

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

# **МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**

## **ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ**

для студентов специальности 1-50 02 01  
«Производство одежды, обуви и кожгалантерейных  
изделий»

Витебск  
2021

УДК 685.34.03

Составители:

Р. Н. Томашева, Д. К. Панкевич

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом  
УО «ВГТУ», протокол № 10 от 22.06.2021.

**Материаловедение** : лабораторный практикум / сост.  
Р. Н. Томашева, Д. К. Панкевич. – Витебск : УО «ВГТУ», 2021. – 199 с.

Лабораторный практикум содержит тематику, задания и методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по учебной дисциплине «Материаловедение», предусмотренных учебной программой для студентов специальности 1-50 02 01 «Производство одежды, обуви и кожгалантерейных изделий», описывает методы и средства определения основных характеристик структуры и свойств материалов, применяемых в швейной, обувной и кожгалантерейной промышленности.

УДК 685.34.03

© УО «ВГТУ», 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ	6
2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ И ОБУВИ	9
Лабораторная работа 1. Определение паропроницаемости, пароёмкости и воздухопроницаемости материалов	9
Лабораторная работа 2. Определение проницаемости жидкостей через материалы	20
Лабораторная работа 3. Определение гигроскопических характеристик свойств материалов	26
Лабораторная работа 4. Динамометрия. Определение полуцикловых характеристик механических свойств материалов при одноосном растяжении	32
Лабораторная работа 5. Определение одноцикловых характеристик механических свойств материалов при одноосном растяжении	44
Лабораторная работа 6. Определение многоцикловых характеристик механических свойств материалов при растяжении	59
Лабораторная работа 7. Определение характеристик механических свойств материалов при изгибе (методами кольца и консоли)	64
3 ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ КОЖЕВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ	73
Лабораторная работа 8. Определение плотности и пористости кож	73
Лабораторная работа 9. Определение температуры сваривания и гигротермической устойчивости кожевенных материалов	76
Лабораторная работа 10. Изучение пороков и сортировка кож	81
4 ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	91
Лабораторная работа 11. Распознавание текстильных волокон. Определение волокнистого состава тканей методом оптической микроскопии и проб на горение	91
Лабораторная работа 12. Определение структурных характеристик тканей	101
Лабораторная работа 13. Определение структурных характеристик трикотажных полотен	113
Лабораторная работа 14. Определение разрывных характеристик и коэффициента поперечного сокращения тканей	122
Лабораторная работа 15. Определение сопротивления истиранию текстильных материалов	128
Лабораторная работа 16. Определение прочности тканей при раздирании, прорубаемости и устойчивости к раздвигаемости нитей в ткани	133

Лабораторная работа 17. Определение драпируемости и несминаемости тканей	140
Лабораторная работа 18. Определение пиллингуемости текстильных текстильных материалов	147
Лабораторная работа 19. Определение стойкости окраски текстильных материалов к физико-механическим воздействиям	152
Лабораторная работа 20. Изучение пороков и определение сортности текстильных материалов	158
<b>5 ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ</b>	<b>163</b>
Лабораторная работа 21. Определение показателей механических свойств обувных картонов	163
Лабораторная работа 22. Определение плотности, намокаемости, набухаемости, изменения линейных размеров картонов после увлажнения и сушки	169
Лабораторная работа 23. Определение механических свойств обувных резин при растяжении	173
Лабораторная работа 24. Определение сопротивления истиранию и твердости полимерных материалов для деталей низа обуви	177
Лабораторная работа 25. Изучение строения мягких искусственных и синтетических кож	186
Лабораторная работа 26. Изучение анизотропии механических свойств искусственных и синтетических кож	193
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>198</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум разработан в соответствии с учебной программой дисциплины «Материаловедение» для студентов специальности 1-50 02 01 «Производство одежды, обуви и кожгалантерейных изделий». Целью практикума является оказание методической помощи студентам в освоении основных разделов курса материаловедения, развитие их практических навыков и самостоятельности при решении конкретных материаловедческих задач. Задачами практикума являются формирование у студентов знаний специальных понятий и терминов материаловедения, устройства и принципа работы испытательных приборов, освоение методов определения основных параметров строения и свойств различных материалов. В практикуме приводятся краткие сведения о строении и свойствах материалов, применяемых в швейной, обувной и кожгалантерейной промышленности, их влиянии на технологические и потребительские свойства готовых изделий, описаны методы и приборы, используемые при изучении структуры и свойств материалов. Лабораторный практикум состоит из пяти разделов.

В первом разделе изложены общие требования, условия и правила проведения и оформления лабораторных работ, даны методические рекомендации по составлению отчетов по лабораторным работам, кратко освещены основные вопросы охраны труда и противопожарной безопасности при выполнении лабораторных работ.

Второй раздел посвящен изучению физико-механических свойств материалов для одежды, обуви и кожгалантерейных изделий. В лабораторных работах изложены методики определения основных характеристик механических и физических свойств материалов, описано применяемое для этих целей оборудование.

Третий раздел посвящен изучению особенностей строения и свойств кожевенных материалов для одежды и обуви, содержит методику определения их плотности и пористости, механических свойств при двухосном растяжении и термостойкости, идентификации сырьевых и технологических пороков и определения сортности.

Четвертый раздел содержит работы по изучению структурных характеристик текстильных материалов, рассматривает особенности оценки их физико-механических свойств (прочности, драпируемости, несминаемости, устойчивости окраски, стойкости к истиранию и пр.).

В пятом разделе рассмотрены методы испытания и оценки качества искусственных и синтетических материалов: искусственных и синтетических кож, картонов, полимерных материалов для низа обуви. Приведены работы по определению структуры и анизотропии механических свойств материалов, оценке их износостойкости, определению показателей физико-механических свойств при расслаивании, многократном циклическом воздействии, взаимодействии с влагой и др.

# 1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

При проведении лабораторных испытаний необходимо соблюдать правила, обеспечивающие безопасность выполнения лабораторных работ, воспроизводимость и достоверность получаемых результатов.

## Подготовка к выполнению лабораторной работы

Приступая к лабораторным занятиям, студент должен изучить методические указания к лабораторной работе.

В вводной части каждой лабораторной работы сформулирована цель работы, указан перечень материалов, оборудования и оснастки, необходимых для выполнения работы, а также обозначены задания для подготовки и выполнения лабораторной работы. Каждая работа содержит общие сведения по теме работы, методические указания к выполнению работы и вопросы для самоподготовки.

В общих сведениях в сжатой форме приведены основные теоретические положения по теме работы, даны определения специальных понятий, описаны методы испытания материалов и методики расчета показателей их свойств, указаны факторы, оказывающие влияние на величину показателей.

В методических указаниях к выполнению работы описаны устройство и принцип работы приборов для определения показателей, методики определения показателей, порядок расчета показателей и форма записи результатов испытания. В задании для самостоятельной подготовки перечислены вопросы, с помощью которых можно проконтролировать усвоение основных сведений, необходимых для успешного выполнения работы.

Готовясь к выполнению лабораторной работы, студент должен изучить теоретические вопросы по теме работы, изучить методику определения показателей, устройство и принцип работы применяемого при выполнении работы оборудования, в лабораторной тетради сформулировать цель работы и её основные задачи.

В целях обеспечения эффективного и рационального использования учебного времени, лабораторного оборудования и материалов, а также удобства проведения испытаний, выполнение лабораторных работ студенты осуществляют в подгруппах из 2–3 человек. На каждую подгруппу выдается индивидуальное задание в соответствии с тематикой работы.

В ходе выполнения лабораторных работ в соответствии с заданием и дополнительными указаниями, полученными от преподавателя, студенты экспериментально определяют показатели свойств материа-

лов, приобретают практические навыки работы с лабораторным оборудованием. Результаты испытаний студенты заносят в лабораторную тетрадь.

На основании полученных первичных экспериментальных данных студенты осуществляют расчет показателей свойств материалов в соответствии с изученными методиками, проводят анализ результатов испытаний, формулируют основные выводы и оформляют отчет по работе. Оформленный отчет представляется преподавателю для проверки, после чего проводится собеседование для получения зачета по выполненной работе. Допуск студентов к сдаче экзамена по курсу осуществляется при условии успешной защиты всех выполненных лабораторных работ.

На первом лабораторном занятии студенты проходят инструктаж по правилам охраны труда и противопожарной безопасности, о чем делается запись в соответствующем журнале.

### **Оформление отчета по лабораторной работе**

Отчет по лабораторной работе является документом, свидетельствующим об уровне и глубине проработки студентом её теоретического и практического содержания. В отчете студент самостоятельно излагает содержание выполненной им работы и анализ полученных результатов в соответствии с требованиями методических указаний.

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

1. Название работы.
2. Цель работы – формулируется исходя из темы лабораторной работы. Цель работы должна быть сформулирована кратко и отражать сущность рассматриваемого вопроса.
3. Основные сведения, включающие формулировку основных терминов, характеристик и понятий, используемых в работе, описание методов испытания и расчета показателей физико-механических свойств материалов, изучаемых в данной лабораторной работе.
4. Методику проведения испытаний. В лабораторной тетради указываются виды испытываемых материалов, форма и размеры используемых образцов и методика их подготовки к испытанию, описываются основные параметры, режимы и условия проведения испытаний, приводятся схемы приборов и описывается принцип их работы, приводится методика расчета показателей свойств.
5. Результаты испытаний. Полученные в ходе испытаний первичные экспериментальные данные студенты заносят в табличной форме в лабораторную тетрадь, строят по полученным данным необходимые графики и зависимости, осуществляют расчет необходимых показателей свойств по соответствующим формулам, результаты расчетов заносят в сводную итоговую таблицу.

6. Анализ и обобщение полученных экспериментальных данных. Полученные экспериментальные данные анализируются: осуществляется сравнительная характеристика свойств исследуемых материалов, производится оценка тенденций изменения показателей исследуемых материалов под действием различных факторов, проводится оценка соответствия полученных результатов требованиям государственных стандартов или другой нормативно-технической документации. На основании проведенного анализа формулируются выводы по работе.

### **Охрана труда и противопожарная безопасность при выполнении лабораторных работ**

Перед началом работы студенты знакомятся с инструкцией по охране труда и противопожарной безопасности в лаборатории, изучают приемы безопасного обслуживания используемого оборудования.

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. Студент может включать приборы только с разрешения преподавателя.

Во избежание несчастных случаев запрещается на машинах с быстродвижущимися рабочими органами выполнять работы с неубранными длинными волосами, выступающими частями одежды, касаться руками любых движущихся частей. Во время работы на приборе, находящемся под напряжением, студенту запрещается чистить или смазывать рабочие органы прибора, снимать ограждения с приборов и переставлять ремни на шкивах, производить ремонт механических и электрических частей прибора, оставлять работающий прибор без присмотра.

При работе с электрооборудованием перед включением прибора в сеть необходимо убедиться в соответствии напряжения питания напряжению в электросети, отсутствии повреждений изоляции электрических шнуров, исправности электрических вилок, розеток, в наличии заземления прибора. Воспрещается работать на электроприборах с мокрыми руками. При обнаружении неисправности необходимо выключить прибор и сообщить преподавателю о замеченных неполадках. Во время перерывов в работе, а также после её окончания прибор должен быть отключен от электросети.

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

При работе с нагревательными приборами и сосудами с нагретыми жидкостями следует помнить о возможности получения тепловых ожогов, поэтому нагретые предметы рекомендуется брать с помощью щипцов, теплоизоляционных рукавиц, размещать приборы и сосуды с

нагретыми жидкостями на устойчивых опорах в защищенных местах.

Работы с химическими реактивами, все испытания искусственных материалов, связанные с нагреванием (при оценке термостойкости и т.п.) производят в шкафах с приточно-вытяжной вентиляцией.

За невыполнение правил охраны труда и противопожарной безопасности студент отстраняется от выполнения работы и вновь проходит инструктаж.

## **2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОДЕЖДЫ И ОБУВИ**

### **Лабораторная работа 1. Определение паропроницаемости, пароёмкости и воздухопроницаемости материалов**

*Цель работы:* изучить методику определения показателей паропроницаемости, пароёмкости и воздухопроницаемости кожевенных и текстильных материалов.

*Материалы и оборудование:* образцы кожевенных и текстильных материалов, стаканчики, эксикатор с концентрированной серной кислотой, ножницы, весы, ёмкость для воды, прибор для определения воздухопроницаемости кож ПВЗ, прибор для определения воздухопроницаемости ВПТМ-2.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) знать определения показателей паропроницаемости, пароёмкости, воздухопроницаемости и их значение при оценке гигиенических свойств одежды и обуви;
- 2) знать основные факторы, влияющие на паропроницаемость, пароёмкость и воздухопроницаемость материалов;
- 3) изучить методику определения указанных показателей;
- 4) изучить устройство и принцип работы приборов ПВЗ и ВПТМ-2.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) описать методику определения паропроницаемости, пароёмкости, воздухопроницаемости кож и текстильных материалов;
- 2) освоить навыки работы на приборах ПВЗ, ВПТМ-2;
- 3) получить и подготовить материалы к испытанию;
- 4) испытать подготовленные образцы на паропроницаемость, пароёмкость и воздухопроницаемость;
- 4) результаты работы оформить в табличной форме. Сравнить данные, полученные при испытании образцов кожи и текстильных материалов, с данными справочной литературы;
- 5) сделать выводы. Составить отчет о лабораторной работе.

## Общие сведения о проницаемости материалов

Проницаемостью называют способность материалов пропускать воздух, воду, пары, газы и жидкости. Для характеристики проницаемости применяют следующие показатели: паропроницаемость, пароёмкость, воздухопроницаемость, водопродокаемость и водопроницаемость, которые являются важнейшими характеристиками гигиенических свойств материалов и изделий.

**Паропроницаемость** характеризует способность материала пропускать пары воды через свою структуру.

Абсолютная паропроницаемость,  $\Pi_a$ ,  $\frac{мг}{см^2 \cdot час}$ , определяется как количество пара, прошедшее через единицу площади материала в единицу времени:

$$\Pi_a = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau}, \quad (2.1)$$

где  $\Delta m$  – масса паров воды, прошедших через материал, мг;  $S$  – рабочая площадь пробы материала,  $см^2$ ,  $S = \pi r^2$ ;  $\tau$  – время, ч.

Степень паропроницаемости материалов зависит от пористости, наличия сквозных капилляров, диаметра пор, уровня гидрофильности материала, наличия и структуры покрывной пленки и т.п. Паропроницаемость зависит от толщины материала: чем больше толщина материала, тем меньше при прочих равных условиях паропроницаемость. Чем выше степень гидрофильности, тем выше паропроницаемость.

Определение паропроницаемости материалов основано на создании разной относительной влажности воздуха по обе стороны испытуемого образца.

Паропроницаемость материалов определяют в изотермических и неизотермических условиях. При изотермических испытаниях температуры паровоздушной среды над и под пробой материала в течение опыта постоянны и равны  $(20 \pm 2) ^\circ C$ . При неизотермических испытаниях температура паровоздушной среды над пробой материала меньше температуры паровоздушной среды под пробой материала, но в течение испытания разница температур поддерживается постоянной. Вторым методом в большей степени приближен к условиям эксплуатации материала в одежде и обуви.

Для характеристики способности материалов пропускать пар применяют также показатель **относительная паропроницаемость,  $\Pi_o$ , %**. Относительная паропроницаемость определяется отношением массы паров воды, прошедших через материал из пространства с большей относительной влажностью в пространство с меньшей относительной влажностью, к массе паров воды, испарившихся через свободное сечение стаканчика при одинаковых условиях испытания:

$$P_o = \frac{\Delta m}{\Delta t_o} \cdot 100, \quad (2.2)$$

где  $\Delta m$  – масса паров воды, прошедших через материал, мг;  $\Delta t_o$  – масса паров воды, испарившейся с открытой поверхности за аналогичное время, мг.

Гидрофильные материалы (в том числе кожа и текстильные материалы) способны поглощать водяные пары. Это свойство называют **пароёмкостью**. Наличие у материалов способности взаимодействовать с влагой обеспечивает изделиям, имеющим закрытый объем, достаточные гигиенические свойства даже в том случае, когда паропроницаемость материалов верха равна нулю (например, при использовании в качестве материала верха изделий лаковых кож с полимерным монолитным покрытием).

Пароёмкость определяется при одностороннем контакте материала с паровоздушной смесью. Для этого одна сторона материала контактирует с паровоздушной средой влажностью  $\phi \approx 100 \%$ , а другая сторона изолирована водонепроницаемым материалом, например, металлической пластинкой, полиэтиленовой пленкой и т.п.

Определяют пароёмкость абсолютную и относительную.

Абсолютная пароёмкость  $P\ddot{e}_a$ , мг, определяется по формуле:

$$P\ddot{e}_a = m_5 - m_0. \quad (2.3)$$

Относительную пароёмкость,  $P\ddot{e}_o$ , %, определяют как отношение привеса влаги, поглощенной образцом, к массе абсолютно-сухого образца

$$P\ddot{e}_o = \frac{m_5 - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad (2.4)$$

где  $m_0$  – абсолютно-сухая масса образца, мг;  $m_5$  – масса образца материала после взаимодействия с парами воды, мг.

**Воздухопроницаемость** – способность материала пропускать воздух при условии создания перепада давления воздуха по обе стороны испытываемой пробы.

Воздухопроницаемость,  $B$ ,  $\text{см}^3/\text{см}^2 \cdot \text{ч}$ , характеризует объем воздуха, прошедшего через единицу площади образца за единицу времени:

$$B = \frac{V}{S \cdot \tau}, \quad (2.5)$$

где  $V$  – объем воздуха, прошедшего через образец материала за время

испытания, см<sup>3</sup>;  $S$  – рабочая площадь образца, см<sup>2</sup>;  $\tau$  – продолжительность испытания, ч.

Для текстильных материалов определяют *коэффициент воздухопроницаемости*,  $Q$ , дм<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·с), который вычисляют по формуле:

$$Q = \frac{10000 \cdot V_{cp}}{S}, \quad (2.6)$$

где  $V_{cp}$  – средний расход воздуха по одной точечной пробе, куску или изделию, дм<sup>3</sup>/с;  $S$  – испытываемая площадь, см<sup>2</sup>. Для перевода см<sup>2</sup> в м<sup>2</sup> используют коэффициент 10 000 в числителе дроби.

Величина воздухопроницаемости зависит от плотности, пористости материала, диаметра и распределения пор по радиусам в объеме материала, вида пор (замкнутые или сообщающиеся), вида отделки лицевой поверхности материала.

### Методика выполнения работы

#### Определение паропрооницаемости материалов

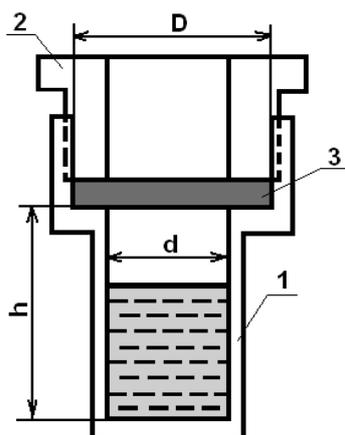


Рисунок 2.1 – Схема стаканчика для определения паропрооницаемости

Определение паропрооницаемости при изотермических условиях осуществляется при помощи специальных металлических стаканчиков (рис. 2.1), состоящих из корпуса 1 и закручивающейся крышки 2, имеющей отверстие, равное внутреннему диаметру стаканчика. Высота стаканчиков  $h$  от основания до заплечиков, на которые укладывают образцы материалов, равна 41 мм, диаметр  $d$  – 25 мм, а диаметр образца  $D$  – 33 мм.

Для испытания также применяют эксикатор, в который предварительно заливают серную кислоту, что позволяет обеспечить относительную влажность воздуха в эксикаторе  $\varphi \approx 0\%$ , а под образцом (за счет испарения воды)  $\varphi \approx 100\%$ .

Для определения паропрооницаемости в стаканчик заливают воду на высоту 30 мм от дна. Из кожи или текстильного материала выкраивают образец диаметром 33 мм, кладут его в стаканчик изнаночной (бахтармяной) стороной к воде и плотно закручивают крышку стаканчика. Подготовленный таким образом стаканчик с образцом взвешивают, определяют массу  $m_1$ , мг, и помещают в эксикатор с серной кислотой на 2 ч. По истечении 2 ч стаканчик с образцом вынимают из эксика-

тора и вторично взвешивают, измеряя его массу  $m_2$ , мг. Результаты измерений заносят в таблицу 2.1.

Зная массу стаканчика с пробой материала и водой до и после пребывания в эксикаторе, определяют массу прошедшего через пробу материала пара:

$$\Delta m = m_1 - m_2 \quad (2.7)$$

По формуле (2.1) вычисляют абсолютную паропроницаемость.

Для определения относительной паропроницаемости подготавливается контрольный стаканчик с водой без образца, взвешивается, ставится в эксикатор с концентрированной серной кислотой на 2 ч, где происходит испарение пара с открытой поверхности воды. По истечении 2 ч контрольный стаканчик достается из эксикатора и снова взвешивается. Определяется масса паров воды, испарившихся с открытой поверхности:

$$\Delta m_0 = m_3 - m_4, \quad (2.8)$$

где  $m_3$  – масса контрольного стаканчика с водой до испытания, мг;  $m_4$  – масса контрольного стаканчика с водой после испытания, мг.

Определяется значение относительной паропроницаемости исследуемого материала по формуле (2.2). Результаты расчетов заносят в таблицу 2.1.

### **Определение пароемкости**

Для определения пароемкости образец кожи или текстильного материала диаметром 33 мм кладут в стаканчик лицевой стороной вверх (рис. 2.1), в который предварительно налита вода на высоту 30 мм от дна. На лицевую сторону образца накладывают паронепроницаемую пленку, стаканчик закрывают крышкой и выдерживают при температуре  $20 \pm 3$  °С в течение 2 ч. После этого образец вынимают из стаканчика и взвешивают (масса  $m_5$ , мг).

После этого образец высушивают в сушильном шкафу до постоянной массы – абсолютно-сухой массы  $m_0$ , мг.

Результаты измерений заносят в таблицу 2.2.

Абсолютно сухая масса образца  $m_0$  может также быть определена расчетным путём по формуле

$$m_0 = \frac{m \cdot (100 - W)}{100}, \quad (2.9)$$

где  $W$  – влажность материала перед испытанием, %. В условиях лаборатории влажность материала принимается равной  $W = 18$  %.

По формуле (2.4) рассчитывают значение относительной парожёмкости материала. Результаты расчета заносятся в таблицу 2.2.

### **Определение воздухопроницаемости кож и искусственных кож**

Для определения воздухопроницаемости используются образцы кож круглой формы диаметром 55 мм. Испытание осуществляется на приборе ПВЗ, работающем по принципу создания по обе стороны испытываемого образца определенного перепада давлений, что способствует движению воздуха через него.

#### **Устройство и принцип работы прибора ПВЗ**

Прибор ПВЗ (рис. 2.2) состоит из основания 1, на котором закреплены штатив 2 с градуированным стеклянным цилиндром 3 и пустотелая цилиндрическая камера 4, в которую устанавливается образец материала.

Дно стеклянного цилиндра 3 закрыто резиновой пробкой 5, через которую проходят две стеклянные трубки 6 и 7. U-образная стеклянная трубка 6 соединена с камерой 4 резиновой трубкой 8, вторая стеклянная трубка 7 соединена с резиновой трубкой 9, на конце которой закреплен стеклянный наконечник 10, из которого вода вытекает в мерный стакан. Обе резиновые трубки перекрываются зажимами 12 и 13.

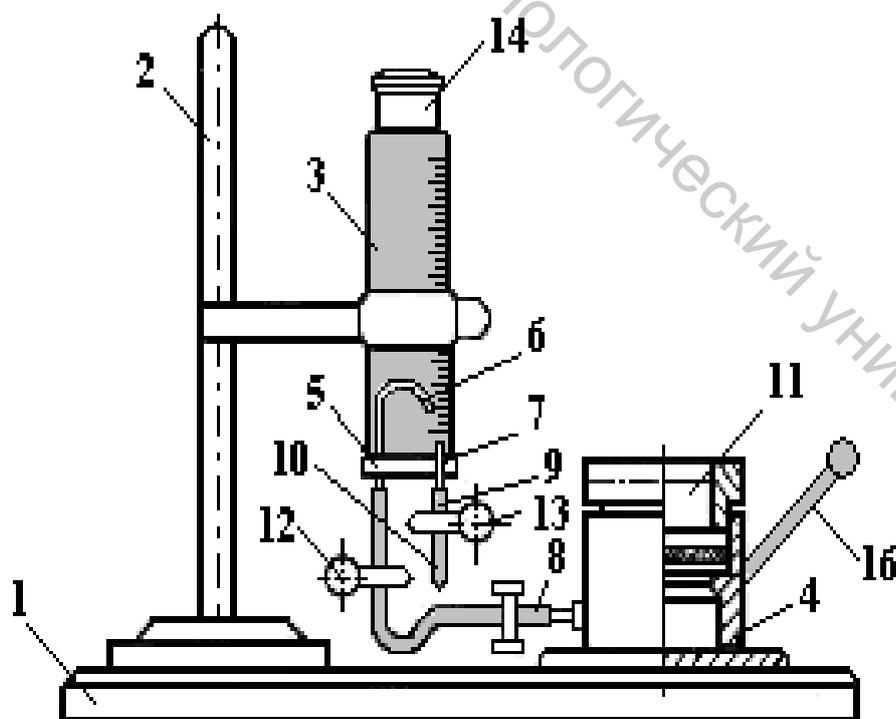


Рисунок 2.2 – Схема прибора ПВЗ для определения воздухопроницаемости кож

При заполнении стеклянного цилиндра 3 водой атмосферное давление воздуха над столбом воды в цилиндре должно соответствовать атмосферному давлению в камере 4.

При открытии зажима 13 вода из цилиндра выливается через наконечник в мерный стакан, в результате чего давление над поверхностью воды в стеклянном цилиндре 3 уменьшается на 980 МПа (100 мм водяного столба), так как расстояние между загнутым концом трубки 6 и концом стеклянного наконечника 10 равно 100 мм. Цилиндр 3 и камера 4 являются сообщающимися сосудами, соединенными трубкой 8, поэтому атмосферное давление воздуха в камере также понижается.

В результате этого, при открытии зажима 12 воздух начинает поступать через образец сначала в камеру, а затем по резиновой трубке 8 в цилиндр 3. Как только давление над поверхностью воды в стеклянном цилиндре 3 сравняется с атмосферным давлением в камере 4, вода из стеклянного наконечника трубки 7 вновь выльется в мерный стакан, что снова приведет к понижению атмосферного давления воздуха над поверхностью воды в цилиндре и, соответственно, в камере. Этот процесс будет повторяться до тех пор, пока не закончится вода в стеклянном цилиндре. Количество вытекшей воды будет равно объёму воздуха, прошедшего через образец.

В случае нарушения последовательности открытия зажимов 13 и 12 вода из стеклянного цилиндра 3 станет поступать не в мерный стакан, а внутрь камеры 4.

Образец кожи, диаметром 55 мм (с площадью рабочей зоны 10 см<sup>2</sup>) устанавливают лицом вниз на резиновое кольцо внутри цилиндрической камеры 4, плотно закрывают крышкой 11 и закрепляют рычагом 16. При закрытых зажимах 12 и 13 цилиндр 3 наполняют водой и закрывают герметичной пробкой 14.

После этого вначале открывают зажим 13, а затем 12. Засекают время, необходимое для истечения 100 мл воды из цилиндра 3 через наконечник 10 трубки 9, соответствующее времени прохождения через образец 100 см<sup>3</sup> воздуха. После испытания образца закрывают зажимы в обратной последовательности: вначале зажим 12, а затем зажим 13. Открывают пробку цилиндра, снова заполняют его водой и при необходимости проводят повторное испытание.

Воздухопроницаемость,  $B$ , см<sup>3</sup>/см<sup>2</sup>·ч, определяют по формуле

$$B = \frac{V}{S \cdot (t_1 - t_0)}, \quad (2.10)$$

где  $t_1$  – время, затраченное на прохождение через образец 100 см<sup>3</sup> воздуха, с;  $t_0$  – время истечения 100 мл воды без образца, с.

При  $V = 100$  см<sup>3</sup> и  $S = 10$  см<sup>2</sup> формула (2.18) примет вид:

$$B = \frac{100 \times 3600}{10 \cdot (t_1 - t_0)} = \frac{36000}{(t_1 - t_0)}. \quad (2.11)$$

Результаты испытания заносятся в таблицу 2.2.

### **Определение воздухопроницаемости текстильных материалов**

Воздухопроницаемость определяют на точечных пробах в десяти разных местах, расположенных по диагонали материала. Для тканей, контролируемых по каждому куску, испытания проводят на каждой отобранной точечной пробе в пяти местах в шахматном порядке, как показано на рисунке 2.3.

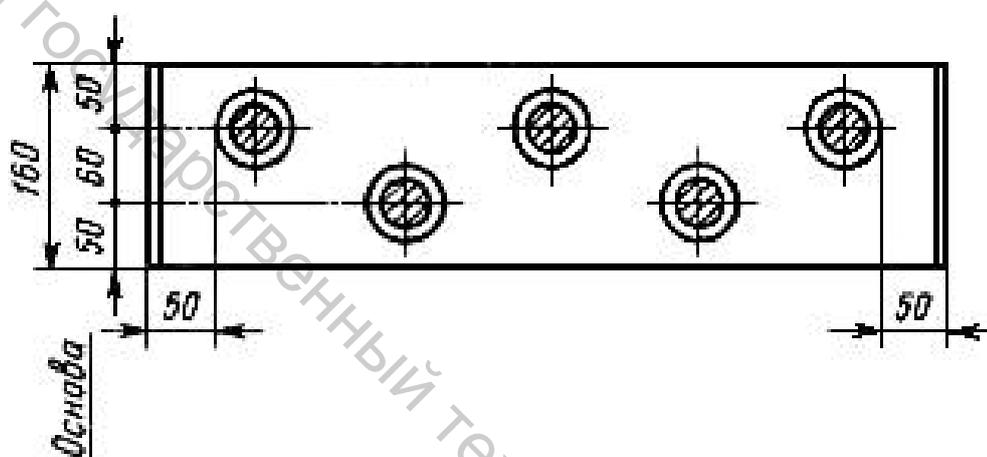


Рисунок 2.3 – Схема разметки образца

### **Устройство и принцип работы прибора ВПТМ-2**

Прибор для определения воздухопроницаемости тканей основан на принципе создания перепада давления с двух сторон пробы материала в 49 Па (5 мм вод. ст.) и измерения расхода воздуха  $P$ , прошедшего через заданную площадь испытываемого материала за единицу времени, при усилии прижима точечной пробы ткани, равном 147 Н.

Расход воздуха  $P$ ,  $\text{дм}^3/\text{с}$ , прошедшего через материал, определяется по формуле:

$$P = \frac{V}{\tau}, \quad (2.12)$$

где  $V$  – объем прошедшего воздуха,  $\text{дм}^3$ ;  $\tau$  – продолжительность прохождения воздуха, ч.

Схема прибора ВПТМ-2 для определения воздухопроницаемости текстильных материалов представлена на рисунке 2.4.

Принцип действия прибора основан на создании разрежения воздуха в измерительном блоке при помощи насоса. Перепад давления при прохождении воздуха через образец контролируется и поддерживается постоянным. В процессе испытания измеряется расход воздуха, проходящего через заданную площадь испытываемого материала за единицу времени при перепаде давления 49 Па.

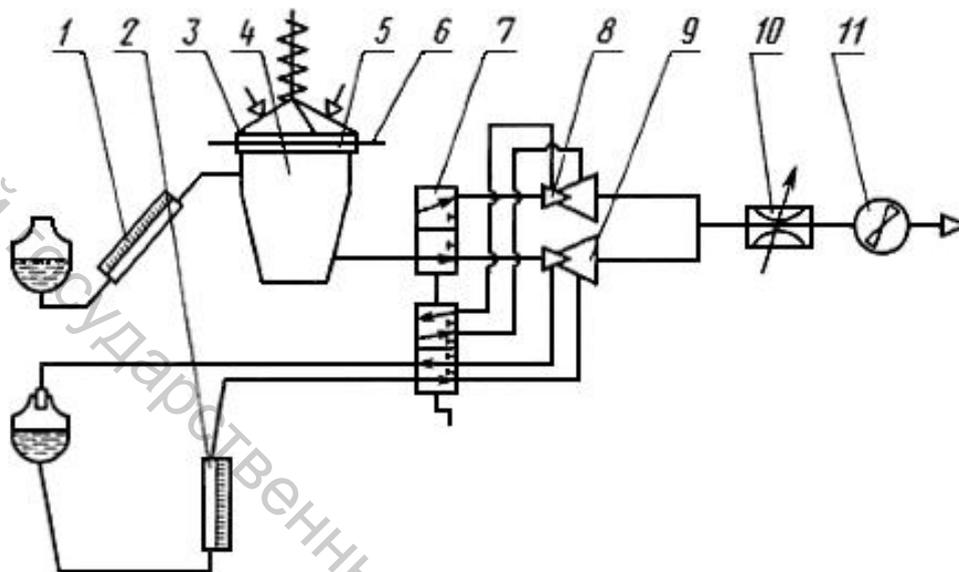


Рисунок 2.4 – Схема прибора ВПТМ-2: 1 – индикатор разрежения; 2 – манометр; 3 – прижимное кольцо; 4 – камера разрежения; 5 – сменный столик; 6 – образец; 7 – переключатель; 8, 9 – расходомеры; 10 – дроссель; 11 – электродвигатель с вентилятором

К прибору ВПТМ-2 прилагается контрольная шайба для проверки прибора и комплект из шести сменных столиков 5 и соответствующих им прижимных колец 3, обеспечивающих фиксацию материала относительно отверстия столика, с отверстиями диаметром, мм:

- 16,0±0,05 – для площади отверстия столика 2 см<sup>2</sup>;
- 25,3±0,05 – для площади отверстия столика 5 см<sup>2</sup>;
- 35,7±0,05 – для площади отверстия столика 10 см<sup>2</sup>;
- 50,5±0,05 – для площади отверстия столика 20 см<sup>2</sup>;
- 79,8±0,05 – для площади отверстия столика 50 см<sup>2</sup>;
- 112,9±0,05 – для площади отверстия столика 100 см<sup>2</sup>.

Чем больше предполагаемая воздухопроницаемость образца, тем меньше должен быть диаметр выбранного столика и прижимного кольца.

Перед началом испытаний устанавливают прибор по уровню. Устанавливают нулевое положение спирта на индикаторе разрежения 1 и дифференциальном манометре 2.

Включают прибор в электросеть. При включении тумблера загорается сигнальная лампочка.

Проверяют правильность работы прибора по контрольной шайбе. Для этого шайбу устанавливают на столик площадью  $10 \text{ см}^2$  и прижимают кольцом. При разрежении по индикатору  $49 \text{ Па}$  ( $5 \text{ мм вод. ст.}$ ), показания дифференциального манометра должны соответствовать значениям, указанным на контрольной шайбе.

Подбирают столик 5 и расходомер воздуха 8 и 9 так, чтобы разрежение под точечной пробой составляло по индикатору разрежения  $49 \text{ Па}$  ( $5 \text{ мм вод. ст.}$ ), если разрежение под точечной пробой превышает  $49 \text{ Па}$  ( $5 \text{ мм вод. ст.}$ ), применяют столик с большей площадью отверстия, при разрежении менее  $49 \text{ Па}$  – столик с меньшей площадью отверстия.

Точечную пробу испытуемого материала 6 укладывают на столик лицевой стороной вверх и прижимают к столику кольцом 3 до загорания красной сигнальной лампочки. Электродвигатель с вентилятором 11 включается автоматически при подаче нагрузки на испытуемую точечную пробу. Открытием дросселя 10 устанавливают разрежение под точечной пробой, равное  $49 \text{ Па}$  ( $5 \text{ мм вод. ст.}$ ), которое определяют по шкале индикатора разрежения 1.

По шкале дифференциального манометра 2 отсчитывают результат измерения с точностью до одного деления шкалы и заносят его в таблицу 2.3. При снятии нагрузки с точечной пробы, электродвигатель с вентилятором 11 автоматически отключается.

Средний расход воздуха  $V_{cp}$  находят следующим образом: определяют среднее арифметическое значение из всех измерений давления по манометру ( $\text{мм рт. ст.}$ ), затем переводят его по тарировочной таблице, прилагаемой к прибору, в  $\text{дм}^3/\text{с}$ .

Результат подсчитывают с погрешностью до  $0,1$  ( $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ) и округляют до  $1,0$  ( $\text{дм}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ).

По формуле (2.6) рассчитывают значение коэффициента воздухопроницаемости испытуемого материала. Результат заносят в таблицу 2.3.

### Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 2.1 – Определение паропроницаемости материалов

Наименование материала	Рабочая площадь образца $S, \text{ см}^2$	Масса стаканчика с водой и образцом, мг		Масса стаканчика с водой, мг		Абсолютная паропроницаемость, $P_a, \frac{\text{мг}}{\text{см}^2 \cdot \text{ч}}$	Относительная паропроницаемость, $P_0, \%$
		до испытания $m_1$	после испытания $m_2$	до испытания $m_3$	после испытания $m_4$		
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 2.2 – Определение пароемкости и воздухопроницаемости

КОЖ

Наименование материала	Масса образца, мг		Относительная пароемкость, $P_{\bar{e}}$ , %	Время прохождения 100 см <sup>3</sup> воздуха, с		Воздухопроницаемость, $B$ , см <sup>3</sup> /см <sup>2</sup> ·ч
	абсолютно-сухая, $m_0$	после испытания, $m_5$		через образец, $t_1$	без образца, $t_0$	
1	2	3	4	5	6	7

Таблица 2.3 – Определение воздухопроницаемости текстильных материалов

Наименование материала	Расход воздуха, $P$ , дм <sup>3</sup> /с в точке					Средний расход воздуха, $V_{cp}$ , дм <sup>3</sup> /с	Площадь отверстия столика, $S$ , мм <sup>2</sup>	Коэффициент воздухопроницаемости, $Q$ , дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·с)
	1	2	3	4	5			
1	2	3	4	5	6	7	8	9

### Вопросы для самоподготовки

1. Каков принцип работы прибора для определения воздухопроницаемости кож ПВЗ?
2. Как рассчитывается показатель «воздухопроницаемость»?
3. От каких факторов зависит воздухопроницаемость кож?
4. Как определяется абсолютная и относительная паропроницаемость материалов?
5. Какие факторы оказывают влияние на величину паропроницаемости кож?
6. В чем различие методик определения паропроницаемости и пароемкости кож?
7. Могут ли материалы с монолитной структурой обладать паропроницаемостью, воздухопроницаемостью и пароемкостью?
8. Каков принцип работы прибора ВПТМ-2 для определения воздухопроницаемости?
9. Почему при определении воздухопроницаемости используют столики с различной площадью отверстия?

## Лабораторная работа 2. Определение проницаемости жидкостей через материалы

*Цель работы:* изучить методику определения показателей водонепроницаемости и водопромокаемости кож и текстильных материалов.

*Материалы и оборудование:* образцы кож и текстильных материалов, ножницы, прибор ПВС-2, портативный прибор для определения водонепроницаемости материалов, вода дистиллированная.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) знать определения показателей водопромокаемости, водонепроницаемости и водонепроницаемости материалов и основные факторы, оказывающие влияние на проницаемость жидкостей через материалы;
- 2) изучить методику определения указанных показателей;
- 3) изучить устройство и принцип работы прибора ПВС-2;
- 4) изучить устройство и принцип работы портативного прибора для определения водонепроницаемости материалов.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) описать методику определения водопромокаемости и водонепроницаемости кож;
- 2) освоить навыки работы на приборе ПВС-2;
- 3) испытать образцы кож на водопромокаемость и водонепроницаемость, определить значения показателей. Сделать выводы;
- 4) освоить навыки работы на портативном приборе для определения водонепроницаемости материалов;
- 5) определить водонепроницаемость материалов методами статического и динамического давления.

### Общие сведения о проницаемости жидкостей через материалы

Материалы при эксплуатации одежды и обуви могут вступать во взаимодействие с различными жидкостями: водой, растворителями и др. Способность материалов к пропусканию воды в условиях одностороннего соприкосновения с ней характеризуется показателями *водонепроницаемость* и *водопромокаемость*.

**Водопромокаемость,  $V_{пр}$ , с**, характеризуется временем, необходимым для прохождения воды через материал:

$$V_{м} = \tau_1 - \tau_0, \quad (2.13)$$

где  $\tau_0$  и  $\tau_1$  – время начала и окончания испытания.

**Водонепроницаемость,  $V_{нп}$ , мл/см<sup>2</sup>·ч**, характеризует способность влажного материала пропускать воду и определяется как объем воды,

прошедший через единицу площади материала в единицу времени:

$$B_{ин} = \frac{V}{S \cdot \tau}. \quad (2.14)$$

Основное влияние на водопроницаемость и водопроницаемость материалов оказывает их способность смачиваться водой, структура пористости (наличие сквозных пор). Быстрое промокание материала не всегда определяет высокую водопроницаемость, так как набухшие структурные элементы кожи и введенные в её структуру вещества заполняют межструктурные пространства, препятствуют дальнейшему проникновению воды.

Определение указанных показателей может осуществляться в статических условиях, когда проба неподвижна при действии гидростатического давления, или в динамических условиях, когда проба подвержена механическим циклическим деформациям.

Отличительной особенностью является то, что при определении водопроницаемости пробы материалов испытываются в воздушно-сухом состоянии. Определение водопроницаемости осуществляется после выдерживания проб в воде в течение определенного времени с целью удаления воздуха из межструктурного пространства, который может заблокировать движение воды по капиллярам материала.

**Водонепроницаемость** – это способность материалов противостоять проникновению воды или способность материала не пропускать воду при определенном давлении.

Характеризуется водонепроницаемость наименьшим давлением воды, при котором на противоположной стороне образца становятся заметны следы протекания.

Системной единицей измерения давления является Паскаль, но в нормативных документах и литературных источниках для характеристики водонепроницаемости довольно часто применяется миллиметр водяного столба, поскольку эта единица измерения позволяет визуально представить уровень водонепроницаемости как высоту столба воды, налитого на материал.

Показатель водонепроницаемости изменяется в широких пределах и его нормативное значение может составлять для плащевых и курточных тканей из синтетических нитей с пленочным покрытием в один слой 115 мм вод. ст., а для мембранных текстильных материалов – свыше 30 000 мм вод. ст.

## **Методика выполнения работы**

### ***Определение водопроницаемости и водопроницаемости кож***

Определение водопроницаемости и водопроницаемости кож в

статических условиях проводят на приборе ПВС-2 при искусственно созданном повышенном давлении воды, равном 9,81 кПа.

### *Устройство и принцип работы прибора ПВС-2*

Прибор ПВС-2 состоит из металлических цилиндрических камер 1, закрепленных в металлической ванне 2, в которые вкладывают лицевой стороной вниз образцы кож 3.

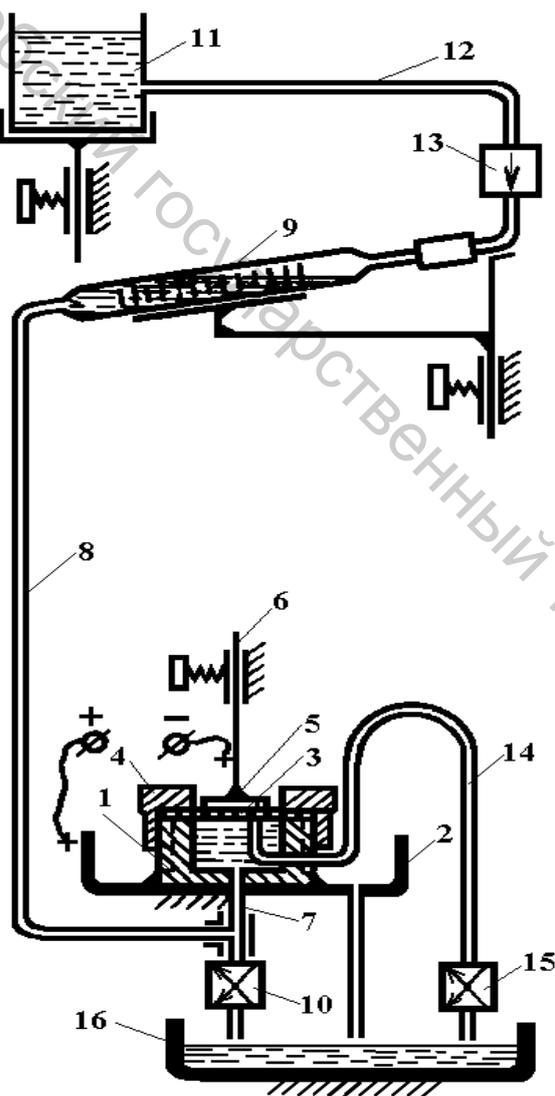


Рисунок 2.5 – Схема прибора ПВС-2

Камеры имеют крышку 4 с внутренним диаметром 35,6 мм (что соответствует рабочей площади образца 10 см<sup>2</sup>), в которую помещают цилиндры 5, закрепленные стопорными винтами на стойке 6.

Камеры 1 и цилиндры 5 подключены к электросети низкого напряжения (20 В). В основании камеры 1 имеется тройник 7, один конец которого стеклянной трубкой 8 соединен с градуированной трубкой 9, а второй конец тройника имеет клапан 10 «вода». Вода к образцу поступает из сосуда 11 через резиновую трубку 12 с зажимом 13 и стеклянную трубку 8. Для отвода воздуха из-под образца 3 служит трубка 14, соединенная с клапаном 15 «воздух». Вода из ванны 2 стекает в бачок 16. При прохождении воды через образец насквозь срабатывает электрический контакт и фиксируется промокаемость, т.е. время прохождения воды через образец.

### *Определение водопромокаемости кож*

Установление момента промокания образцов при определении водопромокаемости основано на изменении электрической проводимости кожи при намокании.

Для определения водопромокаемости образец диаметром 55 мм

помещают в камеру лицевой поверхностью к воде и завинчивают крышку 4 до отказа. Цилиндр 5 устанавливают так, чтобы его дно плотно прилегало к поверхности образца 3 и в таком положении закрепляют его стопорными винтами. Прибор включают в сеть, надевают резиновую трубку 12 на конец градуированной трубки 9, открывают зажим 13, нажимают на кнопки клапанов 10 и 15 и отмечают момент появления воды в стеклянной трубке 14. Этот момент принимают за начало соприкосновения образца с водой и включают счетчик времени и световую сигнализацию. Далее наблюдают за движением воды в трубке 14. В момент прохождения последнего пузырька воздуха отпускают кнопку клапана 15, закрывают зажим 13 и снимают резиновую трубку 12 с градуированной трубки 9. При промокании образца зажигается сигнальная лампа и автоматически отключается счетчик времени. После этого прибор отключают от электросети, цилиндр 5 приподнимают и отводят от камеры с образцом, нажимают на кнопки клапанов 10 и 15, чтобы вода из трубок стекла в бачок 16. Затем отвинчивают крышку 4 и вынимают образец 3. По счетчику времени определяют показатель промокаемости.

### ***Определение водопроницаемости кож***

Для определения водопроницаемости из кожи вырезается образец круглой формы диаметром 55 мм. Перед испытанием образцы замачиваются в воде при температуре  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$  в течение 24 ч. Затем мокрые образцы помещают в камеры 1 прибора лицевой поверхностью к воде и завинчивают крышку 4 до отказа. Прибор подключают к электросети. Для заполнения всех трубок водой надевают резиновую трубку 12 на конец градуированной трубки 9, открывают зажим 13 и нажимают последовательно на кнопки клапанов 10 и 15. После заполнения всех трубок водой отпускают кнопку клапана 15 и закрывают зажим 13. Резиновую трубку 12 снимают с градуированной трубки. Слегка нажимая кнопку клапана 10, доводят уровень в градуированной трубке до какой-либо отметки, приняв её за нулевое деление, и сразу же замечают время.

Если в первые минуты испытания уровень воды в трубке быстро изменяется, то через образец пропускают 2 мл воды и отмечают с точностью до 0,05 мл уровень воды в градуированной трубке и время. Затем через образец пропускают ещё 2 мл воды и снова отмечают с точностью до 0,05 мл уровень воды в трубке и время (первые 2 мл воды и время прохождения этого количества воды через образец при определении водопроницаемости не учитывают).

Если в первые минуты испытания уровень воды в градуированной трубке изменяется незначительно, то через образец пропускают воду в течение 1 ч, после чего отмечают с точностью до 0,05 мл уровень воды в трубке и время.

По формулам (2.13) и (2.14) определяют значения водопромокае-

мости и водопроницаемости кож.

### **Определение водонепроницаемости текстильных материалов**

#### **Устройство и принцип работы портативного прибора для определения водонепроницаемости**

При определении водонепроницаемости текстильных материалов используют портативный прибор, который позволяет создавать и поддерживать в измерительной ячейке высокое гидростатическое давление, обеспечивая в процессе испытания горизонтальное, без прогиба, положение образца. Внешний вид прибора представлен на рисунке 2.6. Подготовка образцов к испытанию – аналогично подготовке к испытанию воздухопроницаемости.



Рисунок 2.6 – Внешний вид портативного прибора для определения водонепроницаемости

Работа на приборе осуществляется следующим образом. В рабочую область измерительной ячейки 1 заливают воду, материал располагают лицевой стороной к воде и зажимают крышкой 2 с резиновой накладкой (удерживая прибор за стойку, вращением ручки 4 зажима образца прижимают крышку 2 с резиновой накладкой к измерительной ячейке). Вращением ручки 3 регулировки давления по часовой стрелке повышают гидростатическое давление в рабочей области измерительной ячейки 1. Гидростатическое давление воды воздействует на материал, а датчик регистрирует момент появления воды на обратной стороне материала, сопровождающийся звуковым и световым сигналом индикатора 5. Индикатор 5 воды перед началом испытания необходимо включить, переключив тумблер 6 из положения «0» в положение «1». Вели-

чина гидростатического давления в рабочей области измерительной ячейки определяется по манометру 7.

Для проведения испытаний необходимо медленным вращением ручки регулировки давления по часовой стрелке создать гидростатическое давление внутри прибора, которое регистрируется манометром 7. Скорость повышения давления в рабочей области измерительной ячейки контролируется при помощи секундомера. Оператор, добиваясь увеличения давления на одно деление шкалы манометра за определенное время, обеспечивает этот контроль самостоятельно.

Скорость повышения давления  $v$ , МПа/мин, рассчитывается по формуле:

$$v = \frac{P_1}{T}, \quad (2.15)$$

где  $P_1$  – цена деления шкалы используемого в процессе испытания манометра, МПа;  $T$  – время, в течение которого давление повышается на 1 деление шкалы манометра, мин.

Результат расчета указывается в протоколе испытаний (табл. 2.4).

Окончание испытания может регистрироваться двумя способами:

– при использовании метода статического постоянного давления – по окончании времени испытания;

– при использовании метода динамического давления – в момент срабатывания светозвукового сигнала датчика-водоснимателя.

Для реализации метода статического постоянного давления к образцу материала пять раз подряд прикладывают гидростатическое давление, указанное в НТД на материал, выдерживая образец под нагрузкой 5 минут. Если за установленное время при указанной нагрузке не замечено признаков проникания воды через материал, то образец считают прошедшим испытания.

Для реализации метода динамического давления образец нагружают гидростатическим давлением, поднимая его с постоянной скоростью до проникания воды на изнаночную сторону. В момент проникания воды через образец, о котором сигнализирует датчик-водосниматель, регистрируют значение давления, указанное на манометре. За результат испытания принимают среднее арифметическое значение из всех измерений, выполненных на одном образце.

Таблица 2.4 – Результаты испытаний материалов по показателю водонепроницаемости методом динамического давления

Наименование материала	Водонепроницаемость, $P$ , МПа, в точке					Средняя водонепроницаемость образца, $P_{cp}$ , МПа	Скорость повышения давления $v$ , МПа/мин
	1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 2.5 – Результаты испытаний материалов по показателю водонепроницаемости методом статического давления

Наименование материала, номер НТД на материал	Время до промокания, $T$ , мин, в точке					Гидростатическое давление, приложенное к образцу, $P_{ст}$ , МПа	Резюме (испытания прошел/испытания не прошел)
	1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8

### Вопросы для самоподготовки

1. Что называется «водопроницаемостью» и каким показателем характеризуется данное свойство материалов?
2. Чем «водонепроницаемость» отличается от «водопроницаемости»? Как определяется данный показатель?
3. По какому принципу работает прибор ПВС-2?
4. От каких факторов зависят показатели водонепроницаемости и водопроницаемости натуральных кож?
5. Каков принцип работы портативного прибора для определения водонепроницаемости текстильных материалов?
6. Какие методы определения водонепроницаемости можно реализовать, используя портативный прибор?
7. Какова системная единица измерения водонепроницаемости методом динамического давления?

### Лабораторная работа 3. Определение гигроскопических характеристик свойств материалов

*Цель работы:* изучить методику определения характеристик сорбционных материалов: гигроскопичности, намокаемости и влагоемкости, капиллярности.

*Материалы и оборудование:* образцы материалов, ножницы, эксикатор с водой, весы электронные, бюксы, термостат, штатив, измерительная линейка.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) знать определения показателей гигроскопичности, намокаемости, влагоемкости, капиллярности;
- 2) изучить методику определения указанных показателей.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) описать методику определения гигроскопичности, намокаемости, влагоемкости кожевенных материалов, гигроскопичности и капиллярности текстильных материалов;
- 2) испытать образцы кож и определить значения показателей гиг-

роскопичности, намокаемости и влагоемкости;

3) испытать образцы текстильных материалов и определить значения показателей гигроскопичности и капиллярности;

4) результаты работы оформить в табличной форме. Сделать выводы.

### **Общие сведения о гигроскопических характеристиках свойств материалов**

Гигроскопические характеристики применяются для оценки способности материалов взаимодействовать с влагой. Основными гигроскопическими характеристиками кожи являются влажность, гигроскопичность, намокаемость и влагоемкость, влагоотдача.

**Влажность,  $W$ , %**, – характеризует способность материала сорбировать влагу из паровоздушной среды (показывает, какую часть массы материала составляет влага, содержащаяся в нем при фактической влажности воздуха):

$$W = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad (2.16)$$

где  $m$  – масса образца при фактической влажности воздуха, г;  $m_0$  – масса абсолютно сухого образца, г.

Количество влаги, поглощенное материалом, в ряде случаев выражают также по отношению к массе материала, содержащего влагу. Этот показатель в кожевенной промышленности называют относительной влажностью материала.

При нормальных условиях влажность натуральных кож составляет 12–18 %, ИК – 1–6 %, х/б тканей – 6 %, шерстяных тканей – 16 %, синтетических тканей – 0,7–4 %, картонов – 4–9 %.

**Гигроскопичностью,  $\Gamma$ , %**, называют способность материала поглощать пары воды из окружающего воздуха с относительной влажностью  $\varphi \approx 100$  % в течение определенного времени:

$$\Gamma = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad (2.17)$$

где  $m_1$  – масса пробы материала после пребывания в паровоздушной среде влажностью  $\varphi \approx 100$  % в течение 16 или 2 часов, г.

Гигроскопичность зависит от вида волокна и структуры материала. Гигроскопичность хлопчатобумажных обувных тканей составляет 8–14 %, капроновых – 1–2 %, лавсановых – практически равна нулю, шерстяных – не менее 10 %.

**Намокаемость,  $H$ , %**, – характеризует способность материала взаимодействовать с влагой в жидкой фазе в течение определенного времени и определяется количеством влаги, поглощенной материалом при его полном погружении в воду:

$$H = \frac{m_2 - m}{m} \cdot 100, \quad (2.18)$$

где  $m_2$  – масса пробы материала после замачивания в воде, г.

Намокаемость при 2-часовом нахождении в воде составляет для кож – 30÷40 %, при 24-часовом – 20÷65 %, для картонов не более 30÷55 %, для тканей за 1 час – 40÷400 %.

**Влагоемкость,  $B_{\bar{e}}$ , %**, характеризует полное влагосодержание материала с учетом влаги, сорбированной образцом из паровоздушной и жидкой среды после пребывания пробы материала в воде в течение определенного времени.

