласий испытания проводят на приборе ВПТМ-2. Ткани технические из натурального шелка, химических нитей, капроновых нитей с силовыми элементами, каландрированные и с пленочным покрытием, хлопчатобумажные перкали, хлопчатобумажные для авиационной промышленности, шелковые каркасные, ткани и полотна специального назначения испытывают на приборах ВПТМ-2 или УПВ-2.

### **Методика выполнения работы**

Испытания на приборах проводят при разрежении  $P$  под точечной пробой, равном 49 Па (5 мм вод. ст.), и при усилии прижима точечной пробы, равном 147 Н (15 даН). Устройство приборов позволяет проводить измерения воздухопроницаемости в диапазоне от 2,5 до 10750  $\text{дм}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ .

Прибор ВПТМ-2 (рис.8.1) состоит из индикатора разрежения на 49 Па, дифференциального манометра I класса точности с пределом измерения от 0 до 150 мм рт.ст., расходомеров (трубки Вентури) воздуха с переключателем, дросселя, вентилятора. Точечная проба материала располагается над камерой разрежения.

**Прибор марки ВПТМ.2**



1 – индикатор разрежения; 2 – дифференциальный манометр; 3 – прижимное кольцо; 4 – камера разрежения; 5 – сменный столик; 6 – испытуемый образец; 7 – переключатель трубок Вентури; 8, 9 – расходомеры воздуха (трубки Вентури); 10 – дроссель; 11 – электродвигатель с вентилятором

Результаты испытаний представляют в виде таблицы.

Вид пробы	Номер пробы	Расход воздуха при испытании на приборе					Коэффициент воздухопроницаемости $V_P, \text{дм}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$	
		ВПТМ-2, $\text{дм}^3 \cdot \text{с}$	УПВ-2, $\text{дм}^3$			АЛТ-2 (FF-2), $\text{дм}^3/\text{ч}$		
			$V_{\text{ср}}$	$V_{\text{min}}$	$V_{\text{max}}$	$Q_{\text{ср}}$		$Q_{\text{min}}$

**Контрольные вопросы**

1. Какое значение имеют показатели воздухопроницаемости материалов при оценке их гигиенических и теплозащитных функций?
2. Как влияют параметры структуры материала на его воздухопроницаемость?
3. Зависит ли воздухопроницаемость материалов от давления, скорости воздуха и других факторов окружающей среды?

**Лабораторная работа № 9**

**Тема: Определение усадки материалов**

**Цель работы.** Изучение приборов и методик определения усадки текстильных материалов после стирки, замачивания, мокрого глаженья, влажно-тепловой обработки.

**Задания:** 1. Изучить основные причины усадки текстильных материалов, характеристики усадки, приборы и методики ее определения.

2. Определить усадку материала после воздействия факторов, определенных для данного материала стандартами, сопоставить полученные данные с нормативами.

**Основные сведения**

**Усадка** текстильных материалов – изменение линейных размеров после воздействия влаги и теплоты. Она оказывает существенное влияние на формоустойчивость и размеростабильность швейных изделий в процессе носки и вызывает ряд трудностей в технологическом процессе их производства. При конструировании швейных изделий необходимо предусматривать припуски, учитывающие усадку материала в готовом изделии и при влажно-тепловой обработке в процессе производства.

Причиной искажения формы и ухудшения внешнего вида изделия является разнородность основных, прокладочных и подкладочных материалов, особенно при фронтальном дублировании основных материалов. Практика и исследования показали, что для изготовления изделий высокого качества, при котором могут быть гарантированы их формоустойчивость и размеростабильность в условиях эксплуатации, усадка материалов в пакете должна составлять не более 1-1,5 % или, по крайней мере, материалы, входящие в пакет изделия, должны быть равноусадочными.

Превышение усадки относительно предела, предусмотренного государственными стандартами, расценивается как отклонение от норм физико-механических показателей при определении сорта материала.

В соответствии с ГОСТ 11207-65 по нормам изменения размеров после мокрой обработки ткани подразделяют на 3 группы (табл. 9.1).

Кроме того, нормы изменения линейных размеров отдельных групп материалов предусмотрены соответствующими стандартами.

Таблица 9.1 – Классификация тканей по нормам изменения размеров после мокрой обработки

Группа тканей	Изменение размеров, %, не более, для тканей						Характеристика тканей по изменению размеров
	хлопчатобумажных, льняных и из химических волокон		шерстяных и полушерстяных		шелковых и полушелковых		
	по основе	по утку	по основе	по утку	по основе	по утку	
I	-1,5	±1,5	-1,5	-1,5	±1,5	±1,5	Практически безусадочные Малоусадочные Усадочные
II	-3,5 -5,0	±2,0 ±2,0	-3,5 -5,0	-3,5 -3,5	±3,5	±2,0	
III					±5,0	+2,0	

Нормы изменения линейных размеров после мокрой обработки трикотажных полотен для бельевых изделий должны соответствовать ГОСТ 26289-84, для верхних – ГОСТ 26667-85.

### Методика выполнения работы

Сущность методов определения усадки и притяжки заключается в измерении линейных размеров в долевом и поперечном направлениях (вдоль основы и утка у тканей) на пробах квадратной или прямоугольной формы до и после мокрых обработок или химической чистки.

Усадка текстильных материалов может происходить как в условиях швейного производства (операции глаженья, прессования, формования, дублирования, отпаривания и т.п.), так и при эксплуатации изделий из этих материалов (стирка, химическая чистка, глаженье, действие атмосферных осадков и т.д.). Методы испытания тканей, трикотажных и нетканых полотен должны как можно лучше воспроизводить условия, в которых происходит их усадка. Стандартные методы имитируют условия эксплуатации.

Согласно ГОСТ 30157.0-95 и 30157.1-95 определение изменения размеров текстильных материалов после мокрых обработок должно проводиться при стирке (хлопчатобумажные, льняные, шелковые ткани, трикотажные полотна, вязально-прошивные нетканые полотна), замачивании (шерстяные, шелковые ворсовые, бортовые ткани, вязально-прошивные и иглопробивные нетканые полотна) и химической чистке (шелковые ткани). В ряде методов на заключительном этапе предусматриваются глаженье и прессование материалов с учетом параметров влажно-тепловой обработки

технологического процесса швейного производства. Размеры, количество проб и режимы обработки устанавливаются стандартами в зависимости от вида материала и его волоконного состава.

Испытания рекомендуется проводить на различных приборах в зависимости от вида обработки. Для стирки используют бытовые стиральные машины с горизонтально расположенным барабаном или активаторного типа, приборы УТ-1 (для трикотажа) и УТ-2 (для шелковых тканей); для замачивания – прибор УТШ-1; для глаженья – утюг или прибор ПОУТ; для прессования – утюг или пресс.

Вычисляют среднеарифметическое значение расстояния между метками до мокрой обработки  $L_0$  и после нее  $L_1$ , отдельно в направлении основы  $Y_0$ , %, и утка  $Y_y$ , %, вычисляют по формуле:

$$Y = \frac{100(L_1 - L_0)}{L_0}$$

Результаты округляют до первого десятичного знака. После влажно-тепловой обработки при использовании утюжильного оборудования вычисленное значение усадки необходимо умножить на поправочный коэффициент, равный 1,1.

### **Контрольные вопросы**

1. Каковы размеры проб при определении усадки различных материалов?
2. Каковы режимы испытаний и применяемое оборудование для определения усадки различных текстильных материалов?

### **Лабораторная работа № 10**

#### **Тема: Определение показателей оптических свойств материалов**

**Цель работы.** Изучение методов определения разнооттеночности, белизны и блеска текстильных материалов.

**Задания:** 1. Изучить устройство и принцип действия электронного компаратора цвета ЭКЦ-1 и фотоэлектрического блескометра ФБ-2.

2. Изучить методы определения показателей разнооттеночности, белизны и блеска текстильных материалов.

3. Определить показатели разнооттеночность, белизны и блеска различных материалов и провести сравнительный анализ.

### **Основные сведения**

Текстильный материал способен качественно и количественно изменять световой поток, падающий на его поверхность или проходящий через него. В результате проявляются оптические свойства материала: цвет, блеск, белизна, прозрачность и т.д., которые имеют большое значение прежде всего при оценке внешнего вида, эстетического восприятия материала и изготовленного из него изделия. Кроме того, оптические свойства материала могут служить показателями его качества; это прежде всего разнооттеночность, белизна и блеск.

Разнооттеночность, или малое цветовое различие, характеризует различие в цветовом тоне, насыщенности и светлоте хроматического цвета. При производстве текстильных материалов и швейных изделий оценка разнооттеночное™ имеет существенное значение: для воспроизведения цвета стандартного образца в процессе крашения, при подборе полотен в настил и деталей кроя в швейном производстве, для оценки устойчивости окраски к различным видам физико-химических воздействий.

На текстильных и швейных предприятиях при оценке качества материалов часто используют визуальный метод оценки разнооттеночности путем сравнения кусков или

участков куска материала. Однако подобный метод определения разнооттеночности весьма субъективный. Количественная оценка разнооттеночности основана на определении различий координат уравнений цвета сопоставляемых образцов материала.

Белизна оценивается сопоставлением коэффициентов отражения сравниваемых поверхностей и является одной из характеристик качества неокрашенных материалов.

Блеск – специфическое восприятие человеком светового потока, состоящего из зеркально и диффузно отраженных излучений. Чем больше составляющая зеркального отражения, тем сильнее блеск. Блеск текстильных материалов может быть желательным или нежелательным в зависимости от назначения материала, модельных особенностей изделия. Появление местного блеска в результате операций влажно-тепловой обработки (ласы) или истирания (лоск) значительно ухудшает внешний вид изделия. Блеск текстильных материалов оценивают сравнением отражающей способности поверхности материала и поверхности эталона.

### **Методика выполнения работы**

Оптические свойства текстильных материалов оценивают с помощью специальных колориметрических приборов: блескометров, компараторов цвета и т. п.

Для оценки *отражательной способности поверхности материалов* используют фотоэлектрический блескометр ФБ-2 (рис. 10.1), принцип действия которого состоит в следующем. Световой поток от источника света через линзы параллельно падает на исследуемую поверхность. Отраженный световой поток системой линз направляется на фотоэлемент, в котором возникает электрический ток, пропорциональный интенсивности светового потока. Измерительным прибором служит микроамперметр, шкала которого имеет 100 делений и позволяет определить значение коэффициента отражения.