Определяется как отношение количества влаги, г, установившееся в материале после намокания в воде в течение 2 или 24 часов к абсолютно сухой массе материала, выраженное в процентах:

$$B_{\bar{e}} = \frac{m_2 - m_0}{m_0} \cdot 100. \quad (2.19)$$

Таким образом, при расчете намокаемости учитывается только влага, поглощенная материалом при погружении его в воду, а при расчете влагоемкости – вся влага, которая установилась в образце после пребывания в воде (влага из окружающей среды + влага из воды). Учитывая это

$$B_{\bar{e}} > H.$$

Между влагоемкостью и намокаемостью существует следующая зависимость:

$$B_{\bar{e}} = \frac{H + W}{100 - W}. \quad (2.20)$$

**Капиллярность** – способность продольных капилляров материала поглощать влагу. Характеризуется высотой подъема жидкости по образцу, погруженному одним концом в воду под действием сил капиллярного впитывания. Капиллярность зависит от строения материала и волокнистого состава пряжи.

Отрицательное значение при изготовлении одежды и обуви из текстильных материалов имеет их **усадка**, так как она может изменять

форму и размер изделия. Причинами усадки являются увлажнение ткани и её последующая сушка в свободном состоянии. Для хлопчатобумажных тканей допускается усадка до 3,5 %, для шерстяных – 1,5–4 %.

**Влагоотдача,  $B_o$ , %**, характеризует десорбционную способность материала и определяется количеством влаги, отданной в среду с пониженной влажностью воздуха материалом, имевшим гигроскопическую влажность.

Влажность, гигроскопичность, намокаемость и влагоемкость материалов зависят от наличия в полимерном веществе материала гидроксильных групп, присутствия в материале вводимых гидрофобных (жиряющих) веществ и пористости. Чем меньше пористость материала, тем меньше эти показатели.

### **Методика выполнения работы**

#### ***Определение гигроскопичности кож***

Для определения гигроскопичности из кожи вырезают образец размером 50×50 мм. Образец, выдержанный при нормальных атмосферных условиях, взвешивают с точностью до 0,001 г (масса  $m$ ) и помещают в эксикатор над водой. Относительная влажность воздуха в эксикаторе над водой близка к 100 %. После 2 ч испытания образцы достают из эксикатора и снова взвешивают (масса  $m_1$ ). Гигроскопичность определяют по формуле (2.17). Результаты испытания заносятся в таблицу 2.6.

#### ***Определение влагоемкости и намокаемости кож***

Для определения намокаемости из кожи вырезают образец прямоугольной формы размерами 50×60 мм и взвешивают его (масса  $m$ , мг). Затем образец погружают в воду на 2 ч. После увлажнения образец вынимают, снимают с его поверхности излишнюю влагу фильтровальной бумагой и снова взвешивают (масса  $m_2$ , мг). Результаты измерений заносят в таблицу 2.6. Намокаемость определяют по формуле (2.18). Влагоемкость определяется по формуле (2.19).

Абсолютно сухая масса образца  $m_0$  определяется расчетным путём по формуле

$$m_0 = \frac{m \cdot (100 - W)}{100}, \quad (2.21)$$

где  $W$  – влажность материала перед испытанием, %. В условиях лаборатории влажность материала принимается равной  $W = 18$  %.

### **Определение гигроскопичности тканей**

Для определения гигроскопичности вырезают полоску ткани размерами 50×200 мм и помещают её в бюкс с известной массой ( $m_0$ ).

Открытые бюксы с образцами выдерживают в течение 2 ч в эксикаторе с водой, в котором предварительно установлена и поддерживается относительная влажность воздуха  $\approx 100$  %. Затем бюксы вынимают из эксикатора, закрывают крышкой, взвешивают (масса  $m_1$ ) и определяют массу увлажненного образца ( $m_1$ ), как разницу между массой бюкса с образцом после испытания и массой пустого бюкса.

После этого бюксы с образцами открывают, помещают в термостат и высушивают образец ткани до постоянной массы  $m_2$  при температуре 105–110 °С. Определяют массу абсолютно сухого образца и по формуле (2.17) вычисляют гигроскопичность ткани. Результаты испытания заносят в таблицу 2.7.

### **Определение капиллярности тканей**

Для определения капиллярности вырезают полоску ткани размерами 50×300 мм вдоль основы. Один конец полоски закрепляют в лапке штатива, а другой опускают в ёмкость с водой. Отмечают на образце первоначальный уровень жидкости.

Степень капиллярности ткани определяют высотой, на которую поднимется за 1 ч жидкость, отсчитывая от её первоначального уровня. Результаты измерений заносят в таблицу 2.7.

### **Определение усадки тканей**

Усадку тканей в процентах после замачивания и высушивания находят путем измерения длины образца до и после испытания. Для этого длину образцов с рабочей зоной 50×200 мм измеряют по осевой линии с точностью до 0,5 мм ( $L_0$ ). После этого образцы ткани увлажняют в воде в течение 2 ч, а затем высушивают в термостате в течение 20–30 мин при температуре 100–110 °С.

Высушенные образцы закрепляют одним концом в верхнем зажиме разрывной машины (или релаксометра «стойка»), а к другому концу подвешивают груз предварительного натяжения массой 0,5 кг. Измеряют длину образца по осевой линии ( $L_1$ ). Усадку вычисляют по формуле (2.22) отдельно для образцов, выкроенных по основе, утку и диагонали:

$$\Delta l_c = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100, \quad (2.22)$$

где  $L_0$  и  $L_1$  – длина образца по осевой линии соответственно до и после испытания, мм.

Результаты испытаний заносят в таблицу 2.7.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 2.6 – Определение гигроскопических характеристик кож

Наименование материала	Масса образца, мг				Гигроскопичность, $G$ , %	Намокаемость, $H$ , %	Влагоёмкость, $B_{\text{в}}$ , %
	воздушно-сухая $m$	абсолютно сухая $m_0$	после увлажнения в эксикаторе $m_1$	после пребывания в воде $m_2$			
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 2.7 – Гигроскопические характеристики тканей

Наименование материала	Масса, г					Гигроскопичность, $G$ , %	Высота подъёма жидкости, $h$ , мм	Длина образца, мм		Усадка, $\Delta L_c$ , %
	бюкса $m_0$	бюкса с образцом после выдержки в эксикаторе $m_1^1$	увлажнённого образца $m_1$	бюкса с образцов после сушки $m_2^0$	высушенного образца $m_0$			первоначальная, $L_0$	после замачивания и сушки, $L_1$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

### Вопросы для самоподготовки

1. Что называют «гигроскопичностью»? От чего она зависит?
2. Чем отличается показатель «влажность» от показателя «гигроскопичность»?
3. Что такое «намокаемость» и «влагоёмкость», чем они отличаются и как определяются?
4. Значение какого показателя больше: влагоёмкости или намокаемости и почему?
5. Как можно математическим путем рассчитать абсолютно сухой вес образца?
6. Что характеризует показатель «влагоотдача», и от чего зависит его величина?
7. Как определяют капиллярность тканей? От чего зависит величина капиллярности?

8. Что называют усадкой?
9. Как определяют величину усадки тканей?

#### **Лабораторная работа 4. Динамометрия. Определение полуцикловых характеристик механических свойств материалов при одноосном растяжении**

*Цель работы:* изучить методику определения механических свойств материалов при одноосном растяжении, ознакомиться с устройством разрывной машины, определить полуцикловые характеристики механических свойств материалов при одноосном растяжении.

*Материалы и оборудование:* образцы материалов, разрывная машина, толщиномер.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить показатели механических свойств материалов при одноосном растяжении и методику их определения;
- 2) изучить устройство и принцип работы разрывной машины маятникового типа РТ-250.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) освоить навыки работы на разрывной машине;
- 2) подготовить образцы к испытанию, произвести их разметку, определить среднюю толщину и площадь поперечного сечения образцов;
- 3) провести испытание образцов материалов при одноосном растяжении до разрыва и построить диаграмму их растяжения;
- 4) рассчитать полуцикловые характеристики механических свойств материалов;
- 5) сравнить данные, полученные при испытании материалов, с данными справочной литературы. Сделать выводы.

#### **Общие сведения об механических свойствах материалов при растяжении и методах их определения**

*Механическими* свойствами материалов называют комплекс свойств, определяющих отношение материалов к действию внешних сил. Под действием внешних сил происходит деформация материалов – изменяются их исходные размеры и форма.

При производстве и эксплуатации изделий материалы испытывают разнообразные механические воздействия, вызывающие деформации растяжения, сжатия, изгиба, среза и кручения. От характера и величины деформации и вызываемых ею изменений структуры материала зависит возможность изготовления обуви, её удобство, внешний вид и долговечность в эксплуатации.

Механические свойства определяют прочность материала – спо-

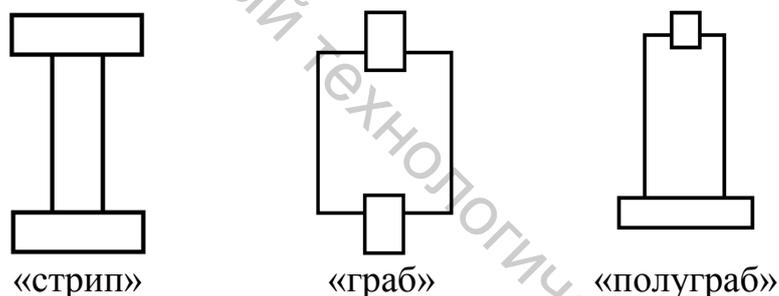
способность его сопротивляться разрушению, т.е. разрыву связей между элементами тела, приводящему к разделению на части. Поэтому изучение механических свойств материалов важно для оценки их качества и технологической пригодности.

Наиболее часто материалы испытывают на растяжение, так как в процессе производства изделия формируются растяжением, а во время эксплуатации подвергаются повторным деформациям. Данный вид деформации в зависимости от способа приложения внешней силы делят на одноосное, двухосное, многоосное и пространственное.

Одноосное растяжение в материале возникает тогда, когда внешние силы, действующие на материал вдоль одной оси, направлены в разные стороны. Одноосное растяжение широко применяется в качестве базового вида испытания при определении свойств материалов и для оценки их качества.

Двухосное и пространственное растяжение – это более сложные виды деформирования, которые приближаются к реальным видам деформаций, возникающих в материалах при изготовлении и эксплуатации изделий.

Испытания материалов в условиях одноосного растяжения в зависимости от формы образцов материалов и способа закрепления их в тисках машины осуществляются тремя способами:



*Стрип* – образец зажимают по всей ширине.

*Граб* – образец зажимают по части ширины. Данный способ применяется при испытании материалов без вырезания из них проб.

*Полуграб* – один конец образца зажимают по методу стрип, а другой – по методу граб. Данный способ имитирует поведение материала при проведении операций формования в том случае, если в качестве рабочих органов на машине для формования применяются клещевые захваты.

В зависимости от способа осуществления испытательного цикла «нагрузка – разгрузка – отдых» различают характеристики механических свойств трех видов:

– полуцикловые – определяются при однократном действии части испытательного цикла (нагрузки);

– одноцикловые – определяются при однократном действии полного цикла (нагрузка – разгрузка – отдых) и во многом характеризуют

поведение материалов в процессе производства изделий;

– многоцикловые – определяются при многократном действии нескольких полных циклов и характеризуют поведение материалов в процессе эксплуатации изделий.

Полу- и многоцикловые характеристики механических свойств материалов могут быть получены с разрушением или без разрушения испытуемого образца.

Основными полуцикловыми характеристиками механических свойств материалов при растяжении являются:

*Нагрузка при разрыве,  $P_{раз}$ , Н*, – наибольшее усилие в ньютонах, которое выдерживает образец в момент разрыва.

*Предел прочности при растяжении,  $\sigma$ , МПа* – максимальное напряжение, предшествующее разрушению материала при разрыве:

$$\sigma_{раз} = \frac{P_{раз}}{F_{ср}}, \quad (2.23)$$

где  $P_{раз}$  – нагрузка при разрыве, Н;  $F_{ср}$  – средняя площадь поперечного сечения образца, мм<sup>2</sup>,  $F_{ср} = b \times h_{ср}$ ,  $b$  – ширина образца, мм.

*Абсолютное удлинение при разрыве,  $\Delta l_{раз}$ , мм*, – определяется как разница между длиной образца в момент разрыва  $l_{раз}$  и его первоначальной длиной  $l_{раб}$ :

$$\Delta l_{раз} = l_{раз} - l_{раб}. \quad (2.24)$$

*Относительное удлинение при разрыве,  $\varepsilon_{раз}$ , %*, – относительное изменение длины рабочей части образца при разрушении:

$$\varepsilon_{раз} = \frac{\Delta l_{раз}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (2.25)$$

где  $\Delta l_{раз}$  – абсолютное удлинение образца при разрыве, мм;  $l_{раб}$  – длина рабочей части образца, мм.

Способность материалов к удлинению является одним из основных технологических критериев возможности их применения для изготовления изделий легкой промышленности. Изделия из малораствяжимых материалов плохо формуются. Изделия из сильно тягучих материалов быстро теряют форму в процессе эксплуатации.

*Жесткость,  $D$ , Н*, – показатель, характеризующий способность материалов сопротивляться изменению размера или формы при действии внешней силы:

$$D = E_{усл} \cdot F_{ср}, \quad (2.26)$$

где  $E_y$  – условный модуль упругости, Н/мм<sup>2</sup>.

Условный модуль упругости,  $E_{ysl}$ , Н/мм<sup>2</sup>:

$$E_{ysl} = \frac{\sigma_{ysl}}{\varepsilon_{ysl}} \cdot 100, \quad (2.27)$$

где  $\sigma_{ysl}$  – условное напряжение, Н/мм<sup>2</sup>;  $\varepsilon_{ysl}$  – условная относительная деформация, %.

Чем выше у материала значения условного модуля упругости и жесткости, тем меньше его деформация.

Условия для определения условного модуля упругости и жесткости обувных материалов представлены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Значения напряжения и деформации для определения жесткости и условного модуля упругости различных материалов

Вид материала	Условие
1 Кожа натуральная	$\sigma_{ysl} = 10 \text{ МПа}$
2 Текстильные материалы	$\varepsilon_{ysl} = 0,75 \varepsilon_{раз}$
3 ИК на тканевой и трикотажной основе	$\varepsilon_{ysl} = 0,75 \varepsilon_{раз}$
4 СК на нетканой основе	$\sigma_{ysl} = 5 \text{ МПа}$
5 Картон	$\sigma_{ysl} = \sigma$
6 Резины и прочие полимеры для низа обуви – при $\varepsilon_{раз} > 100 \%$ – при $\varepsilon_{раз} < 100 \%$	$\varepsilon_{ysl} = 100 \%$ $\sigma_{ysl} = 0,4\sigma$

*Абсолютная работа разрыва*,  $A_{раз}$ , Дж, – это работа, совершаемая при растяжении образца до его разрыва. Показывает, какое количество энергии необходимо затратить для преодоления связи между структурными элементами материала. Этот показатель учитывает прочность и деформационную способность материала.

Работа разрыва пропорциональна площади  $S_{\phi}$ , находящейся под кривой диаграммы растяжения (рис. 2.7).

*Условная работа разрыва*,  $A_{ysl}$ , Дж, – это такая работа, которая могла бы быть совершена, если бы от момента растяжения до разрыва образца кожи действовала сила, равная его прочности.

Определяется как произведение усилия при разрыве на удлинение материала:

$$A_{ysl} = P_{раз} \cdot \Delta l_{раз}. \quad (2.28)$$

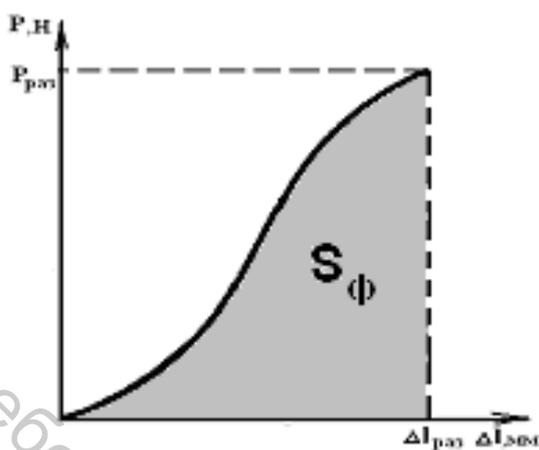


Рисунок 2.7 – Диаграмма растяжения материала

Коэффициент *полноты* диаграммы растяжения,  $\eta$ , характеризует сопротивляемость материала разрыву и определяется по формуле

$$\eta = \frac{A_{раз}}{A_{усл}} \quad (2.29)$$

Чем больше  $\eta$ , тем больше работа, совершаемая материалом при растяжении до разрыва.

## Методика выполнения работы

### Подготовка образцов к испытанию

Испытание материалов при одноосном растяжении до разрыва осуществляется в соответствии с нормативными документами на образцах формы и размеров, указанных в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Форма и размеры образцов для испытания при одноосном растяжении

Вид материала	ТНПА на метод испытания	Форма образцов	Размеры рабочей зоны образцов, мм×мм
Кожи	ГОСТ 938.11- 69 «Кожа. Метод испытания на растяжение»	двухсторонняя лопаточка	50×10
Искусственные кожи	ГОСТ 17316-71	прямоугольная	100×20
Картоны	ГОСТ 9186-76	прямоугольная	50×10
Резины, прочие полимеры	ГОСТ 270-75	двухсторонняя лопаточка	50×10

Для испытания кожи подготавливают образец в форме двусторонней лопаточки с размерами рабочей зоны 50×10 мм (рис. 2.8). Рабочую часть образца размечают прямыми линиями перпендикулярно продольной оси на пять равных участков длиной 10 мм. Замеряют толщину образца в каждом участке и рассчитывают среднее значение толщины образца  $h_{ср}$ , мм. Результаты замеров заносят в таблицу 2.10.

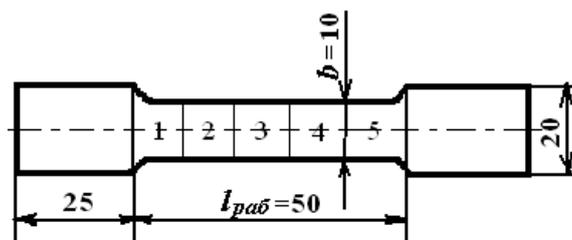


Рисунок 2.8 – Форма и размеры образцов для испытания кож при одноосном растяжении

Аналогичным образом отмечается рабочая зона образцов из прочих материалов. Производится замер толщины образцов из искусственных и синтетических кож, картонов и полимерных материалов.

По результатам замеров определяется средняя площадь поперечного сечения образцов по формуле

$$F_{cp} = b \times h_{cp}, \quad (2.30)$$

где  $b$  – ширина образца, мм;  $h_{cp}$  – среднее значение толщины образца.

### **Устройство и принцип работы разрывной машины РТ-250**

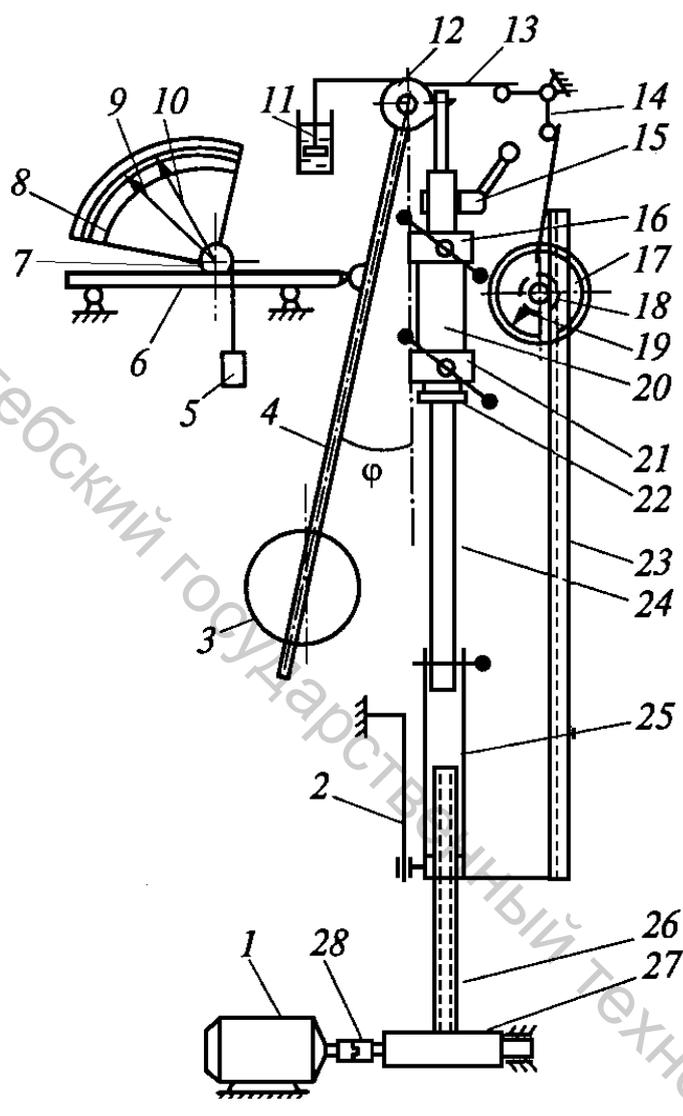
Схема разрывной машины РТ-250 представлена на рисунке 2.9.

Разрывную машину подключают к источнику электропитания.

Перед заправкой образца верхний зажим фиксируют неподвижно во втулке с помощью арретира 15. Устанавливают требуемое расстояние между зажимами 16 и 21, которое должно соответствовать рабочей длине образца. Для этого вынимают шпильку, соединяющую подвижный шток 24 и втулку 25. На боковой поверхности подвижного штока 24 имеются отверстия, расположенные на расстоянии 50 мм относительно друг друга. Поднимая или опуская подвижный шток относительно втулки 25, устанавливают требуемое расстояние между зажимами и при помощи шпильки соединяют подвижный шток 24 с втулкой 25.

Образец испытываемого материала 20 заправляют сначала в губки верхнего зажима 16, а затем нижнего зажима 21 разрывной машины лицевой стороной к испытателю, строго посередине зажимов и без перекосов и фиксируют в таком положении при помощи винтов, установленных на зажимах. В том случае, когда образцу необходимо придать предварительное напряжение, верхний конец образца фиксируют в верхнем зажиме, а нижний конец после пропускания между губок нижнего зажима помещают на устройстве для предварительного натяжения 22. К нижнему концу подвешивают калиброванный груз для создания предварительного напряжения, фиксируют образец в нижнем зажиме, после чего груз снимают.

После заправки образца арретиром 15 производят разблокировку верхнего зажима 16.



- 1 – электродвигатель;
- 2 – направляющая;
- 3 – груз; 4 – маятник;
- 5 – грузик; 6 – зубчатая рейка; 7 – зубчатое колесо;
- 8 – силоизмеритель;
- 9 – ведущая стрелка;
- 10 – контрольная стрелка;
- 11 – масляный амортизатор; 12 – грузовой рычаг;
- 13, 14 – звенья корректирующего устройства;
- 15 – арретир;
- 16, 21 – зажимы;
- 17 – измеритель абсолютной деформации;
- 18 – зубчатое колесо;
- 19 – указатель;
- 20 – образец материала;
- 22 – устройство для предварительного натяжения;
- 23 – зубчатая рейка;
- 24 – подвижный шток;
- 25 – втулка; 26 – винт;
- 27 – червячный редуктор;
- 28 – муфта

Рисунок 2.9 – Схема разрывной машины РТ-250

Шкалу силоизмерителя 8 при помощи ручки, установленной на панели прибора, вращают таким образом, чтобы стрелки 9 и 10 (ведущая и контрольная) были установлены относительно нулевого значения силы. На измерителе абсолютной деформации 17 значение указателя также должно располагаться на нулевом значении.

Шкала для измерения силы имеет три пояса: А – от 0 до 500 Н с ценой деления 1 Н; Б – от 0 до 1000 Н с ценой деления 2 Н; В – от 0 до 2500 Н с ценой деления 5 Н. При работе на втором и третьем поясах на маятник 4 добавляют грузы 3 в 1 кН или 7 кН соответственно.

Скорость перемещения нижнего зажима регулируется от 25 до 250 мм/мин путем вращения специальной рукоятки, установленной на лицевой панели машины.

Растяжение образца осуществляется за счет опускания нижнего зажима с постоянной скоростью. Для опускания и последующего поднятия нижнего зажима в исходное положение используются кнопки

«Вниз» и «Вверх» на панели прибора. При нажатии кнопок включается электродвигатель 1, который через муфту 28 приводит в движение червячный редуктор 27 с присоединённым к нему винтом 26, входящим в резьбовое соединение со втулкой 25. Движение втулки 25 происходит по направляющей 2. Включая кнопки на панели управления разрывной машины «Вниз» и «Вверх», изменяют направление постоянного электрического тока в цепи электродвигателя и, следовательно, направление вращения ротора электродвигателя и винта 26. Вращаясь в том или ином направлении, винт 26 перемещает шток 24 вниз или вверх по направляющей 2. Для экстренного останова движения нижнего зажима используется кнопка «Стоп» на панели машины.

Усилие  $P$ , прилагаемое для растяжения образца материала, измеряют маятниковым силоизмерителем. Образец материала 20, деформируясь, перемещает верхний зажим 16, который поворачивает грузовой рычаг 12, соединенный неподвижно с маятником 4. Поворот рычага 12 приводит к отклонению маятника на некоторый угол  $\varphi$ . Отклоняясь от положения равновесия, маятник перемещает зубчатую рейку 6 и поворачивает зубчатое колесо 7.

На оси зубчатого колеса закреплена ведущая 9 и контрольная 10 стрелки, с помощью которых на шкале силоизмерителя 8 фиксируется усилие, действующее на образец материала. При разрыве образца маятник возвращается в исходное положение, а ведущая стрелка под действием грузика 5 – на нулевое деление шкалы силоизмерителя 8. Контрольная стрелка 10 остается в момент разрушения материала на месте и фиксирует значение силы.

Для плавного движения маятника машина снабжена масляным амортизатором 11, шток которого соединен с грузовым рычагом 12.

Удлинение образца измеряют по шкале измерителя абсолютной деформации 17 в миллиметрах. Шкалу приводит в движение зубчатое колесо 18, соединенное с зубчатой рейкой 23, которая соединена со втулкой 25. Указатель 19 соединен с корректирующим устройством, включающим звенья 13 и 14, и рычагом 12. При отклонении маятника от вертикального положения корректирующее устройство поворачивает указатель по направлению перемещения шкалы измерителя абсолютной деформации 17 на величину, равную перемещению верхнего зажима. Разрывная машина снабжена механизмом автоматического останова при разрыве образца.

### ***Определение полуцикловых характеристик механических свойств материалов***

Образцы испытывают на разрывной машине до разрыва с записью диаграммы растяжения (зависимости «нагрузка – деформация»).

Для этого:

– верхний зажим фиксируют неподвижно с помощью арретира. Образец закрепляют в зажимах разрывной машины так, чтобы его продольная ось проходила посередине зажимов и располагалась вертикально. Закрепленный образец должен быть расправлен, а линии, отделяющие рабочий участок от головок образца, должны находиться на одном уровне с гранями зажимов;

– с помощью рукоятки устанавливают необходимую скорость движения нижнего зажима;

– выбирают пояс шкалы силоизмерителя таким образом, чтобы предельная нагрузка разрывной машины не превышала десятикратной нагрузки при разрыве образца;

– проверяют точность положения ведущей 9 и контрольной 10 стрелок силоизмерителя на нуле грузовой шкалы и указателя на нуле шкалы удлинений;

– производят разблокировку верхнего зажима 16 поворотом арретира;

– начинают испытания образца путем нажатия кнопки «Вниз»;

– в процессе растяжения образца при соответствующих значениях нагрузки  $P$  на шкале силоизмерителя машины по шкале удлинений регистрируют абсолютные значения удлинения  $\Delta l$ . В момент разрушения образца фиксируют значения нагрузки при разрыве  $P_{раз}$  и абсолютного удлинения при разрыве  $\Delta l_{раз}$ ;

– путем нажатия кнопки «Вверх» осуществляют возврат нижнего зажима в исходное положение. Образец вынимают из зажимов разрывной машины, предварительно зафиксировав верхний зажим при помощи арретира.

Результаты испытания заносят в таблицу 2.11 и по полученным точкам строят диаграмму (график) растяжения материала (рис. 2.10).

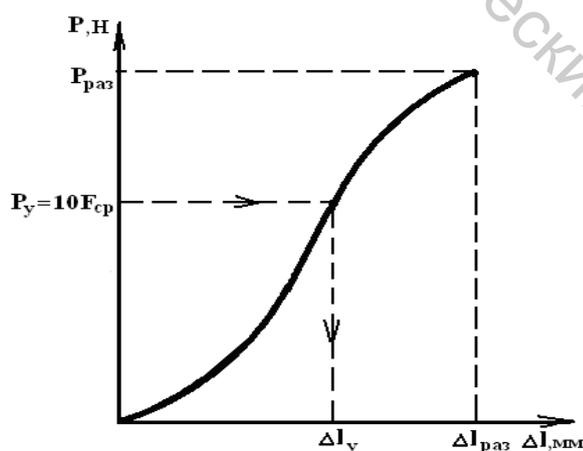


Рисунок 2.10 – График растяжения материала

По результатам испытания определяют следующие полуцикловые характеристики механических свойств кож при растяжении:

- **предел прочности при растяжении,  $\sigma_{раз}$ , Н/мм<sup>2</sup>**, по формуле (2.23);
- **относительное удлинение при разрыве,  $\varepsilon_{раз}$ , %**, по формуле (2.25);
- **условный модуль упругости,  $E_{усл}$ , Н/мм<sup>2</sup>**, по формуле (2.27);
- **жесткость,  $D$ , Н**, по формуле (2.26).

Для **натуральных кож** условный модуль упругости определяется при условном напряжении  $\sigma_y = 10$  МПа. Данное напряжение возникает в образце кожи тогда, когда сила растяжения численно равна средней площади поперечного сечения. Так как условное напряжение является известной величиной, то по формуле (2.23) определяется значение условной нагрузки  $P_{усл}$ , Н:

$$\sigma_{усл} = 10 = \frac{P_{усл}}{F_{ср}}; \quad \text{тогда } P_{усл} = 10 \cdot F_{ср}.$$

а затем по графику растяжения образца (рис. 2.10) определяется соответствующее данной условной нагрузке значение условного абсолютного удлинения  $\Delta l_{усл}$ , мм.

Рассчитывается условная относительная деформация образца по формуле

$$\varepsilon_{усл} = \frac{\Delta l_{усл}}{l_{раб}} \cdot 100. \quad (2.31)$$

По формулам (2.26) и (2.27) рассчитываются условный модуль упругости и жесткость кож.

Для **искусственных** и **синтетических кож** модуль упругости определяют при следующих условиях:

– для искусственных и синтетических кож на **нетканой** основе – при напряжении  $\sigma_{усл} = 5$  МПа, т.е. при нагрузке  $P_{усл} = 5 \cdot F_{ср}$ .

Для этого по диаграмме растяжения находят при соответствующем значении  $P_{усл}$  величину  $\Delta l_{усл}$ , рассчитывают  $\varepsilon_{усл}$  по формуле (2.25), а затем по формуле (2.27) определяют условный модуль упругости;

– для искусственных кож на **тканевой** и **трикотажной** основах – при деформации образца  $\varepsilon_{усл} = 0,75 \varepsilon_{раз}$ .

Для этого из формулы (2.31) находят при данном условии значение  $\Delta l_{усл}$

$$\varepsilon_{усл} = \frac{\Delta l_{усл}}{l_{раб}} \cdot 100 \Rightarrow \Delta l_{усл} = \frac{\varepsilon_{усл} \cdot l_{раб}}{100} = \frac{0,75 \varepsilon_{раз} \cdot l_{раб}}{100},$$

а затем по графику растяжения материала определяют соответ-

ствующее данному значению условной деформации величину условной нагрузки  $P_{усл}$ , Н.

По формулам (2.26) и (2.27) рассчитываются условный модуль упругости и жесткость искусственных и синтетических кож.

Для **резин**, имеющих значения  $\underline{\varepsilon_{раз} > 100 \%}$ , значения жесткости и условного модуля упругости определяются при удлинении  $\underline{\varepsilon_{усл} = 100 \%}$ .

При данном условии  $\Delta l_{усл} = l_{раб} = 50$  мм.

По диаграмме растяжения образца находят нагрузку  $P_{усл}$ , соответствующую удлинению образца на 50 мм, рассчитывают условное напряжение образца и определяют условный модуль упругости резины:

$$E_{усл} = \frac{\sigma_{усл}}{\varepsilon_{усл}} \cdot 100 = \frac{\sigma_{усл}}{100} \cdot 100 = \sigma_{усл} = \frac{P_{усл}}{F_{ср}}.$$

Для **резин**, имеющих значения  $\underline{\varepsilon_{раз} < 100 \%}$ , значения жесткости и условного модуля упругости определяются при напряжении  $\underline{\sigma_{усл} = 0,4 \sigma_{раз}}$ .

В этом случае вначале определяется условная нагрузка, соответствующая задаваемому условию

$$\sigma_{усл} = 0,4 \sigma_{раз} = \frac{P_{усл}}{F_{ср}}, \text{ тогда } P_{усл} = 0,4 \sigma_{раз} \cdot F_{ср}.$$

Затем по диаграмме растяжения материала при данном значении нагрузки находится значение абсолютной условной деформации образца  $\Delta l_{усл}$  и рассчитывается значение условного модуля упругости резины по формуле

$$E_{усл} = \frac{\sigma_{усл}}{\varepsilon_{усл}} \cdot 100 = \frac{0,4 \cdot \sigma_{раз}}{\frac{\Delta l_{усл}}{l_{раб}} \cdot 100} \cdot 100.$$

Модуль упругости и жесткость при растяжении в сухом состоянии для обувных **картонов** рассчитываются при напряжении разрыва:

$$\sigma_{усл} = \sigma_{раз}.$$

Используя полученные зависимости  $P=f(\Delta l)$ , определяют значения *условной* и *абсолютной работы разрыва*, а также *коэффициент полноты диаграммы растяжения* по формулам (2.28)–(2.29). При определении данных характеристик учитывается следующее соотношение

физических единиц: 1 Дж = 1 Н·1 м.

Результаты расчетов показателей механических свойств материалов заносят в таблицу 2.12.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 2.10 – Результаты замеров образцов

Наименование материала	Толщина $h$ , мм, в точке					Средняя толщина образца, $h_{ср}$ , мм	Площадь поперечного сечения образца, $F_{ср}$ , мм <sup>2</sup>
	1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8
Кожа							
Искусственная кожа							
Картон							
Резина							

Таблица 2.11 – Результаты испытания образцов

Данные для построения графиков растяжения материалов							
Кожа		Искусственная кожа		Картон		Резина	
нагрузка, $P$ , Н	удлинение, $\Delta l$ , мм	нагрузка, $P$ , Н	удлинение, $\Delta l$ , мм	нагрузка, $P$ , Н	удлинение, $\Delta l$ , мм	нагрузка, $P$ , Н	удлинение, $\Delta l$ , мм
25	...						
50	...						
75	...						
...	...						
$P_{раз} =$	$\Delta l_{раз} =$						

Таблица 2.12 – Показатели механических свойств материалов

Наименование материала	Предел прочности при растяжении $\sigma_{раз}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение при разрыве, $\epsilon_{раз}$ , %	Условный модуль упругости, $E_{усл}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Жесткость, $D$ , Н	Абсолютная работа разрыва, $A_{раз}$ , Дж	Условная работа разрыва, $A_u$ , Дж	Коэффициент полноты диаграммы растяжения, $\eta$
1	2	3	4	5	6	7	8
Кожа							
ИК							
Картон							
Резина							

## Вопросы для самоподготовки

1. Каковы схема и принцип работы разрывной машины?
2. Как измеряются нагрузка и удлинение при разрыве на разрывных машинах маятникового типа РТ-250?
3. Почему толщину образца натуральных кож необходимо измерять в пяти точках?
4. Почему при расчете модуля упругости кож нельзя воспользоваться классическим законом Гука?
5. Какие показатели механических свойств материалов определяются при одноосном растяжении с разрушением?
6. Какой математической зависимостью описывают связь между усилием при растяжении и удлинением материала?
7. Какие существуют способы испытания материалов в условиях одноосного растяжения?

### **Лабораторная работа 5. Определение одноцикловых характеристик механических свойств материалов при одноосном растяжении**

*Цель работы:* изучить методику испытания материалов при одноцикловом растяжении, определить основные показатели механических свойств материалов при одноцикловом растяжении.

*Материалы и оборудование:* образцы материалов, разрывная машина маятникового типа РТ-250, секундомер, толщиномер, релаксометр-стойка, измерительная линейка, штангенциркуль.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить показатели механических свойств материалов при одноцикловом растяжении и методику их определения;
- 2) изучить устройство и принцип работы приборов для одноцикловых испытаний (испытания на релаксацию деформации и релаксацию усилий).

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) освоить навыки работы на приборах для одноцикловых испытаний материалов;
- 2) подготовить оборудование и образцы к испытанию, произвести разметку образцов, определить среднюю толщину;
- 3) провести одноцикловые испытания образцов при одноосном растяжении без разрушения и определить упруго-пластические свойства материалов;
- 4) провести испытания образцов на релаксацию усилий и релаксацию деформации (согласно индивидуальному заданию);
- 5) построить графики релаксации усилий и графики релаксации деформации образцов, рассчитать значения показателей реологических

свойств исследуемых материалов;

б) оформить полученные результаты в табличной форме, сравнить данные, полученные при испытании материалов, с данными справочной литературы. Сделать выводы.

### **Общие сведения об механических свойствах материалов при растяжении и методах их определения**

При производстве изделий легкой промышленности и их эксплуатации на материалы, из которых изготовлены изделия, действуют усилия, которые существенно меньше разрушающих  $P < P_{раз}$ . Так, материалы для обуви и кожгалантерейных изделий подвергаются усилиям, составляющим 10–30 % от разрывных, материалы швейных изделий – усилиям, составляющим 1–15 % от разрывных. Данные усилия не разрушают материал, но приводят к расшатыванию его структуры, утомлению, изменению исходных размеров и формы, что существенно ухудшает внешний вид изделий.

Оценка механических свойств материалов при нагрузках, меньших разрывных, осуществляется в ходе одноцикловых испытаний. Одноцикловые испытания позволяют изучить закономерности изменения деформационно-напряженного состояния материалов при действии сравнительно небольших усилий и после их прекращения, что во многом определяет стабильность размеров и формы изделия во времени.

**Одноцикловыми** характеристиками механических свойств материалов, определяемых при действии сил, меньших разрушающих, являются:

*Относительная полная деформация,  $\varepsilon_{полн}$ , %:*

$$\varepsilon_{полн} = \frac{\Delta l_{полн}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (2.32)$$

где  $\Delta l_{полн}$  – абсолютная полная деформация рабочей части образца при действии заданной нагрузки  $P$ , мм.

*Относительная остаточная деформация,  $\varepsilon_{ост}$ , %*, показывает приращение рабочей части образца при растяжении, оставшееся после снятия внешней силы, вызвавшей в образце первоначальное полное удлинение:

$$\varepsilon_{ост} = \frac{\Delta l_{ост}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (2.33)$$

где  $\Delta l_{ост} = l_{ост} - l_{раб}$  – абсолютная остаточная деформация рабочей части

пробы материала, мм;  $l_{ост}$  – длина рабочей части образца после снятия нагрузки и отдыха, мм.

*Относительная упругая деформация,  $\varepsilon_{упр}$ , %*, показывает приращение рабочей части образца при растяжении, исчезающее после снятия внешней силы, вызвавшей в образце первоначальное полное удлинение

$$\varepsilon_{упр} = \frac{\Delta l_{полн} - \Delta l_{ост}}{l_{раб}} \cdot 100. \quad (2.34)$$

Остаточная и упругая деформация натуральных кож определяется при напряжении  $\sigma_{усл} = 10$  МПа, так как приблизительно такие напряжения возникают в материалах при формовании верха обуви на колодке обтяжно-затяжным методом.

Для текстильных материалов и искусственных кож на текстильной основе упруго-пластические свойства определяются при растяжении образцов до условной нагрузки  $P_{усл}$ , соответствующей удлинению, равному 75 % от удлинения при разрыве:  $\Delta l_{усл} = 0,75 \Delta l_{раз}$ .

*Пластичность,  $\Pi$ , %*, характеризует способность материала принимать определенный размер после действия на материал внешней силы:

$$\Pi = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{полн}} \cdot 100, \quad (2.35)$$

где  $\varepsilon_{ост}$  – остаточная деформация материала, %;  $\varepsilon_{полн}$  – полная деформация материала, %.

*Упругость,  $У$ , %*, характеризует способность материала восстанавливать исходные размеры (форму) после действия внешней силы:

$$У = 100 - \Pi. \quad (2.36)$$

Материалы для изделий легкой промышленности должны обладать определенным сочетанием упругих и пластических свойств. Изделия (заготовки) из пластичных, малоупругих материалов легко формуруются, хорошо сохраняют приданную им в процессе формования форму, но при последующей носке изделия также легко её теряют. Изделия (заготовки) из упругих материалов после снятия с формующих элементов плохо сохраняют приданную им в процессе формования форму.

Особенностью материалов легкой промышленности является ярко выраженный релаксационный характер их поведения при деформации.

При действии и последствии внешней силы материал переходит из «старого» равновесного состояния в «новое». Этот переход протекает во времени и обусловлен структурными изменениями, происходящими в растянутом материале. Процесс, характеризующий переход материала из неравновесного в равновесное состояние (процесс установления термодинамического равновесия в материале), называется *релаксацией*.

Релаксационный характер поведения материалов при деформации во многом определяет стабильность размеров и формы материала во времени.

Закономерности изменения деформационно-напряженного состояния материалов при усилиях, меньших разрывных, осуществляют с помощью следующих основных методов:

1. На пробу материала в течение опыта действует постоянное усилие  $P = \text{const}$ , и непрерывно осуществляется фиксация изменения линейных размеров материала через определенные промежутки времени – испытания на *ползучесть* (или релаксацию деформации).

2. Материал мгновенно растягивается до заданного удлинения, которое в течение опыта сохраняется постоянной  $\varepsilon = \text{const}$ , и определяют изменение усилий в деформированной пробе материала – испытание на *релаксацию усилий*.

**1 способ.** Для реализации условия  $P = \text{const}$  применяют приборы и установки типа УР-2М, «Стойка», установки МГУДТ, принципиальная схема которых представлена на рисунке 2.11.

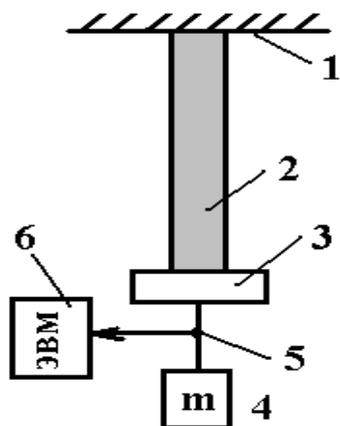


Рисунок 2.11 – Схема установки для испытания на ползучесть

Проба материала 2 (при одноосном растяжении) закрепляется в тисках 1 и 3. Тиски могут быть подвижными оба или только один. К нижним тискам 3 через нижний шток 5 с малой массой крепят груз 4, создающий внешнее постоянное механическое давление на пробу материала. Измерение перемещения (удлинения) пробы материала проводят различными способами с использованием измерительных приборов: линейки, оптического микроскопа (катетометра), электромеханического датчика перемещения. Регистрация изменяющегося размера пробы может осуществляться потенциометром, компьютером 6 и другими приборами.

Зная значения изменения длины пробы материала при фиксированных значениях времени, строят график зависимости  $\varepsilon = f(\tau)$  для периодов нагружения и отдыха образца (рис. 2.12).

При действии внешней силы деформация возрастает и зависимость  $\varepsilon = f(\tau)$  имеет достаточно сложный вид. Приращение деформации

материала за один и тот же отрезок времени различно. Чем больше время испытания, тем меньше изменение длины пробы.

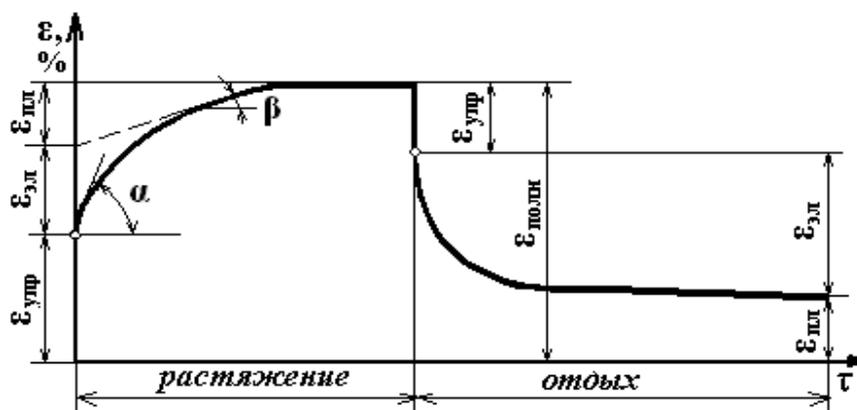


Рисунок 2.12 – Вид зависимости  $\varepsilon = f(\tau)$

Полная относительная деформация при прекращении действия внешней силы равна сумме деформаций:

$$\varepsilon_{\text{полн}} = \varepsilon_{\text{упр}} + \varepsilon_{\text{эл}} + \varepsilon_{\text{пл}}. \quad (2.37)$$

Упругая часть ( $\varepsilon_{\text{упр}}$ ) полной деформации в полимерных волокнистых материалах (кожа, ткань и др.) и материалах других структур возникает вследствие появления внешнего давления, за счет изменения расстояний между атомами. Упругая деформация в материале развивается с большой скоростью и зависит от степени полимеризации полимера и кристалличности. Чем выше эти характеристики полимерного вещества, тем больше значение этой составляющей в полной компоненте деформации и тем выше упругие свойства материала.

С течением времени в результате действия внешней силы происходит накопление внутренней энергии в структурных элементах материала. После достижения определенного уровня напряженности связей упругая деформация переходит в высокоэластическую деформацию ( $\varepsilon_{\text{вэ}}$ ), которая изменяется во времени. Макромолекулы начинают изменять исходное конформационное положение. В волокнистых материалах надмолекулярные образования (фибриллы, волокна или нити) начинают деформироваться, а материал – изменять исходные размеры во времени.

Рост высокоэластической части деформации продолжается до тех пор, пока энергия, накопившаяся в связях, не достигнет значения, превышающего предельного значения, и не произойдет нарушения этих связей. При их нарушении происходят необратимые изменения, связанные с перемещением структурных элементов относительно друг друга.

Пластическая часть ( $\varepsilon_{\text{пл}}$ ) полной деформации появляется в материале вследствие необратимого изменения (нарушения) прежних существовавших внешних и внутренних связей между определенными

структурными элементами материала (молекулами, макромолекулами, фибриллами, волокнами и т.д.) и образования новых связей.

Для характеристики реологических свойств материалов рассчитываются следующие показатели:

– полная деформация, %:

$$\varepsilon_{\text{полн}} = \varepsilon_{60} , \quad (2.38)$$

где  $\varepsilon_{60}$  – относительная деформация образца при последнем замере под нагрузкой, %;

– быстрообратимая (условно-упругая) деформация, %:

$$\varepsilon_{\text{упр.}} = \varepsilon_{60} - \varepsilon_{0,08} , \quad (2.39)$$

где  $\varepsilon_{0,08}$  – деформация образца через 0,08 мин (5 с) после снятия нагрузки, %;

– медленнообратимая (условно-эластическая) деформация, %:

$$\varepsilon_{\text{эл.}} = \varepsilon_{0,08} - \varepsilon_{90} ,$$

(2.40)

где  $\varepsilon_{90}$  – деформация образца при последнем замере в период отдыха, %;

– остаточная (условно-пластическая) деформация, %:

$$\varepsilon_{\text{пл.}} = \varepsilon_{90} , \quad (2.41)$$

– доля быстрообратимой деформации:

$$\Delta\varepsilon_{\text{упр.}} = \frac{\varepsilon_{\text{упр.}}}{\varepsilon_{\text{полн}}} , \quad (2.42)$$

– доля медленнообратимой деформации:

$$\Delta\varepsilon_{\text{эл.}} = \frac{\varepsilon_{\text{эл.}}}{\varepsilon_{\text{полн}}} , \quad (2.43)$$

– доля остаточной деформации:

$$\Delta\varepsilon_{\text{пл.}} = \frac{\varepsilon_{\text{пл.}}}{\varepsilon_{\text{полн}}} .$$

(2.44)

**2 способ.** Испытание на *релаксацию усилий* (при  $\varepsilon = \text{const}$ ) проводят на разрывных машинах с жёстким силоизмерителем: FP-100/1 (Германия), «Истрон» (Великобритания), «Цвик» (Германия), МРС (Россия); на специальных приборах – релаксометрах УР-2М (МТИ), релаксометр «стойка», Р-МГАЛП и другие, принципиальная схема которых изображена на рисунке 2.13.

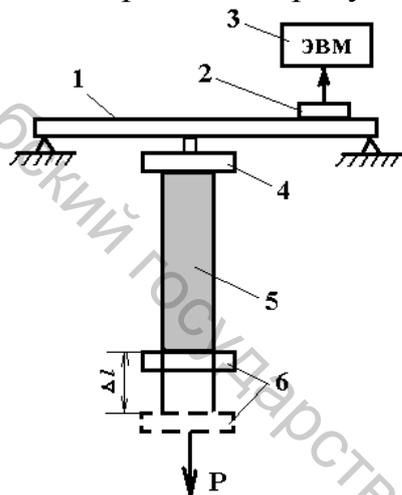


Рисунок 2.13 – Схема установки для испытания на релаксацию усилий

Прибор состоит из упругого элемента 1 (балка), деформация которого измеряется электромеханическим датчиком 2, сигнал от датчика регистрируется прибором 3 (потенциометр, компьютер). Верхний шток с зажимом 4 закреплены на упругом элементе. Проба материала 5 крепится в верхний 4 и нижний 6 зажимы. К нижнему зажиму через соответствующие устройства сообщается сила  $P$ , деформирующая пробу на требуемую величину  $\Delta l = \text{const}$ , которая в течение испытаний остается постоянной.

Для обувных материалов при их деформировании на некоторую величину с течением времени наблюдается падение усилия (напряжения), возникшего в материале. Это связано с процессом ориентации структурных элементов материала.

Зависимость  $\sigma = f(\tau)$  называют кривой *релаксации усилий*. От релаксации усилий зависит стабильность размеров и формы обуви после снятия её с колодки (рис. 2.14).

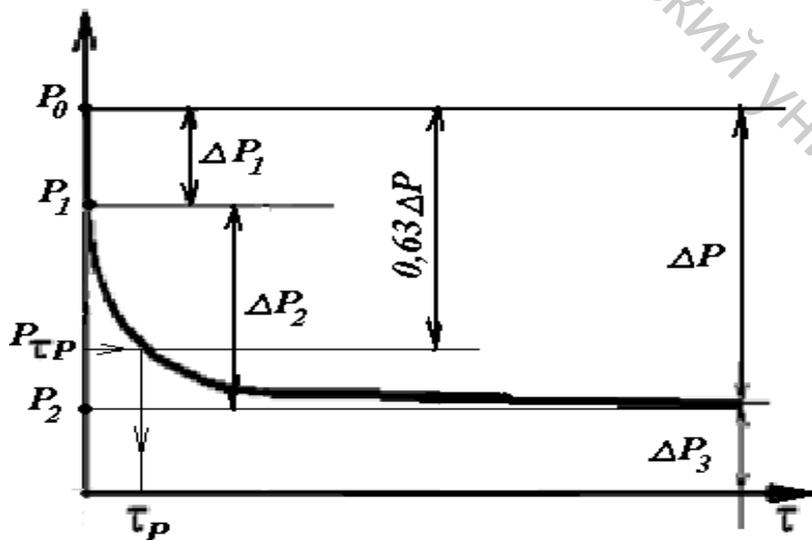


Рисунок 2.14 – Кривая релаксации усилий материалов

По кривой релаксации усилий определяются величины, характеризующие процессы релаксации усилия:

– быстропротекающие

$$\Delta P_1 = P_0 - P_1, \quad (2.45)$$

– медленнопротекающие

$$\Delta P_2 = P_1 - P_2, \quad (2.46)$$

– заторможенные и упругие (нерелаксирующие) усилия

$$\Delta P_3 = P_2. \quad (2.47)$$

Величина *общего падения усилия*  $\Delta P$  рассчитывается по формуле

$$\Delta P = P_0 - P_2. \quad (2.48)$$

*Время релаксации*  $\tau_p$ . Определяется при усилении, соответствующем **0,63  $\Delta P$** . Данная точка отмечается на кривой релаксации усилий и по оси абсцисс определяется соответствующее ей значение времени релаксации (рис. 2.14).

Время релаксации характеризует интенсивность начального этапа процесса релаксации. При этом значение интенсивности релаксационного процесса и величина времени релаксации находятся в обратной зависимости, то есть наиболее интенсивному релаксационному процессу соответствует меньшее время релаксации.

– *Скорость релаксации усилия*  $v_p$  за время опыта. Определяется как отношение общего релаксирующего усилия к времени наблюдения

$$v_p = \Delta P / \tau. \quad (2.49)$$

Величины, характеризующие быстропротекающие  $\Delta P_1$ , медленнопротекающие  $\Delta P_2$  и заторможенные процессы релаксации  $\Delta P_3$ , а также величина общего падения усилия  $\Delta P$  определяют технологические свойства материала, так как величина общего падения усилия на разных этапах релаксационного процесса характеризует степень равновесности конструкции после технологического воздействия на материалы составляющих ее деталей.

Доли быстропротекающих процессов релаксации усилия определяют по формуле

$$\delta P_1 = \frac{\Delta P_1}{P_0}. \quad (2.50)$$

– медленнопротекающих:

$$\delta P_2 = \frac{\Delta P_2}{P_0}, \quad (2.51)$$

– заторможенных процессов релаксации и упругого усилия:

$$\delta P_3 = \frac{\Delta P_3}{P_0}. \quad (2.52)$$

Доля общей величины падения усилия составит:

$$\delta P = \frac{\Delta P}{P_0}. \quad (2.53)$$

Величины, характеризующие быстропротекающие  $\Delta P_1$ , медленнопротекающие  $\Delta P_2$  и заторможенные процессы релаксации  $\Delta P_3$ , а также величина общего падения усилия  $\Delta P$  определяют технологические свойства материала, так как величина общего падения усилия на разных этапах релаксационного процесса характеризует степень равновесности конструкции после технологического воздействия на материалы составляющих ее деталей.

Доли быстропротекающих  $\delta P_1$ , медленнопротекающих  $\delta P_2$  и заторможенных процессов релаксации  $\delta P_3$ , а также доля общей величины падения усилия  $\delta P$  характеризуют соотношение этих процессов и во многом раскрывают их физическую суть, а следовательно, природу механического преобразования структуры материала, что, в свою очередь, позволяет определить более эффективные методы технологического воздействия на материал.

## **Методика выполнения работы**

### **1 Определение упруго-пластических свойств материалов при одноосном растяжении без разрушения**

#### ***Кожевенные материалы***

Испытание кож на одноосное растяжение до нагрузки, меньше разрывной, осуществляется в соответствии с ГОСТ 938.11-69 «Кожа. Метод испытания на растяжение» на разрывных машинах маятникового типа.

Для испытания подготавливают образец кожи в форме двусторон-

ней лопаточки с размерами рабочей зоны 50×10 мм (рис. 2.15).

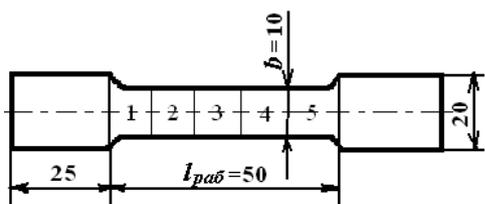


Рисунок 2.15 – Форма и размеры образцов для испытания кож при одноосном растяжении

Рабочую часть каждого образца размечают прямыми линиями перпендикулярно продольной оси на пять равных участков длиной 10 мм. Замеряют толщину образца в каждом участке и рассчитывают среднее значение толщины образца  $h_{ср}$ , мм. Результаты замеров заносят в таблицу 2.14.

Остаточная и упругая деформация натуральных кож определяется при напряжении  $\sigma_{усл} = 10$  МПа.

Для этого образец кожи растягивают на разрывной машине до условной нагрузки  $P_{усл} = 10 \cdot F_{ср}$ . Разрывную машину останавливают, фиксируют значение абсолютного полного удлинения образца по шкале удлинений  $\Delta l_{полн}$  и выдерживают образец в растянутом состоянии в течение 10 минут. Затем нижний зажим разрывной машины поднимают, освобождают образец из зажимов и дают ему 30-минутный отдых в нормальных условиях. После этого измеряют длину рабочей части образца  $l_{ост}$ , мм, и вычисляют относительную остаточную деформацию материала по формуле (2.33).