*Определение разнооттеночности с помощью электронного компаратора цвета ЭКЦ-1* (рис. 5.21) проводят в соответствии с ГОСТ 18055-72. Он состоит из двух основных блоков: сравнения и фотоэлектрического колориметра. Световой поток от источника света через объективы и призмы полного отражения направляется двумя пучками на моделирующий диск, который вращается с помощью электродвигателя. Далее световой поток проходит через сетку, предназначенную для равномерного ослабления потока, и линзой направляется на сравниваемые пробы.

В интегрирующей сфере фотометра установлены ловушка для увеличения зеркальной составляющей отраженного потока и световод, соединенный с фотоумножителем ФЭУ-27. На фотоумножитель попеременно попадают световые потоки, отраженные от сравниваемых материалов и предварительно прошедшие через корректирующие и корригирующие светофильтры. Ток фотоумножителя имеет прямоугольные импульсы, которые преобразуются электронной схемой в логарифмические. В блок-схему компаратора входят усилитель, фоточувствительный детектор, генератор опорного напряжения, измерительный прибор. При различии в цвете проб переменная составляющая пропорциональна разности фототоков от сравниваемых проб.

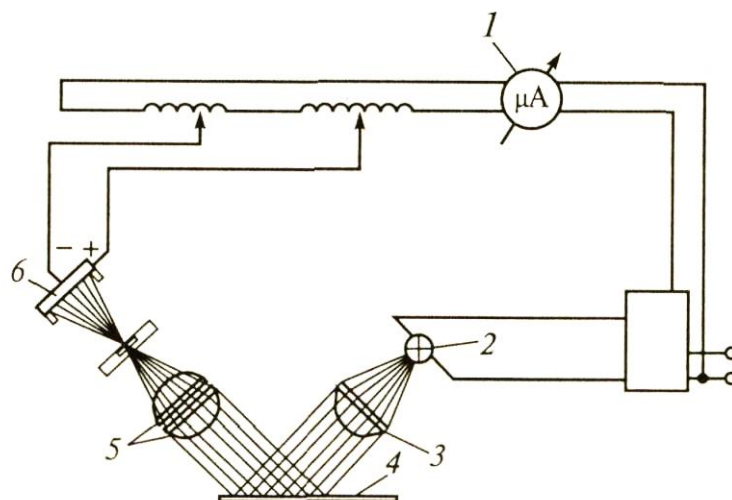


Рис. 10.1. Схема фотоэлектрического блескометра ФБ-2: 1 – микроамперметр; 2 – фотоэлемент; 3 – объектив; 4 – исследуемая поверхность; 5 – линзы; 6 – источник света

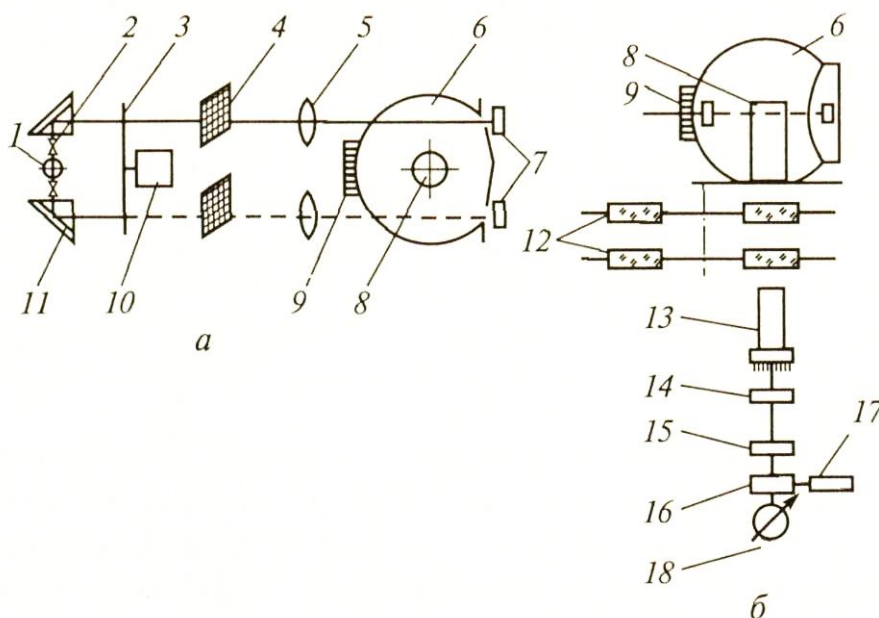


Рис. 10.2. Оптическая схема (а) и блок-схема (б) электронного компаратора ЭКЦ-1: 1 – источник света; 2 – объектив; 3 – модулирующий диск; 4 – сетка; 5 – линза; 6 – фотометр; 7 – пробы; 8 – световод; 9 – ловушка; 10 – электродвигатель; 11 – призма полного отражения; 12 – светофильтры; 13 – фотоумножитель; 14 – электронная схема; 15 – усилитель; 16 – детектор; 17 – генератор; 18 – измерительный прибор.

Отчет должен содержать определение основных терминов, схемы приборов и методики измерения, результаты испытаний и расчетов показателей оптических свойств.

### Контрольные вопросы

1. По какому принципу действуют компаратор цвета и блескометр?
2. Какие показатели характеризуют тождественность материалов по белизне?



## Лабораторная работа № 11

### Тема: Определение устойчивости окраски текстильных материалов к физико-химическим воздействиям

**Цель работы.** Освоение методов определения показателей устойчивости окраски материалов к физико-химическим воздействиям.

#### **Задания:**

1. Изучить методы испытания и оценки устойчивости окраски текстильных материалов к физико-химическим воздействиям.
2. Выбрать по соответствующим стандартам комплекс физико-химических воздействий в зависимости от вида испытываемого материала и его назначения.
3. Провести испытание и оценку устойчивости окраски к выбранным видам воздействий, сравнить с нормативными значениями и установить устойчивость окраски.

#### **Основные сведения**

В условиях эксплуатации одежды текстильные материалы испытывают воздействие световых лучей, влаги, температуры, механических усилий и различных химических реагентов в результате действия светопогоды, стирки, глаженья, пота, химической чистки, трения и т.д. Под влиянием перечисленных факторов происходят физико-химические изменения в структуре красителей и нарушение прочности их связи с волокнами и нитями, что приводит к необратимым изменениям цвета материала и закрашиванию соприкасающихся с ним поверхностей.

Испытание устойчивости окраски текстильных материалов проводят по комплексу физико-химических воздействий: света, светопогоды, дистиллированной воды, мыльного или мыльно-содового растворов, сухого и мокрого трения, глаженья, пота, химической чистки и т.д. Для каждого вида материалов состав комплекса физико-химических воздействий определяется в зависимости от назначения и условий эксплуатации материала. Сущность метода заключается в том, что элементарную пробу испытываемого материала вместе со смежной тканью подвергают воздействию соответствующего физико-механического фактора. Далее проводится оценка изменения первоначальной окраски материала и закрашивания смежной ткани (ГОСТ 9733.0-83, ГОСТ Р ИСО 105-A01-99).

**Ткани для испытаний (ГОСТ Р ИСО 105-F01-F10).** Смежные ткани – специально выработанные неокрашенные ткани. Они могут быть однородными по волокнистому составу (однокомпонентные) или неоднородными (многокомпонентные).

Однокомпонентные смежные ткани в зависимости от состава могут быть шерстяными, хлопчатобумажными, вискозными, полиамидными, полиэфирными, акриловыми, диацетатными, триацетатными, из натурального шелка. Они вырабатываются полотняным переплетением средней поверхностной плотности без остатков отделочных препаратов, красителя или оптического отбеливателя.

Многокомпонентные смежные ткани изготавливают из нитей, состоящих из волокон одного вида, таким образом, чтобы каждый компонент образовывал в ткани полосу шириной не менее 1,5 см. При этом толщина ткани должна быть одинаковой. Стандартами предусмотрено два типа многокомпонентной смежной ткани:

DW, состоящий из диацетатных + отбеленных хлопковых + + полиамидных + полиэфирных + акриловых + шерстяных полос;

TV, состоящий из триацетатных + отбеленных хлопковых + + полиамидных + полиэфирных + вискозных полос.

Индикатор выцветания представляет собой текстильный материал, имеющий ту же окраску, до которой «выцветает» проба в процессе ее испытания. Индикаторы выцветания производят централизованно под контролем органов стандартизации.

**Виды проб и подготовка их к испытанию (ГОСТ 9733.6-83, ГОСТ Р ИСО 105-A01-99).** В зависимости от вида материала и метода испытания используют:

тестируемую или рабочую пробу из испытываемого материала;  
составную пробу из тестируемой пробы и одной или двух проб смежных тканей;  
контрольную пробу, устойчивость окраски или степень закрашивания которой заранее известна. Она используется для контроля правильности проведения испытания и обрабатывается параллельно тестируемой пробе.

Элементарные пробы из испытываемого материала и смежных тканей для большинства видов испытаний вырезают размером 100x40 мм. При определении устойчивости окраски набивных тканей с большим раппортом печатного рисунка элементарные пробы вырезают из разных участков точечной пробы, имеющих разный цвет и различную интенсивность окраски.

Составную пробу при испытании однородных по волокнистому составу материалов готовят, помещая тестируемую пробу между двумя однокомпонентными пробами, одна из которых из той же волокна, что и испытываемый материал. Состав другой смежной ткани может быть задан заранее или определен в результате специального испытания (чаще всего хлопчатобумажная или вискозная ткань). Составную пробу набивной ткани получают, размещая на лицевой стороне простой пробы две смежные ткани, при этом каждая из этих проб должна занимать половину пробы набивной ткани. В зависимости от вида и сложности рисунка может потребоваться несколько проб.

Для определения стойкости окраски неоднородных и смешанных материалов используют многокомпонентную смежную ткань, которую располагают на лицевой стороне материала. Для многоцветных или набивных материалов все цвета рисунка испытывают в контакте со всеми компонентами смежной ткани.

Составную пробу сшивают по короткой стороне или по четырем сторонам, если проба подвергается механическому воздействию.