По формулам (2.32), (2.34), (2.35), (2.36) рассчитывают значения полной, упругой деформации, пластичности и упругости материала. Результаты расчетов заносят в таблицу 2.14.

### **Текстильные материалы, искусственные кожи на тканевой и трикотажной основах**

Испытания текстильных материалов и искусственных кож на тканевой и трикотажной основах осуществляют на разрывных машинах маятникового типа на образцах прямоугольной формы с размерами, указанными в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Размеры образцов для испытания

Материал	Общий размер образца, мм		Размер рабочей зоны, мм	
	длина	ширина	длина	ширина
Ткани	350	30*	200	25
Трикотаж	250	50	100	50
Нетканые полотна	200	50	100	50
ИК	150	20	100	20

\* Образцы из тканей вначале выкраивают шириной 30 мм, а затем удаляют

нити вдоль длины пробы с обеих сторон и доводят ширину до 25 мм. Если образцы из тканей выкраиваются под углом к нитям основы или утка, то образец сразу выкраивают шириной 25 мм.

Для испытания подготавливают два образца.

Образец № 1 испытывают на разрывной машине до разрыва с записью диаграммы растяжения. Результаты полциклового растяжения заносят в таблицу 2.15.

На графиках растяжения определяют значение удлинения  $\Delta l_{усл} = 0,75 \Delta l_{раз}$  и соответствующее ему значение усилия  $P_{усл}$ .

Образец № 2 испытывают на разрывной машине до нагрузки  $P_{усл.}$ , после чего разрывную машину останавливают, фиксируют значение абсолютного полного удлинения образца по шкале удлинений  $\Delta l_{полн}$  и выдерживают образец в растянутом состоянии в течение 10 минут. Затем нижний зажим разрывной машины поднимают, освобождают образец из зажимов и дают ему 30-минутный отдых в нормальных условиях. После этого измеряют длину рабочей части образца  $l_{ост}$ , мм, и вычисляют относительную остаточную деформацию материала по формуле (2.33).

По формулам (2.32), (2.34), (2.35), (2.36) рассчитывают значения полной, упругой деформации, пластичности и упругости материала. Результаты расчетов заносят в таблицу 2.15.

#### Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 2.14 – Показатели механических свойств при одноцикловых испытаниях кожевенных материалов

Наименование материала	Толщина $h$ , мм, в точке					Средняя толщина образца, $h_{ср}$ , мм	Площадь поперечного сечения образца, $F_{ср}$ , мм <sup>2</sup>	Удлинение при напряжении 10 МПа, $\Delta l_{полн}$ , мм	Остаточное удлинение, $\Delta l_{ост}$ , мм
	1	2	3	4	5				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

#### Окончание таблицы 2.14

Полная деформация, $\epsilon_{полн}$ , %	Остаточная деформация, $\epsilon_{ост}$ , %	Упругая деформация, $\epsilon_{упр}$ , %	Пластичность, $\Pi$ , %	Упругость, $\Upsilon$ , %
11	12	13	14	15

Таблица 2.15 – Показатели механических свойств при одноцикловых испытаниях текстильных материалов

Наименование материала	Данные для построения диаграммы растяжения	Условное удлинение	Условная нагрузка	Полное удлинение	Остаточное удлинение

	нагрузка, $P$ , Н	удлине- ние, $\Delta l$ , мм	ние $\Delta l_{усл}$ , мм	$P_{усл}$ , мм	нение, $\Delta l_{полн}$ , мм	нение, $\Delta l_{ост}$ , мм
1	2	3	4	5	6	7
	25	...				
	50	...				
	75	...				
	...	...				
	$P_{раз}$	$\Delta l_{раз}$				

Окончание таблицы 2.15

Полная де- формация, $\epsilon_{полн}$ , %	Остаточная деформация, $\epsilon_{ост}$ , %	Упругая де- формация, $\epsilon_{упр}$ , %	Пластич- ность, $\Pi$ , %	Упругость, $У$ , %
8	9	10	11	12

## 2 Определение характеристик реологических свойств матери- алов при испытании на релаксацию деформации

Для испытаний выкраивают образцы материалов прямоугольной формы  $200 \times 35$  мм, с размерами рабочей зоны  $150 \times 35$  мм.

Исследование реологических свойств материалов в условиях одноосного растяжения осуществляется на релаксомере-стойке, принципиальная схема которого представлена на рисунке 2.16.

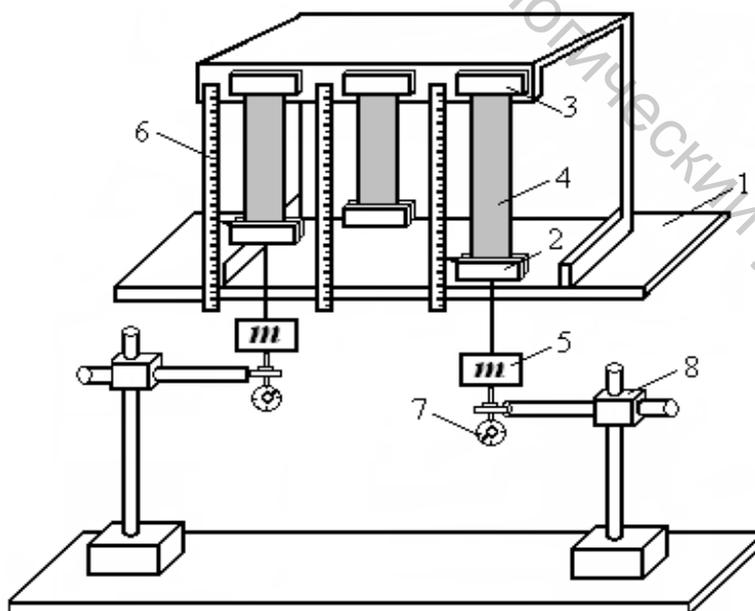


Рисунок 2.16 – Схема релаксометра типа «стойка»:

1 – опорная поверхность; 2 – нижний зажим; 3 – верхний зажим;

4 – образец; 5 – система грузов; 6 – измерительная линейка;  
7 – индикатор часового типа; 8 – магнитная стойка

Верхний край образца 4 закрепляется в неподвижном верхнем зажиме 3 релаксометра, расположенного на верхней перекладине оборудования. Второй край образца фиксируется в свободном нижнем зажиме 2, к которому прикладывается заданное усилие при помощи системы грузов 5.

Регистрация значений деформации в период нагружения производится:

– в первые 10 мин нагружения образцов по положению металлического маячка, установленного на нижнем зажиме 2, относительно измерительной шкалы 6 с погрешностью 0,5 мм;

– в течение последующего времени испытания с помощью индикатора часового типа ИЧ-2М 7. Датчик индикатора приводится в контакт с системой грузов и отслеживает их перемещение.

Регистрация значений деформации в период отдыха осуществляется при помощи штангенциркуля с точностью до 0,05 мм.

Величина действующей на образцы нагрузки задается постоянной и принимается равной 50 Н (5 кг).

Продолжительность действия усилия на образец – 60 мин.

Продолжительность «отдыха» после разгрузки – 90 мин.

Продолжительность от разгрузки до первого отсчета деформации – 2–5 с.

Фиксация величины деформации в процессе нагружения материалов и в процессе их отдыха после снятия действующей внешней силы производится в моменты времени  $\tau = 5$  с; 10 с; 30 с; 1 мин; 2 мин; 3 мин; 5 мин; 10 мин; 20 мин; 30 мин; 45 мин; 60 мин. Для периода отдыха дополнительно осуществлялся замер величины деформации через 90 мин после разгрузки образцов.

Результаты измерений заносятся в таблицу 2.16.

На основании полученных экспериментальных данных определяется величина относительной деформации образцов  $\varepsilon$ , %, в каждый момент времени  $\tau$  по формуле:

$$\varepsilon = \frac{l - l_p}{l_p} \cdot 100, \quad (2.54)$$

где  $l$  – длина рабочего участка образца в момент времени  $\tau$ , мм;  $l_p$  – первоначальная длина рабочего участка образца, мм.

На основании полученных экспериментальных данных строится график зависимости  $\varepsilon = f(\tau)$  для периодов нагружения и отдыха образца (рис. 2.12).

На основании полученного графика рассчитываются характеристики реологических свойств материалов по формулам (2.28)–(2.44). Ре-

зультаты расчетов заносятся в таблицу 2.17.

На основании полученных данных формулируются выводы по работе.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 2.16 – Результаты испытания материалов на ползучесть

Наименование материала	Продолжительность действия нагрузки (периода отдыха) $\tau$ , мин	Длина образца $l$ , мм		Относительная деформация $\varepsilon$ , %	
		в период нагружения	в период отдыха	в период нагружения	в период отдыха
1	2	3	4	5	6
	0,08				
	0,17				
	0,5				
	1				
	2				
	3				
	5				
	10				
	20				
	30				
	45				
	60				
	90				

Таблица 2.17 – Показатели релаксации деформации материалов

Наименование материала	Полная деформация, $\varepsilon_{полн}$ , %	Составляющие деформации, %			Доли составляющих деформации, %		
		$\varepsilon_{упр}$	$\varepsilon_{эл}$	$\varepsilon_{пл}$	$\varepsilon_{упр}$	$\varepsilon_{эл}$	$\varepsilon_{пл}$
1	2	3	4	5	6	7	8

### 3 Определение характеристик реологических свойств материалов при испытании на релаксацию усилий

Для испытаний подготавливают образец в форме двусторонней лопаточки с размерами рабочей зоны 50×10 мм.

Испытание на релаксацию усилий (при  $\varepsilon = \text{const}$ ) проводится на разрывной машине маятникового типа РТ-250.

Испытуемый образец заправляется в зажимы разрывной машины и деформируется с постоянной скоростью на величину заданной деформации  $\varepsilon = \text{const}$ , величина которой отслеживается по шкале удлинений

разрывной машины. По достижении заданной деформации производится останов движения нижнего зажима машины нажатием кнопки «Стоп» и фиксация начальной величины усилия в пробе материала по шкале силоизмерителя.

Дальнейшая фиксация значений усилий осуществляется через 5 с; 10 с; 30 с; 1 мин; 2 мин; 3 мин; 5 мин; 7 мин; 10 мин; 15 мин; 20 мин; 25 и 30 мин после останова машины. Затем образец разгружают.

Образец испытывают при величине постоянной деформации  $\varepsilon = 50\%$ .

Продолжительность испытания образцов – 30 мин.

Полученные в ходе испытания первичные данные заносятся в таблицу 2.18. По полученным данным в одних осях координат строятся кривые релаксации усилия образцов (рис. 2.14).

По кривой релаксации усилий определяются величины, характеризующие процессы релаксации усилия по формулам (2.45)–(2.53). Результаты расчетов заносятся в таблицу 2.19.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 2.18 – Результаты испытания материалов на релаксацию усилия

Наименование материала	Продолжительность действия нагрузки $\tau$ , мин	Значение усилий, $P$ , $H$ , испытываемых образцом при деформировании до деформации $\varepsilon = 50\%$
1	2	
	0,08	
	0,17	
	0,5	
	1	
	2	
	3	
	5	
	7	
	10	
	15	
	20	
	25	
	30	

Таблица 2.19 – Показатели релаксации усилия материалов

Условия нагружения образцов	Релаксация усилия, Н				Доли релаксации усилия				Время релаксации $\tau_p$	Скорость релаксации усилия $v_p$
	$\Delta P_1$	$\Delta P_2$	$\Delta P_3$	$\Delta P$	$\delta P_1$	$\delta P_2$	$\delta P_3$	$\delta P$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\varepsilon = 50\%$										

## Вопросы для самоподготовки

1. При каких условиях проводят одноцикловые испытания для различных видов материалов?
2. На какие свойства изделий оказывают влияние упруго-пластические свойства материалов?
3. Как рассчитываются показатели пластичности и упругости?
4. Какие существуют способы определения одноцикловых характеристик материалов при растяжении?
5. Какие характеристики используют для описания релаксационных процессов при растяжении материалов?
6. Какие приборы применяют для изучения релаксационных процессов при растяжении материалов?
7. Из каких деформаций состоит общая деформация при растяжении образца?

### Лабораторная работа 6. Определение многоцикловых характеристик механических свойств материалов при растяжении

*Цель работы:* изучить характеристики механических свойств материалов при многократном растяжении и методику их определения, выявить зависимость показателей механических свойств материалов от числа циклов нагружения и величины воздействующей внешней силы.

*Материалы и оборудование:* образцы материалов, толщиномер, разрывная машина.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить показатели механических свойств материалов при многократном растяжении и методику их определения;
- 2) изучить факторы, оказывающие влияние на значения показателей механических свойств материалов при многократном растяжении.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) описать методику определения механических свойств материалов при многократном растяжении;
- 2) провести многоцикловые испытания образцов и определить характеристики механических свойств материалов при многократном растяжении;
- 3) по результатам испытания построить циклограмму нагружения образцов и график зависимости показателей механических свойств исследуемых материалов от величины циклической нагрузки;
- 4) осуществить анализ результатов испытания, сделать выводы.

### Общие сведения об механических свойствах материалов при многократном растяжении и методах их определения

В процессе эксплуатации изделий материалы подвергаются многоцикловому действию внешней силы. Это воздействие происходит в течение определенного времени (человек движется, выполняет физическую работу и т.п.), после чего воздействие прекращается и материалы изделий «отдыхают».

Многokратное растяжение является одним из основных факторов, вызывающих износ обуви, и приводит к утомлению материала – изменению их структуры, свойств. Вследствие многократного растяжения в деталях обуви накапливаются остаточные деформации, изменяются исходные размеры и форма обуви, ухудшается её внешний вид. Изменения, происходящие в структуре материала от многоцикловых воздействий, сопровождающиеся его разрывом, называют *утомлением*, а постепенное разрушение материала без существенной потери массы – *усталостью*.

Основными характеристиками материалов при многоцикловом действии внешней силы являются:

– **долговечность** – время, в течение которого проводилось многоцикловое растяжение до разрушения материала при заданной деформации (нагрузке);

– **выносливость** – число циклов, которое выдерживает материал до разрушения при заданной действующей силе или деформации;

– **устойчивость** – сохранение механических свойств материала после действия определенного количества циклов внешнего напряжения или деформации:

$$U_{\text{ц}} = \Pi_{\text{ц}} / \Pi, \quad (2.55)$$

где  $\Pi_{\text{ц}}$ ,  $\Pi$  – показатель свойств материала после и до действия циклической силы;

– **предел выносливости** – наибольшая сила (деформация), при которой материал выдерживает максимальное число циклов;

– **остаточная циклическая деформация**, %, – деформация, накопившаяся в материале за определенное число циклов действия внешней силы:

$$\varepsilon_{\text{ост.ц}} = \frac{\Delta l_{\text{ост.ц.}}}{l_{\text{раб}}} \cdot 100, \quad (2.56)$$

где  $\Delta l_{\text{ост.ц.}}$  – абсолютная остаточная деформация материала после определенного количества циклов действия внешней силы.

Основными факторами, оказывающими влияние на величину показателей механических свойств материалов при многократном нагружении, являются:

– строение и химический состав материала;

– величина воздействующей внешней силы ( $\sigma$  или  $\epsilon$ ).

В процессе многократного растяжения материалы способны накапливать общие и остаточные деформации.

При небольших повторных усилиях и деформациях, составляющих примерно  $0,1 \div 0,2$  от разрушающей, постепенно от цикла к циклу рост общей и необратимой деформации замедляется, а затем прекращается. Материал начинает работать упруго (рис. 2.17). Это объясняется тем, что вся пластическая деформация, связанная с необратимой деформацией в полимере, со сдвигом волокон, с изменением углов переплетения при сетчатом строении, вызываемая приложенной нагрузкой, после определенного числа циклов нагружения полностью себя проявляет. При таких условиях образец материала может работать очень долго.

Увеличение усилия при циклическом растяжении приводит к увеличению значений общей и остаточной деформаций. Рост усилия в каждом последующем цикле приводит к росту остаточной деформации. В конечном счете, при значительном числе циклов нагружения растяжение доходит до предельного и материал разрушается. Чем ближе циклическое усилие к однократному разрушающему  $P_{раз}$ , тем меньшее число циклов необходимо до разрушения материала (рис. 2.18).

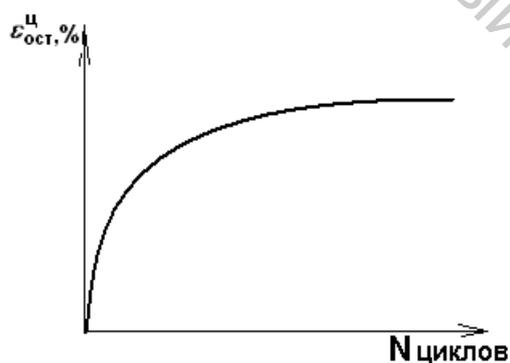


Рисунок 2.17 – Кривая накопления остаточной циклической деформации материалов

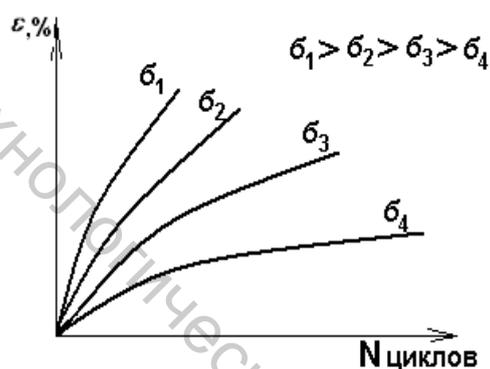


Рисунок 2.18 – Кривые зависимости  $\epsilon = f(N)$  при различных значениях действующего напряжения  $\sigma$

### Методика выполнения работы

В ходе выполнения лабораторной работы образцы подвергаются многоцикловому растяжению на разрывной машине, и изучается зависимость основных показателей механических свойств материалов от числа циклов нагружения и величины, прикладываемой к образцу в процессе растяжения нагрузки.

Для проведения испытаний подготавливают образец кожи в форме двусторонней лопаточки (рис. 2.15), отмечают рабочую длину образца, толщину и определяют среднюю площадь поперечного сечения об-

разца.

В первом цикле испытания образец растягивают до нагрузки 25 Н. Затем разрывную машину останавливают, фиксируют значение абсолютного полного удлинения образца по шкале удлинений  $\Delta l_{полн}$  и выдерживают образец в растянутом состоянии в течение 10 минут. Затем нижний зажим разрывной машины поднимают, освобождают образец из зажимов и дают ему 30-минутный отдых в нормальных условиях. После этого измеряют длину рабочей части образца  $l_{ост}$ , мм, и вычисляют остаточную циклическую деформацию материала по формуле (2.56).

В каждом последующем цикле испытания величина действующей на образцы нагрузки увеличивается на 25 Н. Образец заправляют в зажимы разрывной машины по линиям отметки рабочей длины образца, при этом отмечается некоторое провисание образца, соответствующее величине остаточной деформации, накопившейся в образце в ходе предыдущих циклов испытания. Циклическое нагружение образцов осуществляют до тех пор, пока не произойдет их разрушение.

Результаты испытания заносят в таблицу 2.20.

Определяют значения прочности  $\sigma_i$  и пластичности  $\Pi_i$  материала в каждом  $i$ -м цикле испытания по формулам

$$\sigma_i = \frac{P_i}{F_{cp}}, \quad (2.57)$$

где  $P_i$  – нагрузка в  $i$ -м цикле нагружения, Н;  $F_{cp}$  – средняя площадь поперечного сечения образца, мм<sup>2</sup>.

$$\Pi_i = \frac{\varepsilon_{ост.ц}^i}{\varepsilon_{полн.ц}^i} \cdot 100, \quad (2.58)$$

где  $\varepsilon_{ост.ц}^i$  – остаточная циклическая деформация материала в  $i$ -м цикле нагружения, %;  $\varepsilon_{полн.ц}^i$  – полная деформация материала  $i$ -м цикле нагружения, %.

Результаты расчетов заносятся в таблицу 2.20. По результатам испытания строятся циклограмма нагружения образца (рис. 2.19) и график зависимости пластичности материалов от величины прикладываемой нагрузки (рис. 2.20). Выполняется анализ зависимости показателей механических свойств материалов от числа циклов нагружения и величины воздействующей внешней силы. Формулируются выводы.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 2.20 – Результаты испытания материалов при многоцикловом растяжении

№ цикла	Действующая нагрузка, $P_i$ , Н	Полное удлинение, $\Delta l_{полн}^i$ , мм	Относительное полное удлинение, $\varepsilon_{полн.ц.}^i$ , %	Остаточное циклическое удлинение, $\Delta l_{ост.ц.}^i$ , мм	Относительное остаточное циклическое удлинение, $\varepsilon_{ост.ц.}^i$ , %	Прочность, $\sigma_i$ , Н	Пластичность, $\Pi_i$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	25						
2	50						
3	75						
...	...						
...	...						

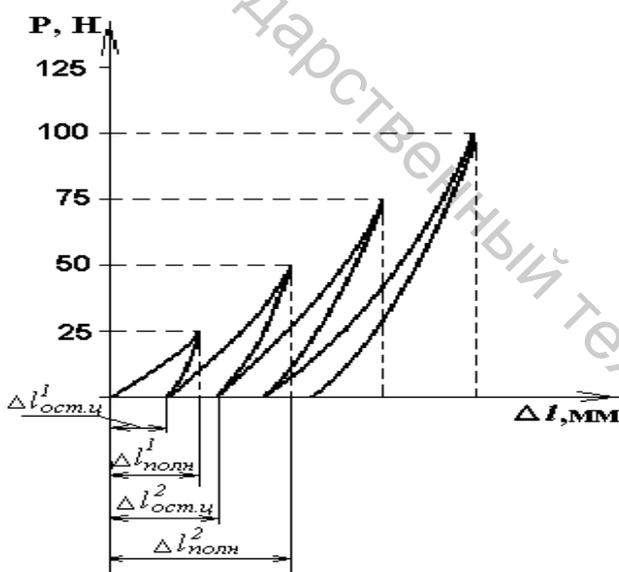


Рисунок 2.19 – Циклограмма нагружения образцов

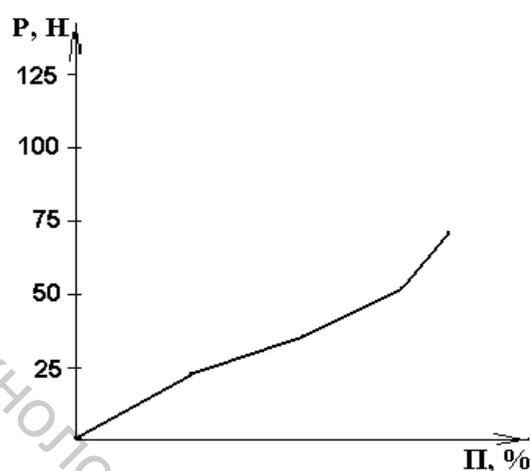


Рисунок 2.20 – График зависимости пластичности от величины нагрузки

### Вопросы для самоподготовки

1. Что называют «утомлением», а что «усталостью» материала?
2. Что называют «выносливостью», «пределом выносливости» и «устойчивостью» материала?
3. Как определяется остаточная циклическая деформация материалов?
4. Как рассчитывается показатель пластичности?
5. Как строится циклограмма нагружения образцов?

## **Лабораторная работа 7. Определение характеристик механических свойств материалов при изгибе (методами кольца и консоли)**

*Цель работы:* изучить приборы и методику определения механических свойств материалов при изгибе, определить жесткость материалов при изгибе методами кольца и консоли.

*Материалы и оборудование:* образцы материалов, ножницы, приборы ПЖУ-12М, ПТ-2, весы электронные, измерительная линейка.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить методы оценки механических свойств различных материалов при изгибе;
- 2) знать характеристики механических свойств материалов при изгибе и методику их расчета;
- 3) изучить устройство прибора ПЖУ-12М и методику определения жесткости материалов при изгибе методом кольца;
- 4) изучить устройство прибора ПТ-2 и методику определения жесткости материалов при изгибе методом консоли.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) описать методики определения жесткости и упругости материалов методами кольца и консоли;
- 2) освоить навыки работы на приборах ПЖУ-12М и ПТ-2;
- 3) подготовить образцы материалов к испытанию;
- 4) провести испытания материалов на изгиб методами кольца и консоли, определить характеристики свойств материалов при изгибе;
- 5) оформить полученные результаты в табличной форме, сравнить данные, полученные при испытании материалов, с данными справочной литературы. Сделать выводы.

### **Общие сведения об механических свойствах материалов при изгибе и методах их определения**

Большинство деталей изделий легкой промышленности в процессе производства и эксплуатации подвергаются деформациям изгиба.

Деформация материалов при изгибе может возникать под действием сил, направленных:

- перпендикулярно плоскости материала – поперечный изгиб;
- параллельно плоскости материала – продольный изгиб.

Механизм деформирования материалов при изгибе отличается от механизма деформирования при сжатии и растяжении. При данном виде деформации наружные слои материала растягиваются, а внутренние сжимаются относительно нейтральной линии. Структурные элементы

материала, расположенные в нейтральном слое, не сжимаются и не растягиваются.

У материалов, имеющих однородное строение по толщине – резины, пленки, ткани, трикотаж и др., нейтральная линия расположена на половине толщины материала  $1/2 h$ . У натуральных кож считается, что нейтральный слой расположен ближе к лицевому слою, так как средняя плотность материала меняется от лица к бахтарме.

Основным показателем свойств материалов при изгибе является **условная жесткость при изгибе**,  $D_u$ , Н·м<sup>2</sup>, определяемая по формуле

$$D_u = E_u \cdot I, \quad (2.59)$$

где  $E_u$  – модуль условной упругости при изгибе, МПа;  $I$  – момент инерции площади поперечного сечения образца, м<sup>4</sup>:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}, \quad (2.60)$$

где  $b$  – ширина материала, м,  $h$  – толщина материала, м.

При определении свойств материалов при изгибе применяют следующие методы испытания: метод кольца, метод консоли, метод опоры пробы на двух опорах (метод балки), метод продольного изгиба. Выбор метода испытаний зависит от вида материала и его назначения.

Жесткость при изгибе материалов изменяется в широких пределах и зависит от технологии их изготовления и характеристик строения.

Текстильные материалы имеют малую жесткость при изгибе, они изгибаются даже под действием своего веса. Жесткость хлопчатобумажных тканей при консольном изгибе составляет 60–200 мН·см<sup>2</sup>, шерстяных – 200–600 мН·см<sup>2</sup>. На свойства тканей при изгибе оказывают влияние волокнистый состав, вид переплетения, количество нитей на 10 см, линейное и поверхностное заполнение, способ обработки. Жесткость тканей увеличивается при повышении линейного заполнения и плотности ткани. Аппретирование, каландрирование и другие операции отделки тканей снижают подвижность структуры ткани и увеличивают условную жесткость. Жесткость ткани вдоль нитей основы выше, чем вдоль нитей утка, так как нити основы имеют большую крутку.

Свойства при изгибе мягких кож зависят от вида сырья, технологии производства, топографии и направления испытания. Кожи, выработанные из опойка, шевро и шеврета, имеют значения силы при изгибе методом кольца не более 45 сН. Кожи, полученные из шкур выростка, полукожника и яловки, имеют значения силы при изгибе более 60 сН. У эластичных кож значение силы при изгибе не более 30 сН.

Жесткость при изгибе мягких искусственных кож зависит от химического состава, строения и толщины полимерного покрытия, вида

текстильной основы, направления раскроя и составляет от 30 до 200 сН.

## **Методика выполнения работы**

### ***Определение механических свойств материалов при изгибе методом кольца***

Метод кольца применяют для характеристики механических свойств при изгибе текстильных полотен, дублированных материалов, искусственных и синтетических кож для верха обуви и одежды, а также одежных, обувных и галантерейных кож, пленок бытового назначения.

Суть метода заключается в принудительном прогибе предварительно согнутой в кольцо пробы материала на  $1/3$  диаметра и измерении величины нагрузки, возникающей при данной деформации.

Испытания проводят на приборе ПЖУ-12М.

### ***Устройство и принцип работы прибора ПЖУ-12М***

Прибор ПЖУ-12М (рис. 2.21) состоит из следующих основных частей: технических весов 12, левая чашка 8 которых имеет нажимную площадку 7 для передачи нагрузки на пробу, закрепленную на съемной площадке 6, установленной на столике 5. Подъем и опускание столика осуществляются зубчато-реечным маховичком 2. Шкала 4, закрепленная на оси маховичка, служит для измерения высоты подъема столика. Столик фиксируется в любом положении подпружиненными зажимами 3. Над левой чашкой весов укреплены бункеры 11, которые заполняют металлическими шариками. Шарики подаются из бункеров фигурными дисками, которые приводятся в движение электродвигателем 13 и падают через трубку 9 в чашку 8 весов. Одновременно может работать только один из бункеров. Бункер освобождается от шариков при вращении вручную маховичка 10.

С помощью передвигного контакта 15 на шкале 16, градуированной в миллиметрах, задается требуемый прогиб пробы. При соприкосновении стрелки 14 с передвигным контактом выключается электродвигатель и подача шариков прекращается. На передней панели прибора размещены электромагнитный счетчик 1 падающих шариков, тумблер 17 включения прибора в электросеть, кнопка 18 пуска электродвигателя, сигнальная лампа 19 включения в сеть.

Пробу испытываемого материала 21 закрепляют на съемной площадке 6 **лицевой стороной наружу**. Для удобства заправки съемную площадку можно снять со столика 5. Концы пробы складывают под пластиной съемной площадки встык или внахлест по линии, которая отмечает длину рабочей части пробы. После этого съемную площадку с пробой устанавливают на столик 5 так, чтобы проба располагалась по центру нажимной площадки 7. Контакт 15 на шкале 16 ставят в положе-

ние, соответствующее заданному прогибу пробы, –  $H_0$ , которое зависит от его длины.

При длине пробы 70 мм контакт ставят по шкале 16 на отметку 7 мм, при длине 95 мм – на 10 мм, при длине 160 мм – на 17 мм.

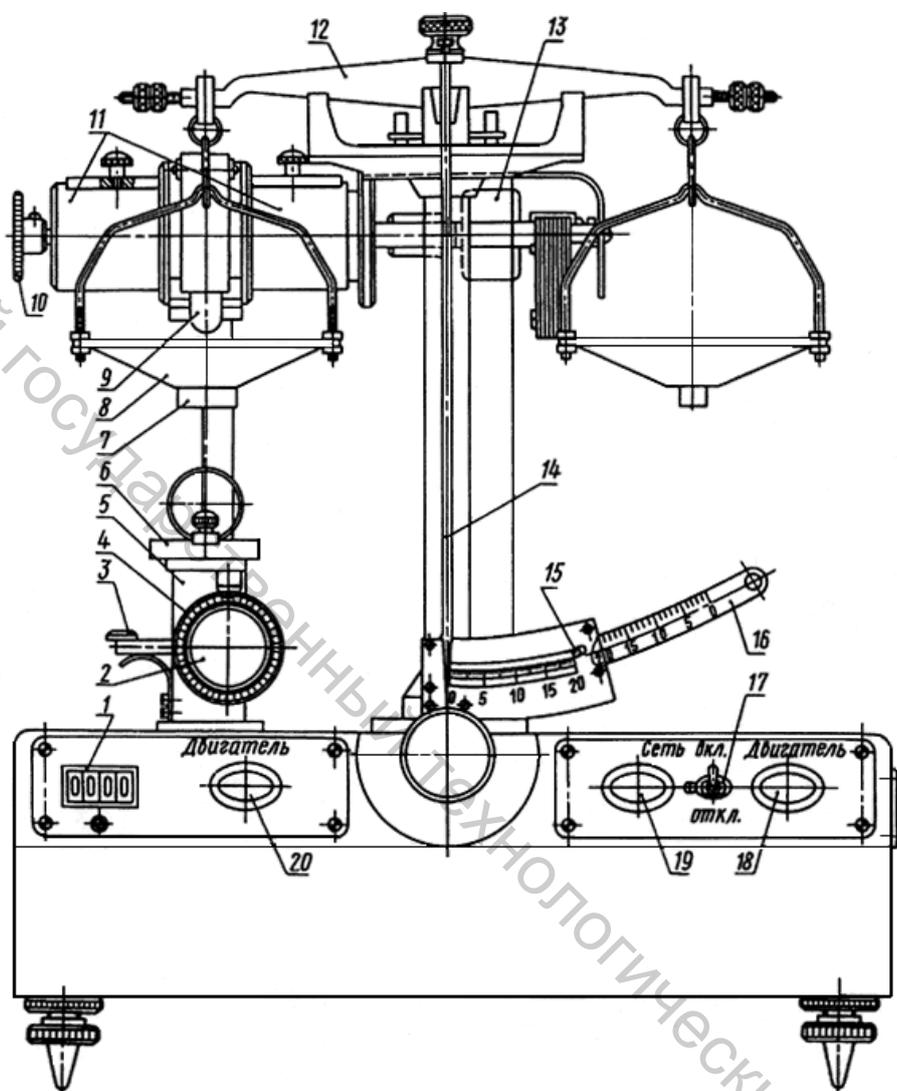


Рисунок 2.21 – Схема прибора ПЖУ-12М

В бункера 11 засыпают металлические шарики диаметром 4 мм (вес 0,26 сН) или 6 мм (вес 0,88 сН). Выбор шариков зависит от испытываемого материала и его длины. Целесообразно при испытании мягких кож, синтетических и искусственных кож толщиной более 1,2 мм использовать шарики диаметром 6 мм, а для текстильных материалов – 4 мм. Затем маховичком 20 поднимают коромысло весов и по стрелке 14 проверяют его уравновешенность. Если коромысло находится в равновесии, в чашку с нажимной площадкой помещают груз массой 100 мг для обеспечения контакта чашки с поверхностью пробы материала. Маховичком 2 перемещают столик с пробой до соприкосновения с нажимной площадкой и доводят стрелку 14 весов до нулевого положения, регистрируя высоту подъема столика по шкале 4 с точностью до 0,1 мм.

Включают электродвигатель и нагружают пробу шариками до автоматического выключения электродвигателя при соприкосновении стрелки весов с контактом. В данном положении пробу выдерживают в течение 30 с. По истечении 30 с столик с пробой опускают. Опускают коромысло и определяют по счетчику число выпавших из бункера шариков. Затем шарики высыпают в бункер, но груз массой 100 мг оставляют в чашке. Коромысло весов вновь поднимают вверх при помощи маховичка 20.

После 30 с свободного распрямления пробу со столиком поднимают на прежнюю высоту  $H$ . По шкале 15 стрелка весов отмечает деформацию пробы после распрямления –  $H_1$ .

### **Методика определения механических свойств материалов при изгибе методом кольца**

Для испытания из материала вырезают образцы прямоугольной формы с размерами  $95 \times 20$  мм в двух взаимно-перпендикулярных направлениях: для мягких кож – вдоль и поперек линии хребта; для мягких искусственных и синтетических кож и пленок – вдоль и поперек машинного направления; для текстильных материалов – вдоль нитей основы и утка.

Образцы сгибают в кольцо, устанавливают на площадке прибора и испытывают. Фиксируют число выпавших в чашку прибора металлических шариков и значение величины деформации пробы после распрямления  $H_1$ . Результаты измерений заносят в таблицу 2.22.

Показателями механических свойств материалов при изгибе по методу кольца являются:

– **жесткость** – нагрузка, необходимая для прогиба согнутой в кольцо пробы на  $1/3$  диаметра;

– **упругость** – отношение величины распрямления согнутой в кольцо пробы после снятия нагрузки к заданному прогибу при определении жесткости. Упругость характеризует способность материала восстанавливать исходные размеры после деформирования. Жесткость материалов  $D_u$ , сН, определяют по формуле

$$D_u = n \cdot p, \quad (2.61)$$

где  $n$  – число шариков, шт.;  $p$  – вес одного шарика, сН.

Упругость  $Y_u$  (%) вычисляют по формуле

$$Y_u = \frac{H_0 - H_1}{H_0} \cdot 100, \quad (2.62)$$

где  $H_0$  – величина прогиба пробы на  $1/3$  диаметра, мм;  $H_1$  – величина

прогиба пробы после снятия нагрузки, мм.

Для характеристики равномерности (изотропности) механических свойств материалов по площади рассчитывают **коэффициент равномерности** по формуле

$$k_p = \frac{D_u^{non}}{D_u^{prod}}, \quad (2.63)$$

где  $D_u^{non}$ ,  $D_u^{prod}$  – жесткость при изгибе материала соответственно в поперечном и продольном направлениях, сН.

Результаты расчета показателей механических свойств продольных и поперечных проб материала заносят в таблицу 2.22.

### **Определение механических свойств материалов при изгибе методом консоли**

Метод консоли применяют для характеристики механических свойств при изгибе текстильных материалов, мягких одежных и искусственных кож.

Суть бесконтактного консольного метода заключается в изгибе пробы материала под действием собственной силы тяжести и фиксации возникающей при этом величины прогиба.

Испытания проводят на приборе ПТ-2.

### **Устройство и принцип работы прибора ПТ-2**

Прибор ПТ-2 (рис. 2.22) состоит из следующих основных частей: опорной горизонтальной площадки 6, состоящей из неподвижной средней части и подвижных боковых сторон; механизма 2, обеспечивающего плавное и равномерное опускание и подъем обеих сторон горизонтальной площадки; указателей прогиба 4, перемещающихся винтом 3; шкалы абсолютного прогиба 5; груза 8, необходимого для создания контакта испытуемой пробы с плоскостью площадки. Симметричность установки пробы 7 проверяют по шкале 9, отградуированной в миллиметрах. Тумблер 1 включает в действие механизм 2.

Элементарную пробу располагают на опорной горизонтальной площадке лицевой стороной кверху симметрично средней линии, совмещают наружный край пробы и площадки. На середине пробы устанавливают груз 8 шириной  $(20 \pm 1)$  мм, массой  $(500 \pm 5)$  г и с помощью тумблера 7 включают механизм опускания боковых сторон опорной площадки 6. По истечении 1 мин с момента отделения элементарной пробы от поверхности площадки 6 измеряют прогибы концов пробы  $f$  по шкале 5 с помощью указателей прогиба 4.

### Методика определения механических свойств материалов при изгибе методом кольца

Для испытания консольным бесконтактным методом вырезают образцы прямоугольной формы с размерами 160×30 мм в продольном и поперечном направлениях. При испытаниях одежных кож пробы вырезают вдоль и поперек хребтовой линии, при испытании мягких искусственных кож – вдоль и поперек рулона.

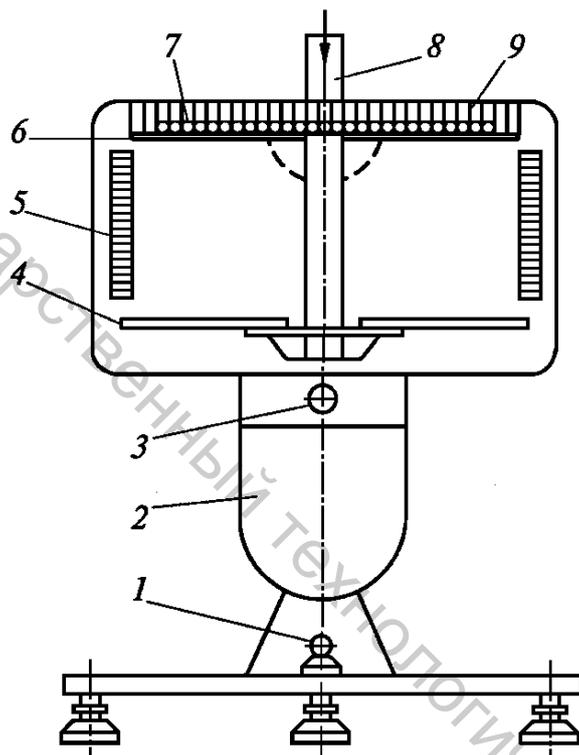


Рисунок 2.22 – Схема прибора ПТ-2

Образцы каждого направления взвешивают на весах и определяют массу образцов  $m$ , г. Результаты измерений заносят в таблицу 2.23.

Образцы испытывают на приборе, фиксируют значения прогиба обоих концов образца  $f$ , см, по шкале 5 и находят среднее значение прогиба  $f_{cp}$  образца.

Жесткость по методу консоли  $D_u$ , мкН·см<sup>2</sup>, определяют раздельно в продольном и поперечном направлениях по формуле:

$$D_u = 42046 \frac{m}{A}, \quad (2.64)$$

где  $m$  – масса образца, г;  $A$  – функция относительного прогиба  $f_0$ , опре-

деляемая по таблице 2.21.

Относительный прогиб  $f_0$  вычисляют по формуле

$$f_0 = \frac{f_{cp}}{l}, \quad (2.65)$$

где  $f_{cp}$  – среднее значение прогиба образца, см;  $g$ ;  $l$  – длина свешивающихся концов образца, см, равная  $l = \frac{L-2}{2} = 7\text{ см}$ ;  $L$  – длина образца, см.

По формуле (2.63) рассчитывают коэффициент равномерности. Результаты вычислений заносят в таблицу 2.23.

Таблица 2.21 – Значения функции  $A$  от относительного прогиба  $f_0$

$f_0$	$A$	$f_0$	$A$	$f_0$	$A$	$f_0$	$A$
0,01	0,08	0,26	2,22	0,51	5,28	0,76	13,34
0,02	0,16	0,27	2,32	0,52	5,44	0,77	14,04
0,03	0,24	0,28	2,41	0,53	5,62	0,78	14,79
0,04	0,32	0,29	2,51	0,54	5,79	0,79	15,63
0,05	0,40	0,30	2,60	0,55	5,97	0,80	16,57
0,06	0,48	0,31	2,70	0,56	6,15	0,81	17,65
0,07	0,56	0,32	2,80	0,57	6,34	0,82	18,92
0,08	0,64	0,33	2,90	0,58	6,54	0,83	20,43
0,09	0,72	0,34	3,00	0,59	6,74	0,84	22,26
0,10	0,80	0,35	3,10	0,60	6,96	0,85	24,53
0,11	0,88	0,36	3,21	0,61	7,18	0,86	27,35
0,12	0,96	0,37	3,31	0,62	7,42	0,87	30,92
0,13	1,04	0,38	3,48	0,63	7,66	0,88	35,49
0,14	1,12	0,39	3,54	0,64	7,46	0,89	41,17
0,15	1,21	0,40	3,66	0,65	8,24	0,90	48,46
0,16	1,29	0,41	3,79	0,66	8,56	0,91	57,70
0,17	1,38	0,42	3,92	0,67	8,90	0,92	69,40
0,18	1,47	0,43	4,06	0,68	9,27	0,93	84,14
0,19	1,56	0,44	4,19	0,69	9,66	0,94	102,16
0,20	1,66	0,45	4,34	0,70	10,08	0,95	125,81
0,21	1,75	0,46	4,49	0,71	10,54	0,96	154,60
0,22	1,84	0,47	4,64	0,72	11,08	0,97	190,24
0,23	1,94	0,48	4,79	0,73	11,55	0,98	234,14
0,24	2,03	0,49	4,95	0,74	12,10	0,99	288,00
0,25	2,13	0,50	5,11	0,75	12,70	—	—

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 2.22 – Результаты испытания материалов при изгибе методом кольца

Наименование материала	Направление раскрытия	Высота подъёма столика, $H$ , мм	Число шариков, $n$ , шт.	Вес шарика, $p$ , сН	Жесткость, $D_u$ , сН	Прогиб образца, мм		Упругость, $U_u$ , %	Коэффициент равномерности, $K_p$
						начальный, $H_0$	после распрямления, $H_1$		
1	2	3	4	5	6				7
	продольное								
	поперечное								

Таблица 2.23 – Результаты испытания материалов при изгибе методом консоли

Наименование материала	Направление раскрытия	Масса образца, $m$ , г	Средний прогиб, $f_{cp}$ , см	Относительный прогиб, $f_0$	Жесткость, $D_u$ , мкН·см <sup>2</sup>	Коэффициент равномерности, $K_p$
1	2	3	4	5	6	7
	продольное					
	поперечное					

**Вопросы для самоподготовки**

1. Какие методы используются для определения механических свойств материалов при изгибе?
2. Какими показателями характеризуются механические свойства материалов при изгибе?
3. Как определяется жесткость и упругость материалов методом кольца?
4. Каков принцип работы прибора ПЖУ-12М?
5. Как определяется жесткость материалов методом консоли?
6. Каков принцип работы прибора ПТ-2?

### 3 ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ КОЖЕВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### Лабораторная работа 8. Определение плотности и пористости кож

*Цель работы:* изучить методику и определить пористость, истинную и кажущуюся плотность кож.

*Материалы и оборудование:* образцы кож, ножницы, весы электронные, толщиномер, пробирки, керосин.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

1) знать понятия истинной и кажущейся плотности материалов, пористости материалов;

2) изучить методику определения указанных показателей.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

1) описать методику определения пористости, истинной и кажущейся плотности кож;

2) определить истинную и кажущуюся плотность и пористость кожи. Сделать выводы.

#### Общие сведения о плотности и пористости кож

Одной из важнейших характеристик структуры материала является его плотность. *Плотностью* материала называется отношение массы материала к его объему.

Плотность кожи характеризует её пористость, проницаемость, теплопроводность. От величины показателя плотности материала зависят масса изделия, его теплозащитные и механические свойства. Плотность кожи зависит от исходного сырья, технологии кожевенного производства (операций прокатки, лощения, дубления, наполнения и др.) и колеблется в пределах от 0,25 до 1,24 г/см<sup>2</sup>.

Для пористых материалов различают истинную и кажущуюся плотность.

*Истинной плотностью,  $\rho_{ист}$ , г/см<sup>3</sup>*, называют отношение массы материала к объему его плотного вещества, т.е. без объема пор

$$\rho_{ист} = \frac{m}{V_{ист}}, \quad (3.1)$$

где  $V_{ист}$  – истинный объем материала, см<sup>3</sup>;  $m$  – масса материала, г.

*Кажущейся плотностью  $\rho_{каж}$ , г/см<sup>3</sup>*, называют отношение мас-

сы образца к его полному объему, включая объем пор

$$\rho_{\text{каж}} = \frac{m}{V_{\text{каж}}}, \quad (3.2)$$

где  $V_{\text{каж}}$  – кажущийся объем материала, см<sup>3</sup>.

Кажущаяся плотность всегда ниже истинной, а кажущийся объём больше истинного

$$\rho_{\text{ист}} > \rho_{\text{каж}}, \quad V_{\text{каж}} > V_{\text{ист}}.$$

Натуральные кожи характеризуются значительной пористостью, образующейся в результате разрушения межпучковых белков, сальных и потовых желез, волосяных сумок. Объем пор, способных заполняться жидкостью, в натуральных кожах составляет 22–77 %.

**Пористость** материалов,  $\Pi$ , %, определяется как отношение объема пор к полному объёму кожи

$$\Pi = \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{каж}}} \cdot 100 = \frac{V_{\text{каж}} - V_{\text{ист}}}{V_{\text{каж}}} \cdot 100, \quad (3.3)$$

где  $V_{\text{пор}}$  – объем пор, см<sup>3</sup>.

Различают *открытую* и *закрытую*, т.е. замкнутую пористость.

Открытую пористость составляют поры, капилляры, пустоты, сообщающиеся между собой и внешней поверхностью материала. Закрытая пористость обусловлена наличием пор, изолированных друг от друга и внешней поверхности, а также от системы открытых пор. В натуральной коже преобладает открытая пористость, в искусственных материалах (резине и т.п.) – закрытая.

От степени пористости материала, характера распределения пор по радиусам зависят гигиенические и механические свойства материалов. При наличии только замкнутых пор материал не может обладать высокими гигиеническими свойствами.

### Методика выполнения работы

Для определения плотности из кожи вырезают образец размером 40×40 мм и взвешивают на весах (масса  $m$ ).

В пробирку наливают керосин 1 до уровня, принимаемого за нулевое значение (рис. 3.1) и рассчитывают его объем  $V_0$ , см<sup>3</sup>.

Объем жидкости в пробирке рассчитывают по формуле

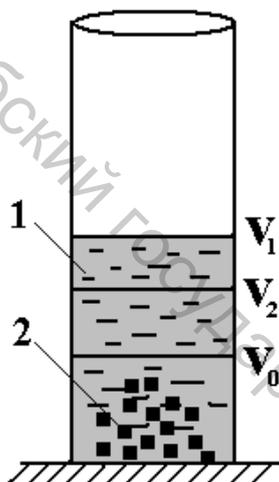
$$V = 2\pi r^2 \cdot h, \quad (3.4)$$

где  $r$  – радиус пробирки, см;  $h$  – уровень жидкости в пробирке, см.

Образец измельчают на мелкие кусочки 2 и высыпают в пробирку. Фиксируют уровень керосина в пробирке после погружения в него материала и определяют объем  $V_1, \text{см}^3$ .

Разница в объеме керосина до и после погружения в него материала характеризует кажущийся объем погруженного материала

$$V_{\text{каж}} = V_1 - V_0. \quad (3.5)$$



Образец выдерживают в керосине 30 мин, в течение которых керосин заполняет поры, не вызывая при этом набухания кожи. По истечении этого времени снова фиксируют уровень керосина в пробирке и рассчитывают объем  $V_2, \text{см}^3$ .

Объем пор определяют по формуле

$$V_{\text{пор}} = V_1 - V_2. \quad (3.6)$$

Рисунок 3.1 – Схема проведения испытания

Истинный объем материала определяется как разница объемов

$$V_{\text{ист}} = V_2 - V_0. \quad (3.7)$$

На основании полученных данных рассчитывают значения истинной и кажущейся плотности кожи по формулам (3.1), (3.2) и определяют пористость материала по формуле (3.3).

Результаты испытания заносятся в таблицу 3.1.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 3.1 – Определение плотности и пористости кож

Наименование материала	Масса материала, г, $m$	Объем керосина в пробирке, $\text{см}^3$			Истинная плотность, $\rho_{\text{ист}}, \text{г/см}^3$	Кажущаяся плотность, $\rho_{\text{каж}}, \text{г/см}^3$	Пористость, $\Pi, \%$
		до погружения материала $V_0$	сразу после погружения материала $V_1$	по истечении 30 мин испытания $V_2$			
1	2	3	4	5	6	7	8

### Вопросы для самоподготовки

1. Как определяется плотность натуральных кож?

2. Какая плотность называется «истинной», а какая – «кажущейся»? Какая из них больше?

3. Какой объем называется «истинным», какой – «кажущимся»?

4. От каких факторов зависит разница между «кажущимся» и «истинным» объемом материала?

5. Как рассчитывается показатель пористости материалов и от каких факторов он зависит?

### **Лабораторная работа 9. Определение температуры сваривания и гигротермической устойчивости кож**

*Цель работы:* изучить методику и определить температуру сваривания и гигротермическую устойчивость кож.

*Материалы и оборудование:* образцы кож, ножницы, толщиномер, термометр, колба, электроплитка, глицерин, разрывная машина, термостат.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

1) знать понятие термостойкости кожи и показатели, характеризующие данное свойство материала;

2) знать понятие температуры сваривания кож и её влияние на механические свойства кожи;

3) изучить факторы, оказывающие влияние на температуру сваривания кожи;

4) изучить методики определения температуры сваривания кож;

5) знать сущность и назначение показателя гигротермической устойчивости кож, методику его определения.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

1) описать методику определения температуры сваривания и гигротермической устойчивости кож;

2) определить температуру сваривания и гигротермическую устойчивость кожи. Сделать выводы о качестве исследуемого вида кожи.

### **Общие сведения о термостойкости кож**

В процессе производства изделий из кожи и иногда при их эксплуатации материалы подвергаются действию повышенных температур. Для оценки стойкости материалов к действию повышенных температур определяют их тепло- и термостойкость.

**Теплостойкость** характеризуют максимальной температурой, при которой изменения свойств материала носят обратимый характер.

**Термостойкость** кожи характеризует степень изменения физико-механических свойств в результате пребывания её в среде с повышен-

ной температурой.

Основными характеристиками термостойкости кож являются температура сваривания и гигротермическая устойчивость.

**Температурой сваривания** называется такая температура, при которой испытываемый образец кожи начинает резко изменять свои размеры вследствие сваривания белка коллагена.

Коллагеновые волокна, являющиеся основой кожи, представляют собой три соединенные между собой полипептидные цепи, состоящие из аминокислотных остатков. При нагревании коллагена во влажном состоянии, уже при температуре свыше  $45^{\circ}\text{C}$  химические связи между структурными элементами макромолекулы коллагена начинают разрушаться, волокна укорачиваются вдоль своей оси и превращаются в глобулярный белок – желатин. Такое явление называют *свариванием*, а температура, при которой начинается резкая усадка волокна, – **температурой сваривания**.

С целью укрепления белка коллагена в процессе производства кож осуществляют операцию *дубления*, в результате которой создаются дополнительные химические связи между структурными элементами коллагена и дубящими веществами. Это приводит к существенному изменению свойств коллагена, к увеличению прочности белка, снижению его тягучести и обеспечивает устойчивость к действию внешних факторов, в т.ч. и температуры. Дубление значительно повышает температуру сваривания полученной кожи ( $75\ldots 120^{\circ}\text{C}$ ) по сравнению с температурой сваривания голья.

Температура сваривания кожи зависит от вида и качества проведения операции дубления. Наибольшей устойчивостью к нагреванию характеризуются кожи минерального дубления солями следующих металлов: хрома ( $t_{\text{св}} \approx 115^{\circ}\text{C}$ ), алюминия ( $t_{\text{св}} \approx 130^{\circ}\text{C}$ ), циркония ( $t_{\text{св}} \approx 115^{\circ}\text{C}$ ), титана ( $t_{\text{св}} \approx 190^{\circ}\text{C}$ ), причем при увеличении содержания хрома термостойкость кожи возрастает. При комбинированном методе дубления наибольший эффект дает сочетание солей хрома с алюминиевыми квасцами. Температура сваривания кожи таннидного дубления составляет  $70\ldots 85^{\circ}\text{C}$ , жирового –  $65\ldots 70^{\circ}\text{C}$ . Некачественное выполнение операции дубления приводит к образованию недостаточного количества дополнительных химических связей, соответственно разрушаться такая молекула будет при более низкой температуре.

Температура сваривания существенно зависит от влажности кожи. С увеличением влажности температура сваривания снижается вследствие гидратации макромолекул коллагена, что приводит к увеличению расстояния между его структурными элементами и ослаблению силы химических связей между ними.

Показатель температуры сваривания необходим для определения возможности использования при повышенных температурах обработки, например, при горячей вулканизации, дублировании деталей верха

межподкладкой, влажно-тепловой обработке и термофиксации формы обуви, горячем формовании следа и др.

Для определения температуры сваривания применяют прибор, схема которого изображена на рисунке 3.2.

Прибор состоит из стоек 1, стержней 2, двух колец 3 для крепления термометров 4 со шкалой от 0 до 150 °С. Перпендикулярно стойке 1 жестко укреплен валик 5, на котором вращаются три неравноплечих рычага 6. На нижних концах рычагов 6 насажены остроконечные стерженьки 7.

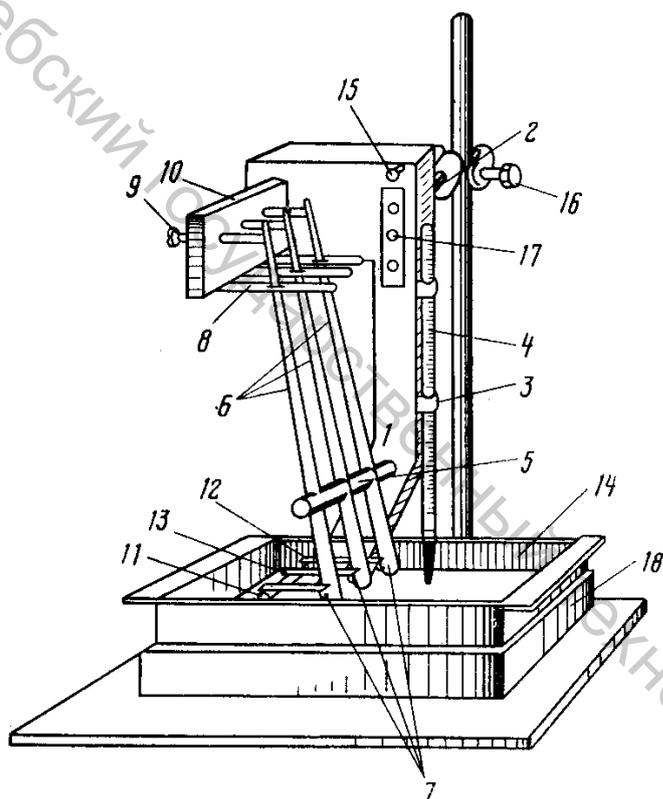


Рисунок 3.2 – Прибор для определения температуры сваривания кожи

Длинные плечи рычагов 6 имеют заостренные концы, которые проходят через направляющие ушки 8 и упираются в концы винтов 9, ввинченных перпендикулярно в планки 10, жестко укрепленные на стойках 1. Снизу, перпендикулярно стойке 1, жестко закреплен стержень 11, который имеет три остроконечных стерженька 12.