**Оценка устойчивости окраски (ГОСТ 9733.0-83 и ГОСТ Р ИСО 105-A01-99).**  
Устойчивость окраски оценивают визуальным методом путем сопоставления степени изменения первоначальной окраски испытываемого материала и степени закрашивания белого материала, подвергшихся совместной обработке, со шкалами серых и синих эталонов. Перед оценкой пробы должны быть охлаждены после сушки и иметь кондиционную влажность. При некоторых испытаниях наряду с изменениями окраски происходят изменения внешнего вида рабочей пробы (изменения направления ворса, структуры, блеска и т.п.). В таких случаях необходимо по возможности восстановить поверхность пробы до первоначального состояния. Пробы исходного и испытанного материала или исходной или закрашенной смежной ткани располагают рядом в одной плоскости и ориентированно в одном направлении. Для исключения влияния подложки пробы можно складывать в два и более слоев. Рядом располагают соответствующую серую шкалу. Освещение сравниваемых поверхностей может быть естественным светом с северной стороны или эквивалентным источником света с интенсивностью освещения не менее 600 лк. Свет должен падать на поверхность проб под углом 45°. Наблюдение проводится перпендикулярно поверхности проб.

Для оценки устойчивости окраски используют стандартные шкалы серых эталонов. Одна из шкал серых эталонных окрасок предназначена для определения степени изменения первоначальной окраски. Она состоит из пяти или девяти пар ахроматических (серых) полос ткани или картона с разной степенью контрастности между темным образцом, постоянным для всех пар, и образцами более светлой окраски (ГОСТ Р ИСО 105-A02-99). Вторая шкала окрасок предназначена для определения степени закрашивания белого материала и состоит из пяти или девяти пар образцов с разной контрастностью между белым образцом, постоянным для всех пар, и образцами серого цвета различной интенсивности окраски (ГОСТ Р ИСО 105-A03-99). Каждой паре эталонных образцов соответствует определенное количество баллов (от 1 до 5), из которых 5 баллов означают высшую степень устойчивости окраски для пары с контрастностью, равной нулю.

Оценку проводят по видимому контрасту между окраской проб до и после испытаний и визуальным сравнением с соответствующей серой шкалой. Если применяется расширенная (девяти-ступенчатая) пятибалльная шкала, то при оценке определяют номер полосы, контраст которой соответствует контрасту оцениваемых проб. В случае применения пятиступенчатой шкалы можно давать промежуточную оценку с дробностью не менее половины балла.

При оценке устойчивости окраски к действию света и светопогоды тестируемые пробы сравнивают с индикаторами выцветания (синяя шкала) в виде набора из восьми окрашенных контрольных полос шерстяной ткани синего цвета, которые экспонировались одновременно с тестируемыми пробами. Для оценки используют дополнительную ахроматическую (серую) шкалу. Устойчивость окраски оценивается от 1 до 8 баллов (8 баллов – высшая степень устойчивости окраски к выцветанию).

Изменение окраски может проявиться в изменении яркости, оттенка, чистоты или в комбинации изменений этих оптических свойств. В случае если изменяется оттенок или чистота, то рядом с баллом ставят буквенное обозначение характера изменения: С – окраска стала синее, З – зеленее, К – краснее, Ж – желтее, Т – тупее, Ч – чище.

Оценку устойчивости окраски записывают в виде дроби: в числителе – оценка изменения первоначальной окраски, в знаменателе – оценка закрашивания белого материала. Если при испытании используют две пробы белого материала, то принимается во внимание оценка той пробы, у которой закрашивание сильнее. Далее, если есть необходимость, ставится буквенное обозначение, например 4/3 К.

### **Методика выполнения работы**

Испытание устойчивости окраски к свету и светопогоде (ГОСТ 9733.1-ГОСТ 9733.3, ГОСТ28698-90, ГОСТ Р ИСО 105-B01-105-B04-99). Сущность методов заключается в оценке устойчивости окраски текстильных материалов, подвергнутых воздействию света или светопогоды в натуральных или искусственных условиях, по восьмибалльной шкале контрольных проб, экспонированных одновременно с рабочими пробами. Устойчивость окраски оценивается номером контрольной пробы (эталона), изменение окраски которой наиболее близко соответствует изменению окраски тестируемой пробы текстильного материала. Если инсолируемая окраска тестируемого материала не совпадает ни с одним из ин-солируемых эталонов, а находится в промежутке между двумя соседними эталонами, то ставится промежуточная оценка, например 3-4 балла. При определении устойчивости окраски баллами оценивается контраст между первоначальной и измененной окраской (изменение интенсивности, оттенка и яркости цвета). Если контраст вызван в основном изменением оттенка или яркости, то наряду с баллами ставится буквенное обозначение, что окраска стала: С – синее, З – зеленее, К – краснее, Ж – желтее, Т – тупее, Я – ярче. При проведении испытаний используют дополнительную шкалу серых эталонов для определения изменения первоначальной окраски контрольных проб.

При испытании устойчивости окраски к действию дневного света из испытываемого материала вырезают две рабочие пробы размером не менее 10 x ДОО мм. Рабочие пробы и комплект синих эталонов последовательно и параллельно друг другу закрепляют на планшете в натянутом состоянии. Планшет покрывают стеклом и устанавливают для экспозиции, ориентируя на юг под углом к горизонту, равным приблизительно широте местности, где проводится экспозиция. Испытание к действию света проводят круглосуточно.