На стерженьки 7 и 12 накалывают образцы 13 кожи, которые помещают в воду или смесь глицерина с водой (8:2), налитую в сосуд 14.

Рычаги 6 прибора подключены к электросети. Для испытания образцов прибор отключают от сети выключателем 15, в кольца 3 устанавливают термометр так, чтобы наконечник с ртутью находился на одном уровне со стерженьками 7 и 12, и сосуд 14 заполняют водой. Увлажненные образцы размерами 3×60 мм в течение 18 ч находятся на заостренных стерженьках 7 и 12. Затем винтами 9 образцы распрямляют и регулируют легкое касание рычагов 6 с винтами 9. С помощью винта 16 опускают прибор в сосуд 14, чтобы образцы были погружены в воду. Затем включают прибор в электросеть выключателем 15, при этом лампа 17 загорается, и вода в сосуде 14 начинает нагреваться нагревателем 18. В момент выключения сигнальной лампы отмечают температуру, которую принимают за температуру кожи. После испытания прибор отключают от электросети, с помощью винта 16 освобождают прибор,

приподнимают его и снимают образцы.

**Гигротермическая устойчивость** характеризует способность влажной кожи сохранять прочность при воздействии высоких температур, но ниже температуры сваривания.

Гигротермическая устойчивость определяют как отношение пределов прочности при растяжении кожи после нагревания в увлажненном состоянии при температуре  $60^{\circ}\text{C}$  и кожи, увлажненной при нормальных условиях.

### Методика выполнения работы

#### Определение температуры сваривания

Из лоскута кожи вырезают три образца размерами  $3 \times 50$  мм. Полученные образцы 1 увлажняют в воде в течение 30 мин.

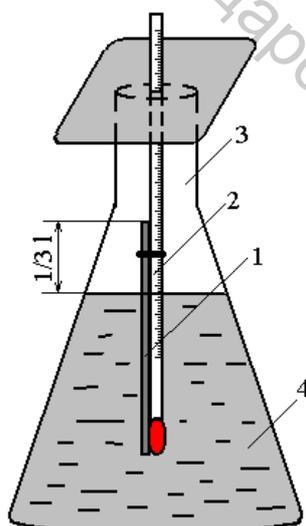


Рисунок 3.3 – Приспособление для проведения испытания

Затем поочередно закрепляют их в вертикальном положении на термометре 2 лицевой стороной наружу таким образом, чтобы нижний конец образца находился на уровне ртутного наконечника термометра (рис. 3.3). Подготовленную систему опускают в колбу 3 с водой 4 (или с добавкой глицерина) таким образом, чтобы верхний край образца на  $1/3$  длины располагался над поверхностью воды, и нагревают на электрической плитке. Наблюдая за образцом, фиксируют температуру, при которой начинается заметное сокращение образца, которую и принимают за температуру его сваривания. После этого образец извлекают из воды, охлаждают воду в колбе, подготавливают второй образец и повторяют эксперимент заново.

Аналогичным способом испытывают оставшиеся образцы, результаты заносят в таблицу 3.2. По результатам трех испытаний определяют среднюю температуру сваривания исследуемого вида кожи. Если температура сваривания образцов кожи превышает  $100^{\circ}\text{C}$ , делается вывод о достаточно высокой термостойкости исследуемого вида кожи.

Добавление в воду глицерина позволяет повысить температуру кипения жидкости до  $130^{\circ}\text{C}$  и обеспечить получение более точных результатов эксперимента.

#### Определение гигротермической устойчивости кож

Для определения гигротермической устойчивости подготавлива-

ют два образца кожи в форме двусторонней лопаточки (рис. 2.8), отмечают рабочую длину образца, толщину и определяют среднюю площадь поперечного сечения образца.

Образец № 1 замачивают в воде при нормальных условиях в течение 2 часов, после чего его извлекают, снимают излишек влаги с поверхности фильтровальной бумагой и испытывают на разрывной машине. Определяют прочность образца,  $\sigma_{м.х.}$ , Н/мм<sup>2</sup>, по формуле

$$\sigma_{м.х.} = \frac{P_{раз}^{м.х.}}{F_{ср}}, \quad (3.8)$$

где  $P_{раз}^{м.х.}$  – нагрузка при разрыве образца кожи, увлажненного в нормальных условиях, Н;  $F_{ср}$  – средняя площадь поперечного сечения образца, мм<sup>2</sup>.

Образец № 2 замачивают в ёмкости с водой, предварительно нагретой до 60 °С. Емкость с водой и образцом помещают в термостат на 2 ч для поддержания температуры. По истечении данного времени образец достают из термостата, снимают излишек влаги с поверхности фильтровальной бумагой и испытывают на разрывной машине. Определяют прочность образца,  $\sigma_{м.г.}$ , Н/мм<sup>2</sup>, по формуле

$$\sigma_{м.г.} = \frac{P_{раз}^{м.г.}}{F_{ср}}, \quad (3.9)$$

где  $P_{раз}^{м.г.}$  – нагрузка при разрыве образца кожи, увлажненного при повышенной температуре, Н.

Гигротермическую устойчивость,  $\Gamma_y$ , %, определяют по формуле

$$\Gamma_y = \frac{\sigma_{м.г.}}{\sigma_{м.х.}} \cdot 100. \quad (3.10)$$

Результаты испытания заносятся в таблицу 2.7.

Сделать выводы о термостойкости исследованных видов кож.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 3.2 – Результаты определения температуры сваривания и гигротермической устойчивости кож

Наименование материала	Температура сваривания образцов, $t_{св}$ , °С				Нагрузка при разрыве образцов, Н		Предел прочности при растяжении образцов, Н/мм <sup>2</sup>		Гигротермическая устойчивость, $\Gamma_y$ , %
	№ 1	№ 2	№ 3	ср.	увлажненного при н.у. $P_{раз}^{м.х.}$	увлажненного при 60 °С $P_{раз}^{м.г.}$	увлажненного при н.у. $\sigma_{м.х.}$	увлажненного при 60 °С $\sigma_{м.г.}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### Вопросы для самоподготовки

1. Что такое «температура сваривания»?
2. От каких факторов зависит температура сваривания?
3. Как можно определить температуру сваривания кож, если она превышает 100 °С?
4. На каком принципе работает прибор для определения температуры сваривания?
5. Что называют гигротермической устойчивостью кож?
6. Как определяется гигротермическая устойчивость кож?
7. От каких факторов зависит гигротермическая устойчивость?
8. Какое значение показателя гигротермической устойчивости считается наилучшим и свидетельствует о высокой термостойкости материала?

### Лабораторная работа 10. Изучение пороков и сортировка кож

*Цель работы:* изучить пороки и принципы сортировки кож.

*Материалы и оборудование:* кожи, альбомы с пороками кож.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить существующие пороки кож, знать их определение, классификацию и характеристику;
- 2) изучить альбомы с пороками кож, научиться органолептически различать различные виды пороков;
- 3) изучить методику определения сортности кож.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) определить вид и количество пороков на исследуемых образцах кож, дать их характеристику;
- 2) установить класс выявленных пороков;
- 3) определить размеры выявленных пороков;
- 3) рассчитать полезную площадь кож и определить их сорт.

### Общие сведения о пороках кож

**Пороком** называют всякое обнаруживаемое при органолептической оценке повреждение кожи, уменьшающее использование ее площади и ухудшающее внешний вид. Пороки могут распределяться как по всей площади кожи, так и на отдельных ее участках.

Пороки внешнего вида кож по происхождению делят на *сырьевые* и *производственные*. Сырьевые пороки представляют собой повреждения кожной ткани. Они возникают при жизни животного, при съеме шкуры, а также могут появиться в результате неправильного консервирования и хранения сырья. В соответствии с этим сырьевые по-

роки подразделяют на три группы: прижизненные, пороки съемки, консервирования и хранения. Согласно ГОСТ 3123-78 пороки имеют следующие определения.

**Сырьевые пороки кож:**

**безличина** – отсутствие лицевого слоя на участках кожи или наличие матовых пятен при бактериальном поражении и механическом повреждении;

**болячка** – незажившие или зарубцевавшиеся места на шкуре из-за болезни или ранения животного. На коже проявляется в виде отверстия с неправильными краями или рубца;

**воротистость** – утолщенные грубые складки на воротке кожи. Этот порок характерен для кожи, выработанной из шкур быков, и является следствием разрастания эпидермиса и подкожной клетчатки. Менее резко выраженная воротистость встречается также на полукожнике и выростке. В отличие от молочных линий складки при воротистости не разглаживаются в процессе выделки кожи. Участки кожи с сильно выраженной воротистостью непригодны для выкроя деталей обуви;

**выхват** – матовые участки на лицевой стороне над выхватом со стороны бахтармы;

**жилистость** – ветвеобразные следы от кровеносных сосудов на бахтарме или лицевой поверхности кожи;

**кнутовина** – темная полоса на лицевой поверхности кожи;

**ломина** – трещины большого размера и различной глубины на лицевой поверхности кожи, образующиеся в результате надлома сухих или мороженых шкур при небрежном обращении с ними;

**молеедина** – поражение личинками моли. На коже проявляется в виде извилистых каналов, дыр с неровными краями;

**молочные линии** – неглубокие складки и линии различной степени интенсивности на лицевой поверхности опойка;

**оспины** – беловатые, темно-коричневые пятна или отверстия на шкурах овец и коз в результате поражения оспой. Различают заросшие и незаросшие оспины;

**подрезь** – несквозной порез шкуры (кожи) с бахтармянной стороны;

**прелина** – глубокое бактериальное поражение в виде дыр или безличин (отсутствие лицевого слоя кожи) шкуры в результате плохого или несвоевременного консервирования и хранения;

**прорезь** – сквозной порез шкуры (кожи) при небрежном снятии или неправильной обработке;

**свищ** – углубления и отверстия преимущественно на чепраке шкур крупного рогатого скота, оленей и коз в результате повреждения личинками овода. Различают заросшие и не заросшие свищи. Первые представляют собой сквозные отверстия диаметром 1–5 мм, вторые – частично или полностью зарубцевавшиеся отверстия;

**солевые пятна** – бесформенные коричневого цвета жесткие на

ощупь пятна на шкурах крупного рогатого скота мокросоленого консервирования, образующиеся при хранении. На коже проявляются в виде шероховатых бурых мелких безличин;

**тощестъ** – рыхлость и тонкость шкуры в результате истощения животного. На коже проявляется в виде дряблости. При значительной выраженности порока резко снижается износостойкость кожи;

**заполистость** – неравномерная толщина шкур коров;

**моржевина** – неровная поверхность дермы шкур свиней.

При обработке, транспортировании и хранении шкур появляются пороки – сваривание, ороговение, быглость, прелины, молеедины и др.

Коллаген шкуры *сваривается* при действии повышенных температур, например, при сушке. Такие шкуры дальнейшей обработке не подлежат.

**Ороговение** является первичной стадией сваривания. Ороговевшие шкуры можно перерабатывать, но они трудно подвергаются отмоке.

**Быглость** возникает при повышенном удалении влаги из шкур при их замораживании и характеризуется белыми пятнами на мездряной стороне. Быглые кожи имеют пониженную прочность и повышенную тягучесть.

**Производственные, или технологические, пороки** возникают при выделке кожи из-за неправильного ведения подготовительных процессов, дубления, крашения и отделки. Установить в каждом конкретном случае причину появления порока и устранить ее весьма сложно, требуется пересмотр технологического процесса производства кожи:

**бронзистость** – металлический блеск на окрашенной поверхности кожи;

**волнистость лакового покрытия** – волнообразные неровности на лаковой пленке из-за некачественного обезжиривания поверхности кожи;

**жесткость** – сухость и гремучесть при прощупывании кожи по площади;

**замины** – складки на участках кожи, образующиеся в процессе прессования и лощения;

**лестницы** – параллельно расположенные углубления на бахтарме кож, появляющиеся в результате плохой настройки строгальной машины или неправильного выполнения операций;

**ломкость** – трещины на лицевой поверхности кожи, появляющиеся при ее сгибании. Ломкость кожи может быть местная и общая;

**намины** – устойчивые складки или морщины на коже, придающие ей мятый вид;

**наплывы** – неровности на лицевой поверхности лаковой кожи;

**непродуб** – светлые неокрашенные полосы в среднем слое тол-

стых и плотных участков кожи. Непродуб вызывается недостаточным количеством таннидов при дублении, закупоркой путей диффузии таннидов в поверхностных слоях дермы. Встречаются преимущественно в жестких кожах;

**неровная окраска** – различная окраска на участках кожи;

**неровный ворс** – неравномерная высота ворса на площади кожи из-за неправильного шлифования;

**осыпание покрывной пленки** – растрескивание и отставание покрывной пленки, обнаруживаемые при трехкратном прокатывании рукой кожи, сложенной вдвое лицевой поверхностью внутрь. Порок, возникающий из-за неправильной подготовки лицевой поверхности перед крашением, нарушений рецептуры краски, технологии покрывного крашения, недостаточной морозостойкости покрывной пленки;

**отдушистость** – отставание лицевого слоя кожи, обнаруживаемое в виде морщин, образующихся при сгибании кожи лицевой стороной внутрь под углом  $90^{\circ}$  и не исчезающих после ее распрямления. Дефект представляет собой отставание сосочкового слоя кожи от сетчатого и в отдельных случаях расслаивание сосочкового слоя на разной глубине. Причинами этого дефекта могут быть чрезмерное разрыхление кожной ткани при длительном золении старыми растворами, при чрезмерном смягчении, а также при использовании тощего сырья, интенсивной тяжке слабо или неравномерно отволоженной кожи. Отдушистость снижает износостойкость и ухудшает внешний вид кожи и не допускается на ответственных деталях верха обуви;

**перепил** – неравномерный перепад толщины кожи со стороны бахтармы, возникающий при неправильном распиливании голяя;

**подсед** – короткие волоски на лицевой поверхности кожи, не удаленные при обезволаживании и чистке лицевой поверхности шкуры;

**рыхлость** – пониженная плотность, отдушистость и дряблость;

**садка** – мелкие трещины на коже с естественной лицевой поверхностью при сгибании ее лицевой стороной наружу. Причинами садки могут быть сильное связывание хромового дубителя и таннидов в лицевом слое, значительное отложение в этом слое нерастворимых соединений хрома и несвязанных таннидов, неправильное жирование и ряд других факторов, ослабляющих эластичность сосочкового слоя кожи;

**стяжка** – волнистые складки на лицевой поверхности кожи или морщины в виде сетки, маскирующие мерею;

**сыпь** – порок в виде мелких бугорков на лаковой пленке кожи. Наплывы, волнистость и сыпь характерны для лаковых кож.

Серьезным пороком кожи, возникающим в процессе ее производства, являются **пятна**. При неправильном проведении механических операций на полуфабрикате возникают **сдиры**, **порезы** и **трещины**. На поврежденных местах быстрее в больших количествах поглощаются дубители, красители, жиры, в результате чего появляются матовые пят-

на. При золении в результате реакции сульфида натрия с остатками крови появляются синие пятна. При длительной пролежке голяя после золени возникают известковые пятна. Из-за избытка жира в коже прессование ее при высокой температуре и давлении приводит к образованию матовых жирных пятен. Маскировка пятен путем дополнительного нанесения покрывных красок утолщает покрывную пленку, повышает ее жесткость, осыпаемость и расход материалов.

### **Общие сведения о сортировке кож**

При сортировке кож исходят из характера пороков, их числа и площади, степени выраженности и расположения на коже, а также учитывают влияние пороков на качество деталей и их выход при раскрое.

Сорт устанавливают в зависимости от *полезной площади* кожи (ГОСТ 26343-84), под которой понимают площадь, свободную от пороков или с наличием пороков, которые для данного вида кож не учитывают. Последние устанавливает государственный стандарт на каждый вид кожи.

В зависимости от полезной площади, выраженной в процентах, кожи хромового дубления для верха и низа обуви, а также юфть относят к I–IV сортам; кожи для верха обуви из бахтармяного спилка – к I–III сортам; крафт обувной к I–VI сортам.

Сортировку кож хромового дубления для верха обуви производят по ГОСТ 338-81, подошвенных и стелечных – по ГОСТ 316-75, юфти обувной – по ГОСТ 337-84, кож для верха обуви из бахтармяного спилка – по ГОСТ 1838-83. В государственных стандартах даны характеристики, система оценки и определение пороков, а также разделение их на классы.

Все пороки, встречающиеся в кожах различного назначения, делят на четыре основных класса:

**I** – местные, совершенно недопустимые в деталях обуви и измеряемые в мерах длины или площади: подрезы, болячки, замины, пятна, незаросшие свищи и др.;

**II** – местные, допустимые на менее ответственных участках деталей или в менее ответственных деталях обуви, измеряемые в мерах длины или площади: подрезы глубиной до 25 % от толщины кожи, моржовистость, жировые пятна и др.;

**III** – общего характера, недопустимые в деталях обуви или частично допустимые в менее ответственных местах и не поддающиеся измерению: воротистость, заполистость, слепая и неровная нарезка искусственной мерей и т.д.;

**IV** – общего характера, абсолютно недопустимые в деталях и характеризующие низкое качество всей кожи: жесткость, общий непро-

дуб, общая садка, отдушистость чепрака на площади, превышающей 50 % и др. Кожи с такими пороками не подлежат сдаче-приемке.

В соответствии с ГОСТ 338-81 в кожах **не допускаются** следующие пороки:

- общая садка;
- общая ломкость;
- отдушистость, стяжка, провал аппретуры на площади более 25 % кожи;
- неровное строгание;
- мохнатый ворс на ворсовых кожах (кроме пашин);
- плохая разделка и обрезка краев, лап;
- полосы от щеток при покрывном крашении;
- загрязнение лицевой поверхности запрессованной или прилипшей пылью;
- неравномерная меря;
- пятна жирового или минерального происхождения, не поддающиеся удалению;
- пятна на белых и светлых кожах, образующиеся от пигментации покрывной пленки;
- осыпание покрытия;
- растрескивание покрытия при растягивании кож;
- отсутствие естественной мерей;
- серость окраски;
- неровная окраска, изменяемость цвета при растягивании, кроме кож с анилиновой, полуанилиновой и другими видами отделок специальных методов покрывного крашения;
- бронзистость покрытия;
- загрязнение покрывной краской бахтармы кож для обуви с подкладкой на площади свыше 15 %;
- неотделанная бахтарма;
- шероховатость лицевой поверхности;
- общая жесткость, подсев, тощость.

В кожах для верха модельной обуви дополнительно к перечисленным не допускаются отдушистость, стяжка, провал аппретуры.

При определении сорта **пороками не считают**:

- слабовыраженные жилистость, воротистость до уровня нижних впадин передних лап, молочные линии;
- отмин;
- наличие краски, проникшей через поры на бахтарме свиных кож, кроме бесподкладочных;
- неровную окраску и изменяемость цвета при растягивании на кожах с анилиновой, полуанилиновой и другими видами отделок специальных методов покрывного крашения;

– молочные линии, жилистость, заросшие малозаметные царапины, роговины, болячки на кожах с естественной нешлифованной и неподшлифованной лицевой поверхностью.

Пороки подразделяют на *неизмеряемые* и *измеряемые в мерах длины и площади*.

К порокам, измеряемым *по площади*, относят те, которые поражают участки большой площади, а также пороки, отстоящие друг от друга на расстоянии не более 7 см. Для определения площади пороков их вписывают в наименьший прямоугольник и измеряют его площадь в квадратных сантиметрах, если длина меньшей стороны прямоугольника более 2 см.

Если длина меньшей стороны прямоугольника равна или менее 2 см, порок считают *линейным* и его измеряют в сантиметрах.

При наличии на одном участке двух или более пороков учитывают только порок большей площади.

Неизмеряемые пороки оценивают в соответствии с данными, приведенными в таблице 3.3.

По степени выраженности различают пороки:

– слабовыраженные – пороки шириной до 3 мм, не приведшие к нарушению лицевого слоя кожи, имеющие незначительную выпуклость на лицевом слое кожи или углубление внутрь неё;

– средневыраженные – пороки шириной от 1 до 3 мм, не приведшие к нарушению лицевого слоя кожи, имеющие ощутимую выпуклость на лицевом слое кожи или углубление внутрь неё, то есть пороки, скрывающиеся глубокой шлифовкой и средним рисунком тиснения;

– сильновыраженные – пороки шириной более 3 мм, не приведшие к нарушению лицевого слоя кожи, имеющие значительную выпуклость на лицевом слое кожи или углубление внутрь неё, а также пороки любой ширины, приведшие к нарушению лицевого слоя кожи, и пороки, проникающие в кожу со стороны бахтармы (видимые с лицевой стороны).

Сортировка кож хромового дубления для верха обуви основана на определении соотношения числа пороков и занимаемой ими площади в процентах от площади кожи.

С этой целью внимательно осматривают предъявляемую к сортировке кожу с лицевой и бахтармянной стороны. Чтобы определить сорт кожи по местным порокам, за исключением местной садки и местной ломкости лицевой поверхности, подъема ворса на лицевой поверхности, необходимо установить:

– число пороков  $n$ , измеряемых по площади и длине;

– величину всех пороков, измеряемых по площади  $\sum Q_{пл}$ ,  $\text{дм}^2$ ;

Таблица 3.3 – Неизмеряемые пороки и их оценка, %

Виды неизмеряемых пороков	Оценка порока в %
1	2
<b>Кожи для низа обуви</b>	
Искривление линии чепракования	2
Солевые пятна с нечетко выраженными контурами	3
Местный непродуб	5
Местная ломкость на чепраке	10
на поле и воротке	3
Плохое мездрение, рыхлость	10
<b>Юфть</b>	
Местная садка лицевой поверхности и ломкость в одной точке	5
в двух точках	12
Заполистость	2
<b>Кожа лаковая</b>	
Местная жесткость	15
Местная садка лицевой поверхности и ломкость	12
Слабо выраженная жилистость, загрязненная бахтарма	2
<b>Кожа для подкладки</b>	
Местная садка лицевой поверхности и ломкость в одной точке	5
в двух точках	20
Тощесть	20
Неровная окраска, неровный натуральный цвет	15
<b>Кожа хромового дубления</b>	
Местная садка лицевой поверхности и ломкость в одной точке	5
в двух точках	25
<b>Кожа из бахтармяного спилка</b>	
Местная ломкость в одной точке	5
в двух точках	10

– длину всех линейных пороков  $L$ , см, и перевести в площадь  $Q_l$ ,  $\text{дм}^2$ , по формуле

$$\sum Q_l = \sum L \cdot 0,03, \quad (3.11)$$

– величину всех неизмеряемых пороков  $Q_n$  перевести в общую площадь всех пороков.

Полезную площадь кожи в процентах вычисляют по формуле

$$Q_{пол} = 100 - \left[ \left( \frac{\sum Q_{пл} + 0,03 \sum L}{S} \cdot 100 + \sum Q_H \right) \right], \quad (3.12)$$

где  $Q_{пл}$  – общая площадь пороков, измеряемых по площади,  $дм^2$ ; 0,03 – коэффициент эквивалентности линейных пороков и пороков, измеряемых по площади;  $\sum L$  – общая длина линейных пороков, см;  $S$  – площадь кожи,  $дм^2$ ;  $\sum Q_H$  – общая оценка неизмеряемых пороков, %.

Сорт кожи в зависимости от полезной площади определяют в соответствии с таблицами 3.4, 3.5, 3.6.

Таблица 3.4 – Полезная площадь по сортам, %, кож для верха и подкладки обуви

Сорт	Полезная площадь, %				
	Юфть	Хромового дубления	Лаковая	Из бахтармяного спилка	Для подкладки
I	от 100 до 97 вкл.	от 100 до 95 вкл.	от 100 до 98 вкл.	от 100 до 95 вкл.	
II	от 96,9 до 85 вкл.	от 94,9 до 80 вкл.	от 97,9 до 92 вкл.	от 94,9 до 80 вкл.	
III	от 84,9 до 70 вкл.	от 79,9 до 65 вкл.	от 91,9 до 85 вкл.	от 79,9 до 50 вкл.	от 79,9 до 60 вкл.
IV	от 69,9 до 40 вкл.	от 64,9 до 40 вкл.	от 84,9 до 70 вкл.	-	от 59,9 до 30 вкл.

Таблица 3.5 – Полезная площадь по сортам, %, кож для низа обуви

Сорт	Полезная площадь, %	
	Чепраки, получепраки, рыбки	Целые кожи, полукожи, воротки, полы, хазы
I	от 100 до 97 вкл.	от 100 до 90 вкл.
II	от 96,9 до 87 вкл.	от 89,9 до 75 вкл.
III	от 86,9 до 70 вкл.	от 74,9 до 55 вкл.
IV	от 69,9	от 54,9

Таблица 3.6 – Полезная площадь по сортам, %, краста обувного

Сорт	Полезная площадь, %
I	от 100 до 80
II	от 79,99 до 70
III	от 69,99 до 50
IV	от 49,99 до 30
V	от 29,99 до 10
VI	от 9,99

## Методика выполнения работы

В процессе выполнения лабораторной работы студентам необходимо:

- ознакомиться с пороками кож по альбомам образцов;
- ознакомиться с государственными стандартами на сортность кож, методиками определения полезной площади кож, классификацией пороков кож для установления их сорта.

Кожу, полученную на занятии, следует осмотреть с лицевой и бахтармянной стороны, отметить все пороки, идентифицировать их и дать характеристику в соответствии с таблицей 3.7.

Пороки, измеряемые по площади, вписывают в прямоугольники и измеряют их площадь в  $\text{дм}^2$ . Измеряют длину линейных пороков в сантиметрах, определяют величину неизмеряемых пороков в процентах. Вычисляют полезную площадь кож в процентах по формуле (3.12). По данным таблиц 3.4, 3.5 и 3.6 определяют сорт кожи.

Результаты лабораторной работы сводятся в таблицу 3.7.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 3.7 – Определение пороков и сортности кож

Вид ко- жи, пло- пло- щадь, $\text{дм}^2$	Назва- ние по- рока	Характеристи- ка порока (происхожде- ние, причина порока)	Размер порока		Класс порока	Сорт кожи
			По пло- щади, $\text{дм}^2$	По длине, см		

### Вопросы для самоподготовки

1. Как классифицируются пороки кож для верха обуви?
2. Какие пороки кож относятся к I, II, III и IV классам?
3. Как измеряются пороки по поверхности кож?
4. Каким образом учитываются линейные пороки при расчете общей площади пороков?
5. Сколько сортов выделяют у кож для верха обуви?
6. От чего зависит сорт кожи?
7. Как вычисляется полезная площадь кож?
8. Как классифицируются пороки по степени выраженности?
9. Какие виды пороков не допускаются в кожах?
10. Какие дефекты кож не считают пороками при сортировке?

## 4 ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### Лабораторная работа 11. Распознавание текстильных волокон. Определение волокнистого состава тканей методом оптической микроскопии и проб на горение

*Цель работы:* изучить методики распознавания текстильных волокон по горению и микроскопии, приобрести базовые навыки распознавания основных природных и химических волокон.

*Материалы и оборудование:* образцы волокон, образцы материалов, микроскоп, предметные стекла, салфетки, иглы препаровальные, пинцеты, спички, спиртовка лабораторная, лупы текстильные.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

1) изучить общие сведения о текстильных волокнах и методах их распознавания, содержание ГОСТ Р 56561-2015 «Материалы текстильные. Определение состава. Идентификация волокон»;

2) изучить методику подготовки материалов к распознаванию волокнистого состава методами оптической микроскопии и горения;

3) изучить образцы волокон хлопка, льна, натурального шелка, шерсти, полиэфира с помощью микроскопа и пробы на горение.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

1) получить и подготовить материалы к испытанию;

2) провести испытание на горение;

3) провести микроскопию волокон;

4) сопоставить результаты испытаний, сделать выводы и составить отчет о лабораторной работе.

### **Общие сведения о текстильных волокнах и методах их распознавания**

Распознавание волокон является необходимым базовым навыком специалиста легкой промышленности, поскольку позволяет прогнозировать свойства материалов и изделий из них при технологической обработке и в эксплуатации. В практике исследовательских лабораторий испытание по определению состава сырья является одним из самых длительных и дорогостоящих.

Процесс распознавания волокон, составляющих материалы легкой промышленности, чрезвычайно сложен. Основная причина сложности идентификации волокон заключается в разнообразии используемых волокон и их модификаций. Часто материалы содержат смеси волокон, они могут быть обработаны различными веществами, изменяющими свойства волокон. Внешний вид волокна может сильно отличаться в зависимости от параметров процесса получения для химических волокон;

пола, возраста, ареала обитания, питания и породы животного, вида, района произрастания растения для природных волокон. Поэтому обычно распознавание волокон проводят в два этапа:

- микроскопия и проба на горение;
- качественный и количественный химический анализ.

По результатам всех испытаний делают наиболее вероятный вывод о волокнистом составе материала. При этом изучают внешний вид волокна под микроскопом, скорость и характер его горения, цвет и запах продуктов горения, результат химической реакции (степень растворения, наличие осадка, количество растворившегося и нерастворившегося вещества). В основе исследования волокнистого состава лежат знания о природе и свойствах волокон. Классификация текстильных волокон представлена на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Классификация текстильных волокон

**Целлюлозные волокна** – наиболее распространенные текстильные волокна, в основе которых лежит природный полимер целлюлоза. Все целлюлозные волокна делятся на природные и искусственные. Среди природных наибольшее значение имеют хлопок и лен. Искусственные целлюлозные волокна производятся в условиях химических предприятий из высококачественной древесины.

*Целлюлоза* – гидрофильное вещество (хорошо впитывает воду). Природные целлюлозные волокна взаимодействуют с водой менее эффективно, чем искусственные, и, как следствие, меньше набухают в ней и не теряют прочность в мокром состоянии (она даже несколько увеличивается). Искусственные волокна в мокром состоянии теряют до 50–60 % прочности. Целлюлоза неустойчива к действию *кислот*. Степень повреждения волокна зависит от силы кислоты, ее концентрации, от температуры и времени процесса. Концентрированные растворы щелочи при обычных температурах не разрушают природные целлюлозные волокна, при обработке в натянутом состоянии они улучшают их свой-

ства (гигроскопичность, окрашиваемость, прочность и т.д.), что используется в специальной операции отделки – мерсеризации. Искусственные волокна растворяются в концентрированных растворах щелочи. Целлюлоза весьма чувствительна к нагреву. Она не относится к термопластичным материалам и поэтому не плавится. Разрушение волокна в присутствии кислорода начинается уже при температуре 160–180 °С, при 400 °С происходит самовозгорание волокна.

**Ацетатные волокна** по своим свойствам отличаются от целлюлозных, т.к. элементарным звеном этих волокон является не целлюлоза, а ее уксуснокислый эфир (ацетат). По гидрофильности (смачиваемости) ацетатные волокна занимают промежуточное положение между целлюлозными и синтетическими. Как следствие, более низкой гидрофильности отличительными свойствами ацетатных волокон являются меньшее набухание в воде и меньшая потеря прочности в мокром состоянии, чем у гидратцеллюлозных волокон (вискоза, медно-аммиачное волокно), и повышенная электризуемость. Ацетатные волокна термопластичны, что приближает их к синтетическим волокнам. При 180–190 °С они начинают деформироваться, а при 230–290 °С – плавятся с разложением.

**Белковые волокна** имеют животное происхождение, в основе их лежит природный полимер – белок. Наибольшее значение имеют шерсть и шелк. Среди всех волокон шерстяное волокно имеет самое наибольшее влагопоглощение (17 %). Под действием воды шерсть интенсивно набухает, а длительное кипячение или пропаривание волокна приводит к его разрушению, что сказывается на потере массы. В отличие от целлюлозы шерсть более устойчива к действию кислот и менее устойчива к щелочам. Она растворяется уже в 3%-м горячем растворе щелочи. Шерсть – одно из самых термочувствительных волокон. Она начинает терять физико-механические свойства уже в процессе сушки при 100 °С. Волокно становится жестким и теряет прочность, однако последующее увлажнение практически возвращает его к исходным свойствам. Длительное нагревание шерсти при температуре выше 105 °С приводит к необратимому повреждению волокна.

По своим химическим свойствам шелк мало отличается от шерсти. Он также прекрасно впитывает влагу, интенсивно набухает в воде, теряет прочность при кипячении, более устойчив к действию кислоты и менее – к щелочи. Вместе с тем шелк – одно из самых нестойких к свету волокон, и в отличие от шерсти он более устойчив термически: термодеструкция наступает при температуре 240–280 °С.

Основные методы идентификации волокон, используемые для целей распознавания, изложены в ГОСТ Р 56561-2015 «Материалы текстильные. Определение состава. Идентификация волокон». Характеристики результатов испытаний по идентификации волокон, включающие испытание на горение и микроскопию волокон, представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Характеристики испытаний для идентификации основных типов волокон

Наименование волокна	Испытание на сжигание					Наличие хлора	Наличие азота	Внешний вид под микроскопом		Окрашивание йодом/ йодидом калия
	При приближении к пламени	В пламени	При удалении из пламени	Запах	Зола			Боковая поверхность	Поперечное сечение	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Хлопок	Горит сразу же при попадании в пламя	Горит	Непрерывное горение, сгорает очень быстро, наличие остаточного свечения	Запах горелой бумаги	Очень мало, мягкий серый цвет	Нет	Нет	Вид плоской ленты с естественными изгибами по всей длине (в мерсеризованном хлопке изгибов мало)	Существуют различные типы, например, в форме садового боба, подковы и т.д., и типы, имеющие полую часть (в мерсеризованном хлопке принимает форму круга)	Окрашивания не происходит (мерсеризованный хлопок становится бледно-голубым)
Конопля Лен Рапи	Как выше	Как выше	Как выше	Как выше	Как выше	Нет	Нет	Полосы проходят в направлении оси волокна. Верхние концы полос с узелками в некоторых местах, с острым углом в льняных волокнах и с тупым углом у волокон рапи	У льняных волокон многоугольник с поллой частью. У волокон рапи - в форме плоского эллипса, с поллой частью	Окрашивания не происходит
Шелк	Сжимается и расщепляется в пламени	Сжимается и горит	Подобно шерсти, но горит вспышками	Запах жженных волос	Пузырится до черноты, хрупкая, легко разрушаемая	Нет	Есть	Гладкая, без изменений	В форме треугольника	Бледно-желтый цвет

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Шерсть	Как выше	Как выше	Продолжает гореть, но с трудом, и перед сгоранием сжимается	Как выше	Как выше	Нет	Есть	Появляются чешуйки	У большинства волокон круглой формы	Как выше
Вискоза	Сразу загорается при попадании в пламя	Горит	Горит непрерывно и очень быстро, остаточного свечения не происходит	Запах горелой бумаги	Золы почти не остается	Нет	Нет	Редкие полосы вдоль оси волокна	Профиль в форме неправильного лепестка	Черный, синий, зеленый цвет
Медно-аммиачное и высокомолекулярное, лиоцелл	Как выше	Как выше	Как выше	Как выше	Как выше	Нет	Нет	Поверхность гладкая	Круглой формы	Как выше
Ацетат	Плавится и расщепляется в пламени	Плавится и горит	Непрерывное горение с плавлением	Запах уксусной кислоты	Черные, твердые, хрупкие частицы неправильной формы	Нет	Нет	Одна или две полосы вдоль оси волокна	Форма листа клевера	Темно-коричневый цвет
Триацетат	Как выше	Как выше	Как выше	Как выше	Как выше	Нет	Нет	Как выше	Как выше	Как выше
Ивинилал	Сжимается и плавится	Плавится и горит	Как выше	Сладкий приятный аромат, когда горит поливиниловый спирт	Твердые, темно-коричневые кусочки неправильной формы	Нет	Нет	Белая линия вдоль оси волокна появляется в средней части	Наличие сердцевин в оболочке подтверждается. Также в форме круга	Слабый темно-синий цвет

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Полиамид	Плавится	Как выше	Горение не продолжается	Запах, присущий амидам	Твердые крупинки от темно-коричневого до серого цвета	Нет	Есть	Гладкая	В большинстве случаев форма круга	Темно-коричневый цвет
Винилиден	Сжимается и расщепляется в пламени	Плавится и горит, выделяя дым. Основная часть зеленого цвета	Как выше	Острый возбуждающий запах	Хрупкие черные кусочки неправильной формы	Есть	Нет	Как выше	Как выше	Не окрашивается
Поливинилхлорид	Как выше	Плавится и горит, выделяя черный дым	Как выше	Похож на винилиден, но слабый	Как выше	Есть	Нет	Как выше	Как выше	Как выше
Полиэфир	Плавится	Плавится и горит	Продолжает горение	Сладкий приятный аромат (слабый)	Твердые круглые частицы черного цвета	Нет	Нет	Как выше	Как выше	Как выше
Акриловое волокно	Плавится и вспыхивает	Как выше	Быстро горит	Похож на запах запекаемого мяса	Твердые круглые и неправильной формы частицы черного цвета	(Нет)	Есть	Существует множество видов и нет единого, но большинство волокон с гладкой поверхностью	В большинстве случаев в форме круга, но иногда в форме сердечка	Темно-коричневый цвет

Окончание таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модифицированное акриловое волокно	Сжимается и расщепляется в пламени	Плавится и горит, выделяя черный дым	Прекращает гореть	Напоминает запах горящего мыла	Хрупкие черные кусочки неправильной формы	(Есть)	Есть	Одна жирная линия в направлении оси волокна	В форме подковы	Темно-коричневый цвет
Полипропилен	Как выше	Плавится и медленно горит, выделяя дым	Горит и медленно плавится	Напоминает запах горящего парафина	Твердые крошки серого цвета	Нет	Нет	Гладкая	В форме круга	Не окрашивается
Эластан	Плавится	Плавится и горит	Не продолжает гореть	Очень необычный запах	Резиноподобные кусочки, клейкие	Нет	Есть	Как выше	Множество видов, нет единого	Темно-коричневый цвет
Арамид (пара-)	Красное свечение, но нет горения с пламенем	Красное свечение	Красное свечение исчезает	Сладкий возбуждающий запах	Черная зола в форме остатков волокон	Нет	Есть	Поверхность гладкая, без изменений. В некоторых случаях имеются узелки	Круглой формы	Нет
Арамид (пара-)	Красное свечение и горение с пламенем	Горит	Горит, но недолго, быстро гаснет	Сладко-кислый запах	Черная, твердая, хрупкая	Нет	Есть	Поверхность гладкая	Круглой формы	Нет
Арамид (мета-)	От пламени сжимается и расщепляется	Сжимается и горит	Прекращает горение	Сладковатый запах	Черная, твердая, хрупкая	Нет	Есть	Поверхность гладкая, и полоса проходит в направлении оси волокна	Похожее на сердечко	Нет

Внешний вид некоторых волокон под микроскопом показан на рисунке 4.2.

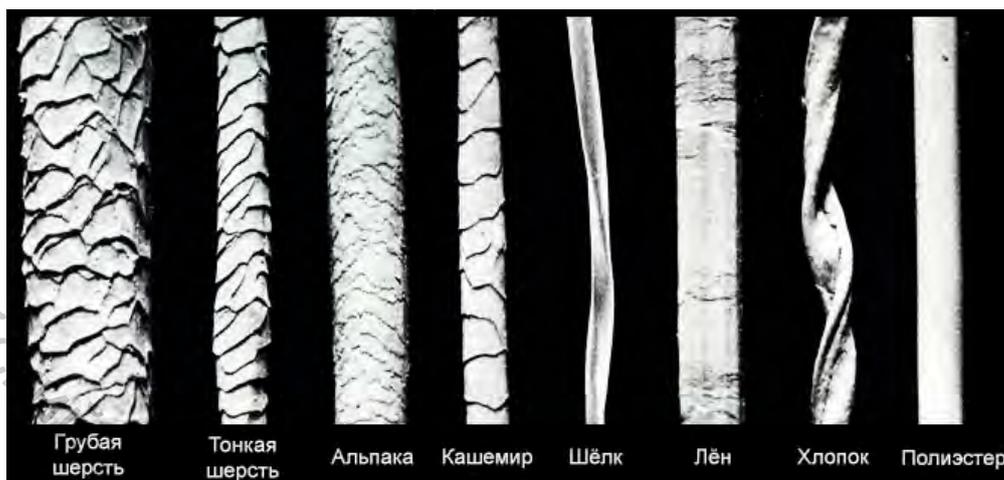


Рисунок 4.2 – Внешний вид волокон под микроскопом

По волокнистому составу ткани могут быть подразделены на однородные, неоднородные, смешанные и смешанно-неоднородные.

К **однородным** тканям относятся ткани, состоящие из волокон одного вида, например, из хлопка (ситец, бязь, сатин и др.), льна (полотно, рогожка, коломенок и др.), шерсти (фай, бостон, бобрик и др.), натурального шелка (крепдешин, креп-жоржет и др.), искусственного шелка (креп-сатин, креп-марокен, полотно и др.), синтетические (блузочная, сорочечная и др.). Такие ткани называют соответственно чистохлопковыми, чисто льняными, чистошерстяными и чистошелковыми, чистовискозными, чистоацетатными и чистокапроновыми.

К **неоднородным** тканям относятся ткани, состоящие из нитей различного волокнистого состава, например: основа хлопчатобумажная, а уток из искусственного шелка (зефир, шотландка и др.); основа хлопчатобумажная, а уток льняной (полотно, рогожка и др.); основа хлопчатобумажная, а уток шерстяной (шевиот Омский, сукно и др.); основа шелковая, а уток хлопчатобумажный (саржа, сатин-дубль и др.); могут быть и другие сочетания разнородных нитей в тканях, например, основа капроновая, а уток из чередующихся нитей лавсана и ацетатного шелка (ткань Дайва) и др.

К **смешанным** тканям относятся ткани, у которых основа и уток состоят из смеси различных волокон, например, шерсти с хлопком, шерсти с вискозным штапельным волокном, шерсти с капроновым штапельным волокном (возможны также смеси шерсти с нитроновым штапельным, лавсановым и другими синтетическими волокнами. К этой же группе относятся ткани, выработанные из крученых неоднородных нитей, например, из вискозно-ацетатного москрепа, из вискозно-капроновой спирали, из вискозно-ацетатного мулине, из шерстяной

пряжи, скрученной с вискозным шелком, из шерстяной пряжи, скрученной с хлопчатобумажной в основе и шерстяной пряжи со штапельным волокном в утке, из хлопчатобумажной пряжи, скрученной с пряжей из шерсти и штапельного волокна, и других видов неоднородных нитей.

К **смешанно-неоднородным** тканям относятся ткани, у которых одна система нитей однородная, а другая – смешанная, например, основа – из вискозного шелка, а уток – из вискозно-ацетатного москрепа, основа – из муслина капронового, а уток – из вискозно-капроновой спирали.

Неоднородные, смешанно-неоднородные и смешанные ткани в зависимости от основного компонента, в них входящего, называют полшерстяными, полульняными, полшелковыми, полхлопковыми. Шерстяные ткани, содержащие до 10 % химических волокон, введенных для улучшения внешнего вида ткани (в виде просновок, искры), относят к однородным тканям.

### **Методика выполнения работы**

Для подготовки материалов к распознаванию волокнистого состава необходимо:

1) установить расположение систем нитей основы и утка у тканых материалов;

2) визуально оценить однородность отдельно каждой системы нитей (основы и утка) по цвету, толщине, гладкости. Определить, сколько разных нитей содержится в каждой системе нитей образца и заготовить соответствующее количество бумажных конвертов;

3) с помощью препаровальной иглы и текстильной лупы отделить несколько разных нитей основы и нитей утка (не менее 5), разложить в разные пучки разные нити, вложить их в конверты и отметить на конвертах для каждого пучка вид системы нитей (например, O1, O2, Y);

4) из каждого типа нитей заготовить препарат для микроскопии: очистить предметные стекла от посторонних частиц с помощью салфетки, препаровальной иглой тщательно распушить конец нити на участке 1,5–2 см, распушенный веер волокон расположить в центре предметного стекла, накрыть вторым предметным стеклом, отметить вид системы нитей, подписывая сверху предметное стекло на свободном от препарата месте. Расположить предметное стекло на предметном столике микроскопа.

Подготовленные препараты нитей рассматривают под микроскопом. Сравнивают изображение, увиденное в окуляр микроскопа, с изображением волокон на рисунке 4.2 и описанием внешнего вида волокон в таблице 4.1. Делают предварительный вывод о предполагаемой природе наблюдаемого волокна.

В отчете необходимо зарисовать внешний вид боковой поверхности волокна или сделать фото с помощью любого доступного технического средства, расположив его над окуляром микроскопа (фото вклеить в отчет), описать увиденное, используя стандартную терминологию.

Для распознавания волокнистого состава с помощью пробы на горение необходимо перед проведением опыта по таблице 4.1 установить характерные признаки горения того волокна, которое предположительно обнаружили в нити по результатам микроскопии.

Далее для каждого пучка нитей по отдельности выполнить следующие действия:

- уплотнить пучок нитей, скручивая между пальцами в жгут, жгут зажать пинцетом;
- зажечь спиртовку, поднести пучок нитей к пламени, наблюдать происходящие с пучком нитей изменения;
- внести пучок нитей в пламя, наблюдать горение,
- вынести пучок нитей из пламени, наблюдать происходящие изменения, погасить спиртовку;
- изучить запах и характеристики образовавшейся после сгорания нитей золы;
- сравнить наблюдения с описанием характера горения волокон, представленным в таблице 4.1. При необходимости повторить опыт;
- сопоставить результаты испытаний, полученные методами микроскопии и проб на горение, и определить волокнистый состав каждой системы нитей исследуемого материала.

Результат отразить в отчете по форме таблицы 4.2 отдельно для каждой системы нитей.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 4.2 – Характеристика результатов испытаний по идентификации волокон

Вид системы нитей	Испытание на сжигание. Поведение волокна по отношению к пламени:					Внешний вид боковой поверхности волокна под микроскопом (описание и рисунок)	Вид волокна
	приближение	в пламени	удаление	запах	зола		
1	2	3	4	5	6	7	8
основа							
уток							

**Вопросы для самоподготовки**

1. Достаточно ли микроскопии и пробы на горение для идентификации волокнистого состава ткани? Почему?

2. Как установить волокнистый состав материала с помощью пробы на горение?
3. Какие ткани называют смешанно-неоднородными?
4. Каковы особенности белковых волокон?
5. Какие волокна относят к химическим?
6. Почему испытание материалов по показателю «волокнистый состав» длительное и дорогостоящее?
7. Какими могут быть ткани по волокнистому составу?
8. Как горит хлопковое волокно?
9. Как выглядит натуральная шерсть под микроскопом?

## **Лабораторная работа 12. Определение структурных характеристик тканей**

*Цель работы:* изучить методику и определить структурные характеристики тканей.

*Материалы и оборудование:* образцы тканей, торсионные весы.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить классификацию ткацких переплетений, принципы их математического обозначения и графического изображения;
- 2) изучить методику определения структурных характеристик тканей.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) определить вид переплетения ткани и изобразить его графически;
- 2) определить плотность ткани по основе и утку, линейную плотность пряжи, линейное и поверхностное заполнение ткани, фазу строения и уработку нитей в ткани.

### **Основные структурные характеристики тканей**

**Ткань** – текстильный материал, образованный в результате взаимного переплетения двух и более взаимноперпендикулярных систем нитей. Нити, расположенные вдоль полотен, называются *основными*; нити, лежащие поперек полотен, называются *уточными*.

Основными структурными характеристиками ткани являются вид переплетения, линейная плотность пряжи, плотность и заполнение пряжей (линейное и поверхностное).

**Вид переплетения** зависит от последовательности переплетения нитей основы и утка. Разная последовательность чередования основных и уточных нитей создает большое число переплетений.

Законченный рисунок переплетения ткани называется *раппортом*. Раппорт определяется числом нитей, образующих его. Различают раппорт по основе  $R_o$  и раппорт по утку  $R_y$  (рис. 4.3).

Раппорт может обозначаться графически, в виде схемы перепле-

тения нитей основы и утка и в цифровом виде дробью, где в числителе указывается число нитей основы в раппорте, а в знаменателе – число нитей утка (например, 1/2, 2/1, 1/3 и т.п.)

В зависимости от вида переплетения ткани подразделяются на четыре класса:

I – ткани простых (главных) переплетений. Характеризуются гладкой поверхностью;

II – ткани мелкоузорчатых переплетений. Характеризуются узорами из мелких фигур, образованных видоизменением, усложнением и комбинированием главных переплетений;

III – ткани сложных переплетений. Образуются из нескольких систем нитей основы и утка;

IV – ткани крупноузорчатых (жаккардовых) переплетений. Характеризуются разнообразными крупными узорами.

Большинство обувных тканей имеют простые переплетения.

Ткани простых (главных) переплетений имеют следующие особенности: раппорт по основе всегда равен раппорту по утку; каждая нить основы переплетается с каждой нитью утка в раппорте только один раз. В пределах одного раппорта каждая нить имеет два поля связи, переходя один раз с изнаночной на лицевую сторону ткани и один раз с лицевой на изнаночную сторону. К тканям простых переплетений относятся ткани полотняного, саржевого и атласного (сатинового) переплетений.

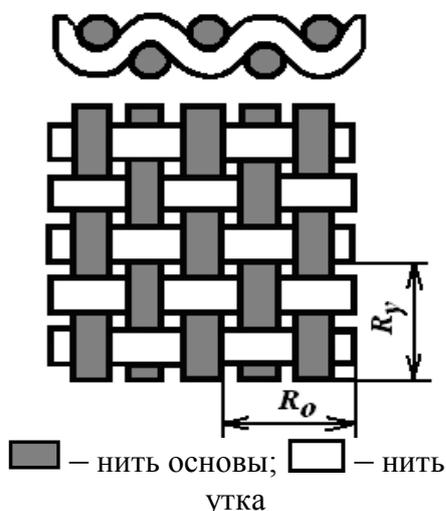


Рисунок 4.3 – Ткань полотняного переплетения

Ткани *полотняного* переплетения двусторонние, с однообразной гладкой поверхностью на лицевой и изнаночной сторонах, имеют самый маленький раппорт:  $R_o = 2$  и  $R_y = 2$  (рис. 4.3). Каждая нить основы переплетается с каждой нитью утка через одну, чем обеспечивается наибольшая однородность структуры ткани и прочность. Ткани полотняного переплетения самые распространённые. К ним относятся бязь, ситец, парусина и др.

*Саржевое* переплетение имеет в раппорте по основе и утку не менее 3 нитей, а в каждом последующем ряду происходит сдвиг ткацкого рисунка на одну нить, в результате чего образуется характерная диагональная полоска.

Саржевые переплетения обозначаются дробью, где числитель означает число нитей основы в раппорте, а знаменатель – число нитей утка. В простом саржевом переплетении одна нить основы перекрывает

одну нить утка и проходит под две или более нити утка (рис. 4.4).

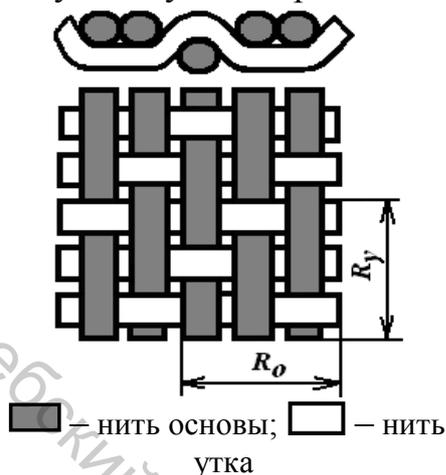


Рисунок 4.4 – Ткань саржевого переплетения  $\frac{1}{2}$

*Атласное (сатиновое)* переплетение характеризуется тем, что имеет в раппорте не менее пяти нитей, и сдвиг в каждом последующем ряду происходит на две или более нитей (рисунок 4.5). Благодаря редким изгибам нитей основы и утка ткани атласного (сатинового) переплетений имеют гладкую блестящую поверхность.

Ткань, где на лицевой стороне преобладают нити основы, называется атласом, а с преобладанием нитей утка – сатином. Сатиновое (атласное) переплетение используют при выработке сатина, ластика, молескина, прынели, байки.

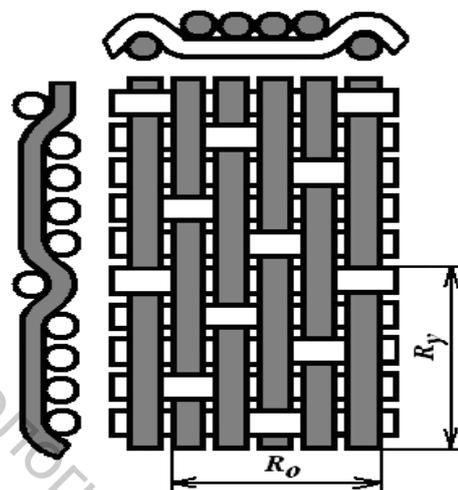


Рисунок 4.5 – Ткань атласного переплетения

Ткани *мелкоузорчатых* переплетений подразделяются на два подкласса: производных переплетений и комбинированных переплетений.

Ткани производных переплетений получают усилением основных или уточных перекрытий полотняного, саржевого и атласного переплетений. В большинстве случаев ткани производных переплетений сохраняют признаки, характерные для переплетений, из которых они образованы, но их раппорт по основе не всегда равен раппорту по утку.

К тканям, образованным переплетениями, производными от полотняного, относятся репс и рогожка (рис. 4.6 а, б).

Ткани *репсового* переплетения образуются путем усиления (удлинения) основных или уточных перекрытий полотняного переплетения. При этом несколько нитей основы или утка переплетаются как одна

нить, в результате чего раппорт рисунка увеличивается. Когда нить основы перекрывает две или три нити утка, репс называется основным или поперечным, а если наоборот, то уточным или продольным (рис. 4.6 а). При этом на поверхности ткани образуется рубчик в поперечном или соответственно в продольном направлении.

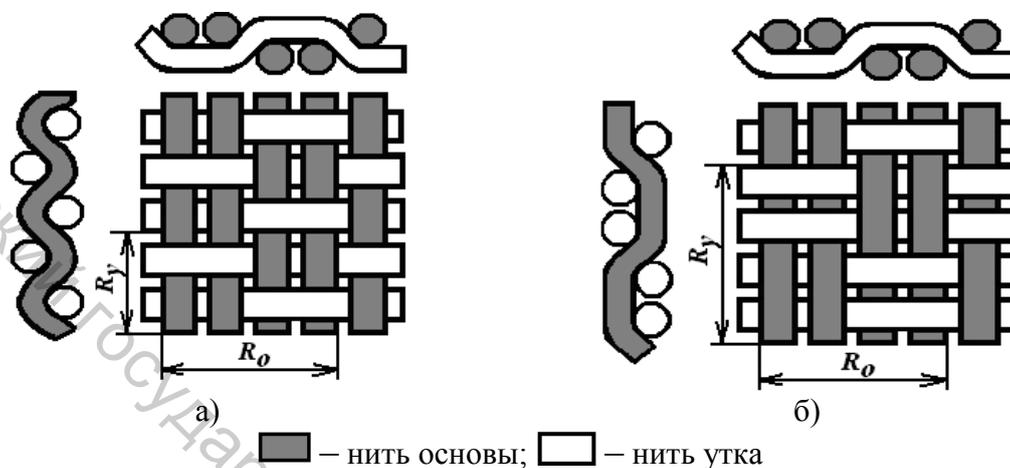


Рисунок 4.6 – Ткани мелкоузорчатого переплетения: а – репс основной, б – рогожка

Ткани переплетения *рогожка* представляют собой двойное или тройное полотняное переплетение. При образовании переплетения рогожка две или три нити основы переплетаются одновременно с двумя или тремя нитями утка, благодаря чему ткань получается мягче, а рисунок имеет вид крупных квадратиков или прямоугольных шашек (рис. 4.6 б).

К тканям, образованным переплетениями, производными от саржевого, относятся усиленная саржа, сложная саржа, ломаная саржа и др.