Тестируемые и контрольные пробы располагают на планшете так, как показано на рис. 11.1, и закрывают двумя светонепроницаемыми пластинами: АБ и А'Б', каждая из которых закрывает 1/5 общей длины проб. В ходе испытания периодически снимают пластину АБ и осматривают контрольные пробы. Когда изменение окраски эталона 3 будет соответствовать 4-5 баллам по серой шкале, осматривают тестируемые пробы и

оценивают степень их выцветания, сравнивая изменение их цвета с изменением цвета эталонов 7, 2 и 3 (предварительная оценка устойчивости окраски). Далее пластину АБ помещают на то же место и продолжают экспозицию до того момента, когда изменение окраски эталона С будет равно 4-5 баллам по серой шкале. В этот момент закрывают пластинкой АБ еще  $x/5$  соседнюю часть длины проб и продолжают экспозицию до тех пор, пока окраска эталона 6 не будет равна 4-5 баллам по серой шкале; тогда пластинкой АБ закрывают еще  $y/5$  соседнюю часть проб. Выдержку продолжают до изменения окраски эталона 7, соответствующего 4 баллам по серой шкале.

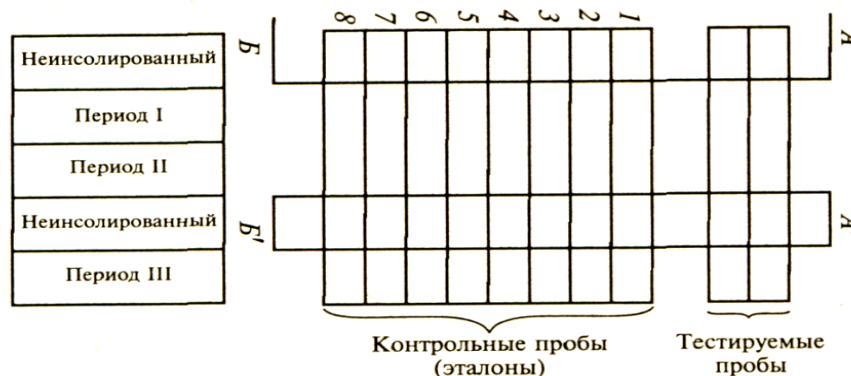


Рис. 11.1. Схема расположения тестируемых и контрольных проб при испытании устойчивости окраски к дневному свету

Перед оценкой пробы выдерживают в темноте при комнатной температуре не менее 24 ч. Устойчивость окраски тестируемых проб определяют сравнением каждого из трех инсолированных в течение разного времени участков с неинсолированными участками. Оценку степени выцветания проводят по синей шкале, как описано выше. Если при этом получают разные оценки устойчивости окраски, то за окончательный результат принимают среднее арифметическое оценок с точностью до половины балла. Если окраска тестируемой пробы менее прочная, чем окраска эталона 7, то устойчивость этой пробы оценивается 1 баллом по синей шкале. Если устойчивость окраски оценивается 4 баллами и более, то рядом в скобках указывают балл предварительной оценки, например 6 (3).

#### Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена шкала серых эталонных окрасок?
2. Какова размерность характеристики устойчивости окраски?
3. В зависимости от каких факторов выбирают комплекс воздействий при оценке устойчивости окраски?
4. Какие группы устойчивости окраски установлены для шелковых тканей?

#### Лабораторная работа № 12

##### Тема: Определение стойкости материалов к действию светопогоды

**Цель работы.** Изучение приборов и методик для определения стойкости материалов к действию светопогоды.

**Задания:** 1. Изучить основные факторы светопогоды, влияющие на изменение свойств материалов, их параметры, методику испытания материалов, способы оценки устойчивости материалов к действию светопогоды и применяемые для этого приборы и методы.

2. Определить стойкость материала к действию светопогоды на приборе ПДС и изменение его разрывного усилия.

## Основные сведения

Энергия солнечных лучей, газообразные составляющие атмосферы, температура, влага, действию которых подвергаются материалы во время эксплуатации, относятся к числу основных факторов, определяющих износ материалов. Стойкость материалов к действию светопогоды определяют в естественных либо лабораторных условиях с помощью приборов, имитирующих воздействие климатических факторов.

Существенными недостатками естественной инсоляции являются: длительность экспозиции (несколько месяцев); трудность создания условий инсоляции при проведении сравнительных либо повторных испытаний.

Аппараты искусственной светопогоды позволяют создавать стабильные режимы воспроизводства факторов светопогоды, а длительность испытаний в этих аппаратах составляет несколько часов.

Климатическое испытательное оборудование в зависимости от воспроизводства факторов подразделяют следующим образом: камеры тепла, холода, термокамеры, камеры термоудара, тепла и влаги, солнечного излучения, барокамеры и др. Для испытания текстильных материалов целесообразно применение камер, имитирующих одновременное воздействие на материал климатических факторов: окислительного, светового и теплового. Это достигается облучением дуговыми, ртутно-кварцевыми и люминесцентными лампами, периодическим орошением раствором пероксида водорода и поддержанием в камере оборудования постоянной влажности. Стойкость материалов к действию факторов светопогоды оценивают, как правило, по изменению (снижению) показателей механических свойств материалов – разрывного усилия, выносливости при истирании и др. Стойкость тканей к фотоокислительной деструкции под воздействием искусственной светопогоды определяют по ГОСТ 10793-64 на приборе дневного света ПДС, разработанном в ЦНИХБИ.

## Методика выполнения работы

Прибор ПДС (рис. 12.1) состоит из стальной ванны, в которой установлены люминесцентные лампы ЛД-30 мощностью 30 Вт каждая. Для смачивания проб ткани в приборе имеется узел орошения дождевального типа, состоящий из сосуда для заливки раствора и четырех стальных трубок. Кран 5 служит для подачи раствора по трубкам, кран 2 – для слива раствора. Смачивающий раствор содержит 0,5 % пероксида водорода и 0,3 % смачивателя ОП-10.

Для испытания из ткани вырезают шесть элементарных проб размером 35x220 мм по основе и восемь по утку из каждой испытываемой точечной пробы. Три элементарные пробы по основе и четыре по утку используют в качестве контрольных проб.

Пробы «зачищают» до ширины 25 мм, удаляя продольные нити с обеих сторон проб так, чтобы бахрома с каждой стороны пробы составляла 5 мм.

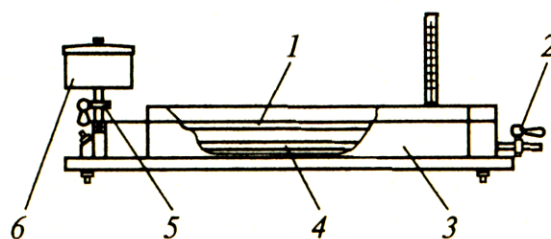


Рис. 12.1. Схема прибора ПДС для определения светостойкости текстильных материалов: 1 – стальные трубки; 2 – кран для слива раствора; 3 – стальная ванна; 4 – люминесцентные лампы; 5 – кран для подачи раствора; 6 – сосуд

Для проведения испытания опытные пробы помещают лицевой стороной на

люминесцентные лампы таким образом, чтобы место перегиба полоски, соприкасающееся с центральной частью лампы, находилось на расстоянии 80 мм от одного конца пробы и 140 мм от другого. На приборе одновременно можно испытывать 56 проб.

Испытание длится 4 ч. Перед облучением пробы три раза смачивают раствором, а затем смачивают через каждый час. Во время испытания температура ванны должна быть 40-50 °С. После испытания пробы в течение 2 мин промывают в стаканчике под краном, отжимают между двумя слоями фильтровальной бумаги или отбеленной хлопчатобумажной ткани, сушат при комнатной температуре и выдерживают 24 ч при нормальной температуре и влажности воздуха.

Снижение прочности ткани  $\Delta P$ , %, определяют по формуле:

$$\Delta P = 100(P_k - P_o) / D,$$

где  $P_k$ ,  $P_o$  – разрывное усилие соответственно контрольных и прошедших испытание проб ткани.

Испытание на разрывной машине проводят при зажимной длине 50 мм. Показатель прочности до и после инсоляции подсчитывают на одну продольную нить пробы.

### **Контрольные вопросы**

1. На каком оборудовании производят определение стойкости материалов к действию светопогоды?
2. Каковы условия испытания, размеры и количество проб, концентрация раствора пероксида водорода, продолжительность испытания и др.?
3. Какой обработке подвергают пробы после их инсоляции?
4. Как оценивают изменение свойств материала после испытания?

### **Лабораторная работа № 13**

#### **Тема: Определение стойкости материалов к стирке и химической чистке**

**Цель работы.** Изучение приборов и методик определения стойкости текстильных материалов к стирке и химической чистке.

#### **Задания:**

1. Изучить основные факторы стирки и химической чистки, влияющие на изменение свойств материалов, их параметры, методики испытания материалов.
2. Определить стойкость материала к стирке и химической чистке.

### **Основные сведения**

При стирке и химической чистке текстильных швейных изделий на текстильные материалы воздействует ряд физических, физико-химических и механических факторов, которые в комплексе разрушают структуру материалов, ухудшают их механические и физические свойства:

при стирке – моющий раствор, механические воздействия, повышенная температура;

при сушке – факторы светопогоды;

при глаженье – повышенная температура гладильной поверхности;

при химической чистке – физико-химическое воздействие органического растворителя на материал.

Испытания состоят в воспроизводстве условий стирки или химической чистки текстильного материала, последующем определении показателей свойств материала и сравнении этих показателей с показателями контрольных проб.

### **Методика выполнения работы**

Определение стойкости текстильных материалов к стирке. В лабораторных

условиях пробы стирают следующими тремя способами: кипячением в мыльно-содовом растворе с одновременным либо последующим трением механическими приспособлениями или руками; стиркой в стиральных машинах; стиркой в стиральных вибрационных устройствах.

Стойкость к стирке определяется обычно для тех материалов, одежда из которых подвергается в условиях эксплуатации частой стирке. Размеры точечной пробы должны обеспечивать определение разрывного усилия материала до и после стирки. Из одной половины точечной пробы вырезают контрольные пробы стандартных размеров для испытания на разрывной машине и определяют их разрывную нагрузку, вторая подвергается стирке в стиральной машине. Мыльно-содовый раствор готовят заранее из расчета на 0,5 л воды 30 г хозяйственного мыла и 20 г кальцинированной соды или 40 г стирального порошка.

В стиральную машину заливают 12 л воды при температуре 50-60 °С и 0,5 л приготовленного раствора. Пробы стирают в течение 30 мин и прополаскивают 5 мин, после чего отжимают в центрифуге. Их высушивают в сушильном шкафу и затем гладят в течение 2 мин утюгом с терморегулятором. Проглаженную пробу разрезают на элементарные пробы для определения разрывного усилия. Изменение разрывного усилия подсчитывают отдельно по основе и по утку:

$$P=100 (P_k - P_0) / P_k$$

где  $P_k$  – разрывное усилие до стирки (контрольная проба);  $P_0$  – разрывное усилие пробы после стирки.