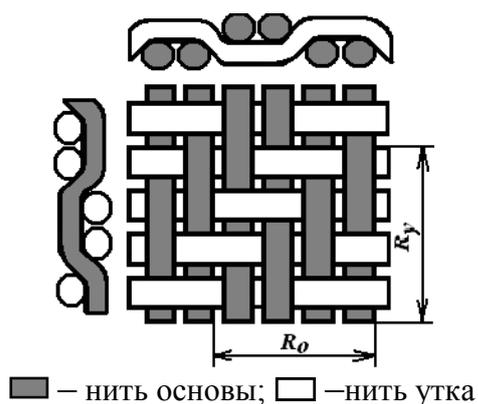


Рисунок 4.7 – Ткань переплетения основная усиленная саржа

Ткани переплетения *усиленная саржа* получают при увеличении длины одиночных перекрытий саржи простого класса. По сравнению с простой усиленная саржа имеет более отчетливые и широкие диагональные полосы (рис. 4.7). Ткани, выработанные переплетением *усиленная саржа*, обозначаются дробью и могут быть уточными (2/3, 2/4), основными (3/2, 4/2) и двусторонними (2/2), 3/3). Наиболее широкое распространение имеют ткани с переплетением *двусторонняя саржа*.

Ткани, образованные переплетением *сложная саржа*, имеют руб-

чики разной ширины.

Ткань переплетения *ломаная саржа* строится на базе переплетений простой, усиленной или сложной саржи с изменением направлений диагоналей, в результате чего образуется узор в виде зубцов. Излом диагонали может быть по основе или утку через произвольное число нитей.

К тканям производным от атласного относится *усиленный сатин* (уточный атлас). Для усиления связи между нитями основы и утка к каждому основному перекрытию добавляется ещё одно или несколько дополнительных перекрытий. При такой структуре нити утка лучше закреплены, что особенно необходимо для тканей, подвергаемых начёсу.

К комбинированным переплетениям относятся переплетения, образуемые путем сочетания элементов разных переплетений, например, полотняного с саржевым, саржевого с атласным. Одно переплетение располагается рядом с другим или одно переплетение как бы распределено по-другому. Комбинированные переплетения применяются для украшения поверхности ткани простыми узорами или для придания ей шероховатого вида (крепового эффекта). К комбинированным переплетениям принадлежат креповые или фасонные переплетения, переплетения тканей с продольными и поперечными полосами и клетками (шашками), рельефные переплетения и др.

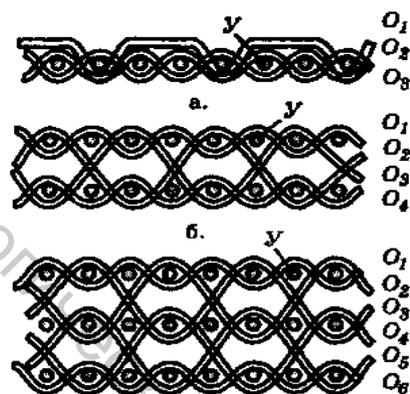
Ткани *сложных* переплетений получают, применяя несколько систем нитей основы и утка, связанных между собой по всей площади ткани. Наличие нескольких систем нитей основы или утка позволяет вырабатывать ткани, имеющие на лицевой и изнаночной сторонах различные переплетения, применять текстильные нити разного волокнистого состава, линейной плотности, качества и цвета.

Ткани *крупноузорчатых* (жаккардовых) переплетений характеризуются крупным узором  $R \geq 24$ . Раппорт переплетения может повторяться по ширине ткани несколько раз, а может занимать всю ширину ткани.

**Линейная плотность нитей,  $T$** , текс, представляет собой отношение массы нити к её длине:

$$T = \frac{m}{l}, \quad (4.1)$$

где  $m$  – масса нити, мг;  $l$  – длина нити, м.



O – нить основы; Y – нить утка

Рисунок 4.8 – Ткани сложных переплетений: а – полуторослойное; б – двухслойное; в – трехслойное

**Плотность ткани** по основе ( $\Pi_0$ ) или утку ( $\Pi_y$ ) определяется числом нитей основы или утка на 100 мм.

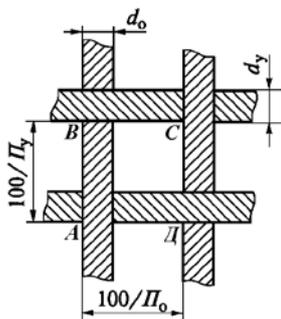


Рисунок 4.9 – Схема ячейки ткани

Плотность различных тканей колеблется от 50 до 1270 нитей на 100 мм, у большинства тканей плотность составляет 100–500 нитей на 100 мм. Соотношение числа нитей основы и числа нитей утка на 100 мм определяет размеры и форму ячейки ткани ABCD (рис. 4.9), которые являются важными параметрами, характеризующими анизотропию показателей механических свойств ткани.

При одинаковой плотности ткани из более тонких нитей получаются более разреженными, а из более толстых нитей – более плотными. Поэтому для оценки заполненности ткани волокнистым материалом используют различные характеристики заполнения, наполнения и пористости.

**Линейное заполнение** ткани по основе  $E_o$  и утку  $E_y$ , %, показывает, какая часть длины ткани вдоль основы или утка занята поперечниками (проекциями) параллельно лежащих нитей одной системы (без учета их переплетения с нитями перпендикулярной системы).

Линейное заполнение определяется как отношение фактического числа нитей основы  $\Pi_0$  или утка  $\Pi_y$ , расположенных на длине 100 мм, к максимально возможному числу нитей  $\Pi_{max}$  того же диаметра  $d$ , которые теоретически могут быть расположены без промежутков, сдвигов и смятий на аналогичной длине.

$$\Pi_{max} = \frac{100}{d}. \quad (4.2)$$

Расчетный диаметр нити определяется по формуле:

$$d = \frac{A \cdot \sqrt{T}}{31,6}, \quad (4.3)$$

где  $T$  – линейная плотность нитей основы или утка, текс;  $A$  – коэффициент, зависящий от вида волокна.

Тогда линейное заполнение ткани рассчитывается по формулам – по основе

$$E_o = \frac{d_o \cdot \Pi_o}{100} \cdot 100 = d_o \cdot \Pi_o = \frac{A \cdot \Pi_o \cdot \sqrt{T_o}}{31,6}, \quad (4.4)$$

– по утку

$$E_y = \frac{d_y \cdot \Pi_y}{100} \cdot 100 = d_y \cdot \Pi_y = \frac{A \cdot \Pi_y \cdot \sqrt{T_y}}{31,6}. \quad (4.5)$$

Значения коэффициента  $A$  составляют:

- для текстильной пряжи:
  - хлопчатобумажной 1,19–1,26
  - льняной 1,0–1,19
  - шерстяной (гребенной) 1,26–1,30
  - шерстяной (аппаратной) 1,30–1,35
  - вискозной 1,24–1,26
- для химических комплексных нитей 1,18–1,20

Линейное заполнение для обувных и кожгалантерейных тканей в зависимости от волокнистого состава, вида переплетения и назначения изделия изменяется в пределах:  $E_o$  – от 23 % до 112 %;  $E_y$  – от 16 % до 80 %. Если линейное заполнение ткани больше 100 %, то нити или сплющиваются, принимая эллиптическую форму, или располагаются со сдвигом на разной высоте.

**Поверхностное заполнение  $E_s$**  показывает, какая поверхность ткани в процентах заполнена нитями обеих систем за вычетом той площади переплетения, на которой одна нить накладывается на другую. Определяется по формуле

$$E_s = E_o + E_y - 0,01 E_o E_y. \quad (4.6)$$

**Фаза строения ( $\Phi$ )** – показатель, характеризующий изгиб нитей основы и утка относительно друг друга при ее изготовлении.

При переплетении основные и уточные нити взаимно изгибают друг друга, в результате чего получают волнообразное расположение. Глубина (высота) волн, а, следовательно, и величина изгиба основных и уточных нитей зависит от ряда факторов: соотношения толщины основных и уточных нитей, их жесткости, характера переплетения, плотности по основе и утку, натяжений, испытываемых нитями в процессах производства и др.

В зависимости от высоты волн переплетающихся нитей выделяют 9 основных фаз строения. Расхождение одной фазы строения от другой составляет  $1/8$  суммы наименьших поперечников основы и утка в середине поля контакта (высота волны), то есть  $(d_y + d_o)/8$ . Порядок фазы строения принято обозначать римской цифрой.

При взаимном расположении нитей основы и утка может быть два крайних положения (рис. 4.10):

При I порядке фазы строения нити основы расположены на одном уровне, а нити утка – на двух уровнях.

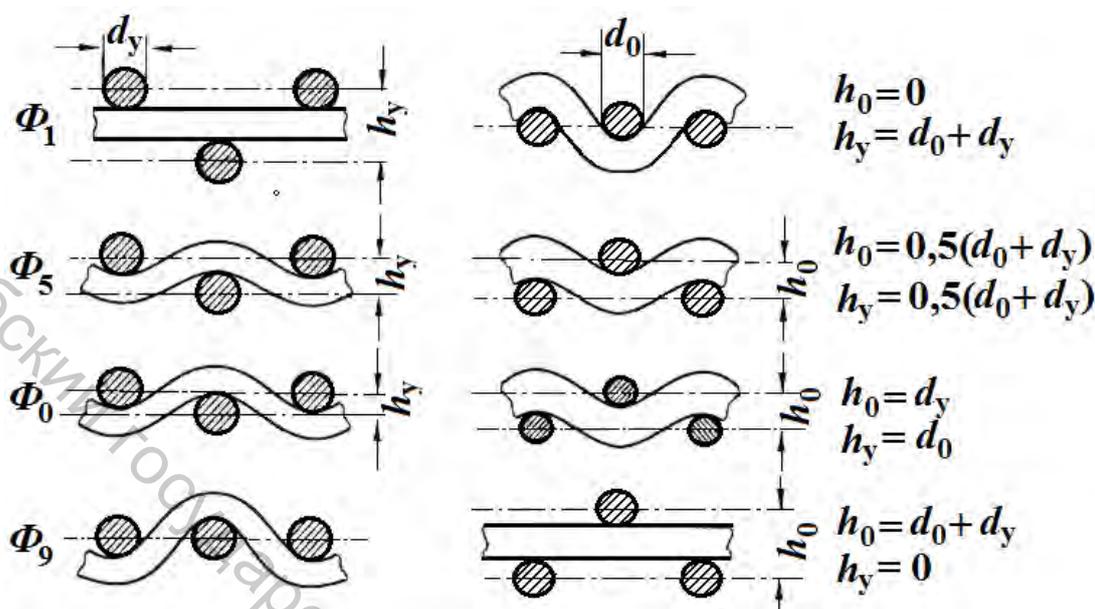


Рисунок 4.10 – Схемы взаимного расположения нитей основы и утка при различных порядках фазы строения

При IX порядке фазы строения нити утка находятся на одном уровне, а нити основы – на двух.

Ткани, имеющие порядок фазы строения близкий к I, называют уточноуплотненными (например, молескин). Для этих тканей плотность ткани по утку в 1,5–2 раза превышает плотность ткани по основе, уработка нитей по утку больше уработки нитей по основе. Ткань формируется в напряженных условиях вследствие высокого натяжения основных нитей на станке.

Ткани, имеющие порядок фазы строения близкий к IX, называют основоуплотненными (например, диагонали). Для этих тканей при линейной плотности нитей основы и утка  $T_o = T_y$  плотность ткани по основе в 1,5–2 раза превышает плотность ткани по утку, уработка нитей по утку меньше уработки нитей по основе. На ткацком станке натяжение утка превышает натяжение нитей основы.

Большинство тканей бытового назначения имеет строение, близкое к квадратному (IV–V–VI порядок фазы строения). В этих тканях при  $T_o = T_y$  плотность ткани по основе больше плотности ткани по утку в 1,1–1,45 раз. При том же переплетении, если на лицевую и изнаночную стороны нужно вывести нити основы, а также получить большую прочность ткани по основе, необходимо проектировать ткань VI, VII, VIII порядков фаз строения с максимальной плотностью по основе.

**Порядок фазы строения (ПФС)** определяется из отношения высоты волны нити основы  $h_o$  к высоте волны нити утка  $h_y$  по формуле:

$$ПФС = \frac{1 + 9 \cdot K_h}{1 + K_h}, \quad (4.7)$$

где  $K_h$  – отношение высоты волны нити основы к высоте волны нити утка,  $K_h = h_o / h_y$ .

**Уработка,  $U$ , %**, нити в ткани характеризует изменение длины текстильной нити при ткачестве

$$U = 100(L_{нв} - L_{нт}) / L_{нт}, \quad (4.8)$$

где  $L_{нв}$  – длина выпрямленной нити, взятой из ткани;  $L_{нт}$  – длина нити в ткани.

Уработка нити в ткани зависит от фазы строения. При 1-й и 9-й фазах строения уработка нити максимальна, а при 5-й фазе минимальна.

### Методика выполнения работы

#### Определение вида переплетения ткани

Для определения вида переплетения ткани вначале устанавливаются направления нитей основы и утка, а также лицевая и изнаночная стороны исследуемой ткани.

Графическое изображение переплетения ткани осуществляют на бумаге в клетку. При зарисовке каждый вертикальный ряд клеток на бумаге соответствует основной нити, а горизонтальный – уточной. Если на лицевой стороне ткани нить основы перекрывает нить утка, клетку закрашивают, а если наоборот – то клетку оставляют не закрашенной (рис. 4.11).

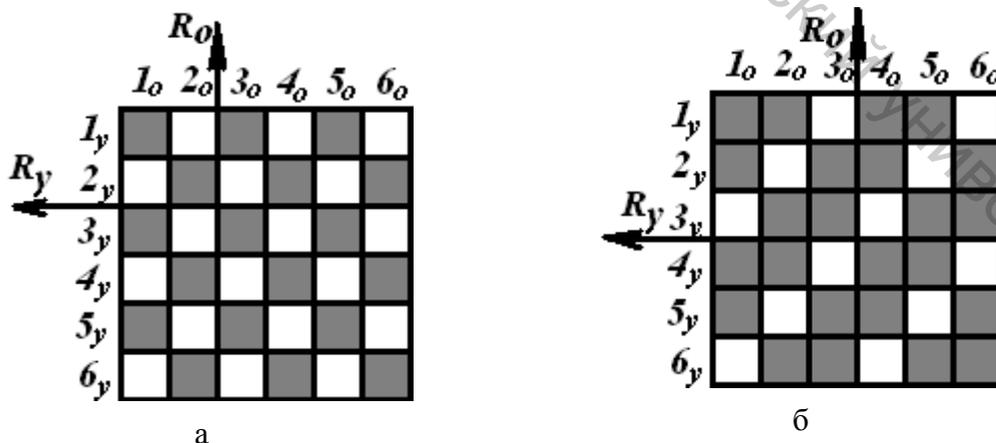


Рисунок 4.11 – Графическое изображение переплетений:  
а – полотняного; б – саржевого

Пользуясь иглой или другим острым предметом, слегка сдвигают

первую уточную нить. Рассматривая последовательно переплетение первой уточной нити с основными, закрашивают в первом горизонтальном ряду бумаги клетки, соответствующие лежащим сверху основным нитям. Зарисовку продолжают до тех пор, пока рисунок полностью не повторится, т.е. не будет зарисовано два раппорта. Тогда первую уточную нить удаляют, сдвигают вторую и в том же порядке зарисовывают ее переплетение. Так продолжают до тех пор, пока полностью не будет зарисовано переплетение двух раппортов по утку. На выполненном рисунке очерчивают раппорт переплетения и указывают число нитей, образующих его по основе и утку.

### **Определение плотности ткани**

Для определения плотности из ткани вырезается образец размером 50×50 мм. Плотность определяется непосредственным подсчетом числа нитей на 50 мм ткани и последующим умножением полученного результата на 2. Результаты подсчетов заносятся в таблицу 4.3.

### **Определение линейной плотности пряжи**

Для определения линейной плотности берут несколько нитей основы и утка и складывают их в отдельные пучки. Каждый пучок взвешивают на торсионных весах (рис. 4.12 а, б), определяют суммарную массу нитей, находящихся в каждом пучке, а также их суммарную длину и рассчитывают линейную плотность по формуле (4.1). Результаты расчетов заносят в таблицу 4.3.

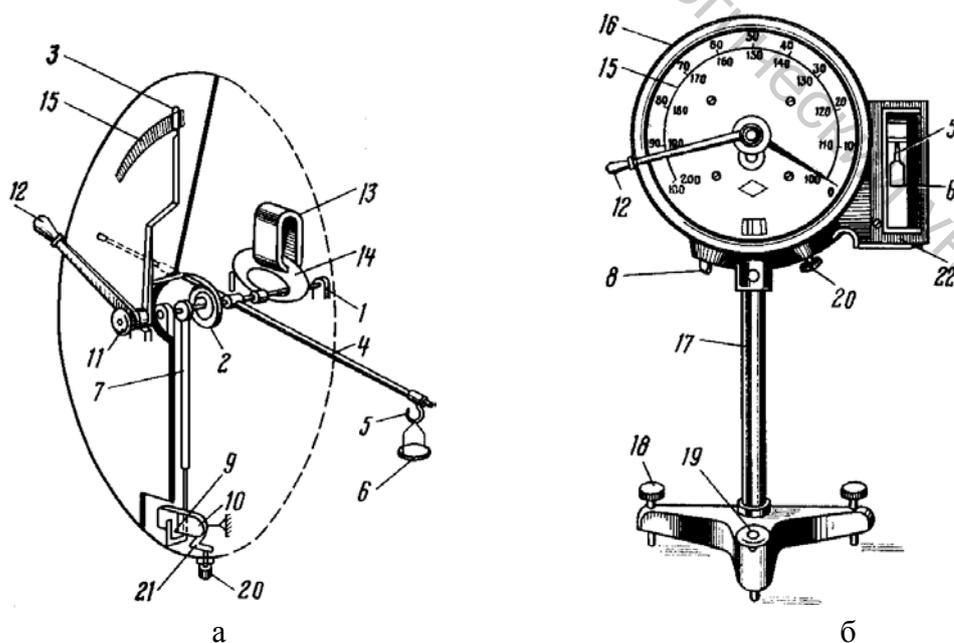


Рисунок 4.12 – Схема механизма (а) и общий вид (б) торсионных

## весов

Торсионные весы работают по принципу упругого сопротивления скручиванию спиральных пружин. На оси 1 (рис. 4.12 а) расположена спиральная пружина 2, внутренний конец которой прикреплен к оси, а наружный – к штырю стрелки 3 указателя массы. На той же оси закреплено коромысло 4 с крючком 5 и чашечкой 6 и стрелка 7 (указатель равновесия), которая без нагружения чашечки весов с открытым арретиром 8 (рис. 4.12 б) должна совпадать с риской 9 на пластине 10. Стрелка 3 зажимной гайкой 11 связана с рычагом 12. Ось 1 свободно поворачивается в подшипниках, укрепленных на кронштейнах. При нагружении чашечки 6 коромысло 4 опускается и закручивает пружину 2 по часовой стрелке. При этом стрелка 7 отклоняется от риски 9 влево. Чтобы привести нагруженные весы в состояние равновесия, рычаг 12 вместе со стрелкой 3 поворачивают против часовой стрелки. В результате пружина 2 вновь закручивается, но в обратном направлении, и приводит коромысло 4 с навеской в исходное положение, на что указывает совпадение стрелки 7 с контрольной риской 9 на пластине 10. Для быстрого затухания колебательных движений коромысла 4 при взвешивании навески материала служит магнит 13, в силовом поле которого проходит алюминиевый сектор 14, закрепленный на оси 1. Масса навески материала отсчитывается по шкале 15 после уравнивания весов и стрелки 3. В коробку 16 вмонтирован пружинный механизм, а сама коробка закреплена на вертикальной стойке 17 с подставкой на трех опорах, из которых две имеют установочные винты 18 и уровень 19.

Перед взвешиванием с помощью винтов весы устанавливаются по уровню так, чтобы воздушный пузырек уровня располагался на середине круга на стекле уровня, затем проверяют равновесие ненагруженных весов. Для этого стрелку 3 рычагом 12 ставят на нулевую отметку шкалы 15 и, нажав пальцем на арретир 8, включают весы. При несовпадении указателя стрелки 7 с риской 9, вращая винт 20, передвигают рычаг 21 и пластину 10 до тех пор, пока не будет достигнуто их совпадение. Затем весы запирают, повернув арретир 8 от стойки влево. Открыв футляр 22 коробки весов, помещают навеску материала на чашечку 6. Закрыв футляр 22 так, чтобы его стенка не касалась навески, включают весы арретиром 8 и, повернув рычаг 12 против часовой стрелки, приводят их в равновесное состояние. Затем закрывают арретир и снимают по шкале показание.

### ***Определение линейного и поверхностного заполнения ткани***

Линейное заполнение ткани рассчитывается отдельно по основе и утку по формулам (4.4) и (4.5), поверхностное заполнение ткани определяется по формуле (4.6). Результаты расчетов заносятся в таблицу 4.3.

### Определение порядка фазы строения ткани

Для определения порядка фазы строения ткани необходимо на изображение поперечного среза ткани, выданное преподавателем, нанести вспомогательные линии, как показано на рисунке 4.10, отмечая центры нитей.

Анализ изображения поперечного среза ткани следует проводить с учетом того, вдоль какой системы нитей выполнен срез (указано в задании). На изображении нити одной системы имеют форму эллипса, а нити другой системы – извитого протяженного тела. Результаты анализа изображений отразить по форме таблицы 4.4.

### Определение уработки нитей в ткани

Для определения уработки нитей в ткани замеряется длина нитей основы и утка в изогнутом состоянии и после их распрямления. Величина уработки нитей рассчитывается по формуле (4.8). Результаты измерений и расчета заносятся в таблицу 4.4.

*Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов испытания и расчетов показателей*

Отчет по работе должен содержать схемы переплетений исследуемых образцов тканей с обозначенным на них раппортом, расчет показателей структурных характеристик материалов.

Таблица 4.3 – Структурные характеристики тканей

Наименование материала	Вид переплетения	Плотность		Линейная плотность пряжи, $T$ , текс		Линейное заполнение, %		Поверхностное заполнение $E_s$ , %
		по основе $P_o$	по утку $P_y$	по основе	по утку	по основе $E_o$	по утку $E_y$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 4.4 – Результаты анализа изображения поперечного среза ткани и расчета порядка фазы строения ткани и уработки нитей

Номер задания	Высота волны нитей		Отношение $K_h$	ПФС	Длина нити, мм		Уработка нитей, $Y$ , %
	основы $h_o$ , мм	утка $h_y$ , мм			изогнутой $L_{инт}$	выпрямленной $L_{нв}$	
1	2	3	4	5	6	7	8

--	--	--	--	--	--	--	--

### Вопросы для самоподготовки

1. Что называют тканями?
2. Какие нити называются основными, а какие – уточными?
3. Какие классы и виды ткацких переплетений выделяют?
4. Что называют «раппортом»?
5. Как определяется раппорт ткани графически и математически?
6. Что называют линейной плотностью нитей и как она определяется?
7. Как определяется плотность тканей по основе и утку?
8. Что характеризует линейное заполнение ткани и как оно определяется?
9. Как определяется диаметр нити?
10. Как рассчитывается поверхностное заполнение тканей?
11. Что такое порядок фазы строения ткани?
12. Что характерно для основоуплотненных тканей?
13. Как определить порядок фазы строения ткани?
14. На какие свойства влияет порядок фазы строения тканей?

### Лабораторная работа 13. Определение структурных характеристик трикотажных полотен

*Цель работы:* изучение методов определения структурных характеристик трикотажных полотен.

*Материалы и оборудование:* образцы трикотажных полотен, торсионные весы.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить классификацию трикотажных переплетений;
- 3) изучить методику определения структурных характеристик трикотажных полотен.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) определить и графически изобразить вид переплетения трикотажа;
- 2) определить структурные характеристики трикотажа: плотность вязания, длину нити в петле, линейное, поверхностное и объемное заполнение.

### Основные структурные характеристики трикотажных полотен

*Трикотажное полотно* – текстильный материал, полученный в результате переплетения петель в продольном и поперечном направлениях, образованных одной или многими нитями.

Основным элементарным звеном, образующим трикотажное полотно, является петля, состоящая из остова 1–2–3–4 (рис. 4.13 а) соединительной протяжки 4–5. Остов, в свою очередь, состоит из палочек 1–2 и 3–4 и игольной дуги 2–3. Петли бывают открытого (рис. 4.13 а, б) и закрытого (рис. 4.13 в) типов. У петель закрытого типа протяжки перекрещиваются. В основовязаном трикотаже различают петли с двусторонними и односторонними протяжками в зависимости от расположения последних относительно остова петли. Петли, расположенные по горизонтали, образуют петельные ряды, а петли, расположенные по вертикали, – петельные столбики.

По способу производства различают поперечно-вязанные (кулинарные) и основовязанные полотна. В поперечно-вязаном трикотаже (рис. 4.13 г) все петли одного ряда образованы одной нитью, в основовязаном трикотаже (рис. 4.13 д) каждая петля ряда образована из отдельной нити, поэтому для получения петельного ряда требуется столько нитей, сколько петель в ряду.

Различают одинарные переплетения, получаемые на машинах с одной иглой, и двойные, которые вяжутся на двух иглах.

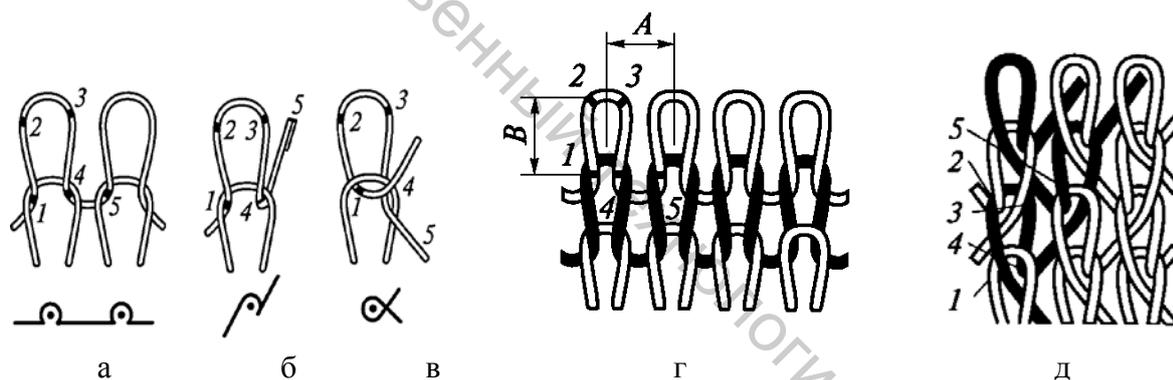


Рисунок 4.13 – Схема строения петель (а, б, в), поперечно-вязаного (г) и основовязаного (д) трикотажа

Одной из основных структурных характеристик трикотажных полотен является **вид переплетения**, обуславливающий строение элементарных звеньев и их взаимосвязь. Переплетение определяет внешний вид и физико-механические свойства трикотажного полотна.

Все трикотажные переплетения подразделяются на главные, производные, комбинированные и рисунчатые (узорные).

Главные переплетения имеют элементарные звенья одинаковой формы в виде петель. К ним относятся гладь, ластик, цепочка, трико, атлас, ластичное трико, ластичный атлас и др.

В полотнах переплетения *гладь* петли расположены так, что лицевая сторона образуется петельными палочками, перекрывающими игольные дуги и протяжки (рис. 4.14 а). Поэтому лицевая сторона трикотажа гладкая, ровная, с четко выраженными петельными столбиками.

Изнаночную сторону трикотажа образуют игольные дуги и протяжки, что создает на её поверхности поперечные полосы. Трикотажное полотно переплетения гладь легко распускается и закручивается по краям.

Для полотен, выработанных переплетением *ластик*, характерно чередование в ряду лицевых и изнаночных петель (рис. 4.14 б). В связи с перекручиванием соединительных протяжек изнаночные петельные столбики заходят за лицевые, в результате чего лицевая и изнаночная стороны полотна кажутся образованными лицевыми столбиками. Порядок чередования лицевых и изнаночных петельных столбиков в полотнах может быть различным: один лицевой и один изнаночный (ластик 1 + 1), два лицевых и два изнаночных (ластик 2 + 2), два лицевых и один изнаночный (ластик 2 + 1) и т.д. Ластик имеет большую толщину, прочность, хорошую формоустойчивость и упругость по ширине, распускается труднее, чем гладь, и по краям не закручивается.

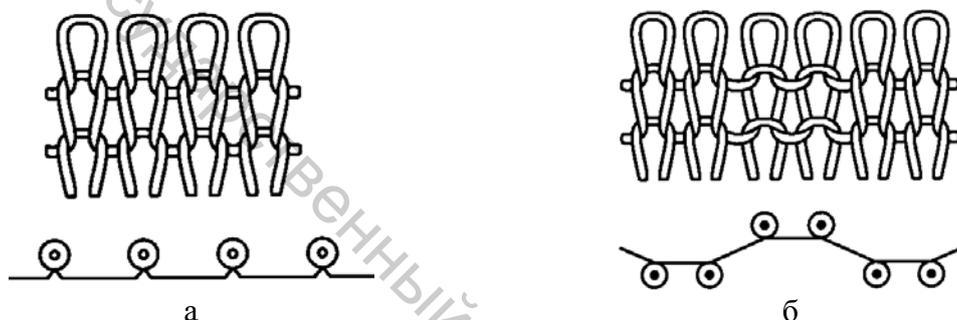


Рисунок 4.14 – Строение и графическая запись поперечновязанных переплетений главного класса: а – гладь; б – ластик

В переплетении *изнаночная гладь* ряды лицевых петель чередуются с рядами изнаночных петель, в результате чего ряды игольных дуг и протяжек выходят попеременно то на лицевую, то на изнаночную сторону полотна. Поэтому обе стороны имеют одинаковый внешний вид, похожий на изнаночную сторону полотна переплетения гладь. Трикотаж переплетения изнаночная гладь не закручивается по краям и легко распускается в направлении, обратном вязанию.

Простейший вид основовязанных одинарных переплетений – *цепочка*, в которой петельный столбик образуется одной нитью; этот столбик не соединяется с соседними столбиками (рис. 4.15 а). При вязании полотен цепочка используется только в комбинации с другими переплетениями.

*Трико* – переплетение, в котором петли, образованные одной нитью, располагаются поочередно в двух смежных столбиках и соединяются протяжкой (рис. 4.15 б). Одинарное трико имеет зигзагообразное строение петельных столбиков, вследствие чего легко растягивается по длине и ширине, а также легко распускается по направлению петельных столбиков.

*Атлас* характеризуется тем, что в нем каждая нить последовательно образует во многих петельных столбиках (не менее трех) петли с одно- и двухсторонними протяжками сначала в одну сторону, затем в обратную со сдвигом на один петельный шаг (рис. 4.15 в). Поворотные петли имеют односторонние протяжки, промежуточные петли – двухсторонние протяжки. Если поворотные петли располагаются через одинаковое число петельных столбиков, то получается трикотаж переплетения простой атлас; если же они размещаются через разное число петельных столбиков, то образуется трикотаж переплетения сложный атлас.

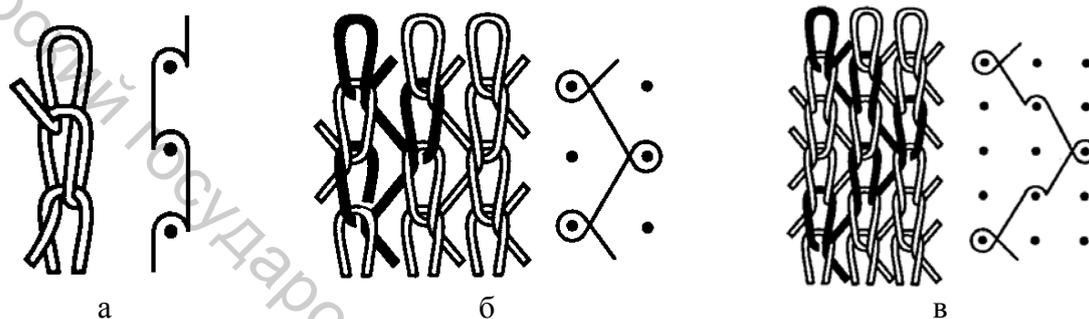


Рисунок 4.15 – Строение и графическая запись основовязанных переплетений: а – цепочка; б – трико; в – атлас

Полотна переплетений *ластичное трико* и *ластичный атлас* отличаются соответственно от полотен переплетений трико и атлас порядком чередования лицевых и изнаночных столбиков.

Производные переплетения образуются на базе главных переплетений путем соединения элементарных звеньев в виде петель с удлиненными протяжками через один, два и более петельных столбиков. Петельные столбики в трикотажных полотнах производных переплетений располагаются с большей плотностью, чем в полотнах главных переплетений, вследствие чего полотна обладают большей прочностью, меньшей растяжимостью в поперечном направлении, повышенной сопротивляемостью к распусканию петель при обрыве нитей. Наиболее распространёнными являются переплетения, производные от глади (двугладь), от ластика (двуластик, или интерлок), от трико (двутрико, или сукно, и трико-трико, или шарме), от атласа (атлас-сукно и атлас-шарме)

В полотнах переплетения *двугладь* (рис. 4.16 а) петельные столбики двух переплетений гладь чередуются и вплотную, без промежутков, прилегают друг к другу. Такие полотна обладают большой плотностью, меньшей растяжимостью и распускаемостью, повышенной закручиваемостью по сравнению с полотнами переплетения гладь.

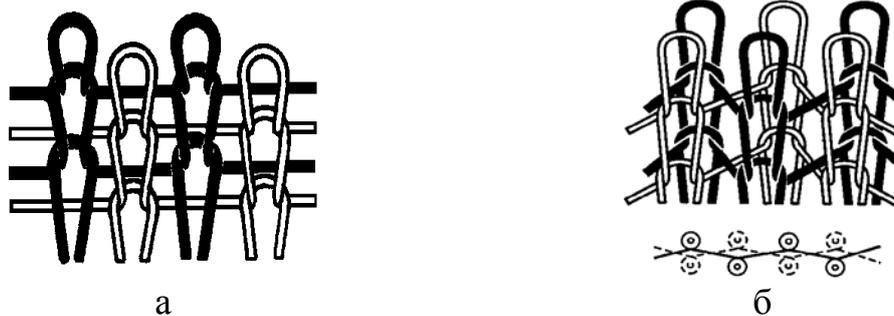


Рисунок 4.16 – Строение и графическая запись переплетений:  
а – двугладь; б – двуластик (интерлок)

В трикотаже переплетения *интерлок* сочетаются два ластика (рис. 4.16 б). Петельные столбики одного из ластиков располагаются против петельных столбиков другого ластика, изнаночной стороной внутрь, в результате чего лицевая и изнаночная стороны трикотажа одинаковы и образованы лицевыми столбиками. Полотна переплетения интерлок обладают повышенной упругостью, хорошими теплозащитными свойствами, малой растяжимостью по сравнению с полотном переплетения ластик.

В полотнах переплетений сукно, шарме (производные трико) и атлас-сукно, атлас-шарме (производные атласа) (рис. 4.17 а, б, в) каждая нить образует петли не в соседнем петельном столбике, а через один или два столбика. В связи с этим на изнаночной стороне таких полотен расположены длинные протяжки, образующие так называемые ложные поперечные столбики. Чем длиннее протяжки и заметнее их наклон, тем больше поверхностная плотность полотна, меньше его растяжимость в поперечном направлении, больше блеск.

В комбинированных переплетениях сочетаются переплетения различных видов. Используются сочетания двух и более переплетений главного, производного и рисунчатого классов по рядам и столбикам, поперечновязанных переплетений с основовязаными.

Рисунчатые переплетения вырабатывают на основе главных и производных, изменяя их структуру вязыванием дополнительных нитей. К ним относят футерованные, плюшевые, ажурные, жаккардовые переплетения.

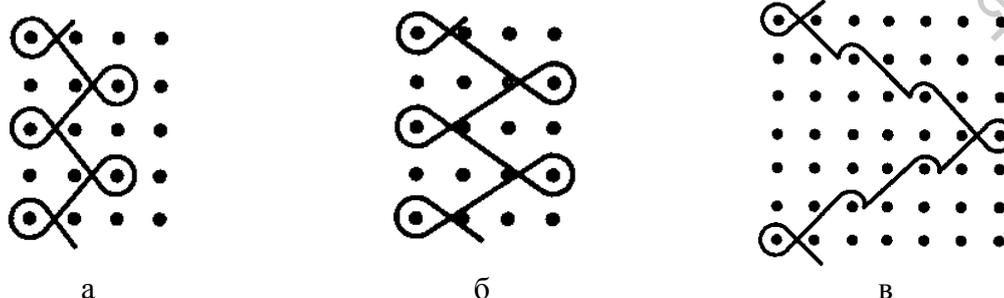


Рисунок 4.17 – Графическая запись производных переплетений:  
а – сукна; б – шарме; в – атлас-сукна

Переплетения трикотажа характеризуются **раппортом** – наименьшим числом рядов (раппорт по длине) или петельных столбиков (раппорт по ширине), после которых порядок чередования элементарных звеньев повторяется.

К основным характеристикам структуры трикотажа относятся высота петельного ряда, петельный шаг, плотность (число петель на условной длине), длина нити в петле, показатели заполнения.

Под **плотностью** трикотажного полотна понимают число петель, приходящихся на 100 мм петельного ряда (плотность по горизонтали  $\Pi_2$ ) и на 100 мм петельного столбика (плотность по вертикали  $\Pi_6$ ).

**Петельный шаг,  $A$** , мм, – расстояние между двумя соседними петельными столбиками. **Высота петельного ряда,  $B$** , мм, – расстояние между двумя соседними петельными рядами (рис. 4.13 г). Рассчитываются исходя из плотности участка по формулам

$$A = \frac{100}{\Pi_2} ; \quad B = \frac{100}{\Pi_6} . \quad (4.9)$$

**Длина нити в петле,  $l_n$** , мм, определяется суммой длин нитей остова и протяжки.

**Линейное заполнение,  $E$** , %, показывает, какая часть прямолинейного горизонтального  $E_2$  или вертикального  $E_6$  участка трикотажа занята нитями диаметра  $d$

$$E_2 = \frac{100 \cdot 2d}{A} = 2d\Pi_2 ; \quad E_6 = \frac{100 \cdot d}{B} = d\Pi_6 . \quad (4.10)$$

Расчетный диаметр нити  $d$ , мм, определяется по формуле

$$d = 0,0357 \cdot \sqrt{\frac{T}{\delta}} , \quad (4.11)$$

где  $T$  – линейная плотность нити, текс;  $\delta$  – средняя плотность нити, значения которой приведены ниже.

Средняя плотность основных видов нитей  $\delta$ , мг/мм<sup>3</sup>:

- Пряжа:
  - хлопчатобумажная 0,8–0,9
  - льняная 0,9–1,0
  - шерстяная аппаратная 0,7
  - шерстяная гребенная, вискозная 0,8
- Комплексная нить:
  - вискозная 1,1

– ацетатная	1,0–1,2
– капроновая	0,6–1,0
– лавсановая	0,6–0,9

**Поверхностное заполнение,  $E_s$ , %**, показывает, какую часть площади, занимаемой петлей, составляет площадь проекции нити в петле:

$$E_s = \frac{l_n \cdot d - 4d^2}{A \cdot B} \cdot 100. \quad (4.12)$$

**Объемное заполнение,  $E_v$ , %**, характеризует отношение объема нитей ко всему объему трикотажа. Определяется по формуле

$$E_v = \frac{\pi d^2 l_n 100}{4hAB}, \quad (4.13)$$

где  $h$  – толщина трикотажа, мм.

## Методика выполнения работы

### Определение вида переплетения трикотажа

При анализе трикотажных переплетений сначала определяют способ его производства, лицевую и изнаночную сторону, направление петельных столбиков и петельных рядов на лицевой стороне.

Чтобы установить, является ли исследуемое переплетение одинарным или двойным, образец разрезают вдоль петельного ряда и зачищают срез. Если срез представляет собой один ряд петель, то переплетение одинарное; если петли расположены в два ряда, то переплетение двойное. Полотна одинарных переплетений закручиваются по краям: вдоль петельных столбиков – на изнаночную сторону, вдоль петельных рядов – на лицевую. Трикотажные полотна двойных равноплотных переплетений по краям не закручиваются. Если же плотность обеих сторон неодинакова, полотна могут закручиваться в ту сторону, плотность которой больше.

При установлении лицевой и изнаночной сторон трикотажа следует учитывать, что в большинстве трикотажных полотен лицевая сторона образована петельными палочками и имеет ровную поверхность с продольными рубчиками. Изнаночная сторона полотна образована изогнутыми участками петель (дугами и протяжками), расположенными в поперечном направлении. В основовязаных полотнах изнаночная сторона имеет более или менее плотный застил из наклонно расположенных прямолинейных протяжек, которые образуют на изнаночной стороне так называемые ложные столбики, идущие в поперечном направ-

лении. Полотна двойных переплетений являются, как правило, двухлицевыми.

С помощью лупы осуществляют анализ строения и взаимного расположения петель в структуре полотна. Результаты наблюдения представляют в виде схемы и графика переплетения. При зарисовке переплетения на листе бумаги сначала наносят контуры петельных палочек (рис. 4.18 а), располагая их в несколько рядов, а затем сверху соединяют их игольными дугами (рис. 4.18 б). Рассматривая с помощью лупы положение остовов на образце, устанавливают порядок соединения петель и на бумаге соединяют петли протяжками (рис. 4.18 в).

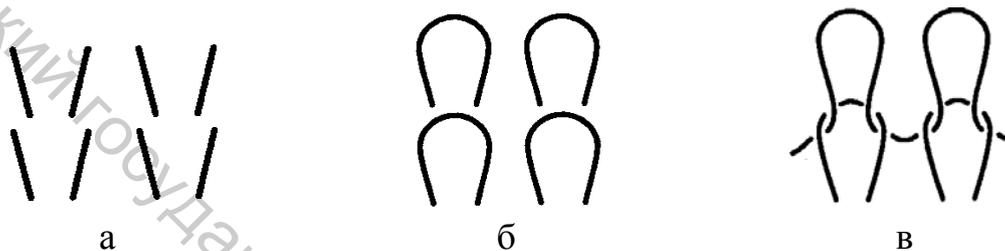


Рисунок 4.18 – Порядок зарисовки трикотажного переплетения:  
а – петельные палочки; б – остовы; в – схема переплетения

График поперечно-вязаного трикотажа воспроизводит порядок образования одного петельного ряда (рис. 4.14). При графической записи одинарного поперечно-вязаного трикотажа на бумагу наносят один ряд точек, при записи двойного трикотажа – два ряда точек, которые соответствуют положению петель в полотне; затем линией, соответствующей отдельной нити, соединяют точки, изображая открытые и закрытые петли.

График основовязаного переплетения воспроизводит порядок образования петель в направлении петельного ряда и петельного столбика. Для графической записи основовязаного трикотажа на бумагу наносят точки, соответствующие расположению петельных рядов по горизонтали и петельных столбиков по вертикали; затем линиями показывают расположение каждой нити, отмечая открытые и закрытые петли (рис. 4.15, 4.17).

После графической записи трикотажного переплетения определяют его вид и раппорт.

### **Определение плотности вязания трикотажа**

Для определения плотности трикотажного полотна на образце размечают участок  $100 \times 100$  мм. Плотность вязания трикотажа по вертикали  $P_v$  и горизонтали  $P_g$  осуществляют путем непосредственного подсчета числа петельных рядов и столбиков на отрезке 100 мм.

**Определение петельного шага  $A$  и петельного ряда  $B$**  осуществляется расчетным путем исходя из плотности участка по формулам (4.9).

#### **Определение длины нити в петле**

Для поперечно-вязаного трикотажа определение длины нити в петле осуществляется экспериментально при роспуске трикотажа. Для этого вырезают образец трикотажного полотна длиной 100 мм и шириной, равной 100 петельным столбикам для однолицевых полотен и 50 петельным столбикам для двухлицевых полотен.

В подготовленной полоске с однородной петельной структурой распускают ряд за рядом (не менее 5 рядов) и измеряют длину выдвинутых нитей в распрямленном состоянии при помощи линейки.

Среднюю длину нити в петле рассчитывают по формуле

$$l_i = \frac{\sum_{i=1}^5 l_i}{5 \cdot 100}, \quad (4.14)$$

где  $\sum_{i=1}^5 l_i$  – суммарная длина распрямленных отрезков нити протяженностью 100 петель каждая, мм.

Для основовязаных трикотажных полотен, большинство из которых не распускается, определить длину нити в петле можно расчетным путем.

#### **Определение показателей линейного, поверхностного и объёмного заполнения**

Осуществляется по формулам (4.10)–(4.13).

Линейная плотность нити определяется по формуле (4.1). Для этого на торсионных весах взвешивают пучок нитей, вынутых для измерения длины нити в петле. Зная суммарную длину нитей, определяют линейную плотность нити и рассчитывают расчетный диаметр нити по формуле (4.11).

Результаты расчетов заносятся в таблицу 4.5.

#### **Форма записи результатов испытания и расчетов показателей**

Отчет по работе должен содержать схемы переплетений исследуемых образцов трикотажных полотен, расчет показателей структурных характеристик материалов.

Таблица 4.5 – Структурные характеристики трикотажных полотен

Наименование материала	Вид переплетения	Плотность вязания		Петельный шаг, $A$ , мм	Высота петельного ряда $B$ , мм	Длина нити в петле $l_n$ , мм
		по горизонтали $P_z$	по вертикали $P_v$			
1	2	3	4	5	6	7

Окончание таблицы 4.5

Линейная плотность нити, $T$ , текс	Расчетный диаметр нити, $d$ , мм	Линейное заполнение, %		Поверхностное заполнение $E_s$ , %	Объемное заполнение $E_v$ , %
		по горизонтали $E_z$	по вертикали $E_v$		
8	9	10	11	12	13

### Вопросы для самоподготовки

1. Что называют трикотажем?
2. Из каких элементов состоит петля трикотажа?
3. Как определяется «петельный шаг» и «высота петельного ряда»?
4. Как рассчитывается плотность трикотажа по вертикали и горизонтали?
5. Как определяется линейное заполнение трикотажа по горизонтали и вертикали?
6. Что называется поверхностным заполнением трикотажа и как оно определяется?
7. Чем характеризуется объемное заполнение трикотажа и от чего оно зависит?

### Лабораторная работа 14. Определение разрывных характеристик и коэффициента поперечного сокращения тканей

*Цель работы:* изучение методов определения разрывных характеристик и коэффициента поперечного сокращения тканей при одноосном растяжении.

*Материалы и оборудование:* образцы тканей, разрывная машина, весы электронные, транспортер, линейка.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить методику определения и расчета разрывных характери-

стик тканей в соответствии с ГОСТ и отличия условий испытания тканей от условий испытания натуральных кож;

2) иметь представление о коэффициенте поперечного сокращения, его технологическом значении и изучить методику его определения.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

1) провести испытания материалов на растяжение до разрыва, определить показатели разрывных характеристик ткани;

2) определить коэффициент поперечного сокращения ткани.

### **Общие сведения об разрывных характеристик и коэффициенте поперечного сокращения тканей**

При растяжении материала до разрыва определяют характеристики прочности и деформации материала.

**Прочностью** при растяжении называют способность материала противостоять растягивающим усилиям до разрыва.

Прочность ткани характеризуется нагрузкой при разрыве (разрывным усилием) полоски ткани на разрывной машине.

**Разрывное усилие,  $P_{раз}$** , Н, – это усилие, выдерживаемое материалом к моменту разрыва. Показатель разрывного усилия определяется непосредственно по шкале усилий разрывной машины в момент разрыва материала. Величина разрывного усилия является основным критерием при оценке механических свойств ткани и стандартным показателем её качества.

Для оценки прочностных свойств тканей используют также показатели удельного и расчетного разрывных усилий.

**Удельное разрывное усилие,  $P_{уд}$** , Н·м/г, определяется по формуле

$$P_{уд} = \frac{P_{раз}}{\rho_s \cdot b}, \quad (4.15)$$

где  $\rho_s$  – поверхностная плотность материала, г/м<sup>2</sup>;  $b$  – ширина образца, м.

Показатель удельной разрывной нагрузки учитывает поверхностную плотность материалов и позволяет сравнивать их прочностные свойства.

**Расчетное разрывное усилие,  $P_{расч}$** , Н, представляет собой разрывное усилие, приходящееся на структурный элемент материала (в ткани – нить основы или утка):

$$P_{расч} = \frac{P_{раз}}{n}, \quad (4.16)$$

где  $n$  – число структурных элементов по ширине образца.

Деформационные свойства тканей при одноосном растяжении оцениваются разрывным удлинением в абсолютных и относительных единицах.

**Абсолютное разрывное удлинение,  $\Delta l_{раз}$ , мм,** – приращение длины испытываемого образца к моменту разрыва. Определяется непосредственно по шкале удлинений разрывной машины.

**Относительное удлинение при разрыве,  $\varepsilon_{раз}$ , %,** – относительное изменение длины рабочей части образца при разрушении:

$$\varepsilon_{раз} = \frac{\Delta l_{раз}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (4.17)$$

где  $\Delta l_{раз}$  – абсолютное удлинение образца при разрыве, мм;  $l_{раб}$  – длина рабочей части образца, мм.

Испытание тканей на одноосное растяжение до разрыва осуществляется в соответствии с ГОСТ 3813-72 «Ткани и штучные изделия текстильные. Методы определения разрывных характеристик при растяжении».

Разрывные характеристики определяются на образцах шириной 50 мм и рабочей длиной 200 мм для всех тканей, кроме шерстяных. Для шерстяных тканей рабочая длина образца принимается равной 100 мм. Допускается для испытания тканей использовать малые полоски размерами рабочей зоны 25×100 мм. При сравнении результатов, полученных при испытании малых полосок, с показателями, установленными ГОСТ для стандартных полосок, необходимо осуществлять корректировку полученных данных путём их умножения на поправочные коэффициенты: для нагрузки при разрыве для всех тканей, кроме шерстяных, – 1,8; для шерстяных – 1,9; для удлинения для всех тканей – 0,75.

Для обеспечения равных условий испытаний образцам сообщают усилие предварительного натяжения путем подвешивания груза к нижнему концу образца. Величина предварительного натяжения зависит от поверхностной плотности материала (табл. 4.6).

При одноосном растяжении образца наблюдается уменьшение его поперечных размеров. Наиболее значительно уменьшаются размеры в середине пробы. Это свойство материалов оценивают коэффициентом поперечного сокращения  $k_c$ , который определяют как отношение относительного сокращения образца  $\varepsilon_{сокр}$  к его относительному удлинению  $\varepsilon$ .

$$k_c = \frac{\varepsilon_{сокр}}{\varepsilon}. \quad (4.18)$$

Относительное сокращение образца определяется при его растяжении на 75 % от удлинения при разрыве.

Коэффициент сокращения имеет важное значение для оценки формовочных свойств материалов.

Таблица 4.6 – Величины предварительного натяжения образцов

Материал	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>	Усилие, Н (кгс), предварительно-го натяжения образца при ширине, мм	
		25	50
Ткани все, кроме шелковых	до 75 включительно	0,98 (0,1)	1,96 (0,2)
	от 75 по 500	2,45 (0,25)	4,9 (0,5)
	от 500 по 800	4,9 (0,5)	9,8 (1,0)
	от 800 по 1000	9,8 (1,0)	19,6 (2,0)
	от 1000 по 1500	14,7 (1,5)	29,4 (3,0)
	от 1500 по 2000	19,6 (2,0)	39,2 (4,0)
	свыше 2000	24,5 (2,5)	49,0 (5,0)
Ткани шелковые	до 300 включительно	0,98 (0,1)	1,96 (0,2)
	от 300 по 500	2,45 (0,25)	4,9 (0,5)

Для текстильных материалов  $k_c = 0,5 - 1,3$ . Коэффициент поперечного сокращения зависит от плотности тканей, фаз строения и направления вытяжки. С повышением плотности коэффициент поперечного сокращения уменьшается.

### Методика выполнения работы

#### Определение разрывных характеристик тканей

Перед проведением испытаний предварительно определяется поверхностная плотность исследуемого образца ткани путем его взвешивания на весах.

Поверхностная плотность,  $\rho_s$ , г/м<sup>2</sup>, рассчитывается по формуле

$$\rho_s = \frac{m}{l \cdot b} \cdot 10^4, \quad (4.19)$$

где  $m$  – масса образца ткани, г;  $l$  – длина образца ткани, см;  $b$  – ширина образца ткани, см.

Для проведения испытаний из ткани по трем направлениям (по основе  $0^\circ$ , по утку  $90^\circ$  и по диагонали  $45^\circ$ ) вырезают по два образца размерами  $25 \times 150$  мм с рабочей зоной  $25 \times 100$  мм в соответствии с рисунком 4.19.

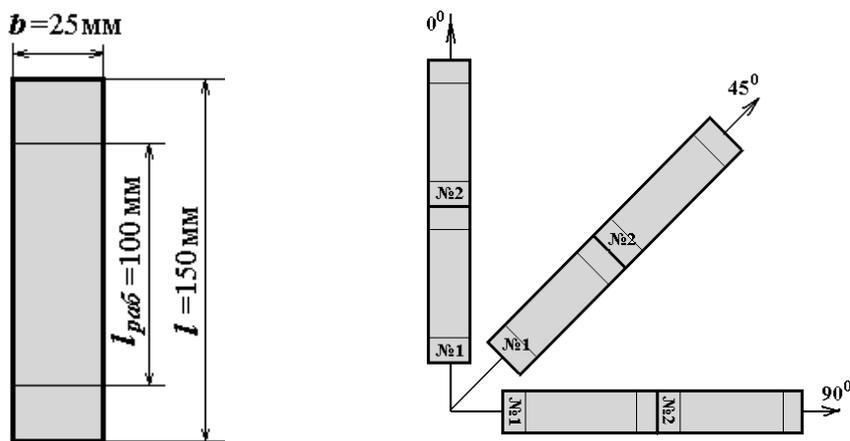


Рисунок 4.19 – Форма, размеры и схема раскроя образцов

Образцы под № 1 испытывают на разрывной машине РТ-250 до разрыва. В момент разрушения образца фиксируют значения нагрузки при разрыве  $P_{раз}$  по шкале силоизмерителя машины и абсолютного удлинения при разрыве  $\Delta l_{раз}$  по шкале удлинений. Результаты испытания заносят в таблицу 4.7.

По формуле (4.15) рассчитывается удельное разрывное усилие испытываемых образцов ткани.

Для образцов, выкроенных по основе и утку, после их разрушения подсчитывается число нитей основы и утка, приходящееся на ширину образца. По формуле (4.16) определяется величина расчетного разрывного усилия.

По формуле (4.17) определяется относительное удлинение образцов ткани при разрыве.

Результаты расчетов заносят в таблицу 4.7.

### Определение коэффициента поперечного сокращения

На образцах № 2 в центре наносят поперечную линию, шириной  $a_0 = 20$  мм (рис. 4.20 а).

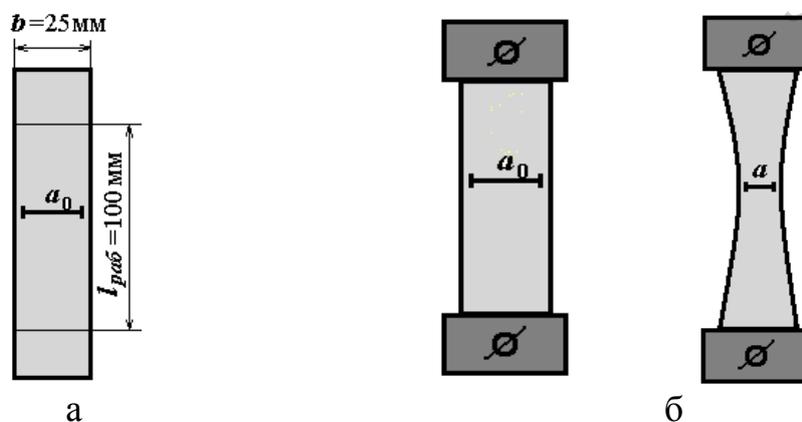


Рисунок 4.20 – Форма и размеры образцов и их изменение при растяжении

Образцы закрепляют в зажимах разрывной машины и растягивают до удлинения, равного  $\Delta l_y = 0,75 \Delta l_{раз}$ , после чего ход нижнего зажима разрывной машины останавливают. В процессе испытания в результате растяжения образцов в продольном направлении происходит уменьшение их размеров в поперечном направлении с  $a_0$  до  $a$  (рис. 4.20 б). При помощи линейки измеряют ширину поперечной линии  $a$ , после чего дают обратный ход нижнему зажиму машины и разгружают образец.

Величину относительного поперечного сокращения образцов  $\varepsilon_{сокр}$ , %, определяют по формуле

$$\varepsilon_{сокр} = \frac{\Delta a}{a_0} = \frac{a_0 - a}{a_0} \cdot 100, \quad (4.20)$$

где  $\Delta a$  – абсолютное поперечное сокращение образца, мм;  $a_0$  – исходная ширина поперечной линии, мм;  $a$  – ширина поперечной линии при удлинении образца на 75 % от удлинения при разрыве.

Относительное удлинение  $\varepsilon$ , %, образцов составляет:

$$\varepsilon = 0,75 \varepsilon_{раз}. \quad (4.21)$$

Коэффициент поперечного сокращения образцов рассчитывается по формуле (4.18). Результаты расчетов заносят в таблицу 4.7.

*Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов испытания и расчетов показателей*

Отчет по работе должен содержать описание методики испытания ткани при определении разрывных характеристик и коэффициента поперечного сокращения, расчеты всех показателей. Экспериментальные и расчетные показатели разрывных характеристик ткани и коэффициента поперечного сокращения представляются в виде таблицы, составленной по форме 4.7.

Таблица 4.7 – Результаты испытания ткани на растяжение и поперечное сокращение

Наименование материала	Направление раскроя	Разрывное усилие, $P_{раз}$ , Н	Удлинение при разрыве		Поверхностная плотность $P_s$ , г/м <sup>2</sup>	Удельное разрывное усилие, $P_{уд}$ , Н·м/г	Число нитей $n$	Расчетное разрывное усилие $P_{расч}$ , Н	Продольное удлинение, $\varepsilon$ , %	Поперечное сокращение		Коэффициент поперечного сокращения, $K$
			$\Delta l_{раз}$ , мм	$\varepsilon_{раз}$ , %						$\Delta a$ , мм	$\varepsilon_{сокр}$ , %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	0°											
	45°						–					
	90°											

## Вопросы для самоподготовки

1. Почему прочность тканей характеризуется нагрузкой при разрыве, а не показателем предела прочности при растяжении?
2. Как определяется показатель «удельное разрывное усилие»?
3. Как вычисляется поверхностная плотность тканей?
4. При каком условии определяется поперечное сокращение тканей?
5. Как рассчитывается относительное поперечное сокращение тканей?
6. Как определяется коэффициент поперечного сокращения? На какие свойства материалов оказывает влияние коэффициент поперечного сокращения?

### Лабораторная работа 15. Определение стойкости тканей к истиранию

*Цель работы:* изучение прибора и методики испытания ткани на истирание, определение характеристик свойств тканей при истирании.

*Материалы и оборудование:* образцы тканей, прибор для испытания тканей на стойкость к истиранию ИТ-3М-1, ножницы, разрывная машина.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) знать основные характеристики свойств материалов при истирании и факторы, оказывающие влияние на сопротивление тканей истиранию;
- 2) изучить устройство и принцип работы прибора для испытания тканей на стойкость к истиранию ИТ-3М-1;
- 3) ознакомиться с методикой и условиями испытания тканей на истирание.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) описать методику определения стойкости тканей к истиранию;
- 2) провести испытания тканей на истирание, определить стойкость тканей к стиранию, сохраняемость свойств ткани при истирании.

### Общие сведения о стойкости материалов к истиранию

Важнейшим показателем износостойкости текстильных материалов является их сопротивление истиранию. При эксплуатации изделий происходит непрерывный контакт материалов обуви с телом человека и опорной поверхностью. При взаимодействии поверхностей и их относительном движении происходит истирание материалов.

**Истирание** – механическое разрушение поверхностного слоя материалов при внешнем трении, сопровождающееся потерей массы.

Истирание является сложным видом разрушения материалов. На

интенсивность истирания влияют как природа поверхностных слоев, так и процессы, протекающие в зонах контакта с истирающим элементом.

На сопротивление тканей истиранию большое влияние оказывает вид волокна, плотность, толщина и влажность материала, вид переплетения, фаза строения ткани и др. Так, при прочих равных условиях лучше сопротивляются истиранию ткани полотняного переплетения, хуже – сатинового.

Основными характеристиками свойств текстильных материалов при истирании являются:

- **стойкость** – число циклов,  $N$ , до появления внешних повреждений материала (дыры);
- **время истирания**,  $\tau$ , до появления внешних повреждений поверхности материала (мин, ч, дни);
- **коэффициент устойчивости к истиранию**,  $k_y$

$$k_y = \frac{N}{p_s}, \quad (4.22)$$

где  $p_s$  – поверхностная плотность материала  $\text{г/м}^2$ ;

- **коэффициент сохраняемости свойств**,  $k_{сохр}$ , учитывающий изменение свойств материала до и после истирания по выбранному показателю

$$k_{сохр} = \frac{P_1}{P_0}, \quad (4.23)$$

где  $P_0, P_1$  – показатель свойств материала до и после истирания.

Для определения стойкости текстильных материалов к истиранию применяются приборы марок ДИТ-Т, ИТИС, ТИ-1М, ИС-4М.

Истираемость текстильных материалов определяется на разных приборах в зависимости от вида и назначения материалов. Во всех приборах истирание осуществляется головками с поверхностью из наждачного камня, серо-шинельного сукна или другого материала.

Лабораторные испытания тканей на истирание лишь отдаленно воспроизводят износ материала в процессе эксплуатации. В реальной носке истирающие усилия малы, воздействуют длительно и с большими перерывами, в течение которых волокна релаксируют. На приборах эти условия не обеспечиваются, так же как и воздействия внешней среды.

## Методика выполнения работы

### *Устройство и принцип работы прибора ИТ-3М-1*

Для определения стойкости тканей к истиранию используется

прибор марки ИТ-3М-1, схема которого представлена на рисунке 4.21.

Прибор состоит из остова 1, 2, истирающей головки 18, пальцев 3, рычажно-грузовой системы 4, приспособления для натяжения 5, 6, автоматического останова, счетчика 7 и привода 8, 9.

Остов состоит из нижней части 1, где размещены привод прибора и электрическая схема, и верхнего кронштейна 2, на котором смонтированы все остальные части прибора.

Пяльцы 3 служат для заправки образцов ткани. Ткань крепится при помощи кольца 10 и откидных винтов 11. Пяльцы устанавливаются на конус 12 рычажной системы. Штифт в конусе удерживает пяльцы от вращения.

Истирающая головка состоит из двух бегунков 13, вращающихся вокруг своей оси и обращающихся относительно центральной оси головки. На бегунки навинчиваются обоймы с вкладышами, в которые заправляется абразив. Рычажно-грузовая система обеспечивает прижим абразива к ткани. Система состоит из шарнирно-закрепленного верхнего 14 и нижнего 15 рычагов. На свободный конец нижнего рычага навешаны грузы.

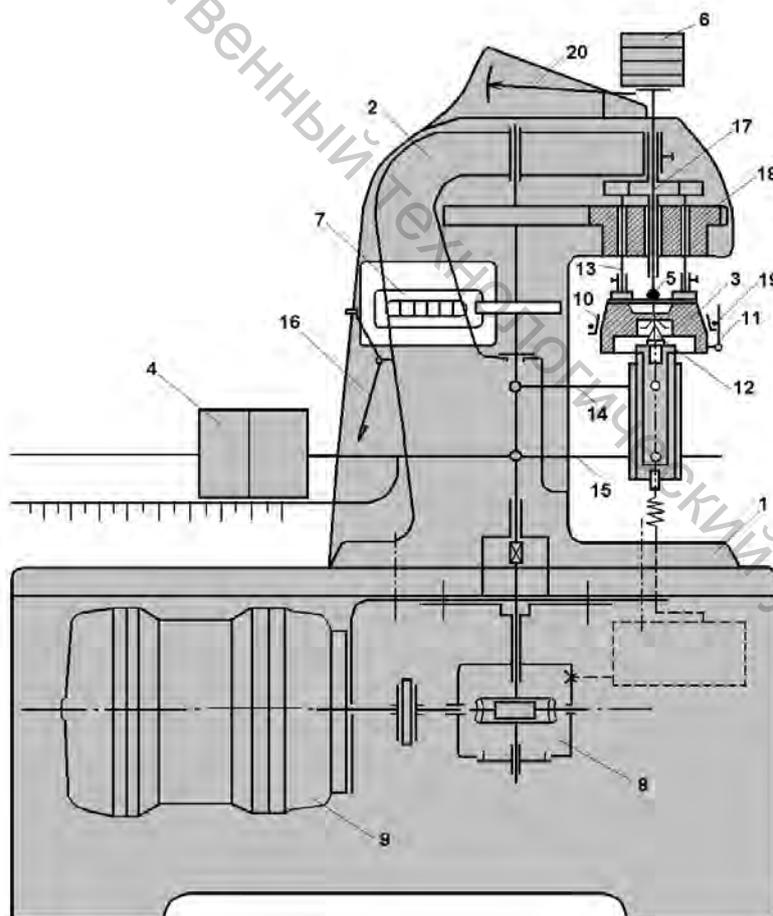


Рисунок 4.21 – Схема прибора ИТ-3М-1

Перемещением грузов по рычагу достигается требуемый прижим пялец с тканью к абразиву. К рычагу прикреплена шкала, деления кото-

рой указывают величину нагрузки на образец ткани при соответствующем положении грузов. На шкале нанесены два ряда делений. Верхний ряд делений указывает нагрузку при работе с одним грузом, нижний ряд – при работе с двумя грузами. На шкале имеется движок. При пользовании одним грузом положение груза устанавливается по правой кромке движка, при работе с двумя грузами – по левой кромке движка.

На станине прибора имеется защелка 16, удерживающая рычаг с грузом при съеме палец для замены испытываемого образца или абразива.

Натяжение образца ткани осуществляется при помощи специального приспособления, состоящего из стержня 17, проходящего через полуось истирающей головки. На нижнем конце стержня имеется эбонитовый шарик 5, который под действием грузов 6, расположенных на верхнем конце стержня, давит по центру палец, тем самым обеспечивает требуемое натяжение ткани. Для указания величины прогиба ткани под действием грузов в верхней части прибора имеется стрелка и шкала 20.

На пальцах в зажимах 19 укреплена нихромовая проволока диаметром 0,2 мм. При появлении дыры на ткани вкладыш касается проволоки, замыкается цепь электронного реле, выключающего электродвигатель, и прибор останавливается.

Счетчик 7 показывает число оборотов (циклов) истирающей головки, которые выдержала ткань до разрушения. Для установки счетчиков на нуль имеется ручка сброса. Привод прибора осуществляется от электродвигателя 9 через червячный редуктор.

Абразив, заправленный в обоймы с вкладышами и закрепленный на бегунках истирающей головки, совершает планетарное движение. Абразив прижимается к ткани, закрепленной на пальцах. При разрушении образца ткани прибор автоматически останавливается. Число циклов, которое выдержала ткань до разрушения, фиксируется счетчиком.

### ***Определение стойкости ткани к истиранию***

Для испытания на истирание выкраивают образец ткани диаметром 120 мм.

Стойкость ткани к истиранию характеризуется числом циклов, выдержанных тканью до разрушения.

Испытываемый образец устанавливают на пальцах прибора и закрепляют с помощью кольца и откидных винтов. Истирание осуществляется бегунками с закрепленным в обоймах абразивом. Для этого нажав на защелку, осторожно поднимают закрепленные на конус пальцы до соприкосновения абразива с образцом. Включают прибор нажатием на кнопку пуска. Количество оборотов истирающей головки фиксируется счетчиком. Истирание образцов производится при скорости

истирающей головки 100 об/мин, при удельной нагрузке на образец 1 кг/см<sup>2</sup>, по шкале – 3 кгс. Для натяжения ткани на стержне устанавливают груз 200 гс. Момент появления сквозной потертости на одном из участков ткани является концом испытания. Количество циклов истирания  $N$  (оборотов истирающей головки), зафиксированное в этот момент на счетчике прибора, является характеристикой истираемости тканей.

### **Определение сохраняемости свойств ткани при истирании**

Для оценки сохраняемости свойств ткани при истирании выкраивается образец ткани размерами 120×120 мм.

Образец подвергается истиранию на приборе ИТ-3М-1. Количество циклов истирания  $n$  принимается равным половине максимального количества циклов, необходимого для разрушения образца:  $n = 0,5 N$ .

После истирания из исследуемого образца выкраиваются два образца в одном направлении размерами 100×25 мм. Первый образец выкраивается из краевых участков ткани, которые не подвергались истиранию. Второй образец выкраивается из участка, подвергавшегося истиранию.

Оба образца испытывают на разрывной машине, и определяют нагрузку при разрыве каждого из исследуемых образцов. Сохраняемость свойств определяется как изменение прочности образца до и после истирания по формуле (4.23).

Результаты испытаний оформляются в табличной форме. Делаются выводы об износостойкости исследованных видов тканей.

### *Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 4.8 – Результаты испытания тканей на истирание

Наименование материала	Стойкость к истиранию, $N$ , циклов	Коэффициент устойчивости к истиранию, $k_y$	Нагрузка при разрыве, $P_{раз}$ , Н		Коэффициент сохраняемости свойств, $k_{сохр}$
			до истирания	после истирания	
1	2	3	4	5	6

### **Вопросы для самоподготовки**

1. Какие факторы оказывают влияние на истираемость тканей?
2. Как определяется коэффициент устойчивости тканей к истиранию?
3. Что характеризует и как определяется коэффициент сохраняемости свойств тканей?
4. На каком принципе основана работа прибора ИТ-3М-1?
5. Как оценивается стойкость тканей к истиранию?

## **Лабораторная работа 16. Определение прочности тканей при раздирании, прорубаемости и устойчивости к раздвигаемости нитей в ткани**

*Цель работы:* изучить методики определения прочности тканей при раздирании, прорубаемости ткани и устойчивости к раздвигаемости нитей ткани в швах.

*Материалы и оборудование:* образцы материалов, нитки, ножницы, линейки, универсальная швейная машина челночного стежка, разрывная машина РТ-250, лупа.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить общие сведения о прочности тканей при раздирании, прорубаемости ткани и устойчивости к раздвигаемости нитей в швах;
- 2) изучить методику определения прочности тканей при раздирании;
- 3) изучить методику определения прорубаемости ткани;
- 4) изучить методику определения устойчивости к раздвигаемости нитей ткани в швах.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) получить и подготовить материалы к испытанию;
- 2) определить максимальное усилие раздирания основы и максимальное усилие раздирания утка;
- 3) оценить повреждаемость ткани строчкой и степень повреждения ткани при стачивании;
- 4) определить усилие, приводящее к раздвигаемости нитей ткани в швах на 4 мм;
- 5) сделать выводы и составить отчет о лабораторной работе.

### **Общие сведения о прочности тканей при раздирании, прорубаемости ткани и устойчивости к раздвигаемости нитей в швах**

Испытания на раздирание относят к полуцикловым испытаниям, позволяющим определить прочностные свойства материалов при действии внешних усилий, сосредоточенных на малых участках. Данные усилия в материалах при растяжении возникают из-за того, что при изготовлении одежды, обуви и кожгалантерейных изделий материалы прокалывают, просекают, надрезают, а при эксплуатации изделий в материалах образуются трещины, дыры и другие дефекты, которые снижают механические свойства материалов при растяжении.

Свойства материалов при раздирании определяют на пробах, имеющих поперечные и продольные надрезы.

Показателями свойств материалов при раздирании являются:

– **прочность при раздирании**,  $P_{\text{раздир.}}$ , Н, – усилие, необходимое для разрушения образца материала;

– *сопротивление раздиранию*,  $\sigma_{\text{раздир}}$ , Н/м, вычисляемое по формуле

$$\sigma_{\text{раздир}} = \frac{P_{\text{раздир}}}{h}, \quad (4.24)$$

где  $h$  – толщина испытываемого материала, м.

Так как разрушение по линии раздирания происходит последовательно, часто в качестве характеристики используют **максимальное усилие раздирания**.

Прочность тканей при раздирании определяют методами.

При методе *одиночного раздирания* (рис. 4.22 а) пробу надрезают посередине в продольном направлении. Длина надреза составляет 150 мм для ткани (ГОСТ 3813) и 100 мм для нетканого полотна (ГОСТ 15902). Пробу складывают пополам по ширине, а затем один полученный язычок закрепляют в верхнем зажиме разрывной машины, а другой в нижнем (рис. 4.22 а). Величину усилия раздирания определяют на участке длиной 50 мм.

Метод *двойного раздирания* (рис. 4.22 б) предполагает вырез в форме язычка, располагающегося посередине пробы; язычок может доходить до края пробы или не доходить. Язычок заправляют в нижний зажим, а саму пробу или ее боковые части в верхний зажим разрывной машины.

Метод «*гвоздя*» (рис. 4.22 в) состоит в раздирании ткани острым стержнем, которым прокалывают пробу, заправленную в верхний зажим; стержень крепится к нижнему зажиму.

*Крыловидный метод* (рис. 4.22 г) является стандартным методом для определения прочности ткани при раздирании (ГОСТ 17922). На пробе намечают продольную линию разреза, а на язычках – линии закрепления пробы в зажимах разрывной машины, расположенные под углом  $45^\circ$  к линии разреза. По сравнению с другими методами крыловидный метод обеспечивает равномерное распределение усилий в пробе, меньший коэффициент вариации и небольшую ошибку опыта.

При *трапецидальном* методе раздирания (рис. 4.22 д) рабочая часть пробы имеет форму равнобедренной трапеции и при заправке пробы линии губок зажимов располагаются по сторонам трапеции.

**Прорубаемость ткани** является отрицательным свойством текстильных материалов. В процессе пошива на швейных машинах игла, проходя через материал, может своим острием попасть в нить, образующую материал. При этом может произойти частичное разрушение волокон или полное разрушение нити. Частичное разрушение нити называют **скрытой прорубкой**, полное разрушение – **явной прорубкой**. Прорубка нитей приводит к ослаблению материала на участке шва, а явная прорубка нити в трикотаже вызывает роспуск петель вдоль всего

изделия, что приводит его в негодность. Явная прорубка видна сразу после выполнения строчки при ее визуальном осмотре, а скрытая проявляется чаще всего после стирки изделия.

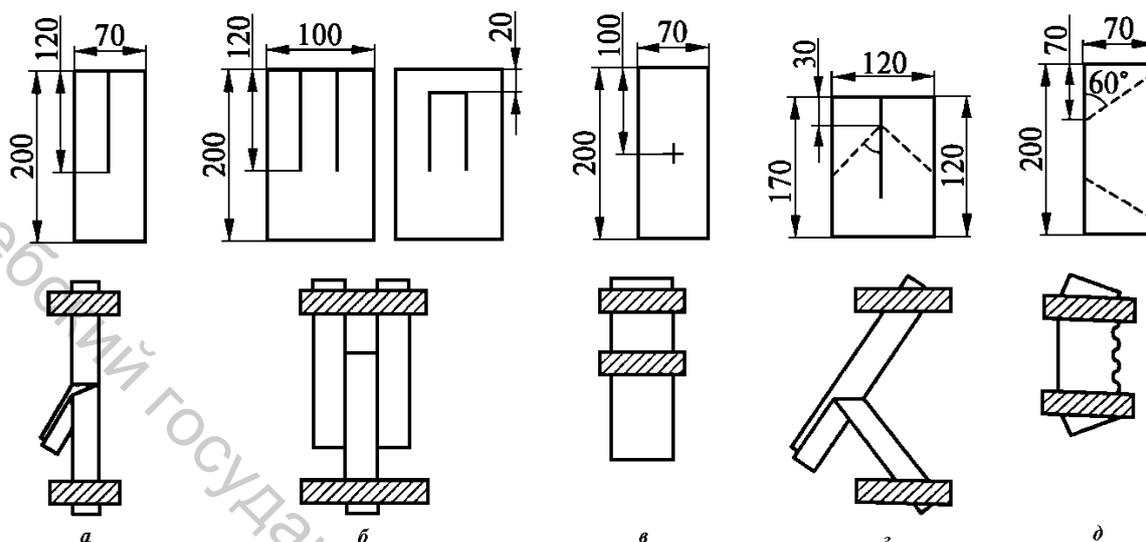


Рисунок 4.22 – Формы проб тканей и способы закрепления пробы для испытания на прочность к раздираанию: а – метод одиночного раздираания, б – метод двойного раздираания, в – метод «гвоздя», г – крыловидный метод, д – трапецеидальный метод

**Повреждаемость ткани строчкой  $A$** , %, рассчитывают по формуле

$$A = 100 n/n_0, \quad (4.25)$$

где  $n$  – число проколов с повреждением нитей;  $n_0$  – общее число проколов.

**Степень повреждения  $\Pi$** , %, оценивают по изменению значения разрывной нагрузки прошитых образцов по сравнению с контрольными образцами по формуле

$$\Pi = \frac{P_{раз}^к - P_{раз}^{np}}{P_{раз}^к} \cdot 100, \quad (4.26)$$

где  $P_{раз}^{np}$  – разрывная нагрузка прошитых образцов, Н;  $P_{раз}^к$  – разрывная нагрузка контрольных образцов, Н.

В таблице 4.9 приведены нормы прорубаемости текстильных материалов, определяющие группу прорубаемости. Прорубаемость материалов 1 и 2 групп практически не влияет на снижение прочности материалов. Материалы 3 группы не рекомендуется применять в массовом производстве одежды, поскольку их прочность значительно снижается в результате стачивания.

Таблица 4.9 – Нормы прорубаемости текстильных материалов

Группа материала	Число повреждений на 100 проколов	
	Ткань	Трикотажное полотно
I	Не более 5	Не более 2
II	6-26	3-15
III	Более 26	Более 15

**Раздвигаемость нитей** в ткани характеризуется смещением нитей одной системы по нитям другой системы (основы по утку или утка по основе). Раздвигаемость нитей возникает из-за недостаточного тангенциального сопротивления взаимному перемещению нитей в ткани. Она может явиться следствием структурных особенностей ткани – наличия крайних фаз строения, использование раппорта с большими перекрытиями, применения нитей пониженной крутки, уменьшения плотности ткани, а также нарушения строения и отделки ткани при ее производстве. Данные о раздвигаемости нитей в ткани и швах необходимы для выбора силуэта и величины конструктивных прибавок. На практике может определяться путем стачивания двух полос ткани, затем их механического «раздвигания». Визуальная оценка позволяет принять решение о необходимости дублирования пакета материалов. Для экспериментальной оценки раздвигаемости нитей в тканях и швах необходимы приборы типа РТ-2, РТ-2М.

Для определения раздвигаемости нитей ткани в швах применяется методика с применением разрывной машины РТ-250, которая регламентируется ГОСТ 28073 «Изделия швейные. Методы определения разрывной нагрузки, удлинения ниточных швов, раздвигаемости нитей ткани в швах». Согласно этой методике полоску материала с поперечным швом заправляют в разрывную машину и измеряют нагрузку, приводящую к раздвижке нитей в области шва на величину 4 мм.

### **Методика выполнения работы**

#### ***Определение прочности тканей при раздирании***

Испытания тканей на прочность при раздирании осуществляют методом одиночного раздирания.

Для определения усилия раздирания заготавливают три элементарные пробы вдоль основы (для испытания материала на прочность к раздиранию по утку) и четыре элементарные пробы вдоль утка (для испытания материала на прочность к раздиранию по основе). Размеры и способ разметки элементарных проб показаны на рисунке 4.23.

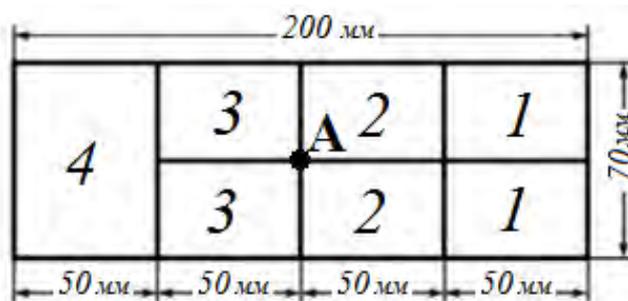


Рисунок 4.23 – Разметка элементарной пробы образца для испытания на прочность к раздиранию

На пробе по намеченной центральной линии делают надрез до точки А. Затем пробу складывают пополам по ширине, один полученный язычок закрепляют в верхнем зажиме разрывной машины, а другой – в нижнем. Производят растяжение пробы с фиксацией величины усилия раздирания на участке длиной 50 мм (соответствует зоне 3). В момент, когда раздир пробы достигнет зоны 4, испытание прекращают.

Максимальным усилием раздирания элементарной пробы считают показание прибора после окончания процесса раздирания. За результат испытания принимают среднее арифметическое результатов всех испытаний элементарных проб одного направления по определению раздирающей нагрузки в ньютонах. Усилие раздирания основы определяют как среднее арифметическое из показаний трех испытаний, усилие раздирания утка – из показаний четырех испытаний.

Результаты испытаний текстильного материала на прочность к раздиранию представляют в отчете в виде таблицы 4.11.

### *Определение прорубаемости тканей при сшивании*

Для оценки прорубаемости текстильных материалов образец размером 200×200 мм складывают в четыре слоя и прошивают иглой без нитки на участке длиной 180 мм четырьмя условными параллельными строчками на расстоянии 10 мм друг от друга при частоте 7 стежков на 1 см (для ткани) и 5 стежков на 1 см (для трикотажных полотен) (рис. 4.24). Толщину иглы подбирают в зависимости от вида материала по справочникам.

Для определения **явной прорубки** образец просматривают через лупу вдоль линии условной строчки и подсчитывают количество проколов с повреждениями нитей.

Для оценки **скрытой прорубки** из образца вырезают три полоски шириной 50 мм таким образом, чтобы проложенные ранее строчки располагались поперек полоски (рис. 4.24). Полоски из прошитого образца и контрольные полоски (без строчки) материала испытывают на раз-

рывной машине РТ-250 при зажимной длине 100 мм, фиксируя разрывную нагрузку.

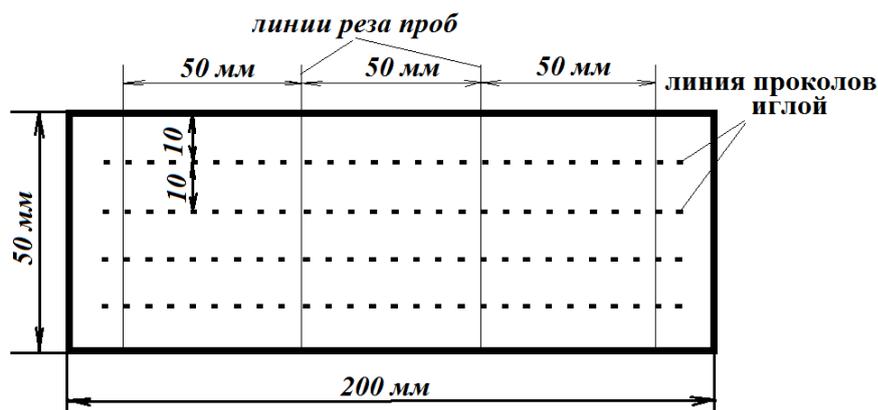


Рисунок 4.24 – Схема подготовки проб для испытания на прорубаемость

По результатам испытаний рассчитывают величину повреждаемости ткани строчкой и степень повреждения по формулам (4.25) и (4.26). Результаты испытаний и расчетов представляют в таблице 4.11.

#### **Определение раздвигаемости нитей ткани в швах**

Для определения раздвигаемости нитей ткани в швах предварительно подготавливают пробу для испытания. Для этого из ткани вырезают два образца размерами 300×130 мм и 300×90 мм. Образцы совмещают по краю и сострачивают на швейной машине на расстоянии 10 мм от края в соответствии с нормативами, представленными в таблице 4.10.

Таблица 4.10 – Рекомендации по выбору режимов ниточных соединений при подготовке образцов

Наименование ниток	Число стежков на 50 мм	Номер иглы	Наименование ткани
Хлопчатобумажные, комплексные синтетические, армированные, шелковые, синтетические (штапельные)	24-25	75	Хлопчатобумажные, смешанные, поверхностной плотностью 110–150 г/м <sup>2</sup>
	21-22	100	Костюмные, плащевые поверхностной плотностью 200–270 г/м <sup>2</sup>
	19-20	120	Полульняные, х/б из смешанной пряжи, поверхностной плотностью более 270 г/м <sup>2</sup>

Из полученной пробы шва на расстоянии 20 мм от начала строчки намечают последовательно линии на расстоянии 50 и 20 мм (рис. 4.25). Намеченные линии переносят, избегая перекоса, препаровальной иглой, карандашом или мелом на нижнюю деталь.

По намеченным линиям вырезают элементарные пробы швов для испытания. Схема разметки и изготовления элементарных проб швов в сложенном и развернутом виде приведена на рисунке 4.25.

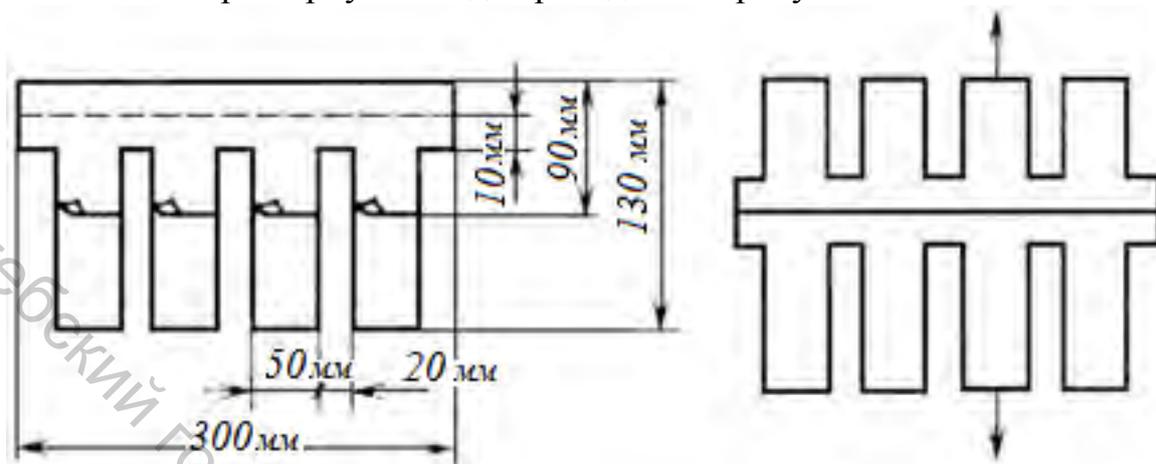


Рисунок 4.25 – Разметка проб для испытания на раздвигаемость нитей в швах

На разрывной машине устанавливают зажимную длину, равную 100 мм. Заправляют пробу шва в зажимы (последовательно каждый участок шириной 50 мм), как показано на рисунке 4.25, и включают разрывную машину. Когда у шва образуется раздвижка нитей, равная 4 мм (по 2 мм в каждую сторону от линии стачивания), которая измеряется с помощью прозрачного шаблона с гравировкой или линейки, производят останов разрывной машины. В этом положении фиксируют нагрузку, вызывающую указанную величину раздвигаемости в шве. По результатам четырех испытаний рассчитывают среднюю арифметическую величину нагрузки, приводящей к раздвижке нитей на 4 мм. Результаты оформляют в виде таблицы 4.11.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 4.11 – Результаты испытания тканей на раздирание, прорубаемость и раздвигаемость нитей

Наименование материала	Усилие раздирания, $P_{раздир}$ , Н		Повреждаемость ткани строчкой, $A$ , %	Степень повреждения, $\Pi$ , %	Усилие, приводящее к раздвижке нитей в швах на 4 мм, Н
	по основе	по утку			
1	2	3	4	5	6

## Вопросы для самоподготовки

1. Каков принцип определения усилия раздвигаемости нитей ткани в швах?
2. Как определить повреждаемость ткани строчкой?
3. Для каких узлов и соединений одежды характерны сосредоточенные усилия, приходящиеся на одиночные нити или группы нитей? Какой показатель позволяет оценить устойчивость текстильных материалов к таким усилиям?
4. Почему при испытании на раздирание образцы для определения максимального усилия раздирания по утку выкраивают вдоль нитей основы?
5. Какие показатели прорубаемости вы знаете, и как они определяются?
6. В чем отличие явной прорубки от скрытой?
7. Какие существуют методы создания сосредоточенных усилий при раздирании пробы? Какой метод обеспечивает равномерное распределение усилий в пробе, меньший коэффициент вариации и небольшую ошибку опыта?

### **Лабораторная работа 17. Определение драпируемости и несминаемости тканей**

*Цель работы:* изучить методики и определить драпируемость и несминаемость тканей.

*Материалы и оборудование:* образцы текстильных материалов, ножницы, линейки, приспособление для определения драпируемости тканей по методу ЦНИИ шелка, приспособление для определения драпируемости дисковым методом, булавки портновские, груз массой 1 кг, лампа, толщиномер, весы лабораторные, бумага, транспортёр.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить сведения о драпируемости и несминаемости тканей;
- 2) изучить методики определения драпируемости тканей дисковым методом и по методу ЦНИИ шелка;
- 3) изучить методику определения несминаемости тканей по ГОСТ 19204-73 «Полотна текстильные. Метод определения несминаемости».

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) получить и подготовить материалы к испытанию;
- 2) определить коэффициент драпируемости текстильных материалов по методу ЦНИИ шелка;
- 2) оценить драпируемость материалов по дисковому методу;
- 3) определить коэффициент несминаемости текстильных материалов различного волокнистого состава;
- 4) сделать выводы и составить отчет о лабораторной работе.

## Общие сведения о драпируемости и несминаемости текстильных материалов

*Драпируемость* – способность текстильных материалов в подвешенном состоянии под действием собственного веса принимать пространственную форму и образовывать мягкие, подвижные складки. Драпируемость зависит от жесткости материала на изгиб и его веса: чем выше жесткость, тем хуже драпируемость; чем больше вес, тем драпируемость лучше.

Жесткость и драпируемость текстильных материалов зависят от их структуры и отделки, а также от свойств формирующих материал волокон и нитей. Жесткость волокон определяется их формой, размерами и молекулярной структурой. Чем больше распрямлены и ориентированы цепные молекулы полимера, тем больше внутреннее трение, ограничивающее возможность перемещения участков цепей, тем меньше гибкость волокон и больше модуль их упругости. Например, жесткость льняной ткани объясняется высоким модулем упругости льняных волокон. Вследствие низкого модуля упругости шерстяных волокон жесткость шерстяной ткани значительно меньше.

При круглой форме сечения волокна оказывают большее сопротивление изгибающим усилиям, чем при плоском. Жесткость волокон растет с увеличением их толщины. Чем толще нити и формирующие их волокна, тем больше жесткость выработанного из них материала. С увеличением крутки повышается слитность нитей и вместе с этим их жесткость. Поэтому по направлению основы, имеющей более высокую крутку, чем уток, жесткость ткани на изгиб больше, чем в поперечном направлении. Жесткость нитей при увеличении крутки растет до известного предела. За пределами критической крутки, когда участки волокон, лежащие в периферийных слоях, перенапряжены круткой, сопротивление нитей изгибу падает. Поэтому ткани из нитей креповой крутки обладают хорошей гибкостью и драпируемостью.

Переплетение ткани является одним из факторов, влияющих на драпируемость ткани. С ростом длины перекрытий и при уменьшении количества связей между системами нитей жесткость ткани уменьшается, а драпируемость увеличивается. Рост плотности ткани приводит к повышению жесткости всей системы и снижению драпируемости, с увеличением толщины ткани ее жесткость растет, а драпируемость ухудшается. Требования, предъявляемые к жесткости и драпируемости материалов, изменяются в зависимости от их назначения и фасона изделия. Из жестких и плохо драпирующихся материалов можно изготовлять одежду только строгих форм, с прямыми силуэтными линиями.

Материалы для женских платьев, которые требуют мягких линий, складок, сборок, должны обладать значительной драпируемостью. Так как в изделиях складки обычно направлены вдоль материала, особенно

важна хорошая драпируемость тканей по утку и трикотажа по петельным рядам. Некоторые фасоны женской одежды (пышные юбки, стоячие банты и т.д.) требуют жестких материалов. В процессах швейного производства при настиле жесткий материал меньше тянется, не дает заминов и перекосов, благодаря чему обеспечивается большая точность выкраиваемых деталей.

По методу ЦНИИ шелка драпируемость определяют с помощью приспособления, состоящего из стойки с установленной на ней пробкой, и иглы (портновской булавки). Образец материала по разметке накалывают на иглу, сжимают пробкой, образуя три складки, и оставляют в подвешенном состоянии (рис. 4.26).

По истечении 30 минут измеряют расстояние между углами свободного края образца. Коэффициент драпируемости  $K_{дм}$ , %, определяют по формуле

$$K_{дм} = 100 - \frac{A}{2}, \quad (4.27)$$

где  $A$  – расстояние между углами нижнего края пробы, закрепленной в приспособлении согласно рисунку 4.26, мм;

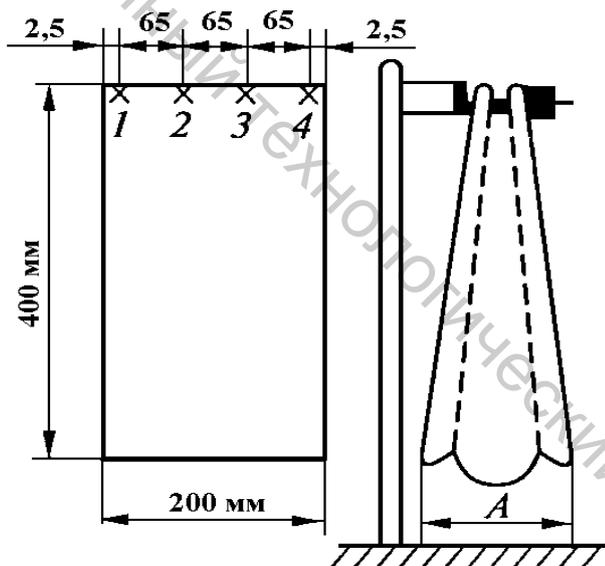


Рисунок 4.26 – Разметка и закрепление образца по методу ЦНИИ шелка

Представление о драпируемости тканей и трикотажа в разных направлениях одновременно дает *дисковый метод*. При испытании драпируемости по этому методу между дисками 1 и 2 (рис. 4.27) располагают образец 3, вырезанный в виде круга. При помощи стержня 4 диск может подниматься и опускаться. Края образца, свешиваясь с поднятого диска, принимают в зависимости от жесткости материала ту или иную форму.

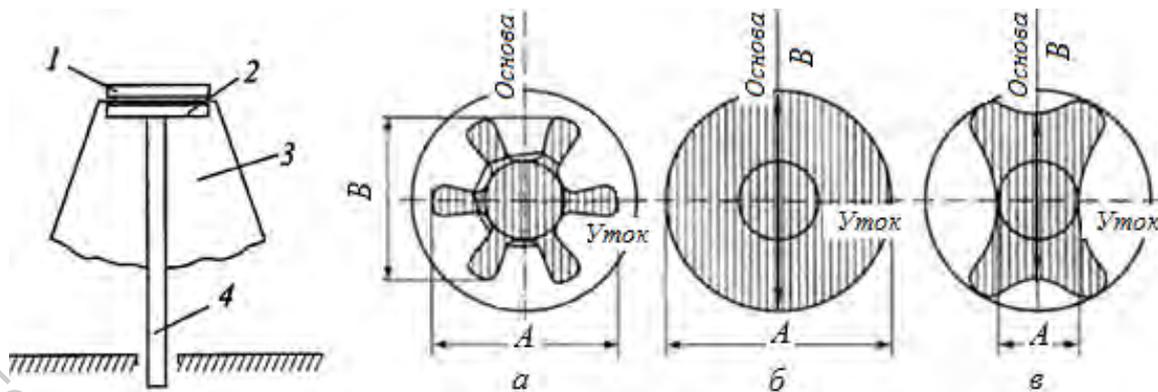


Рисунок 4.27 – Приспособление для определения драпируемости дисковым методом

Освещая диск сверху пучком параллельных лучей, получают на бумаге проекцию ткани, площадь которой по своим размерам в большей или меньшей степени приближается к начальной площади образца. Хорошо драпирующиеся ткани дают сильно изрезанный контур с глубокими складками. Площадь проекции такого материала значительно меньше площади образца (рис. 4.27 а). Проекция образца (рис. 4.27 б) может служить примером плохой драпируемости ткани по направлению основы и утка. На рисунке 4.27 в показана проекция материала, имеющего хорошую драпируемость по утку и плохую по основе.

Драпируемость материала по дисковому методу характеризуется двумя величинами – коэффициентом драпируемости и соотношением размеров осевых линий  $A$  и  $B$ , проведенных через центр площади проекции (у ткани по направлению основных и уточных нитей, у трикотажа по направлению петельных рядов и столбиков). Коэффициент драпируемости  $K_D$ , %, характеризуется отношением разности площадей образца и его проекции к площади образца и определяется по формуле

$$K_{\text{ди}} = \frac{S_0 - S_1}{S_0}, \quad (4.28)$$

где  $S_0$  – площадь образца,  $\text{мм}^2$ ;  $S_1$  – площадь проекции образца,  $\text{мм}^2$ .

Соотношение осевых линий  $Xo = B/A$ , равное 0,95–1,1, показывает, что драпируемость материала в обоих направлениях одинаковая. Если  $B/A > 1,1$ , материал имеет хорошую драпируемость в поперечном направлении, если  $B/A < 0,95$ , то драпируемость лучше в продольном направлении. Для оценки драпируемости применяют данные таблицы 4.12.

**Несминаемость** – это свойство материала сопротивляться смятию и восстанавливать первоначальное состояние после снятия усилия, вызывающего его изгиб. За критерий оценки несминаемости текстильных полотен принят **коэффициент несминаемости,  $K_H$ , %**, который

определяют способами ориентированного и неориентированного смятия пробы (рис. 4.28).

Таблица 4.12 – Ориентировочные коэффициенты драпируемости тканей (дисковый метод)

Вид и назначение ткани	Оценки драпируемости		
	хорошая, выше	удовлетворительная	плохая, ниже
Хлопчатобумажная	65	45–65	45
Шерстяная платьевая	80	68–80	68
Костюмная	65	50–65	50
Пальтовая	65	42–65	42
Шелковая платьевая	85	75–85	75

Неориентированное (хаотичное) смятие наиболее полно имитирует характер смятия тканей, возникающий при эксплуатации изделий. Однако объективная оценка величины несминаемости при неориентированном смятии (рис. 4.28 а – смятие рукой, рис. 4.28 б – смятие цилиндра с последующим определением величины  $h$ ) затруднительна или требует довольно сложной аппаратуры. Этот метод субъективен и требует от испытателя определённых навыков. Поэтому при контроле качества тканей и стандартизации показателей несминаемости чаще используют методы **ориентированного смятия**, т.е. смятия образца ткани в одном направлении. Наиболее распространённым является метод оценки несминаемости по углу восстановления предварительно сложенной и сжатой пробной полоски ткани.

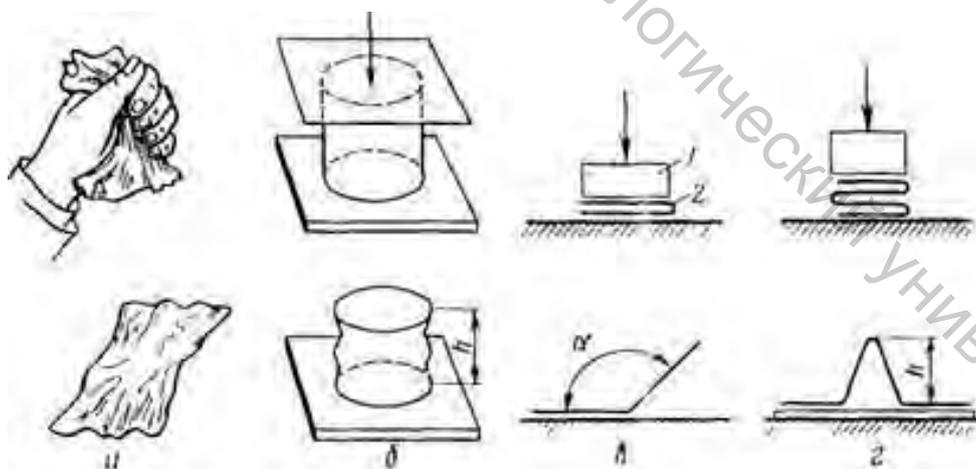


Рисунок 4.28 – Способы определения смятия текстильных полотен: а, б – неориентированное смятие; в, г – ориентированное смятие

По ГОСТ 19204-73 несминаемость всех тканей, кроме шерстяных, определяют на приборах СМТ или «Смятимер», с помощью которых

образцы материалов изгибают по схемам, представленным на рисунках 4.28 в и 4.28 г.

Пробную полоску ткани 2 прямоугольной формы размерами 15x40 мм или Т-образной формы размерами 24x24 мм складывают и подвергают действию груза 1 в течение 15 мин. Затем груз снимают и через 5 мин с помощью специальных приспособлений измеряют угол восстановления  $\alpha$ . Несминаемость определяют отношением угла восстановления к углу полного сгиба ( $180^\circ$ ) и характеризуют коэффициентом несминаемости  $K_n$ , %

$$K_n = \frac{\alpha}{180} \cdot 100 = 0,555 \cdot \alpha, \quad (4.29)$$

где  $\alpha$  – угол восстановления, град.

В зависимости от показателей несминаемости текстильные полотна объединены в три группы: среднесминаемые с коэффициентом несминаемости (30–45 %), малосминаемые (46–55 %) и несминаемые (более 55 %).

### **Методика выполнения работы**

#### ***Определение драпируемости тканей методом ЦНИИ шелка***

Для испытания из ткани вырезают образец размером 200 мм (вдоль утка) x400 мм (вдоль основы), выполняют его разметку согласно рисунку 4.26 и накалывают булавкой по разметке на пробку приспособления, образуя три складки так, чтобы центральная складка была обращена к испытателю. Через 30 минут измеряют расстояние  $A$  как показано на рисунке 4.26 и рассчитывают коэффициент драпируемости по формуле (4.27).

#### ***Определение драпируемости тканей дисковым методом***

Для исследования драпируемости дисковым методом необходимо выполнить следующее:

1) заготовить шаблон из бумаги в форме круга диаметром 200 мм с перекрестьем в центре, разметить по круглому шаблону и вырезать образец ткани. Отметить на лицевой стороне образца центр и направление нитей основы и утка;

2) на центр бумажного листа установить приспособление, на нижний диск приспособления уложить образец ткани лицевой стороной вверх, наколов его на иглу по разметке. Сверху установить верхний диск приспособления;

3) приспособление пять раз поднять на 20 см от поверхности стола и опустить точно в центр листа. Через 3 минуты осветить лампой приспособление сверху, располагая лампу по центру на расстоянии 30 см от поверхности верхнего диска, и очертить на бумажном листе контуры проекции образца (тень). Отметить положение осевых линий **A** и **B** согласно рисунку 4.27. Не перемещая бумажный лист, снять верхний диск, уложить на приспособление шаблон, очертить его контур. Выключить лампу, снять приспособление с шаблона, вырезать из листа контур проекции шаблона, взвесить его ( $m_0$ ); затем вырезать контур проекции образца и взвесить полученный новый бумажный шаблон ( $m_1$ ). Зная массу бумажных шаблонов  $m_0$  и  $m_1$  и начальную площадь круглого шаблона  $S_0$ , определить площадь проекции образца по формуле

$$S_1 = \frac{m_1}{m_0} \cdot S_0, \quad (4.30)$$

где  $m_1$  и  $m_0$  – масса бумажных шаблонов, вырезанных по контуру проекции и круглого соответственно, г.

Рассчитать коэффициент драпируемости по формуле (4.28).

Для определения **соотношения осевых линий** необходимо измерить линейкой их длину согласно схеме на рисунке 4.27 и разделить длину осевой линии по основе на длину осевой линии по утку. Оценить драпируемость текстильных материалов по таблице 4.12 и отразить результаты исследования в отчете по форме таблицы 4.1.

### **Определение несминаемости тканей**

Для определения **коэффициента несминаемости** текстильных материалов необходимо вырезать 5 продольных и 5 поперечных пробных полосок прямоугольной формы размерами 15x40 мм. Полоски по длинной стороне сложить пополам лицевой стороной внутрь и подвергнуть действию груза массой 1 кг в течение 15 мин. Затем груз снять и через 5 мин с помощью транспортира измерить угол восстановления  $\alpha$ . Рассчитать коэффициент несминаемости по формуле (4.29), результат отразить в отчете по форме таблицы 4.14. Сделать выводы о факторах, влияющих на показатели драпируемости и несминаемости, сопоставив результаты исследования разных образцов материалов.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 4.13 – Результаты исследования драпируемости тканей

Характеристика образца	Метод ЦНИИ шелка		Дисковый метод				Оценка драпируемости по таблице 4.12
	Расстояние между углами нижнего края пробы, $A$ , мм	Коэффициент драпируемости поутку, $K_{дш}$ , %	Масса проекции шаблона, $m_0$ , г	Масса проекции драпированного образца, $m_1$ , г	Коэффициент драпируемости, $K_d$ , %	Соотношение осевых линий $X_0$	
Назначение и наименование материала, его волокнистый состав, толщина, вид переплетения							

Таблица 4.14 – Результаты исследования несминаемости тканей

Характеристика образца	Угол восстановления, $\alpha$ , град.	Коэффициент несминаемости, $K_n$ , %	Группа несминаемости
Назначение и наименование материала, его состав, толщина, вид переплетения			

### Вопросы для самоподготовки

1. Что такое «драпируемость» и какими показателями можно оценить это свойство?
2. Как измеряют коэффициент драпируемости по методу ЦНИИ шелка?
3. Какой показатель позволяет оценить анизотропию драпируемости?
4. Какие способы определения смятия текстильных материалов вы знаете?
5. Как определяется коэффициент несминаемости?
6. От чего зависит драпируемость текстильных материалов?
7. Как влияет соотношение осевых линий, определенное дисковым методом, на выбор модели одежды?

### Лабораторная работа 18. Определение пиллингуемости текстильных материалов

*Цель работы:* изучить методики и определить пиллингуемость текстильных материалов.

*Материалы и оборудование:* образцы материалов, ножницы, линейки, иглы препаровальные, прибор ТИ-1М, бумага или картон.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить сведения о пиллингуемости текстильных материалов;
- 2) изучить методику определения пиллингуемости чистошерстяных и полушерстяных тканей и нетканых полотен;
- 3) изучить методику определения пиллингуемости трикотажных полотен.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) получить и подготовить материалы к испытанию;
- 2) определить максимальное количество пиллей на 1 см<sup>2</sup> полушерстяной костюмной ткани и полушерстяного нетканого полотна;
- 3) оценить пиллингуемость полушерстяной костюмной ткани и нетканого полотна;
- 4) сделать выводы и составить отчет о лабораторной работе.

### **Общие сведения о пиллингуемости текстильных материалов**

**Пиллингуемость** – свойство материала образовывать на своей поверхности закатанные в комочки или косички концы волокон, называемые пиллями.

Пиллингуемость материалов отрицательно влияет на потребительские свойства материалов для швейных изделий и зависит от волокнистого состава материала, геометрических и механических свойств волокон, структуры нитей и полотна.

Наиболее устойчивой пиллингуемостью обладают полотна, при выработке которых в смеси используют полиамидные (капрон) или полиэфирные (лавсан) волокна. Они обычно имеют гладкую поверхность, большие удлинение и прочность, высокую стойкость к многократным деформациям. Благодаря указанным свойствам эти волокна быстро выходят на поверхность полотна, что ведет к формированию пиллей и очень длительному удерживанию их на поверхности. Волокна с незначительной прочностью и низкой стойкостью к многократным деформациям (например, полиакрилонитрильные) дают слабый пиллинг.

Толщина и форма поперечного сечения волокон оказывают существенное влияние на пиллингуемость. Более тонкие и гладкие волокна имеют большую склонность к образованию пиллинга по сравнению с толстыми. Для снижения пиллингуемости выпускают профилированные синтетические волокна, которые имеют поперечное сечение в виде прямоугольника, треугольника, звездочки.

Пиллингуемость снижается при увеличении длины волокон, из которых изготовлено полотно. Также для уменьшения этого показателя структура пряжи и полотна должна обеспечивать прочное и надежное закрепление волокон. Поэтому при увеличении крутки, уменьшении длины перекрытий и увеличении показателей заполнения пиллингуемость тканей понижается.

Уменьшение пиллингуемости или полное ее исключение может быть достигнуто в результате специальных обработок тканей.

Метод определения пиллингуемости тканей устанавливает ГОСТ 14326-73 «Ткани текстильные. Метод определения пиллингуемости». Стандарт не распространяется на ворсовые ткани и ткани технического назначения. Сущность метода заключается в образовании на ткани ворсистости, а затем пиллей и в подсчете максимального количества пиллей на определенной площади ткани. Испытание проводят в два этапа: первый – образование ворсистости, второй – образование пиллей. С помощью препаровальной иглы подсчитывают количество пиллей.

Классификация норм пиллингуемости установлена ГОСТ 25132-82. Стандарт распространяется на бытовые блузочные, плательные, плательно-костюмные, костюмные, подкладочные, плащевые и одеяльные ткани, вырабатываемые в основе из химических нитей, в том числе из текстурированных, а по утку – из текстурированных нитей, а также пряжи: вискозной, хлопчатобумажной, полиэфирно-вискозной, полиэфирно-хлопковой.

Стандарт делит ткани по пиллингуемости на три группы в зависимости *от количества пиллей на элементарной пробе, приходящееся на 10 см<sup>2</sup>*: не пиллингующиеся – 0 пиллей, мало пиллингующиеся – от 1 до 3 пиллей и средне-пиллингующиеся – от 4 до 6 пиллей.

Оценку пиллингуемости ткани проводят на различных приборах: «Пиллтестер FF-14», ТИ-1М, ПЛТ-2.

Для определения пиллингуемости чистшерстяных и полusherстяных тканей используют прибор ТИ-1М (рис. 4.29).

Основными рабочими органами прибора ТИ-1М являются истирающий диск 1 с абразивом из серошинельного сукна, надетым на ось 6, три рабочие головки 5 для прижатия пробы 2 посредством обойм 3 к резиновым мембранам 4. Обойма создает постоянное натяжение пробы.

Для остановки прибора в момент разрушения пробы и предохранения мембран, между ними и пробами расположены металлические контактные сетки. Сжатый воздух под давлением, от 0 до 35 кПа, поступает из пневмосети в рабочие головки 5 и прижимает пробу 2 к абразивному диску 1. Головки и истирающий диск вращаются относительно своих осей с одинаковой угловой скоростью в одном направлении. Поэтому силы трения в любой точке поверхности испытываемой пробы одинаковы и непрерывно меняют свое направление. Частота вращения рабочих головок и диска регулируется от 75 до 200 мин<sup>-1</sup>.

Количество циклов истирания фиксируется счетчиком.

В качестве абразива используется кольцо, с внешним диаметром 250 мм и внутренним 80 мм, вырезанное из серошинельного сукна арт. 6405 либо из испытываемого материала.

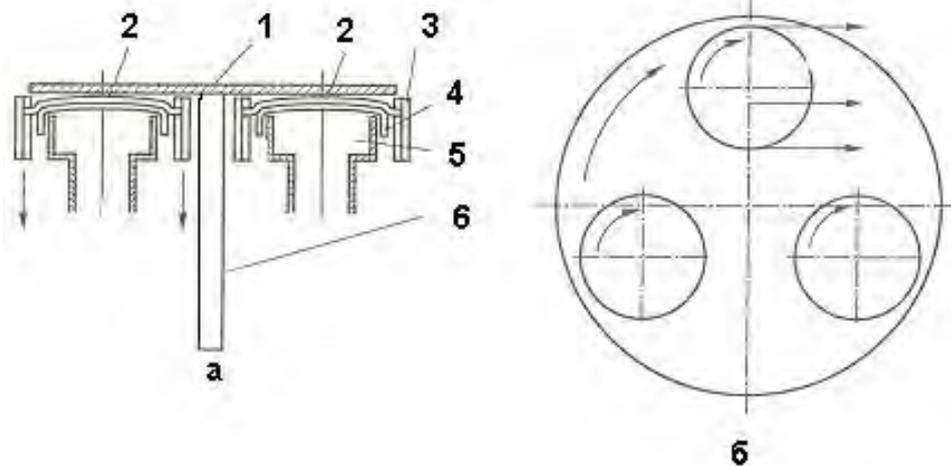


Рисунок 4.29 – Схема прибора ТИ-1М: 1 – истирающий диск;  
2 – проба; 3 – обойма; 4 – резиновая мембрана;  
5 – рабочая головка; 6 – ось

На головку с закрепленной резиновой мембраной накладывают металлическую сетку, края которой прижимают пружинящим кольцом. Элементарную пробу закрепляют в обойме одним концом наружу. Обойму без усилия и перекоса надевают на головку. Обойма своей массой  $500 \pm 2$  г создает постоянное натяжение пробы. Истирающий диск устанавливают по шаблону толщиной  $3,0 \pm 0,1$  мм и жестко закрепляют на оси.