Определение стойкости материалов к химической чистке. Производят по ГОСТ 21050-75, который распространяется на ткани для спецодежды, кроме тканей, содержащих хлоринные и поливинилхлоридные волокна. Химическую чистку производят двумя способами: лабораторным и машинным.

Химическая чистка лабораторным способом осуществляется на приборе для взбалтывания (модель 021), в котором пробы материала, помещенные в стеклянные банки вместимостью 2 л, обрабатываются органическим растворителем.

Для проведения испытания проба ткани помещается в банку, в которую затем заливают трихлорэтилен или перхлорэтилен в количестве, соответствующем модулю ванны, равному 10. Масса пробы не должна превышать 60 г. В эту же банку помещают три мешочка из белой капроновой ткани размером 50x50 мм со стальными шариками массой 8 г в каждом мешочке. Банки закрывают пробками, защищенными с внутренней стороны полиэтиленовой пленкой, и закрепляют между подвижной и неподвижной чашками прибора для взбалтывания (рис. 13.1). Вращением стопорного винта фиксируют положение стержня, на котором закреплена подвижная чашка. Затем включают прибор и обрабатывают пробы в течение 15 мин.

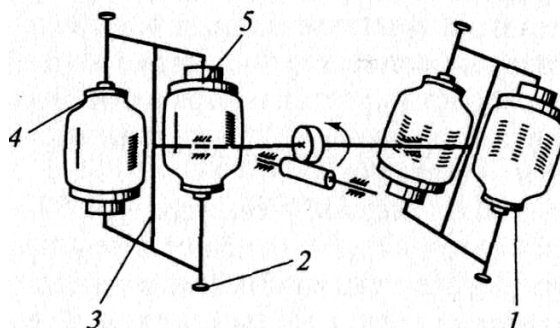


Рис. 13.1. Схема прибора для химической чистки в лабораторных условиях: 1 – банка; 2 – стопорный винт; 3 – крестовина; 4 – подвижная чашка; 5 – неподвижная чашка

Обработанную пробу ткани помещают между фильтровальной бумагой и отжимают, затем сушат в сушильном шкафу при температуре 60-65°С в течение 60 мин.

Испытываемые пробы ткани подвергают химической чистке пять раз, после чего

производят оценку стойкости ткани к химической чистке по изменению каких-либо показателей свойств: разрывного усилия, разрывного удлинения, стойкости к истиранию, водоупорности, стойкости к действию кислоты, воздухопроницаемости, устойчивости окраски.

Изменение свойств материалов после химической чистки (%) определяют по формуле:

$$X = 100 (Q I C_2) / C_1$$

где  $C_1$  – исходный показатель ткани;

$C_2$  – показатель ткани после химической чистки.

Ткань считается устойчивой к химической чистке, если после проведения пятикратной чистки значения показателей, характеризующих ее эксплуатационные и защитные свойства, не выходят за пределы допустимых отклонений, установленных нормативно-технической документацией для данного вида материала.

#### **Контрольные вопросы:**

1. Какое оборудование используется для определения стойкости материалов к стирке и химической чистке?
2. Как готовится стиральный раствор для определения стойкости материалов к стирке?
3. Каковы условия проведения стирки (температура воды, продолжительность стирки, полоскания и глаженья, температура глаженья)?
4. Каковы условия проведения химической чистки (вид растворителя, масса пробы, продолжительность обработки и сушки)?



## Список литературы

### *а) основная литература*

1. Бузов, Б.А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство): учебник / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова. – М.: Академия, 2004. – 448 с.
2. Бузов, Б.А. Практикум по материаловедению швейного производства: учеб. пособие / Б.А. Бузов, Н.Д. Алыменкова, Д.Г. Петропавловский. – М.: Академия, 2003. – 416 с.

### *б) дополнительная литература*

1. Крюкова, Н.А. Технологические процессы в сервисе. Отделка одежды из различных материалов: учеб. пособие / Н.А. Крюкова, Н.М. Конопальцева. – М.: Форум: ИНФРА-М, 2007. – 240 с.
2. Красина, И. В. Основы прядильного производства волокон растительного происхождения [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. В. Красина, Е. В. Слепнева, А. С. Парсанов. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. – 88 с. – 978-5-7882-2255-4. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79458.html>
3. Антонова, М. В. Нетканые текстильные материалы [Электронный ресурс]: учебное пособие / М. В. Антонова, И. В. Красина. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. – 80 с. – 978-5-7882-1905-9. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62207.html>
4. Ибатуллина, А. Р. Качество тканей и трикотажа [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / А. Р. Ибатуллина, А. С. Парсанов. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. – 84 с. – 978-5-7882-2160-1. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79301.html>
5. Чижик, М. А. Проектирование швейных изделий из систем материалов с объёмными утеплителями [Электронный ресурс] / М. А. Чижик, Т. М. Иванцова. – Электрон. текстовые данные. – Омск: Омский государственный институт сервиса, Омский государственный технический университет, 2014. – 112 с. – 978-5-93252-331-5. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/32793.html>.