Испытание проводят при частоте вращения истирающего диска и головок  $150 \text{ мин}^{-1}$  и давлении воздуха в пневмосети  $26,7 \pm 0,2$  кПа ( $200 \pm 2$  мм. рт. ст.). Наблюдение за давлением воздуха в пневмосистеме ведется по показаниям манометра. Удаление продуктов истирания и охлаждение истирающего диска и головок проводятся вентилятором, расположенным в столе прибора.

При разрушении одной из проб возникает электрический контакт между стальными ребрами истирающего диска и металлической сеткой, расположенной под пробой, и прибор автоматически останавливается. После этого по счетчику отмечают число циклов, отключают подачу сжатого воздуха к соответствующей головке и вновь включают прибор в работу до разрушения следующей пробы. Испытание проводят до разрушения всех 3 проб ткани. Каждую сторону абразива используют для одной заправки прибора.

Оценка пиллингуемости производится по показателю **максимального количества пилл на  $1 \text{ см}^2$ ,  $K$** , рассчитываемому по формуле

$$K = \frac{K_{cp}}{S}, \quad (4.31)$$

где  $K_{cp}$  – средняя величина максимальных значений пиллей для трех элементарных проб;  $S$  – площадь элементарной пробы, на которой проводят подсчет пиллей,  $S = 9 \text{ см}^2$ .

Пиллингуемость трикотажных полотен определяется с помощью устройства УПОЗ-1 (рис. 4.30) в соответствии с ГОСТ 30388-95. Пробы размером  $105 \times 105 \text{ мм}$  закрепляют на трубках, которые помещают во вращательную камеру, где они подвергаются хаотическому трению друг о друга в течение 3 ч. После испытания с помощью шаблона подсчитывают число пиллей на поверхности полотна площадью  $100 \times 100 \text{ мм}$ .

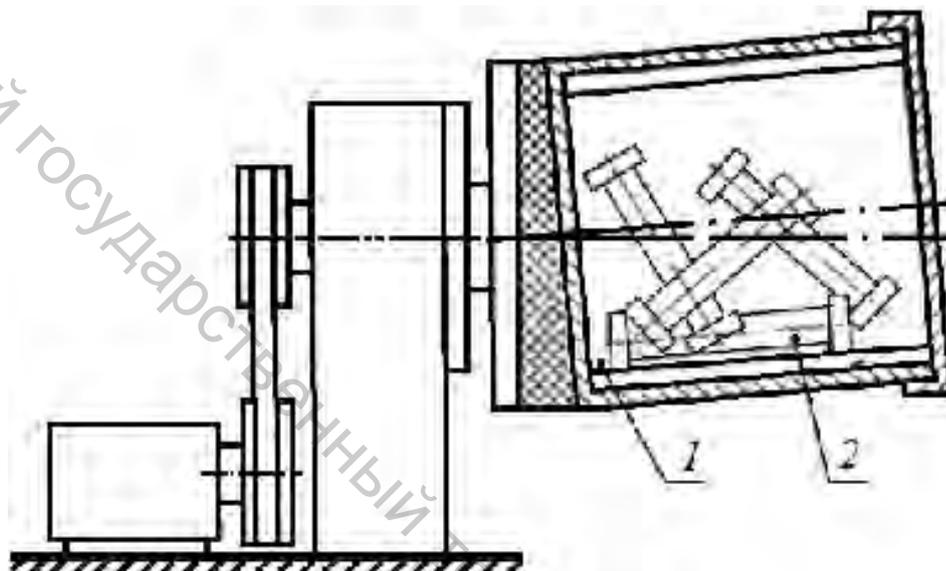


Рисунок 4.30 – Схема прибора УПОЗ-1: 1 – вращающаяся камера; 2 – резиновые трубки с торцевыми кольцами

### Методика выполнения работы

Материалы подготавливают к испытанию на пиллингуемость. Для этого вырезают три круглые пробы диаметром 80 мм и заправляют их в головки прибора ТИ-1М. В качестве абразива используют серошинельное сукно, которое закрепляют на диске.

Количество пиллей подсчитывают через каждые 100 циклов истирания, пока их число не начнет уменьшаться. Для подсчета пиллей на площади  $S = 9 \text{ см}^2$  подготавливают картонный шаблон с соответствующим отверстием и каждый раз по истечении следующих 100 циклов вынимают пробу из обоймы, расправляют её лицевой стороной вверх на горизонтальной поверхности, накладывают шаблон из картона на поверхность элементарной пробы, подвергнутую истиранию, подсчитывают число пиллей. Определяют максимальное число пиллей на  $1 \text{ см}^2$  по формуле (4.31). Если после 500 циклов истирания пилли не образуются, то ткань оценивают как непиллингуемую.

Результаты испытания отражают в отчете по форме таблицы 4.15.

## Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 4.15 – Результаты исследования пиллингуемости и их оценка

Количество циклов истирания	Количество пиллелей на площади $S = 9 \text{ см}^2$ , шт.				Максимальное количество пиллелей на $1 \text{ см}^2$ , $K$	Максимальное количество пиллелей на $10 \text{ см}^2$ / группа пиллингуемости
	1 проба	2 проба	3 проба	Среднее значение результатов испытания трех проб, $K_{cp}$ , шт.		
100						
200						
300						
400						
500						

### Вопросы для самоподготовки

1. Что понимают под пиллингуемостью?
2. Какое оборудование используют для проведения испытаний по определению пиллингуемости?
3. Какой показатель позволяет оценить пиллингуемость текстильных материалов?
4. В чем причина пиллингуемости текстильных материалов?
5. Какие текстильные материалы пиллингуются больше других?

### Лабораторная работа 19. Определение стойкости окраски текстильных материалов к физико-механическим воздействиям

*Цель работы:* изучить методики определения устойчивости окраски текстильных материалов к физико-химическим воздействиям.

*Материалы и оборудование:* методические указания, материалы, ножницы, линейки, прибор ПТ-4, шкала серых эталонов, образцы окрашенных материалов, неокрашенная хлопчатобумажная ткань.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить общие сведения об устойчивости окраски текстильных материалов к физико-химическим воздействиям;
- 2) изучить методику определения устойчивости окраски текстильных материалов к сухому трению по оценке степени закрашивания смежной ткани.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) изучить принцип действия приборов для определения устойчивости окраски к трению;
- 2) определить устойчивость окраски четырех образцов материалов к сухому трению;

3) сделать выводы и составить отчет о лабораторной работе.

### **Общие сведения об устойчивости окраски текстильных материалов к физико-механическим воздействиям**

Под устойчивостью окраски понимается способность текстильных материалов сохранять цвет (окраску) под воздействием различных физико-химических факторов. Устойчивость окраски к физико-химическим воздействиям определяется характером связи краситель-волокно и растворимостью красителей в воде. Светостойкость окраски зависит от устойчивости хромофорной системы красителя к инсоляции.

Испытание устойчивости окраски текстильных материалов производится по комплексу физико-химических воздействий: света, светопогоды, увлажнения, мыльного и мыльно-содового растворов, сухого и мокрого трения, глажения, пота, химической чистки и т.д. Для конкретных материалов комплекс этих воздействий определяется в зависимости от назначения и условий эксплуатации материалов. 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 оценка закрашивания смежной ткани. Устойчивость окраски к каждому виду воздействия оценивается визуальным методом путем сопоставления степени изменения первоначальной окраски испытываемого материала и степени закрашивания белого материала, подвергавшихся совместной обработке, со шкалами серых и синих эталонов.

Шкала серых эталонов для оценки степени закрашивания белых материалов в пределах от 1 до 5 баллов регламентирована ГОСТ 9733.0-83 «Материалы текстильные. Общие требования к методам испытаний устойчивости окрасок к физико-химическим воздействиям». Балл 1 означает низшую, а балл 5 – высшую степень устойчивости. На рисунке 4.31 видно, что шкала для определения степени закрашивания белых материалов состоит из пяти или девяти пар полос, позволяющих оценивать закрашивание от 5 до 1 балла. Оценка 5 баллов означает высшую степень устойчивости окраски и представлена двумя полосками белого цвета, разница между которыми не заметна невооруженным глазом. Оценки от 4 до 1 балла представлены в виде двух полосок, одна из которых белого цвета, идентичная полоскам 5 балла, вторые полоски — серого цвета с увеличивающейся контрастностью.



Рисунок 4.31 – Шкала серых эталонов для определения степени закрашивания белых материалов

Наиболее важными испытаниями на устойчивость окраски к физико-механическим воздействиям являются испытания окраски на устойчивость к следующим воздействиям:

– **к свету в условиях искусственного освещения** – метод основан на воздействии света ксеноновой лампы в определенных условиях на испытуемые окрашенные образцы вместе с восемью синими эталонами (ГОСТ 9733.3-83);

– **к дневному свету**, при этом пробу вместе с синими эталонами подвергают при определенных условиях воздействию дневного света, устойчивость окраски оценивают путём сравнения изменения окраски пробы с изменением окраски синих эталонов (ГОСТ 9733.1-91);

– **к дистиллированной воде** – метод основан на погружении испытуемых проб вместе с пробами неокрашенных тканей в дистиллированную воду и выдерживании их при определенном давлении, температуре и времени в аппарате для испытаний (ГОСТ 9733.5-83);

– **к «поту»** – метод основан на обработке испытуемой пробы вместе с пробами неокрашенных смежных тканей растворами, содержащими гистидин с поваренной солью или поваренную соль при определенных условиях (ГОСТ 9733.6-83). На образец окрашенной ткани по периметру нашивают образец белой хлопчатобумажной ткани размером 10x4 см, получается составной образец, подвергающийся испытанию. Согласно методу, готовят раствор, содержащий 5 г/дм<sup>3</sup> поваренной соли и 6 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> 25%-го водного раствора аммиака. Образец погружают в раствор, нагретый до температуры (45±2) °С, и выдерживают при этой температуре и модуле 50:1 в течение 30 мин. Затем образец, не вынимая из раствора, прижимают к стенке сосуда 10 раз стеклянной палочкой, расплюсченной на конце. Затем, приподняв образец, добавляют в раствор 70 см<sup>3</sup>/дм<sup>3</sup> 10 %-й уксусной кислоты. Образец опускают в раствор и выдерживают в нем в течение 30 мин при температуре (45±2) °С. За-

тем образец, не вынимая из раствора, прижимают к стенке сосуда 10 раз. По окончании испытания образцы распаривают, оставляя шов по одной короткой стороне, и сушат на воздухе. Оценку устойчивости окраски испытуемого образца проводят по изменению первоначальной окраски и закрашиванию смежных тканей с помощью серых эталонов;

– **к стиркам**. Метод основан на механическом перемешивании рабочей пробы вместе со смежными тканями в стиральных растворах при определённых температуре и времени (ГОСТ 9733.4-83). На образец окрашенной ткани по периметру нашивают образец белой хлопчатобумажной ткани размером 10x4 см, получается составной образец, подвергающийся испытанию. Приготовленные составные образцы помещают в емкость, заливают раствором, предварительно нагретым до соответствующей температуры, и затем проводят само испытание. По окончании испытания образцы вынимают, дважды прополаскивают, после этого их отжимают, расшивают, оставляя шов с одной короткой стороны, и сушат на воздухе. Оценку устойчивости окраски испытуемого образца по изменению первоначальной окраски и закрашиванию смежных тканей проводят с помощью серых эталонов;

– **к трению** – метод основан на закрашивании сухой или мокрой ткани при трении о сухой испытуемый образец (ГОСТ 9733.27-83);

– **к глажению** – метод основан на воздействии определённых температуры, давления и времени на окрашенную пробу в условиях сухого глажения, глажения с запариванием и влажного глажения (ГОСТ 9733.7-83);

– **к органическим растворителям** – метод основан на обработке испытуемой рабочей составной пробы органическим растворителем, применяемым при химической чистке (ГОСТ 9733.13-83).

Для испытания на устойчивость окраски **к трению** используют прибор ПТ-4, внешний вид которого представлен на рисунке 4.32.

Прибор модели ПТ-4 служит для испытания прочности окраски ткани к трению при постоянном давлении на образец силой 1 кг трущим стержнем диаметром 1,5 см.

Из неокрашенной хлопчатобумажной ткани вырезают смежный образец. Из окрашенной ткани вырезают элементарную пробу. При определении устойчивости окраски к сухому трению сухой образец смежной ткани натягивают на конец стержня прибора и закрепляют зажимным кольцом. Испытуемую элементарную пробу накладывают лицевой стороной вверх на столик и закрепляют специальным кольцом. Трение хлопчатобумажной ткани о поверхность испытуемой элементарной пробы окрашенного образца производят движением столика назад и вперед.

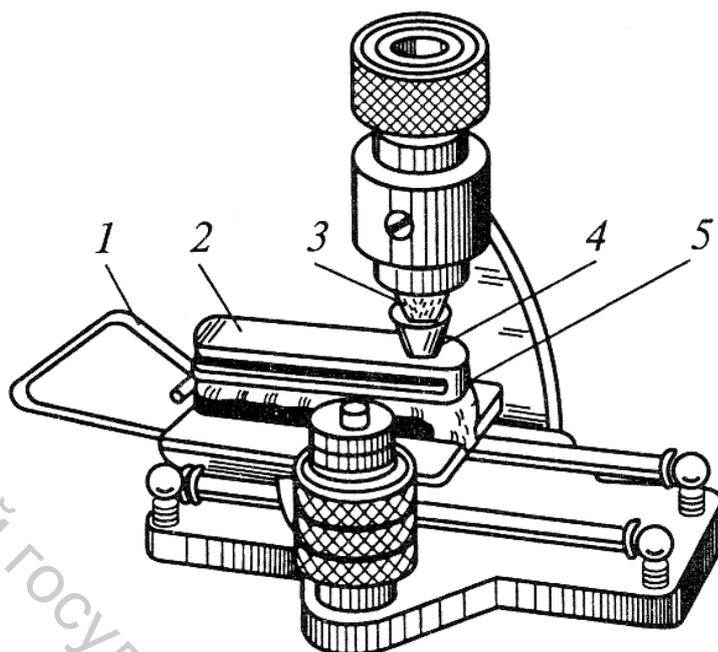


Рисунок 4.32 – Внешний вид прибора ПТ-4: 1 – рукоятка; 2 – столик; 3 – резиновая пробка; 4 – пружинное кольцо; 5 – кольцо

Снимают испытанный образец смежной хлопчатобумажной ткани, удаляют посторонние волокна, которые могут повлиять на результат оценки устойчивости окраски. При оценке устойчивости окраски для предотвращения оптического искажения под каждый образец испытанной смежной хлопчатобумажной ткани подкладывают три слоя белой смежной ткани. Закрашивание смежной хлопчатобумажной ткани оценивают по балльной системе, пользуясь серыми шкалами для оценки степени закрашивания при соответствующем освещении.

Наименьшей устойчивостью окраски к сухому трению обладают текстильные материалы, окрашенные в темные тона черного, красного и синего цветов.

### Методика выполнения работы

Для определения устойчивости окраски к сухому трению предложенных преподавателем четырех окрашенных в различные цвета образцов материалов необходимо выполнить следующее:

- 1) вырезать смежный образец прямоугольной формы размером 5x5 см из неокрашенной хлопчатобумажной ткани;
- 2) вырезать элементарную пробу размером 18x8 см из окрашенной ткани;
- 3) закрепить смежный образец на резиновой пробке прибора ПТ-4 зажимным кольцом с небольшим натяжением;
- 4) установить элементарную пробу лицевой стороной вверх на столике прибора ПТ-4, закрепляя кольцом;

5) выполнить 10 энергичных движений рукояткой прибора вперед и назад, передвигая столик на расстояние 10 см (до упора), в течение 10 с, изменяя направление движения столика каждую секунду;

6) освободить смежный образец, удалить с его поверхности лишние волокна, вынуть испытуемую пробу, собрать прибор в исходное положение;

7) уложить смежный образец поверхностью трения вверх на три слоя смежной белой ткани или белую бумагу. В одной плоскости со смежным образцом расположить шкалу серых эталонов. Сравнимые образец и шкала должны быть освещены естественным светом. Свет должен падать на поверхность под углом около  $45^\circ$ , а наблюдение должно осуществляться примерно перпендикулярно к поверхности образца. Визуально определить цветовое различие (контраст) между исходным цветом смежного образца и его окрашенным участком путем сравнения с парами полос серой шкалы, расположенными в рамке шкалы, перемещая полосы в рамке, как показано на рисунке 4.31. Изменение первоначальной окраски смежного образца оценивают баллом, соответствующим той паре полос шкалы, для которой цветовое различие между полосами визуально ближе всего к цветовому различию (контрасту) между исходным цветом смежного образца и его окрашенным участком. Если это различие ближе к значению цветового контраста, находящемуся между двумя соседними парами полос шкалы, чем к каждой из этих пар, то испытанной пробе дают оценку промежуточным баллом, например, 4-5 или 2-3. Это означает, что устойчивость окраски пробы выше нижнего балла оценки, но ниже верхнего балла оценки по шкале;

8) результаты отразить в таблице 4.16. Сделать вывод об устойчивости окраски различно окрашенных тканей к сухому трению.

#### *Форма записи результатов испытания*

Таблица 4.16 – Определение устойчивости текстильных материалов к сухому трению

Номер материала	1	2	3	4
Характеристика оцениваемого окрашенного материала				
Цвет окрашенного материала				
Устойчивость окраски к сухому трению, баллы				

#### **Вопросы для самоподготовки**

1. Какие физико-химические воздействия способны вызвать изменение окраски текстильных материалов?
2. Каков общий принцип определения устойчивости окраски тек-

стильных материалов к физико-химическим воздействиям?

3. Каковы устройство и принцип работы прибора ПТ-4?

4. Текстильные материалы каких цветов обладают наименьшей устойчивостью окраски к сухому трению?

5. Что такое шкала серых эталонов и как ею пользоваться?

6. Для каких испытаний используют синие эталоны?

## **Лабораторная работа 20. Изучение пороков и сортности текстильных материалов**

*Цель работы:* изучить виды пороков текстильных материалов и методику определения их сортности.

*Материалы и оборудование:* методические указания, альбомы с пороками тканей.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

1) изучить общие сведения о пороках текстильных материалов;

2) изучить методику определения сортности текстильных материалов по стандартам.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

1) описать пороки текстильных материалов по вариантам;

2) определить сорт костюмно-плательной хлопчатобумажной ткани по вариантам;

3) сделать выводы и составить отчет о лабораторной работе.

### **Общие сведения о сортности текстильных материалов**

Термины и определения пороков текстильных материалов устанавливает ГОСТ 25506-82 «Полотна текстильные. Термины и определения пороков».

**Пороки сырья** различаются в зависимости от вида волокна и структуры материала: в хлопке это оболочки коробочек и листья, в шерсти – мертвый волос и репье, в льне – костра.

**Пороки пряжи и нитей** возникают при прядении и кручении, неудачном подборе смеси волокон, плохом прочесе, неравномерной вытяжке ровницы.

**Пороки ткачества** образуются вследствие разладки ткацкого станка и машин приготовительного отдела, небрежности обслуживающего персонала и при низком качестве пряжи, они в основном одинаковые для суровых тканей из разных видов нитей.

**Пороки отделки** возникают при нарушении технологических процессов отбеливания, крашения, печатания, ворсования и заключительной отделки тканей. Все пороки сырья, прядения и ткачества осложняют процессы крашения, ухудшают внешний вид ткани, а некоторые и их физико-механические свойства.

Различают распространенные и местные пороки.

К распространенным порокам относят такие, которые располагаются более или менее равномерно по всему куску ткани.

Качество текстильных материалов оценивается по стандартам или другой нормативно-технической документацией и характеризуется сортом.

**Сорт** – одна из основных характеристик качества продукции, это градация продукции определенного вида по одному или нескольким показателям качества, установленная нормативной документацией.

На швейных фабриках для изготовления изделий используются материалы 1 сорта, в отдельных случаях 2 сорта. Несортные материалы не применяются для изготовления швейных изделий. Сорт материала устанавливается на текстильной фабрике и указывается на маркировочном ярлыке каждого куска.

Материалы первого сорта по показателям потребительских свойств должны соответствовать техническим требованиям, и возможные дефекты (пороки) внешнего вида могут быть только незначительными. Для материалов второго (третьего) сорта допускаются некоторые отклонения от норм показателей свойств и наличие определенного количества дефектов внешнего вида.

Распространенные дефекты тканей (разнооттеночность, засоренность, шишковатость, мушковатость, заломы, растреп рисунок и др.) в изделиях 1-го сорта не допускаются, в изделиях 2-го сорта эти дефекты допускаются в соответствии с утвержденными эталонами.

В тканях **не допускаются** следующие грубые пороки внешнего вида, которые либо вырезают на предприятии-изготовителе, либо по соглашению с потребителем не вырезают, а отмечают условным разрезом или вырезом:

– в тканях хлопчатобумажных по ГОСТ 161-86 – дыры, подплетины, обрыв основы на длине более 1 см, пятна одиночные размером более 2 см, масляный уток на длине более 1 см, швы, оттиск от шва, полосы из-за останова красильных и печатных машин, засечки красильные и печатные, места с отсутствием ворса и начеса длиной более 5 см, нарушение ткацкого рисунка на длине более 5 см;

– в тканях льняных по ГОСТ 357-75 – утолщенные нити (более пятикратной толщины), местное утолщение (более пятикратной толщины на длине более 8 см), слеты более чем в пять нитей, узлы и засечки (нарушающие целостность тканей), дыры, проколы, пробоины, близны в три нити и более, недосеки с разрежением ткани по плотности (более 20 % на длине 1 см), подплетины и обрыв основы по длине более 1 см, масляные пятна размером более 2 см, полосы из-за разных линейной плотности и цвета нитей, поперечная оголенность и редкий набор петель в махровых тканях на длине более 5 см, оторванная кромка, полосы из-за останова красильных, печатных и других машин

отделочного производства, пятна и брызги от красителя, загрязненность изнанки ткани, непробел, подмочки, налетки, непрокрас, приварочные, обсушки и т.п., пережог ткани при опаливании, затек краски по грунту;

– в тканях шерстяных по ГОСТ 358-82 – пробоины, просечки, дыры размером более 0,3 см, подплетины, заметная штопка и протирки на длине более 1 см, пятна размером более 2 см, ворсовальные и стригальные плешины размером более 1 см, обрыв основы и резко выраженные недосеки, полосы из-за разных линейной плотности и цвета утка, морщины;

– в тканях шелковых по ГОСТ 187-85 – дыры и просечки, подплетины размером более 1 см, пятна размером более 1 см, надирки на расстоянии более 1 см от кромки, отрыв основы, подработка основы при ширине порока более 1 см и длине порока более 50 см, полосы по ширине ткани из-за смешивания сырья и заработка в креповых тканях нитей иной крутки, заработанные посторонние предметы, полосы в связи с остановом печатной и красильной машины, красильный оттиск, оттиск на ткани от шва, швы, засечки красильные и печатные, затаски и щелчки шириной более 0,5 см и длиной более 4 см, затек краски на расстоянии от кромок ткани более 4 см, места с отсутствием ворса по всей ширине.

Оценка сортности тканей устанавливается на основании соответствия нормам показателей физико-механических свойств, наличие пороков внешнего вида и устойчивости окраски.

Для хлопчатобумажных, льняных и шерстяных тканей установлены два сорта (1 и 2), для шелковых – три (1, 2, 3).

По большинству норм физико-механических показателей, заданных в виде предельных значений (например, по стойкости к истиранию, несминаемости, белизне, прочности окраски и т.п.), требования в стандартах установлены единые для всех сортов.

Результатом оценки в этом случае является принятие альтернативного решения: продукция стандартная – соответствует государственному стандарту или ТУ или продукция нестандартная – не соответствует государственному стандарту или ТУ. По отдельным показателям физико-механических свойств (например, разрывной нагрузке, ширине, плотности по основе и утку, поверхностной плотности и т.п.) в стандартах по определению сортности установлены для тканей 2 сорта допустимые отклонения от минимальных норм по этим показателям для тканей 1 сорта. Допустимые отклонения по показателям структурных характеристик ткани для тканей 2 сорта от минимальных норм и для тканей 1 сорта представлены в соответствующих стандартах.

Распространенные и местные пороки штрафуются различными баллами в зависимости от их значимости и степени выраженности.

Назначаемые за пороки внешнего вида баллы указаны в соответствующих стандартах:

- ГОСТ 161-86 «Ткани хлопчатобумажные, смешанные и из пряжи химических волокон. Определение сортности»;
- ГОСТ 357-75 «Ткани чистольняные, льняные и полульняные. Определение сортности»;
- ГОСТ 358-82 «Ткани чистошерстяные и полушерстяные. Определение сортности»;
- ГОСТ 187-85 «Ткани шелковые и полушелковые. Определение сортности».

**Общее количество пороков  $P_{общ}$**  определяется суммированием оценки пороков внешнего вида  $P_{вв}$  и оценки отклонений от нормативных показателей физико-механических свойств  $P_{ф.м.}$ .

### Методика выполнения работы

1. Изучить виды пороков тканей по ГОСТ 25506-82 «Полотна текстильные. Термины и определения пороков», дать оценку в баллах порокам внешнего вида (по вариантам согласно заданиям в таблице 4.17), используя данные соответствующего стандарта, результаты записать в таблицу 4.19.

Таблица 4.17 – Изучение пороков текстильных материалов.

№ варианта	1	2	3	4
Изучаемые пороки	1. Шишкова- тость 2. Стык от шаб- лона 3. Поднырки 4. Местные утолщения ни- тей (сукрутины и т.д.)	1. Растраф 2. Подплетина 3. Утолщен- ные нити 4. Полоса- тость по основе и утку	1. Зебристость и пересежистость 2. Близна 3. Двойник 4. Засоренность кострой	1. Разноотте- ночность или неровнота крашения 2. Перекос 3. Забоина 4. Растраф ри- сунка

2. Определить сорт материала по заданию (согласно заданиям в таблице 4.18). Использовать данные ГОСТ 161-86. По результатам работы составить отчет по форме таблицы 4.20.

Таблица 4.18 – Определение сортности текстильных материалов.

№ варианта	Характеристика оцениваемой костюмно-плательной ткани
1	2
1	Ткань хлопчатобумажная шириной 150 см. При испытании обнаружена недостающая разрывная нагрузка – 3 %, при разбраковке выявлены заметно выраженные петли (сукрутины), распространенные по всему куску

Окончание таблицы 4.18

1	2
2	Ткань хлопчатобумажная шириной 150 см. При испытании обнаружена недостающая разрывная нагрузка – 5 %, при разбраковке выявлены утолщенные нити утка трехкратной толщины в 2 местах
3	Ткань хлопчатобумажная шириной 150 см. При испытании обнаружена недостающая поверхностная плотность – 3 %, при разбраковке выявлена близна в одну нить 50 см
4	Ткань хлопчатобумажная шириной 150 см. При испытании не обнаружено отклонений по показателям физико-механических свойств, при разбраковке выявлены: забоина в трех местах, затаск от печати 1 см в 2 местах

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 4.19 – Изучение пороков текстильных материалов

Название порока	Вид порока	Описание	Причина возникновения	Штрафные баллы согласно стандарту на определение сортности в зависимости от волокнистого состава ткани			
				Х/Б	Лен	Шерсть	Шелк
1	2	3	4	5	6	7	8

Таблица 4.20 – Определение сортности текстильных материалов.

Характеристика оцениваемой костюмно-плательной ткани	Оценка отклонений от нормативных показателей физико-механических свойств, <i>Пфм</i> , баллы	Оценки пороков внешнего вида, <i>Пвв</i> , баллы	Общее количество пороков, <i>Побщ = Пфм + Пвв</i> , баллы	Сорт
1	2	3	4	5

Вопросы для самоподготовки

1. Какие виды пороков текстильных материалов вы знаете?
2. Что такое «сорт»? Сколько сортов текстильных материалов различают?
3. Как проводят оценку сортности тканей?
4. Какие пороки внешнего вида не допускаются в тканях?
5. Где указаны назначаемые за пороки внешнего вида баллы?
6. Из чего складывается общее количество пороков при определении сортности текстильных материалов?
7. Допускаются ли к использованию в швейном производстве материалы 2-го сорта?
8. Каковы причины возникновения пороков ткачества?

## 5 ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

### Лабораторная работа 21. Определение показателей механических свойств обувных картонов

*Цель работы:* изучить методику и определить механические свойства обувных картонов при растяжении.

*Материалы и оборудование:* образцы картонов, разрывная машина, толщиномер, обувные ножи.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

1) знать характеристики механических свойств картонов при одноосном растяжении;

2) знать определение показателей «коэффициент мокростойкости», «коэффициент равномерности» и «сопротивление расслаиванию» картонов и факторы, оказывающие влияние на величину данных показателей;

3) ознакомиться с методикой определения коэффициента мокростойкости, коэффициента равномерности и сопротивления расслаиванию картонов.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

1) описать методику определения коэффициента мокростойкости, коэффициента равномерности и сопротивления расслаиванию картонов;

2) испытать образцы картона на разрывной машине и определить показатели механических свойств картонов в сухом состоянии: предел прочности при растяжении, относительное удлинение при разрыве, жесткость и условный модуль упругости картонов;

3) определить значения показателей коэффициента мокростойкости, коэффициента равномерности и сопротивления расслаиванию исследуемых картонов;

4) результаты работы оформить в табличной форме. Сравнить полученные данные с данными справочной литературы. Сделать выводы о качестве испытываемых картонов.

### Общие сведения о картонах и их механических свойствах

*Картонами* называются материалы, состоящие из различных волокон (растительных, кожевенных и их смесей), проклеенных связующими веществами (латексами, полимерами). Свойства картонов зависят от строения волокон, вида, количества и распределения проклеивающих веществ в волокнистой массе, способа получения картона.

Для картонов нормируются следующие показатели качества: толщина, плотность, намокаемость, предел прочности при растяжении и удлинение при разрыве, жесткость и истираемость во влажном состоя-

нии, формуемость и формоустойчивость, изменение линейных размеров при увлажнении и высушивании, влагоотдача.

Основными характеристиками механических свойств картонов являются *предел прочности* и *удлинение при разрыве*. Предел прочности при растяжении и удлинение при разрыве картонов зависят от вида и соотношения проклеивающего вещества и волокнистой массы, а также от степени уплотнения.

Учитывая то, что картонные детали в обуви эксплуатируются при постоянном увлажнении, важное значение имеет способность картонов сохранять стабильность своих свойств при изменении влажности. Поэтому предел прочности при растяжении в стандартах нормируется для увлажненного картона. Большинство обувных картонов отличаются неустойчивостью к действию влаги. При повышении влажности картонов их прочность падает, а удлинение возрастает.

Степень изменения прочности картона при растяжении после их увлажнения в воде характеризуется **коэффициентом мокростойкости**

$$k_m = \frac{\sigma^m}{\sigma^c}, \quad (5.1)$$

где  $\sigma^m$ ,  $\sigma^c$  – предел прочности картона соответственно после увлажнения и в сухом состоянии, н/мм<sup>2</sup>.

Картонные, обладающие высокой мокростойкостью ( $K_m = 0,5 - 0,7$ ), обладают хорошими эксплуатационными свойствами даже при сравнительно небольшом пределе прочности при растяжении в сухом состоянии. Применение кожевенных волокон в сочетании с латексной проклейкой увеличивает коэффициент мокростойкости, что приближает свойства картонов к свойствам натуральной кожи.

На свойства картонов существенное влияние оказывает степень ориентации волокон в объеме материала. В зависимости от степени ориентации волокнистых частиц структура картона может быть изотропной и анизотропной.

Для характеристики степени ориентации структурных элементов в материалах используется **коэффициент равномерности**  $k_p$ , который характеризует изменение свойств материалов по разным направлениям и определяется по формуле

$$k_p = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}, \quad (5.2)$$

где  $P_{\min}$ ,  $P_{\max}$  – минимальное и максимальное значения любого однотипного показателя: прочности ( $P$ ), относительного удлинения ( $\varepsilon$ ), предела прочности ( $\sigma$ ) и др., по направлениям раскроя от  $0^0$  до  $360^0$  относи-

тельно площади материала.

Если  $k_p = 0,9 \dots 1$ , то ориентация волокон равномерна как по площади, так и по объему материала, механические свойства материала в разных направлениях по площади одинаковы. Если  $k_p < 0,9$ , то материал имеет анизотропную структуру, что приводит к изменению его свойств под различными углами относительно длины материала.

На степень ориентации структурных элементов оказывает влияние технология производства материалов. При получении картонов однослойного отлива ориентация волокон более равномерна и  $k_p = 0,9 \dots 1$ , а при изготовлении многослойных картонов  $k_p < 0,9$ .

В связи с этим у картонов многослойного отлива предел прочности в продольном направлении значительно выше, чем в поперечном. Это объясняется тем, что при производстве картона волокна больше ориентируются вдоль полотна. У картонов однослойного отлива эта разница незначительна. Удлинение при разрыве в поперечном направлении у картонов несколько выше, чем в продольном.

Для картонов многослойного отлива важной характеристикой механических свойств является *сопротивление расслаиванию*, характеризующее степень уплотнения и прочность сцепления отдельных элементарных слоев картона. Сопротивление расслаиванию определяют по формуле

$$R = \frac{P}{F}, \quad (5.3)$$

где  $P$  – нагрузка расслаивания, Н;  $F$  – площадь расслаивания, мм<sup>2</sup>.

## Методика выполнения работы

### *Определение механических свойств картонов при разрыве*

Предел прочности картона при растяжении определяют в сухом и влажном состояниях.

Для испытания выкраиваются два образца картона в продольном направлении прямоугольной формы размерами 10×100 мм. На каждом образце отмечается рабочий участок размерами 10×50 мм, замеряется толщина образца в пяти точках и рассчитывается средняя толщина каждого образца  $h_{cp}$ , мм.

Испытания образцов осуществляют на разрывной машине.

Первый образец испытывают в сухом состоянии до разрыва. По результатам испытания фиксируют значения усилия при разрыве образца  $P_{раз}$  и абсолютного удлинения  $\Delta l_{раз}$  при разрыве. Результаты замеров заносят в таблицу 5.1.

На основании полученных данных определяются следующие показатели механических свойств картонов в неувлажненном состоянии:

– **предел прочности при растяжении**,  $\sigma^c$ , Н/мм<sup>2</sup>, в сухом состоянии:

$$\sigma^c = \frac{P_{раз}}{F_{cp}}, \quad (5.4)$$

где  $P_{раз}$  – нагрузка при разрыве образца, Н;  $F_{cp}$  – площадь поперечного сечения рабочей части образца, мм<sup>2</sup>,  $F_{cp} = 10 \times h_{cp}$ ;

– **относительное удлинение при разрыве**,  $\varepsilon_{раз}$ , %, – относительное изменение длины рабочей части образца при разрушении

$$\varepsilon_{раз} = \frac{\Delta l_{раз}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (5.5)$$

где  $\Delta l_{раз}$  – абсолютное удлинение образца при разрыве, мм;  $l_{раб}$  – длина рабочей части образца, мм;

– **жесткость**,  $D$ , Н, – показатель, характеризующий способность материалов сопротивляться изменению размера или формы при действии внешней силы

$$D = E_y \cdot F_{cp}, \quad (5.6)$$

где  $E_y$  – условный модуль упругости, Н/мм<sup>2</sup>;

– **условный модуль упругости**,  $E_{ysel}$ , Н/мм<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$E_y = \frac{\sigma_y}{\varepsilon_y} \cdot 100, \quad (5.7)$$

где  $\sigma_y$  – условное напряжение, Н/мм<sup>2</sup>;  $\varepsilon_y$  – условная относительная деформация, %.

Модуль упругости и жесткость при растяжении в сухом состоянии для обувных картонов рассчитываются при напряжении разрыва:

$$\sigma_y = \sigma^c.$$

Результаты расчетов показателей механических свойств картонов заносят в таблицу 5.1.

Для определения предела прочности картона во влажном состоянии второй образец картона увлажняют в воде при температуре 20 °С в течение 2 ч. Затем образец разрывают на разрывной машине и определяют его предел прочности  $\sigma''$ , Н/мм<sup>2</sup>, по формуле (5.4).

### Определение коэффициента мокростойкости картона

Коэффициент мокростойкости рассчитывается на основании полученных экспериментальных данных по формуле (5.1). Результаты расчета заносятся в таблицу 5.2.

### Определение коэффициента равномерности картона

Для определения коэффициента равномерности из картона выкраивают два образца прямоугольной формы размерами 10×100 мм, с рабочей зоной 10×50 мм. Один образец выкраивают в продольном, а второй образец – в поперечном направлениях. Определяется средняя толщина каждого образца  $h_{ср}$ , мм.

Образцы испытываются на разрывной машине. По результатам испытания фиксируют нагрузку при разрыве и определяют предел прочности при растяжении продольного  $\sigma_{прод}$  и поперечного  $\sigma_{поп}$  образцов по формуле (5.4).

Коэффициент равномерности картона определяется по формуле

$$k_p = \frac{\sigma_{поп.}}{\sigma_{прод.}} \quad (5.8)$$

Результаты испытания заносятся в таблицу 5.2.

### Определение сопротивления раслаиванию картона

Испытание проводят на образцах размерами 20×150 мм. На испытываемых образцах в центре отмечают рабочий участок размерами 15×20 мм (рис. 5.1).

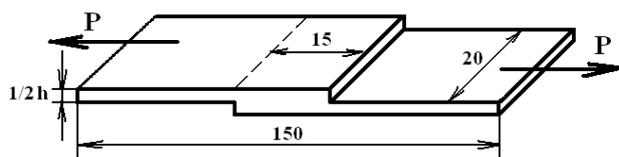


Рисунок 5.1 – Форма и размеры образца для раслаивания

Затем с противоположных концов образца срезают соответственно верхнюю и нижнюю части полоски на глубину, равную половине толщины образца, оставляя посередине нетронутым отмеченный рабочий участок.

Площадь раслаивания определяют путем умножения ширины на длину рабочей зоны.

Полученный образец испытывают на разрывной машине до разрыва.

Сопротивление раслаиванию определяют по формуле (5.3). Результаты расчета заносятся в таблицу 5.3.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 5.1 – Механические свойства картонов при растяжении

Наименование материала	Толщина, $h_{cp}$ , мм	Площадь поперечного сечения образца, $F_{cp}$ , мм <sup>2</sup>	Нагрузка при разрыве, $P_{раз}$ , Н	Удлинение при разрыве, $\Delta l_{раз}$ , мм	Предел прочности при растяжении, $\sigma_c$ , Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение при разрыве, $\epsilon_{раз}$ , %	Условный модуль упругости, $E_y$ , Н/мм <sup>2</sup>	Жесткость, $D$ , Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 5.2 – Коэффициенты мокростойкости и равномерности

Наименование материала	Направление раскроя	Площадь поперечного сечения, $F_{cp}$ , мм <sup>2</sup>	Нагрузка при разрыве, $P_{раз}$ , Н		Предел прочности при растяжении, Н/мм <sup>2</sup>		Коэффициент мокростойкости, $k_m$	Коэффициент равномерности, $k_p$
			мокрого образца	сухого образца	мокрого образца $\sigma^m$	сухого образца $\sigma^c$		
1	2	3	5	6	7	8	9	10
	прод.							
	попер.		—		—			

Таблица 5.3 – Сопротивление расслаиванию картонов

Наименование материала	Площадь расслаивания, $F$ , мм <sup>2</sup>	Нагрузка расслаивания, $P$ , Н	Сопротивление расслаиванию, $R$ , Н/мм <sup>2</sup>
1	2	3	4

Вопросы для самоподготовки

1. Что называют картонами?
2. Как определяется условный модуль упругости для картонов?
3. От каких факторов зависит коэффициент мокростойкости картонов?
4. Как определяется и от чего зависит коэффициент равномерности картонов?
5. Что влияет на способность картонов к расслаиванию, и как определяется сопротивление расслаиванию?
6. Чем отличаются механические свойства картонов при растяжении от механических свойств других обувных материалов?

## **Лабораторная работа 22. Определение плотности, намокаемости, набухаемости, изменения линейных размеров картонов после увлажнения и сушки**

*Цель работы:* ознакомиться с методиками и научиться определять плотность, намокаемость, набухаемость по толщине, изменение линейных размеров картонов после увлажнения и сушки.

*Материалы и оборудование:* образцы картонов, термостат, толщиномер, весы электронные, линейка, емкость с водой.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

1) знать определение показателей намокаемости, набухаемости по толщине, изменения линейных размеров материалов после увлажнения и сушки;

2) знать о влиянии данных характеристик на технологические и эксплуатационные свойства картонов;

3) ознакомиться с методиками определения показателей намокаемости, набухаемости по толщине, изменения линейных размеров картонов после увлажнения и сушки.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

1) описать методики определения показателей намокаемости, набухаемости по толщине, изменения линейных размеров картонов после увлажнения и сушки;

2) подготовить образцы картонов к испытанию и определить плотность, намокаемость, набухаемость по толщине, изменение линейных размеров образцов после увлажнения и сушки;

3) результаты работы оформить в табличной форме. Сравнить полученные данные с данными справочной литературы. Сделать выводы о качестве испытываемых картонов.

### **Общие сведения о плотности, намокаемости, набухаемости и изменении линейных размеров картонов после увлажнения и сушки**

*Плотность* картонов зависит от вида и количества проклеивающего вещества, степени размола волокнистой массы, степени уплотнения слоев при прессовании и каландровании и составляет 0,7–1,1 г/см<sup>3</sup>. Плотность картона определяется его назначением (например, проточные картоны имеют меньшую плотность). От плотности в значительной степени зависит жесткость картона, предел прочности, теплопроводность. Излишнее уплотнение картона приводит к его ломкости, жесткости и ухудшению формовочных свойств.

*Намокаемость* зависит в основном от вида и соотношения волокнистой массы и проклеивающего вещества. С точки зрения сохранения формы и прочности картон должен иметь малую намокаемость, но все

же достаточную для поглощения потовыделений стопы. Намокаемость картонов за 2 часа в соответствии с ГОСТ нормируется не более 55 %. Однако ряд картонов зарубежного производства отличается более высокой способностью впитывать влагу, что во многом обеспечивает лучшую сорбционную способность низа обуви и улучшает гигиенические свойства обуви. Более стойки к действию влаги картоны из кожевенных волокон с латексной проклейкой.

*Гигроскопичность* картонов составляет 3–8 %, что при удовлетворительной намокаемости обеспечивает поглощение потовыделений стопы. Показатели других гигиенических свойств картонов невелики. У большинства картонов паро- и воздухопроницаемость близки к нулю.

*Изменение линейных размеров после увлажнения и высушивания* желательно чтобы было минимальным, во избежание деформации картонных деталей в процессе производства и эксплуатации обуви. В зависимости от вида и назначения картона изменение линейных размеров нормируется не более 3 %.

### **Методика выполнения работы**

Испытания проводят на образцах картона размером 50×50 мм.

### ***Определение плотности картона***

Плотность картонов рассчитывается по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (5.9)$$

где  $V$  – объем образца, см<sup>3</sup>;  $m$  – масса образца, г.

Взвешивание образцов производят на электронных весах с точностью до 0,01 г.

### ***Определение намокаемости, набухаемости и изменения линейных размеров картонов после увлажнения***

Намокаемость картонов определяют после их пребывания в воде в течение 2 ч. Одновременно с намокаемостью определяются набухаемость по толщине и изменение линейных размеров после увлажнения.

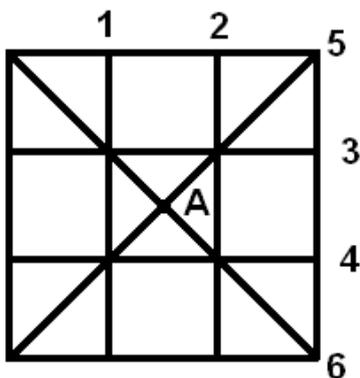


Рисунок 5.2 – Схема разметки образцов

Для проведения испытания образцы картонов размечают, как показано на рисунке 5.2.

Отмечают на равном расстоянии две продольные линии 1 и 2, две поперечные линии – 3, 4, две линии по диагонали образца – 5, 6. Определяют толщину картона в точке А –  $h_0$ . Определяют первоначальные линейные размеры образца по обозначенным линиям ( $L_0^1, L_0^2, L_0^3, L_0^4, L_0^5, L_0^6$ ) с точностью до 0,5 мм. Результаты замеров заносят в таблицу 5.4.

Образцы погружают в воду на 2 ч.

По истечении времени испытания образец извлекают из воды, удаляют излишек влаги с его поверхности фильтровальной бумагой, взвешивают (масса  $m_1$ ), измеряют размеры обозначенных линий ( $L_1^1, L_1^2, L_1^3, L_1^4, L_1^5, L_1^6$ ) и толщину ( $h_1$ ). Результаты замеров заносят в таблицу 5.4.

Намокаемость картона определяют по формуле

$$H = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100, \quad (5.10)$$

где  $m$  – масса образца до испытания, г;  $m_1$  – масса образца после замачивания в воде, г.

Набухаемость картонов по толщине определяется по формуле

$$\Delta h_m = \frac{h_1 - h_0}{h_0} \cdot 100, \quad (5.11)$$

где  $h_0, h_1$  – толщина образца до и после намокания, мм.

Изменение линейных размеров картонов после намокания, %, определяют по формуле

$$\Delta L_m^i = \frac{L_1^i - L_0^i}{L_0^i} \cdot 100, \quad (5.12)$$

где  $L_0^i, L_1^i$  – линейные размеры образца по обозначенным линиям до и после намокания, мм.

**Определение изменения линейных размеров (усадки) картонов после сушки**

Для определения усадки увлажненный образец картона высуши-

вают в термостате до постоянной массы, а затем измеряют его толщину ( $h_2$ ) и линейные размеры по обозначенным линиям ( $L_2^1, L_2^2, L_2^3, L_2^4, L_2^5, L_2^6$ ).

Усадку, %, образца после сушки определяют по формулам

$$\Delta h_c = \frac{h_2 - h_0}{h_0} \cdot 100, \quad (5.13)$$

$$\Delta L_c^i = \frac{L_2^i - L_0^i}{L_0^i} \cdot 100, \quad (5.14)$$

где  $h_2$  – толщина образца после сушки, мм;  $L_2^i$  – линейные размеры образца по обозначенным линиям после сушки, мм.

Результаты расчетов заносят в таблицу 5.4.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 5.4 – Плотность, намокаемость, набухаемость и изменение линейных размеров картона после увлажнения и сушки

Наименование материала	Масса образца, мг		Намокаемость, $H$ , %	Толщина образца, мм			Набухаемость, $\Delta h_m$ , %	Усадка по толщине, $\Delta h_c$ , %
	до увлажнения $m$	после увлажнения $m_1$		до увлажнения $h_0$	после увлажнения $h_1$	после сушки $h_2$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Продолжение таблицы 5.4

Линейные размеры по линиям, мм																		Изменение линейных размеров после увлажнения, $\Delta L_m$ , %					
до увлажнения $L_0^i$						после увлажнения, $L_1^i$						после сушки $L_2^i$											
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

Окончание таблицы 5.4

Усадка линейных размеров после сушки $\Delta L_c$ , %					
1	2	3	4	5	6
34	35	36	37	38	39

## Вопросы для самоподготовки

1. От каких факторов зависит способность картонов впитывать влагу при намокании в воде?
2. Что влияет на набухаемость картонов при намокании в воде?
3. Как определяется показатель намокаемости картонов?
4. Что такое усадка картонов, и от чего она происходит?

### Лабораторная работа 23. Определение механических свойств обувных резин при растяжении

*Цель работы:* ознакомиться с методиками определения механических свойств обувных резин при растяжении.

*Материалы и оборудование:* образцы резин, толщиномер, измерительная линейка, разрывная машина.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить методику определения предела прочности и относительного удлинения резин при разрыве, запаса прочности;
- 2) изучить методику определения условной упругой и остаточной деформации резин, условной жесткости резин при растяжении.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) подготовить образцы к испытанию, произвести их разметку, определить среднюю толщину и площадь поперечного сечения образцов;
- 2) провести испытание образцов до разрыва и построить диаграмму их растяжения;
- 3) рассчитать основные характеристики механических свойств обувных резин при растяжении;
- 4) сравнить полученные данные с данными справочной литературы. Сделать выводы.

### Общие сведения о резинах и их механических свойствах

Резины получают вулканизацией резиновых смесей, основным компонентом которых является синтетический или натуральный каучук. Кроме каучука в резиновую смесь входят вулканизирующие вещества, ускорители, активаторы, регенерат, противостарители, порообразователи, наполнители, мягчители, пигменты и красители и другие компоненты. Рецептура резиновых смесей составляется с учетом назначения, цвета, метода крепления низа к обуви и условий эксплуатации.

Свойства резин зависят от их строения, состава и способа производства.

*Плотность* резин зависит от их состава и способа производства. Плотность непористых резин составляет 1,2–1,6 г/см<sup>3</sup>, пористых – 0,2–

1,1 г/см<sup>3</sup>. От плотности резины зависят ее прочность, растяжимость, теплопроводность, твердость. Применение пористых резин взамен монолитных приводит к снижению массы обуви, расхода материалов и улучшению эксплуатационных свойств обуви.

Основными характеристиками прочностных свойств резин являются предел прочности при растяжении и относительное удлинение при разрыве. *Предел прочности при растяжении* резин колеблется в пределах 2–10 МПа и зависит от состава резины, режима вулканизации и пористости. Пористые резины обладают меньшим пределом прочности, чем монолитные резины аналогичного состава.

*Общее удлинение резин при разрыве* составляет 150–450 %. Резины с низкими удлинениями быстрее изнашиваются и растрескиваются.

Для резин и других высокоэластичных материалов дополнительно определяют *запас прочности* – показатель, характеризующий кратность превышения нагрузки разрыва над нагрузкой, испытываемой материалом в деталях обуви при эксплуатации. Запас прочности определяют по формуле

$$Z = \frac{P_{раз}}{P_{25\%}}, \quad (5.15)$$

где  $P_{раз}$  – нагрузка при разрыве, Н;  $P_{25\%}$  – нагрузка, соответствующая удлинению образца на 25 %, Н.

*Остаточные деформации* являются важной характеристикой механических свойств резин. Наличие высоких остаточных удлинений свидетельствует о пластичности материала и приводит к потере формы детали в процессе эксплуатации. Низкие остаточные удлинения свидетельствуют о высокой упругости резины, т.е. о ее плохой формуемости.

*Остаточный угол изгиба* характеризует формуемость резин. Для подошвенной кожи остаточный угол изгиба равен 20–40°, для непористой резины – 8–10°, для кожеподобных резин – 20–30°.

*Сопротивление многократному изгибу* подошвенных резин составляет от 100 до 500 тыс. циклов изгибов при норме 30 тыс. изгибов.

Для резин также определяются такие показатели, как твердость, сопротивление истиранию, прочность клеевого соединения, морозостойкость и сопротивление старению.

### **Методика выполнения работы**

Испытание при одноосном растяжении резины осуществляется на образцах в форме двусторонней лопаточки с размерами рабочей зоны 50×10 мм (рис. 2.8). На образце отмечают рабочую длину, замеряют толщину образца в нескольких участках, рассчитывают среднее значение толщины образца и определяют среднюю площадь поперечного сечения образца  $F_{ср}$ . Результаты замеров заносят в таблицу 5.5.

## Определение прочности и удлинения резин при разрыве

Прочностные свойства резин определяют на разрывной машине с записью диаграммы растяжения. Для этого в процессе растяжения образца при соответствующих значениях нагрузки  $P$  на шкале силоизмерителя машины по шкале удлинений регистрируют абсолютные значения удлинения  $\Delta l$ . В момент разрушения образца фиксируют значения нагрузки при разрыве  $P_{раз}$  и абсолютного удлинения при разрыве  $\Delta l_{раз}$ . Результаты испытания заносят в таблицу 5.5 и по полученным точкам строят диаграмму растяжения материала (рис. 5.3).

Предел прочности при растяжении и относительное удлинение при разрыве резин вычисляют соответственно по формулам (2.23) и (2.25). Запас прочности определяют по формуле (5.15).

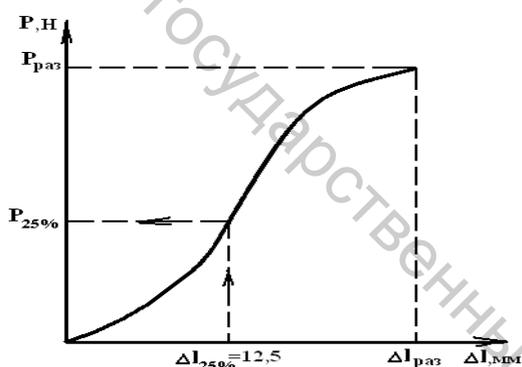


Рисунок 5.3 – Диаграмма растяжения материала

Для этого по диаграмме растяжения находят нагрузку  $P_{25\%}$ , соответствующую деформированию образца на 25 % (при длине рабочей зоны 50 мм абсолютная деформация образца составит  $\Delta l_{25\%} = 12,5$  мм). Полученные значения подставляют в формулу (5.15) для расчета запаса прочности.

Результаты расчета заносят в таблицу 5.5.

## Определение условной упругой и остаточной деформации резин, условной жесткости резин при растяжении

Остаточное удлинение резин в отличие от других материалов определяется при растяжении до разрушения ( $\Delta l_{полн} = \Delta l_{раз}$ ). Для этого остатки образца после его разрушения вынимают из зажимов разрывной машины, складывают их по месту разрыва и через 30 с после разрушения измеряют приращение длины рабочего участка образца. Относительное остаточное удлинение определяют по формуле

$$\varepsilon_{ост} = \frac{\Delta l_{ост}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (5.16)$$

где  $\Delta l_{ост} = l_{ост} - l_{раб}$  – абсолютная остаточная деформация рабочей части пробы материала, мм;  $l_{ост}$  – длина рабочей части образца по истечении 30 с после разрыва, мм.

Пластичность резин рассчитывают по формуле

$$P = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{раз}} \cdot 100, \quad (5.17)$$

где  $\varepsilon_{раз}$  – относительная деформация материала при разрыве, %.

Относительную упругую деформацию и упругость резин определяют по формулам (2.34) и (2.36).

Жесткость и условный модуль упругости резин определяют по формулам (2.26) и (2.27).

Для резин, имеющих значения  $\varepsilon_{раз} > 100\%$ , значения жесткости и условного модуля упругости определяются при удлинении  $\varepsilon_{усл} = 100\%$ .

При данном условии  $\Delta l_{усл} = l_{раб} = 50$  мм.

По диаграмме растяжения образца находят нагрузку  $P_{усл}$ , соответствующую удлинению образца на 50 мм, рассчитывают условное напряжение образца и определяют условный модуль упругости резины

$$E_{усл} = \frac{\sigma_{усл}}{\varepsilon_{усл}} \cdot 100 = \frac{\sigma_{усл}}{100} \cdot 100 = \sigma_{усл} = \frac{P_{усл}}{F_{ср}},$$

где  $\sigma_{усл}$  – условное напряжение, Н/мм<sup>2</sup>;  $\varepsilon_{усл}$  – условная относительная деформация, %;  $F_{ср}$  – средняя площадь поперечного сечения образца, мм<sup>2</sup>;  $P_{усл}$  – условная нагрузка, Н.

Для резин, имеющих значения  $\varepsilon_{раз} < 100\%$ , значения жесткости и условного модуля упругости определяются при напряжении  $\sigma_{усл} = 0,4 \sigma_{раз}$ . В этом случае вначале определяется условная нагрузка, соответствующая задаваемому условию

$$\sigma_{усл} = 0,4 \sigma_{раз} = \frac{P_{усл}}{F_{ср}}, \text{ тогда } P_{усл} = 0,4 \sigma_{раз} \cdot F_{ср}.$$

Затем по диаграмме растяжения материала при данном значении нагрузки находится значение абсолютной условной деформации образца  $\Delta l_{усл}$  и рассчитывается значение условного модуля упругости резины по формуле

$$E_{усл} = \frac{\sigma_{усл}}{\varepsilon_{усл}} \cdot 100 = \frac{0,4 \cdot \sigma_{раз}}{\frac{\Delta l_{усл}}{l_{раб}} \cdot 100} \cdot 100.$$

Результаты расчетов заносят в таблицу 5.5.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 5.5 – Показатели механических свойств обувных резин

Наименование материала	Площадь поперечного сечения образца, $F_{cp}$ , мм <sup>2</sup>	Данные для построения диаграммы растяжения		Предел прочности $\sigma_{раз}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Относительное удлинение при разрыве, $\epsilon_{раз}$ , %	Нагрузка при удлинении 25 %, $P_{25\%}$ , Н	Запас прочности, $Z$
		нагрузка, $P$ , Н	удлинение, $\Delta l$ , мм				
1	2	3	4	5	6	7	8
		25	...				
		50	...				
		75	...				
		...	...				
		$P_{раз}$	$\Delta l_{раз}$				

Окончание таблицы 5.5

Условный модуль упругости, $E_{усл}$ , Н/мм <sup>2</sup>	Жесткость, $D$ , Н	Остаточная деформация, $\epsilon_{ост}$ , %	Упругая деформация, $\epsilon_{упр}$ , %	Пластичность, $\Pi$ , %	Упругость, $У$ , %
9	10	11	12	13	14

### Вопросы для самоподготовки

1. Какие материалы называют резиной?
2. Какие свойства резин при растяжении отличают их от других материалов?
3. В чем особенность определения условного модуля упругости резин?
4. Какой физический смысл показателя «запас прочности»?
5. Как определяется запас прочности?
6. От каких факторов зависят показатели механических свойств резин при растяжении?

### Лабораторная работа 24. Определение сопротивления истиранию и твердости резин

*Цель работы:* ознакомиться с приборами и методами определения твердости и сопротивления истиранию обувных резин.

*Материалы и оборудование:* образцы резин, толщиномер, измерительная линейка, ножи обувные, весы электронные, прибор МИ-2, прибор МИР-40, твердомер марки ТМ-2.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) знать определения твердости и сопротивления резин истира-

нию, факторы, оказывающие влияние на величину данных показателей, их взаимосвязь с другими показателями механических свойств резин;

2) изучить приборы и способы определения твердости резин, их отличительные особенности;

3) изучить устройство и принцип работы прибора МИ-2 для истирания подошвенных материалов; ознакомиться с методикой определения сопротивления резин истиранию на данном приборе;

4) изучить устройство и принцип работы прибора МИР-40 для истирания подошвенных материалов; ознакомиться с методикой определения сопротивления резин истиранию на данном приборе;

5) знать отличительные особенности испытания материалов на приборах МИ-2 и МИР-40.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

1) подготовить образцы к испытанию;

2) описать методику определения твердости подошвенных материалов игольчатым твердомером ТМ-2; определить твердость резин данным способом;

3) освоить навыки работы на приборе МИ-2;

4) описать методику определения сопротивления истиранию подошвенных материалов на приборе МИ-2, испытать подготовленные образцы на приборе и определить их сопротивление истиранию;

5) освоить навыки работы на приборе МИР-40;

6) описать методику определения сопротивления истиранию материалов на приборе МИР-40, испытать подготовленные образцы на приборе и определить их сопротивление истиранию;

7) результаты работы оформить в табличной форме. Сделать выводы.

### **Общие сведения о твердости и износостойкости подошвенных материалов**

Твердость  $H$ , Па, является одной из характеристик материалов при сжатии и характеризует сопротивление материала вдавливанию. Твердость зависит от прочности и пластичности материалов.

Твердость материалов для наружных деталей низа определяют без разрушения следующими методами:

– относительным – на твердомере ТМ-2 вдавливанием иглы (твердость по Шору). Твердость определяется усилием в условных единицах от 0 до 100, затраченным на вдавливание иглы в материал;

– абсолютным – на твердомере ТШМ-2 вдавливанием шарика (твердость по Джонсу). Данный метод основан на том, что в пробу материала вдавливают стальной шарик силой 1 даН и по истечении 30 с измеряют глубину его погружения. Твердость вычисляют по формуле:

$$H = \frac{P}{\pi \cdot d \cdot \delta}, \quad (5.18)$$

где  $d$  – диаметр шарика, мм;  $\delta$  – глубина погружения шарика в материал через 30 с, мм.

Твердость синтетических материалов монолитной структуры изменяется в пределах 1...4 МПа и зависит от химического состава полимерного вещества. Твердость материалов пористой структуры изменяется в пределах 0,2 ... 1,1 МПа и зависит от их средней плотности. Снижение плотности материала приводит к уменьшению их твердости.

Твердость монолитных резин, измеренная относительным способом на приборе ГМ-2, составляет 70 ... 85 усл.ед., кожволонна – 80...95 усл.ед., стиронипа – 65...85 усл.ед., полиуретана – 55...75 усл.ед.

Твердость резин зависит от их рецептуры, прежде всего от количества и типа каучука, наполнителей и мягчителей, а также от режима вулканизации. Резины с очень высокой или низкой твердостью плохо фрезеруются, дwoятся, шлифуются, быстро изнашиваются.

Снижение твердости материалов для наружных деталей низа обуви увеличивает амортизационные свойства обуви, уменьшает утомляемость обувью в неё стопы при ходьбе и беге. Однако снижать твердость можно только до определенного предела, который лимитируется остаточной деформацией материала при сжатии. Твердость влияет на износ материалов при механическом истирании (чем выше твердость, тем меньше износ материалов).

Твердость синтетических материалов для наружных деталей низа обуви зависит от температуры окружающей среды. При понижении температуры твердость всех материалов независимо от их химического состава и строения возрастает.

Наиболее значительным видом механического износа подошвенных материалов в процессе эксплуатации обуви является истирание. **Истирание** – механическое разрушение поверхностного слоя материалов при внешнем трении, сопровождающееся потерей массы. На интенсивность истирания влияют как природа поверхностных слоев, так и процессы, протекающие в зонах контакта с истирающим элементом.

Различают два вида механического истирания: усталостное и абразивное.

Усталостное истирание имеет место при истирании материала по тупым выступам истирающего тела (контртела) постоянной силой трения в результате многократных нагружений зон контакта поверхностного слоя материала деформациями сжатия, растяжения и сдвига, при действии которых возможны отделение частиц, расслаивание, разрыхление и разрушение деталей изделия.

Абразивное истирание происходит в результате разрушения материала острыми выступами твердого истирающего тела (микрорезания)

при большой силе трения и при контактном напряжении, превышающем прочность истираемого материала. При абразивном истирании твердость истирающего тела (абразива) намного превосходит твердость истираемого материала.

Для подошвенных материалов возможны как усталостное, так и абразивное истирание и их сочетание. Усталостный износ проявляется у резин в результате многократных растяжений и сжатий наружных слоев и расположения опорной поверхности перпендикулярно плоскости растяжения подошвы. На усталостный износ влияют химический состав и структура резин, коэффициент трения, модуль упругости, твердость и др. Устойчивость резин к абразивному истиранию зависит от модуля упругости и предела прочности при растяжении. При одинаковой твердости более износостойкой будет резина, имеющая больший предел прочности при растяжении.

Сопротивление истиранию подошвенных резин составляет 2,5–10 Дж/мм<sup>3</sup>. Черные резины более износостойкие, чем цветные, так как в их состав входит активный наполнитель (черный технический углерод).

Износостойкость пористых резин тесно связана с их пределом прочности при растяжении, плотностью, толщиной и жесткостью. Увеличение предела прочности резины при растяжении удлиняет срок службы подошв. С понижением плотности резины увеличивается выкрашивание и нарушается клеевое крепление подошв. Наибольший срок службы имеют подошвы из пористых резин толщиной 7–8 мм.

### **Методика выполнения работы**

#### ***Определение твердости резин относительным методом***

Определение твердости резин относительным методом осуществляется на твердомере ТМ-2 и заключается в погружении в образец затупленной иглы с последующим измерением глубины её погружения.

Твердомер ТМ-2 (рис. 5.4) имеет индентор 2, представляющий собой иглу с наконечником в виде усеченного конуса, выступающего над отверстием шайбы 1.

Прибор устанавливают на образце так, чтобы металлическая пластина 3 и шайба 1 соприкасались с поверхностью образца. При нажатии на держатель 5 игла погружается в образец до тех пор, пока сила выталкивания иглы из резины не уравновесится силой пружины 6, действующей на иглу. Чем меньше деформируется пружина 6, тем глубже игла погружается в образец. Движение индентора связано с перемещением зубчатой рейки 7, которая поворачивает шестерню 8, а вместе с ней и ось со стрелкой 4. Шкала прибора показывает твердость в условных единицах от 0 до 100.

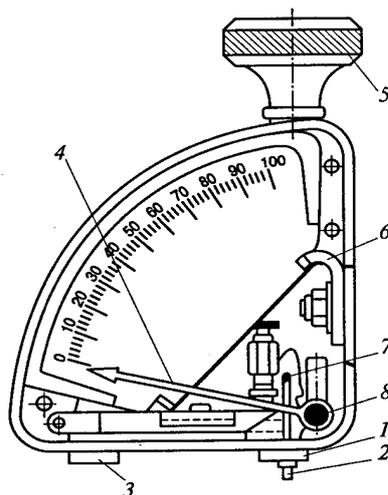


Рисунок 5.4 – Схема твердомера ТМ-2

Для испытания используют резины толщиной не менее 6 мм, с гладкой поверхностью. Твердость образцов определяют в трех точках. Расстояние между точками измерения должно быть не менее 5 мм, а расстояние от любой точки измерения до края образца – не менее 13 мм. За результат испытаний принимают среднеарифметическое значение. Результаты измерений заносят в таблицу 5.6.

#### ***Определение сопротивления истиранию резин на приборе МИ-2***

Метод определения сопротивления истиранию резин на приборе МИ-2 заключается в истирании образцов, прижатых к абразивной поверхности вращающегося диска.

#### ***Устройство и принцип работы прибора МИ-2***

Прибор (рис. 5.5) состоит из станины 1, на которой укреплен электродвигатель 6, приводящий во вращение через редуктор 12 диск 15.

На диск 15 накладывается кольцо 4 из шлифовального полотна, которое закрепляют шайбой. Диск установлен на полый вал 16, вращающийся с частотой  $40 \pm 3 \text{ мин}^{-1}$ . Неравноплечий рычаг 7 имеет два держателя, в которые помещают образцы 5.

Образцы зажимают в держателе на рычаге 7 гайками 13.

Между держателями на рычаге 7 укреплен стержень 14, который проходит через полый вал 16 и служит для прижатия рычага 7 с образцами к диску 15. Прижатие осуществляется постоянным грузом 11, действующим на материалы силой 26 Н, и подвешенным к стержню на тросе через ролик.

На конце рычага 7 имеется уравнивающий груз 9, предназначенный для удержания рычага от вращения.

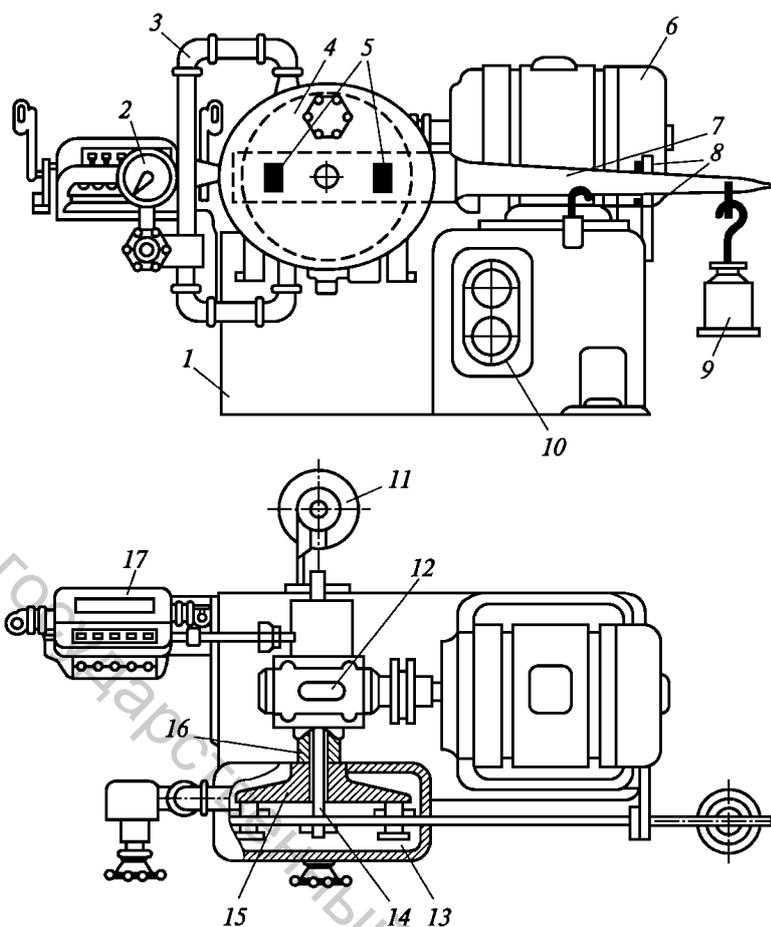


Рисунок 5.5 – Схема прибора МИ-2 для истирания подошвенных материалов

На станине укреплена планка с двумя выступами 8, ограничивающими движение рычага 7 по вертикали. Частота вращения диска 15 фиксируется счетчиком 17. Прибор снабжен воздухопроводом 3 с манометром 2 и приводится в рабочее состояние пускателем 10.

***Методика определения сопротивления истиранию резин на приборе МИ-2***

Для испытания вырубают пару образцов в форме прямоугольных параллелепипедов размерами 30×30 мм. Образцы взвешивают на весах и определяют плотность резины по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (5.19)$$

где  $V$  – объем материала, мм<sup>3</sup>;  $m$  – масса материала, мг.

Образцы подготавливают к испытанию, для чего с ходовой поверхности материала ножом с обеих сторон срезают часть толщины в

соответствии с рисунком 4.6. Получают образцы с шириной истирающей поверхности  $20 \pm 0,5$  мм и основанием, имеющим заплечики шириной 4 мм и высотой не менее 3 мм (рис. 5.6).

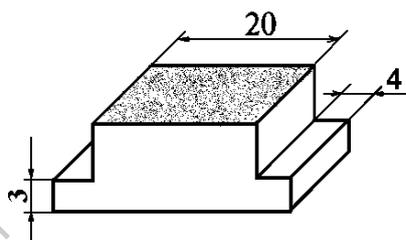


Рисунок 5.6 – Форма и размеры образцов

Истираемая поверхность образца должна выступать из рамки, удерживающей заплечики, на 3,5 мм для образцов из монолитной резины, и на 5,5 мм – для образцов из пористых резин.

Образцы истирают шлифовальным полотном № 2/100.

Пару образцов устанавливают в держателях прибора и подвергают их предварительной притирке в течение 100 циклов работы прибора. Затем их вынимают из держателей, очищают от резиновой пыли и взвешивают (масса  $m_0$ ) с точностью до 0,01 г.

Притертые образцы снова закрепляют в держателях прибора и подвергают истиранию в течение 200 циклов, после чего вновь очищают от пыли и взвешивают (масса  $m_1$ ).

Сопротивление истиранию  $V$ , мм<sup>3</sup>/Дж, выражают потерей объема пары образцов, отнесенной к единице работы трения, и определяют по формуле

$$V = \frac{\Delta V}{A} = \frac{\Delta V \cdot 58470}{2\pi \cdot Q \cdot S \cdot n}, \quad (5.20)$$

где  $\Delta V$  – потеря объема пары образцов, мм<sup>3</sup>;  $A$  – работа, затраченная на истирание, Дж;  $Q$  – масса уравнивающего груза, Н, ( $Q = 26$  Н);  $S$  – расстояние от точки подвешивания груза до центра вращения рычага, м, ( $S = 400$  мм);  $n$  – частота вращения диска прибора, об/мин ( $n = 200$  оборотов); 58470 – коэффициент перевода значения работы из кгс в Дж.

Потеря объема пары образцов в ходе истирания определяется по формуле

$$\Delta V = \frac{m_0 - m_1}{\rho}, \quad (5.21)$$

где  $m_0$  и  $m_1$  – соответственно масса пары образцов до и после истирания, мг;  $\rho$  – плотность резины, мг/мм<sup>3</sup>.

Результаты расчетов заносят в таблицу 5.6.

### **Определение сопротивления истиранию резин на приборе МИР-40**

Определение сопротивления резин истиранию на приборе МИР-40 осуществляется при скольжении по возобновляемой поверхности. Сущность метода заключается в истирании образца, прижатого к абра-

живной поверхности вращающегося барабана, при этом образец перемещается параллельно оси барабана и вращается вокруг своей оси.

### **Устройство и принцип работы прибора МИР-40**

Прибор МИР-40 (рис. 5.7) состоит из барабана 8 диаметром  $150 \pm 0,2$  мм, на котором закрепляют шлифовальную шкурку. Параллельно оси барабана с помощью ходового винта 9 и рейки 10 перемещается держатель образца 11, в котором закрепляют испытываемый образец. С помощью съемных грузов образец прижимается к обтянутому шлифовальной шкуркой барабану. При вращении барабана и движении держателя вокруг своей оси и параллельно оси барабана происходит истирание образца. Частота вращения барабана составляет 40 об/мин.

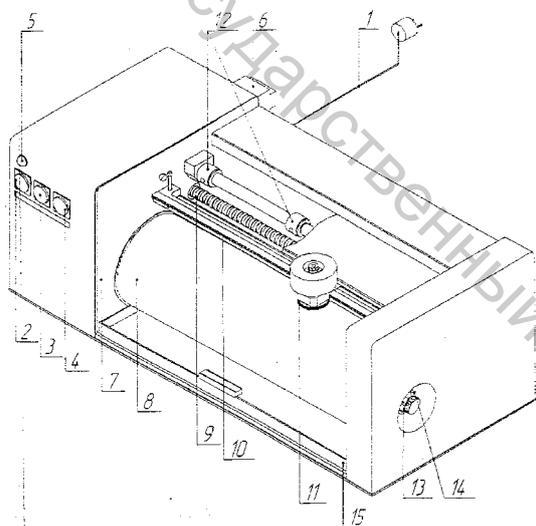


Рисунок 5.7 – Схема прибора МИР-40

1 – сетевой шнур; 2 – сетевой тумблер; 3 – кнопка «Пуск»; 4 – кнопка «Стоп»; 5 – лампочка индикации; 6 – защитный автомат; 7 – защитный экран; 8 – барабан с наждачной шкуркой; 9 – ходовой винт; 10 – рейка; 11 – держатель образца; 12 – ограничительная втулка со стопорным винтом для регулировки пути истирания: положение (1) – 40 м, положение (2) – 20 м; 13 – центр; 14 – гайка; 15 – поддон для сбора отработанного материала

### **Методика определения сопротивления истиранию резин на приборе МИР-40**

Для испытания используют образцы цилиндрической формы диаметром 16 мм и высотой 6–16 мм. Образцы вставляют в держатель прибора таким образом, чтобы он выступал за нижний край держателя на 2 мм. С помощью груза устанавливают нормальную силу прижатия образца к абразиву, равную 10 Н (1 кг). Далее включают прибор и притирают образец до появления следов износа по всей поверхности.

Притертый образец выталкивают из держателя, очищают от пыли, взвешивают (масса  $m_0$ ) и вновь закрепляют в держателе. Включают прибор и проводят испытание до 100 оборотов барабана. При этом образец резины проходит полный путь истирания, составляющий 40 м. По окончании испытания прибор выключают, образец вынимают, очи-

щают от пыли и взвешивают (масса  $m_1$ ).

Сопротивление материалов истиранию определяется как потеря объема образца  $V$ , мм<sup>3</sup>, и рассчитывается по формуле

$$V = \frac{\Delta m}{k_S \cdot \rho}, \quad (5.22)$$

где  $\Delta m$  – потеря массы образца, мг,  $\Delta m = m_0 - m_1$ ;  $k_S$  – коэффициент средней истирающей способности шлифовальной шкурки,  $k_S = 0,9 \dots 1,1$ ;  $\rho$  – плотность резины, мг/мм<sup>3</sup>.

Если потеря массы образцов превышает 600 мг, допускается проводить испытание на половине пути истирания – 20 м. Результат затем пересчитывают на полный путь истирания 40 м.

В исключительных случаях, если образец во время испытания имеет тенденцию к вибрированию, допускается уменьшать силу прижатия до 5 Н. При этом результат испытания не удваивают, так как потеря массы и сила прижатия являются непропорциональными.

Результаты испытания оформляют в таблицу 5.6.

*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 5.6 – Твердость и сопротивление истиранию обувных рези

Наименование материала	Твердость $H$ , усл. ед.	Плотность $\rho$ , мг/мм <sup>3</sup>	Испытания на приборе МИ-2				Испытания на приборе МИР-40			
			масса пары образцов, мг		потеря объема пары образцов, $\Delta V$ , мм <sup>3</sup>	сопротивление истиранию $V$ , мм <sup>3</sup> /Дж	масса образца, мг		сопротивление истиранию $V$ , мм <sup>3</sup>	
			до испытания, $m_0$	после испытания, $m_1$			до испытания, $m_0$	после испытания, $m_1$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

### Вопросы для самоподготовки

1. Какой показатель физических свойств оказывает основное влияние на истираемость резины?
2. По какому принципу работает прибор для истирания подошвенных материалов МИ-2?
3. Чем отличается принцип работы прибора МИР-40 от МИ-2?
4. Как определяется потеря объема образца после истирания?
5. Как определяется показатель сопротивления истиранию резины при различных методах испытания?

6. Как определяется твердость материалов, и от каких факторов зависит значение данного показателя у подошвенных резин?

### **Лабораторная работа 25. Изучение строения мягких искусственных и синтетических кож**

*Цель работы:* изучить особенности строения искусственных и синтетических кож, освоить навыки исследования структуры искусственных и синтетических кож методом электронной микроскопии.

*Материалы и оборудование:* образцы искусственных и синтетических кож, микроскоп, микрофотографии поперечных разрезов искусственных кож, толщиномер, лупа, линейка, раскройный нож.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) изучить разновидности искусственных кож и особенности их строения;
- 2) изучить особенности схематичного изображения слоев искусственных кож;
- 3) изучить методику исследования структуры искусственных кож методом электронной микроскопии;

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) подготовить к исследованию, проанализировать строение и схематично изобразить поперечные разрезы образцов искусственных кож;
- 2) изучить и проанализировать выданные микрофотографии поперечных разрезов искусственных кож, определить и описать структуру искусственных кож, изображенных на микрофотографиях

### **Общие сведения о структуре современных искусственных кож**

*Искусственные и синтетические мягкие кожи* – это мягкие и тонкие кожеподобные композиционные полимерные материалы, применяемые вместо натуральной кожи для изготовления обуви, одежды, галантерейных и технических изделий.

По строению искусственные и синтетические кожи подразделяются на многослойные и однослойные (рис. 5.8).

Однослойные искусственные и синтетические кожи изготавливаются из полимера с добавками различных веществ, в том числе волокон, либо из текстильного полотна с его последующей пропиткой полимерными веществами. В качестве наполнителя могут использоваться коллагеновые, целлюлозные и другие натуральные и химические волокна.

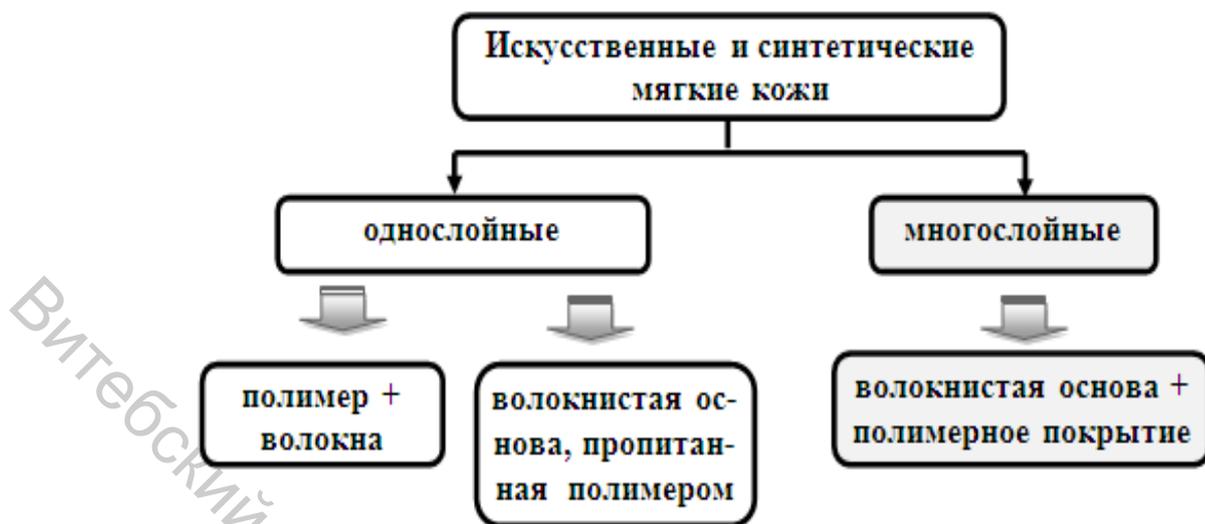


Рисунок 5.8 – Классификация искусственных и синтетических кож по структуре

Структура однослойной искусственной кожи может быть: монолитная (пленочные материалы), пористая (полимерные материалы с системой замкнутых или взаимосвязанных пор), пористо-монолитная, волокнисто-наполненная (полимер+волокно), волокнистая (нетканое полотно иглопробивного или вязальнопрошивного способа получения с полимерной пропиткой), волокнисто-сетчатая (ткань, трикотаж с последующей пропиткой полимером).

Многослойные искусственные и синтетические кожи состоят из полимерного покрытия и основы. Основа обеспечивает необходимую прочность и растяжимость материала, а покрытие – его внешний вид и гигиенические свойства. Основа и покрытие также в свою очередь могут быть одно- и многослойными. Увеличение слоев кожи повышает ее прочность и жесткость, снижает растяжимость.

В качестве основ искусственных и синтетических кож применяются: ткани, трикотаж, нетканые материалы, комбинированные материалы. Для покрытия или пропитки искусственных и синтетических мягких кож наиболее часто применяют растворы, водные дисперсии, пасты или пленки следующих полимеров: поливинилхлорида (ПВХ), полиамида (ПА), каучуков, полиуретана (ПУ).

Для оперативного описания структуры искусственной кожи используют визуальный осмотр среза образца невооруженным глазом или с помощью простейших оптических устройств (лупы, микроскопа с малым увеличением, измерительной линейки и т.д.). При этом для описания структуры используют схематичное изображение среза образца по толщине с условными обозначениями, указанными на рисунке 5.9.

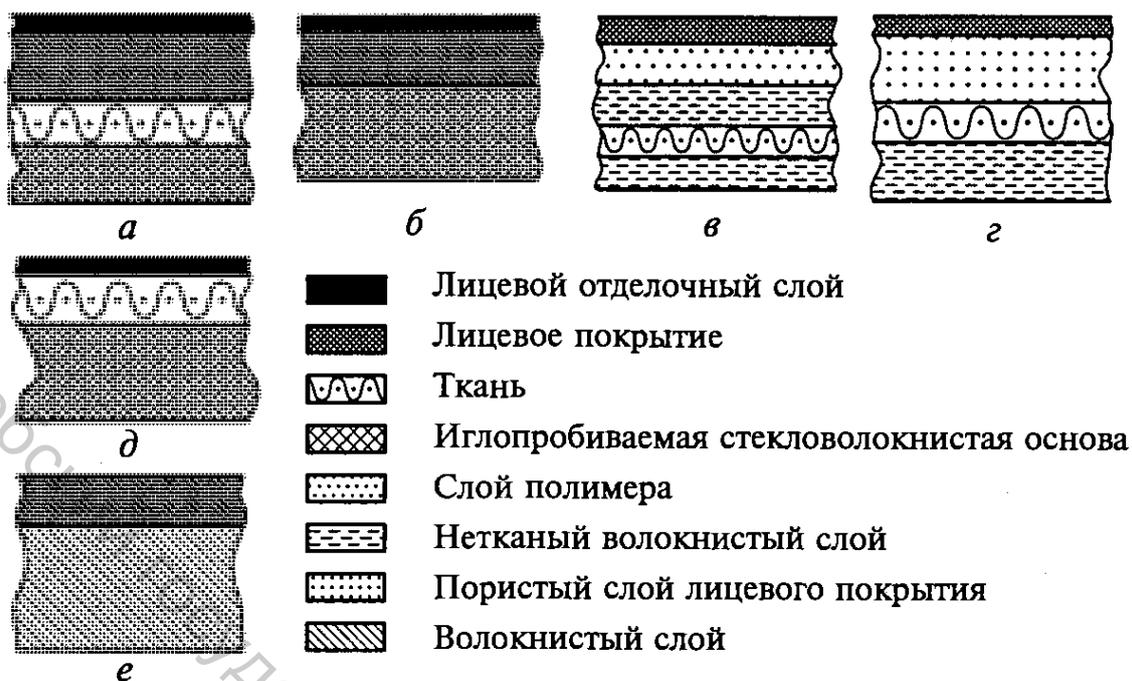


Рисунок 5.9 – Схематичное изображение срезов искусственных кож разных структур

Для детального исследования микроструктуры материалов используются методы электронной микроскопии.

Известны два варианта *электронной микроскопии* – сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) и трансмиссионная или просвечивающая (ТЭМ). Первый вариант более прост и информативен, поэтому используется чаще.

Метод сканирующей электронной микроскопии основан на явлении отражения электронов от поверхности материалов. Узкий пучок электронов направляется на исследуемый образец. Эти электроны называются первичными и имеют высокую энергию – до 25 кV. От поверхности образца отражаются вторичные низкоэнергетические электроны, которые выбиваются первичными из электронных оболочек атомов образца. Узкий пучок первичных электронов перемещают построчно по образцу, ощупывая (сканируя) его поверхность. Вторичные электроны улавливают, усиливают, преобразуют в электрический сигнал и реконструируют в изображение на экране.

Для получения лучшей контрастности поверхность образца подготавливают слоем металла (Cr, Pt, Au, Pd и др.). Иногда, если изучаемый материал неустойчив под действием электронного пучка, после покрытия металлом изучаемой поверхности, т.е. получения слепка (реплики), материал удаляют растворением и исследуют реплику. В некоторых случаях для отверждения образца используют криометод, т.е. образец быстро замораживают жидким азотом, а лед сублимируют под вакуумом. Сканирующая электронная микроскопия является одним из наиболее широко используемых для диагностики наноматериалов и нано-

структур методов. Предел разрешения сканирующего электронного микроскопа приближается к нескольким нанометрам, а увеличение легко варьируется от ~10 до более 300000.

На рисунке 5.10 показана микрофотография поперечного среза искусственной кожи, выполненная с увеличением 200 крат методом СЭМ, с нанесенной разметкой для определения структурных характеристик изучаемого образца. Для получения информации о размерах наблюдаемых элементов структуры материала используют программное обеспечение, позволяющее проводить измерения прямо на экране компьютера с учетом масштаба и искажения изображения.

В учебных целях применим более простой способ. В нижней части микрофотографии показана масштабная полоса, которую можно использовать для приблизительного вычисления параметров изображения. Для этого линейкой измеряют длину масштабной полосы и делят значение, указанное под масштабной полосой, на ее длину в мм. Получают величину масштабного коэффициента, показывающую, сколько микрометров показано в 1 мм изображения. Измеряя линейкой элементы структуры и умножая этот результат на полученный масштабный коэффициент, можно определить примерную величину выделенных на изображении участков.

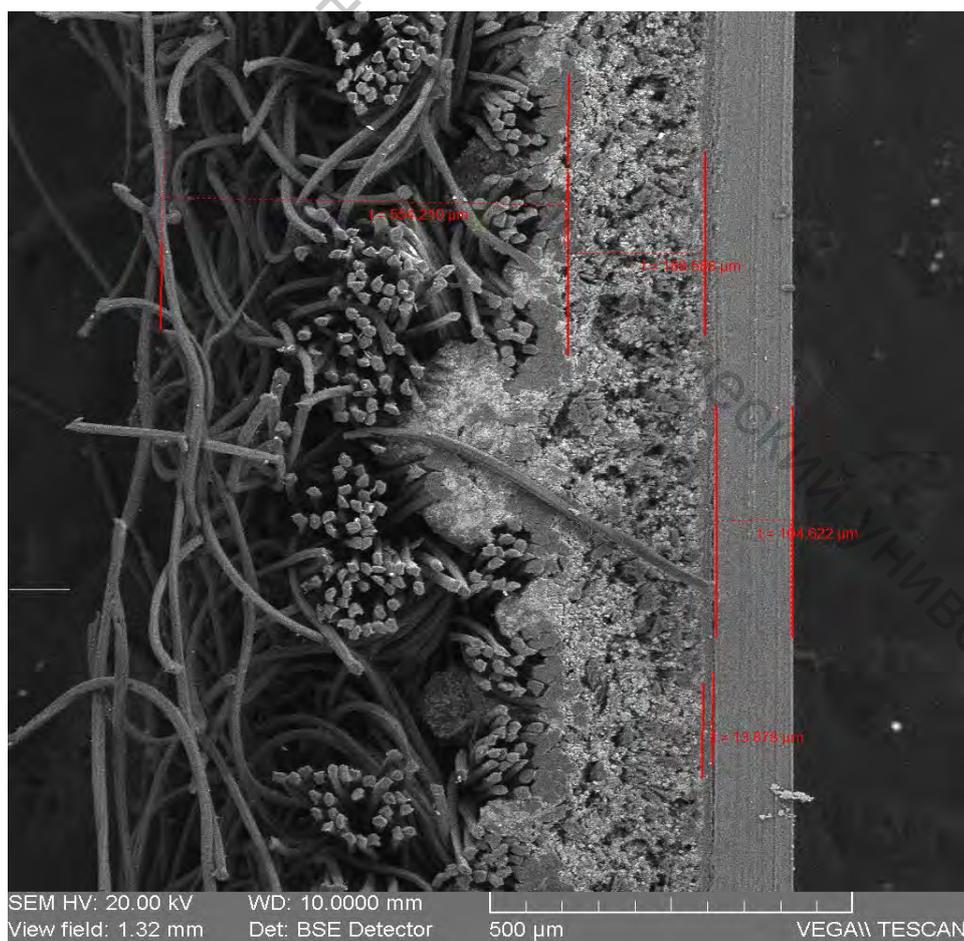


Рисунок 5.10 – Микрофотография поперечного среза искусственной кожи, полученная методом СЭМ

На рисунке 5.11 показана микрофотография и схема структуры однослойной искусственной кожи, полученной путем пропитки волокнистого холста полиэфируретановой композицией.

На рисунке 5.12 представлена схема структуры и микрофотография поперечного среза трехслойной искусственной кожи на тканой основе с пористым губчатым лицевым слоем и изнаночным слоем из нетканого материала.

На рисунке 5.13 показана структура четырехслойной искусственной кожи «Экокожа», выработанной с применением кожевенных отходов. Примеры описания микроскопии этих образцов представлены ниже.

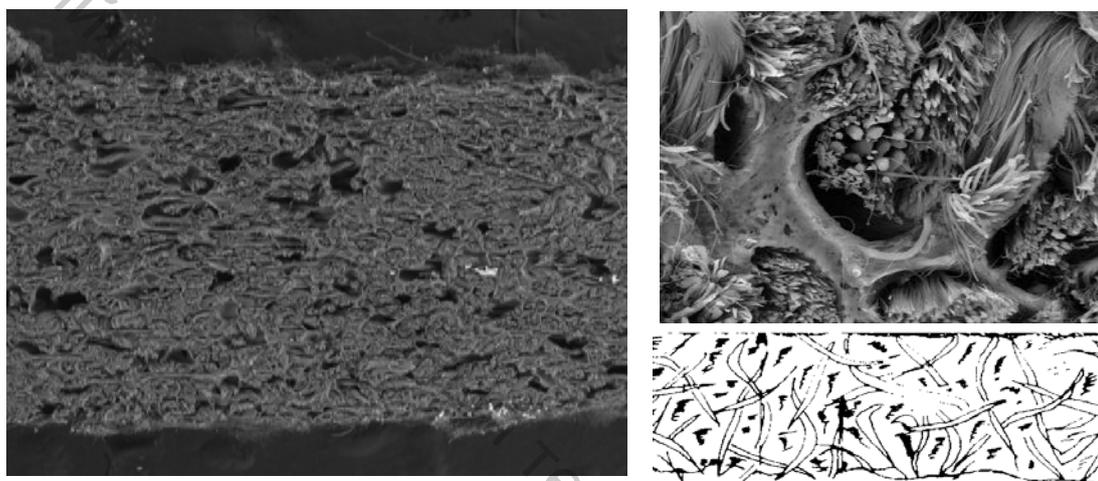
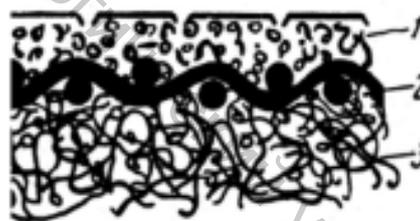
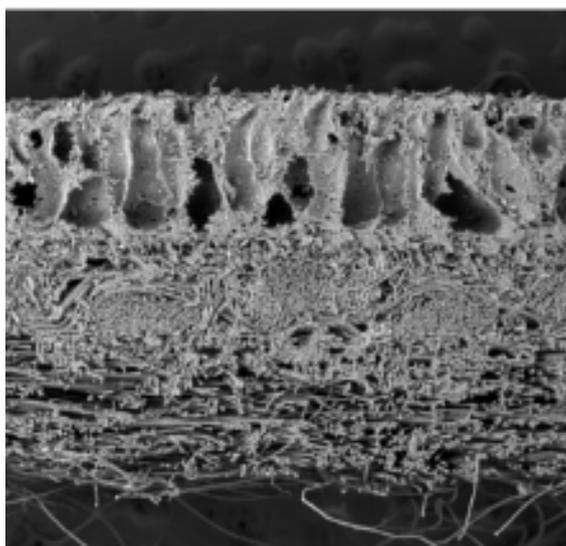
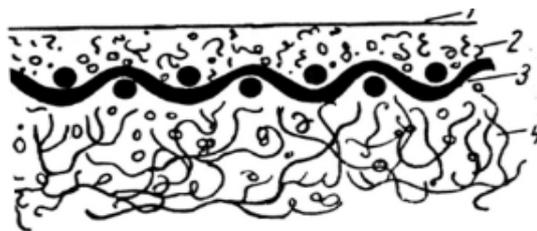
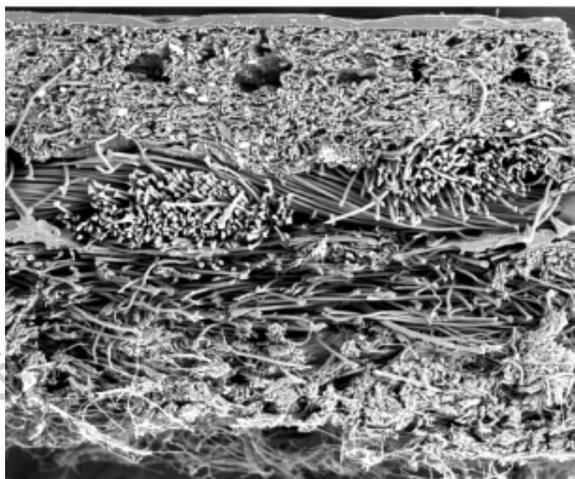


Рисунок 5.11 – Микрофотография и схема структуры однослойной искусственной кожи



- 1 – пористый ПУ слой,
- 2 – тканая основа,
- 3 – нетканый материал

Рисунок 5.12 – Микрофотография поперечного среза трехслойной искусственной кожи «NUBUK 232» и схема ее структуры



- 1 – отделочный слой,
- 2 – пористый слой,
- 3 – тканая основа,
- 4 – кожевенные отходы

Рисунок 5.13 – Микрофотография поперечного среза четырехслойной искусственной кожи «Экокожа» и схема ее структуры

*Пример описания микроскопии поперечного среза искусственной кожи «NUBUK 232»:* ИК имеет трехслойную структуру и состоит из пористого полимерного слоя и комбинированной основы (ткань+нетканый материал). Общая толщина варьирует от 1343 мкм до 1391 мкм. Пористый полиуретановый слой губчатой структуры имеет общую толщину от 472 мкм до 578 мкм. Наблюдаемый размер пор от 50 мкм до 150 мкм. Комбинированная основа состоит из полиэфирных волокон толщиной от 300 мкм до 430 мкм.

*Пример описания микроскопии поперечного среза искусственной кожи «Экокожа»:* Искусственная кожа «Экокожа» имеет сложную структуру. В нее входят 4 слоя: отделочный слой, пористый полимерный слой из полиуретана, тканая основа из полиэфирных волокон и слой кожевенных отходов. Общая толщина образца составляет 1884 мкм. Пористый полимерный слой корпускулярной структуры имеет макропоры с наблюдаемым размером около 40 мкм. Толщина отделочного слоя варьируется от 15 до 27 мкм. Толщина пористого слоя составляет 390 мкм. Толщина тканой основы составляет от 350 мкм до 420 мкм.

## Методика выполнения работы

### Определение структуры искусственных кож

Для выполнения задания студентам выдаются образцы искусственных кож с указанием их названия и назначения. Студенты осуществляют визуальный осмотр выданных материалов, отмечают характер отделки лицевой поверхности материалов, измеряют их толщину с помощью толщиномера.

Для определения структуры материалов из выданных образцов искусственных кож с помощью раскройного ножа аккуратно делают срез на ровной деревянной поверхности. Для получения среза высокого качества образец можно вырезать под углом к поверхности материала.

С помощью лупы или микроскопа рассматривают полученный срез, определяют количество, качественный состав и последовательность расположения слоев искусственной кожи, выполняют схематичную зарисовку среза образца аналогично схемам, изображенным на рисунке 5.2 с указанием всех используемых условных обозначений.

### ***Изучение строения искусственных кож по микрофотографиям, полученным методом электронной микроскопии***

Для определения строения искусственной кожи по микрофотографиям необходимо:

1) на изображение поперечного среза материала, выданное преподавателем, нанести вспомогательные линии, как показано на рисунке 5.10, разграничивая зоны с различной структурой;

2) рассчитать масштабный коэффициент изображения, используя данные о длине масштабной полосы в нижней части микрофотографии;

3) измерить элементы структуры, изображенные на микрофотографии исследуемого материала линейкой: толщину слоев, наблюдаемый диаметр пор, размер включений. Перевести полученные величины в микрометры, используя масштабный коэффициент;

4) составить описание микроструктуры образцов ИК.

Анализ изображения поперечного среза материала следует проводить с использованием следующей терминологии: непористый полимерный слой, волокнистонаполненный пористый полимерный слой, губчатый полимерный слой, корпускулярный полимерный слой, тканое полотно, нетканое полотно, ориентированные вдоль/поперек среза, сферические частицы, хаотично расположенные волокна, крупнопористой структуры, монолитной структуры, микропористой структуры.

Результаты анализа микрофотографий поперечных срезов отразить в отчете.

### ***Форма записи результатов испытания и расчетов показателей***

Отчет по работе должен содержать:

– схематическую зарисовку среза выданного образца искусственной кожи с указанием названия, назначения и толщины исследуемого материала, типа структуры (однослойная, многослойная), количества слоев в материале, качественного состава слоев (вид основы и покрытия, структура покрытия);

– микрофотографию поперечного среза искусственной кожи и её

подробное описание с указанием количественного и качественного состава слоев материала, процентного соотношения каждого слоя в общей толщине материала.

### Вопросы для самоподготовки

1. Как классифицируются искусственные и синтетические кожи по структуре?
2. Какие виды основ и типы полимерных покрытий применяются при изготовлении мягких искусственных и синтетических кож?
3. Что такое сканирующая электронная микроскопия и на каком явлении основан этот метод?
4. Как определяется масштабный коэффициент изображения микроструктуры материала?
5. Какие условные обозначения применяют для схематичного изображения структуры искусственных кож?

### Лабораторная работа 26. Изучение анизотропии механических свойств искусственных и синтетических кож

*Цель работы:* изучить методику и определить основные показатели механических свойств искусственных и синтетических кож при одноосном растяжении, оценить степень анизотропии исследуемых материалов.

*Материалы и оборудование:* образцы искусственных и синтетических кож, разрывная машина, толщиномер, транспортир.

*Задание для подготовки к лабораторной работе:*

- 1) знать влияние строения искусственных и синтетических кож на показатели их механических свойств;
- 2) изучить методику определения показателей механических свойств искусственных и синтетических кож при одноосном растяжении;
- 3) знать понятие анизотропии механических свойств материалов, методику оценки анизотропии свойств; факторы, оказывающие влияние на анизотропию свойств искусственных и синтетических кож.

*Задание для выполнения лабораторной работы:*

- 1) подготовить образцы к испытанию, произвести их разметку, определить среднюю толщину и площадь поперечного сечения образцов;
- 2) провести испытание образцов до разрыва и построить диаграммы их растяжения;
- 3) определить основные показатели механических свойств искусственных и синтетических кож при растяжении;
- 4) определить коэффициент анизотропии свойств искусственных

и синтетических кож; построить полярные диаграммы анизотропии основных механических свойств;

5) результаты работы оформить в табличной форме. Сделать выводы.

### **Общие сведения об механических свойствах искусственных и синтетических кож**

Искусственные и синтетические кожи в большинстве случаев являются многослойными материалами, поэтому их механические свойства определяются свойствами составляющих элементов, прежде всего основы. Тканевая основа придает материалам высокую прочность и низкую растяжимость. Для искусственной кожи на трикотажной основе характерна низкая прочность и высокая растяжимость. Материалы на нетканой основе занимают промежуточное положение между материалами на тканевой и трикотажной основах.

Для искусственных кож характеристикой прочности при растяжении служит разрывная нагрузка полоски шириной 20 мм и длиной рабочей части 100 мм. Отказ от принятого для большинства материалов показателя «предел прочности при растяжении» вызван постоянством толщины материала. Однако в сравнительных испытаниях искусственных кож используют и показатель предела прочности при растяжении.

Разрывная нагрузка искусственных кож колеблется от 70 до 1500 Н и зависит от назначения материала. Как правило, разрывная нагрузка в продольном направлении несколько выше, чем в поперечном из-за ориентации структурных элементов при вытягивании основы и нанесения покрытия.

Относительные удлинения искусственных кож при разрыве колеблются в широких пределах: от 6 до 400 %. Этот показатель зависит, прежде всего, от типа основы. Наименьшие удлинения характерны для искусственных кож на тканевой основе, наибольшие – для кож на трикотажной основе. Следует отметить, что высокорастяжимая основа не всегда обеспечивает достаточную тягучесть искусственной кожи, так как деформация материала связана также и с деформацией полимерного связующего вещества.

Большинство искусственных кож являются анизотропными материалами, меняющими деформационные характеристики при изменении направления прикладываемого усилия. Для оценки анизотропности материалов применяют *коэффициент анизотропии*, определяемый путем деления минимального значения показателя предела прочности или удлинения на максимальное независимо от направления раскроя. Чаще всего сравнивают показатели для образцов, выкроенных в продольном и поперечном направлениях:

$$K = \frac{\Pi_{\min}}{\Pi_{\max}}. \quad (5.23)$$

Степень анизотропности характеризуется близостью коэффициента  $K$  к единице. При  $K = 1$  материал изотропный, при  $K = 0,2 - 0,4$  – сильно анизотропный.

Коэффициент анизотропии предела прочности при растяжении искусственных кож составляет 0,25–0,8, коэффициент анизотропии относительных удлинений – 0,1–0,9.

Наиболее равномерны синтетические кожи без основы (например, порвэйр), а наиболее анизотропны искусственные кожи на тканевой основе (например, винилискожа), синтетические кожи типа СК марки 2, кларино.

Характер анизотропии удлинений необходимо учитывать при раскрое материалов. Так, порвэйр, не имеющий основы и представляющий собой полимерную пленку, можно раскраивать в любом направлении и получать детали одинаковой тягучести. Искусственные кожи с основой следует раскраивать в определенном направлении, так как отклонение от него может вызвать изменение деформационных свойств детали с последующим перекосом формируемых заготовок изделий.

Среди деформационных характеристик искусственных кож при растяжении важную роль играют остаточное удлинение и коэффициент поперечного сокращения. Остаточное удлинение искусственных кож составляет 2–25 %, а коэффициент поперечного сокращения – 0,1–1,0.

### Методика выполнения работы

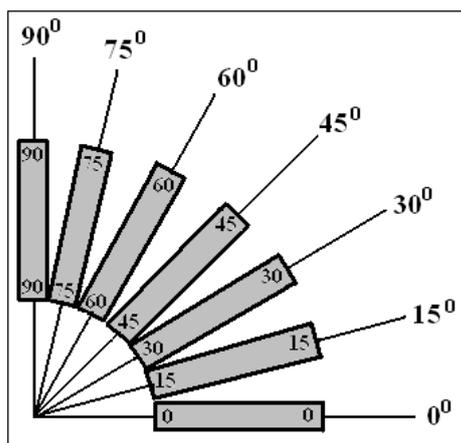


Рисунок 5.14 – Схема раскроя образцов

Для испытания искусственных кож используются образцы размерами 20×150 мм с рабочей зоной 20×100 мм.

Образцы выкраиваются по семи направлениям через каждые 15° в соответствии со схемой, представленной на рисунке 5.14. На каждом образце с обеих сторон указывается направление раскроя, отмечается длина рабочего участка, измеряется толщина и определяется площадь поперечного сечения образца.

Подготовленные образцы испытываются на разрывной машине до разрыва с записью диаграммы растяжения. Результаты испытания заносят в таблицу 5.7.

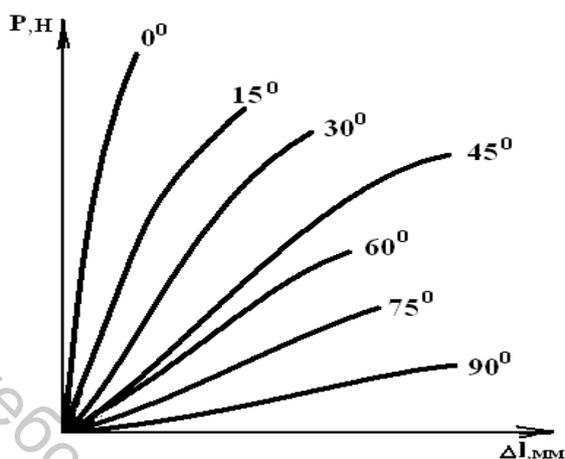


Рисунок 5.15 – Диаграммы растяжения образцов

По полученным экспериментальным данным для каждого направления раскроя строят диаграмму растяжения материала в одной системе координат (рис. 5.15).

Предел прочности при растяжении и относительное удлинение при разрыве определяют по формулам (2.23) и (2.25).

Жесткость и условный модуль упругости искусственных кож определяют по формулам (2.26) и (2.27).

При этом условную жесткость при растяжении определяют:

– для искусственных кож на тканевой основе – при деформации образца  $\epsilon_{усл} = 0,75 \epsilon_{раз}$ ;

– для искусственных кож на нетканой основе – при напряжении  $\sigma_{усл} = 5 \text{ МПа}$ , т.е. при нагрузке  $P_{усл} = 5 \cdot F_{ср}$ . Для этого по диаграмме растяжения находят при соответствующем значении  $P_{усл}$  величину  $\Delta l_{усл}$ , рассчитывают  $\epsilon_y$  по формуле (2.31), а затем по формуле (2.27) определяют условный модуль упругости.

Коэффициент анизотропии предела прочности и относительного удлинения при разрыве определяется по формуле (5.23).

Результаты расчета заносят в таблицу 5.8. Для показателей предел прочности при растяжении, относительное удлинение при разрыве и жесткость строится полярная диаграмма анизотропии (рис. 5.16).

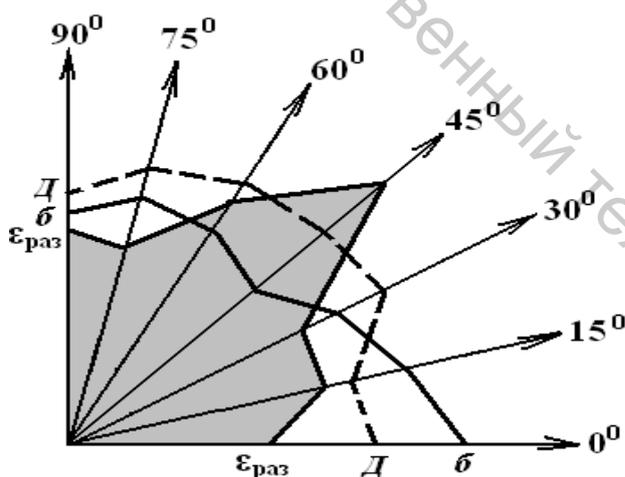
*Форма записи результатов испытания и расчетов показателей*

Таблица 5.7 – Результаты испытания образцов

Наименование материала	Площадь поперечного сечения, $F_{ср2}$ мм <sup>2</sup>	Данные для построения диаграммы растяжения для образцов, выкроенных в направлении													
		0°		15°		30°		45°		60°		75°		90°	
		P, Н	Δl, мм	P, Н	Δl, мм	P, Н	Δl, мм	P, Н	Δl, мм	P, Н	Δl, мм	P, Н	Δl, мм	P, Н	Δl, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		25	...												
		50	...												
		...	...												
		P <sub>раз</sub>	Δl <sub>раз</sub>												

Таблица 5.8 – Показатели механических свойств искусственных кож

Наименование показателя	Направление раскроя образцов						
	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
1	2	3	4	5	6	7	8
Предел прочности при растяжении, $\sigma$ , Н/мм <sup>2</sup>							
Относительное удлинение при разрыве, $\epsilon_{раз}$ , %							
Условный модуль упругости, $E_y$ , Н/мм <sup>2</sup>							
Жесткость, $D$ , Н							
Коэффициент анизотропии предела прочности, $K_\sigma$							
Коэффициент анизотропии относительного удлинения при разрыве, $K_\epsilon$							



Для построения полярной диаграммы анизотропии свойств необходимо начертить оси через каждые 15°, как показано на рисунке 5.16, и в выбранном масштабе отложить на них значения рассчитанных показателей предела прочности при растяжении  $\sigma$ , относительного удлинения при разрыве  $\epsilon_{раз}$ , и жесткости при растяжении  $D$ .

Рисунок 5.16 – Диаграмма анизотропии свойств искусственных кож

### Вопросы для самоподготовки

1. Какие материалы относятся к искусственным и синтетическим козам для верха обуви?
2. Что называют анизотропией свойств материалов при растяжении?
3. Как строится полярная диаграмма анизотропии свойств?
4. Какое влияние оказывает вид основы искусственных кож на анизотропию их механических свойств?
5. Как рассчитывается коэффициент анизотропии?
6. Как учитывается анизотропия механических свойств при раскрое искусственных и синтетических кож на детали верха обуви?

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жихарев, А. П. Практикум по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. П. Жихарев, Б. Я. Краснов, Д. Г. Петропавловский ; под ред. А. П. Жихарева. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 464 с.

2. Пожидаев, Н. Н. Лабораторный практикум по материаловедению изделий из кожи : учебное пособие для студентов вузов легкой пром-сти / Н. Н. Пожидаев, Н. А. Гуменный. – Москва : Легкая индустрия, 1976. – 272 с.

3. Зурабян, К. М. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности : учебник для вузов / К. М. Зурабян, Б. Я. Краснов, Я. И. Пустыльник. – Москва : ЗАО «Информ-Знание», 2003. – 384 с.

4. Зыбин, Ю. П. Материаловедение изделий из кожи / Ю. П. Зыбин [и др.]. – Москва : Издательство «Легкая индустрия», 1968. – 384 с.

5. Смелков, В. К. Материаловедение : учебное пособие / В. К. Смелков. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 220 с.

6. Бернштейн, М. М. Материаловедение изделий из кожи. Лабораторные работы и методические указания по выполнению для студентов специальностей 1108, 1113, 1714 / М. М. Бернштейн, Б. Я. Краснов. – Москва : ВЗИТЛП, 1987. – 82 с.

7. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности : учебник для студентов высш. учебн. заведений / А. П. Жихарев [и др.] ; под ред. И. С. Тарасовой. – Москва : Академия, 2004. – 448 с.

8. Жихарев, А. П. Свойства материалов : конспект лекций по дисциплине «Материаловедение производств изделий легкой промышленности» / А. П. Жихарев. – Москва : ИИЦ МГУДТ, 2003. – 164 с.

9. Бузов, Б. А. Практикум по материаловедению швейного производства : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова, Д. Г. Петропавловский. – Москва : Издательский центр «Академия», 2003. – 416 с.

Учебное издание

## МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

### ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Составители:

Томашева Рита Николаевна  
Панкевич Дарья Константиновна

Редактор *Т.А. Осипова*  
Корректор *Т.А. Осипова*  
Компьютерная верстка *Д.К. Панкевич*

---

Подписано к печати 07.09.2021. Формат 60x90<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Усл. печ. листов 12,4.  
Уч.-изд. листов 15,7. Тираж 35 экз. Заказ № 227.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»  
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.