

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

для студентов специальности 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи»

**Витебск
2012**

УДК 685.34.03

Материаловедение : лабораторный практикум для студентов специальности 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи».

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

Составители: к.т.н., доц. Смелков В. К.,
к.т.н., доц. Томашева Р. Н.

Лабораторный практикум содержит методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Материаловедение», предусмотренных учебной программой для студентов специальности 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи», описывает методы и средства определения основных характеристик структуры и свойств материалов, применяемых в обувной и кожевенно-галантерейной промышленности.

Одобрено кафедрой конструирования и технологии изделий из кожи
УО «ВГТУ» « 24 » ноября 2011 г., протокол № 4 .

Рецензент: к.т.н., доц. Егорова Е. А.,
Редактор: к.т.н., доц. Линник А. И.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ» « 30 » 11 2011 г., протокол № 8 .

Ответственный за выпуск: Чумак В. М.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати _____ Формат _____ Уч.-изд. лист. _____
Печать ризографическая. Тираж _____ экз. Заказ _____ Цена _____

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г.

210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ	6
2 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ КОЖЕВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ	9
2.1 Лабораторная работа № 1. Динамометрия. Изучение механических свойств кож при растяжении	9
2.2 Лабораторная работа № 2. Определение проницаемости кож	19
2.3 Лабораторная работа № 3. Определение проницаемости жидкостей через кожи	26
2.4 Лабораторная работа № 4. Определение гигроскопических характеристик кожи	29
2.5 Лабораторная работа № 5. Определение плотности и пористости кож	32
2.6 Лабораторная работа № 6. Определение температуры сваривания и гигротермической устойчивости кож	35
2.7 Лабораторная работа № 7. Определение механических свойств кож при многократном растяжении	40
2.8 Лабораторная работа № 8. Изучение пороков и сортировка кож	44
3 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	53
3.1 Лабораторная работа № 9. Определение структурных характеристик тканей	53
3.2 Лабораторная работа № 10. Определение структурных характеристик трикотажных полотен	62
3.3 Лабораторная работа № 11. Определение разрывных характеристик и коэффициента поперечного сокращения тканей	71
3.4 Лабораторная работа № 12. Определение гигроскопичности, капиллярности и усадки тканей	76
3.5 Лабораторная работа № 13. Определение стойкости тканей к истиранию	79
4 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ	84
4.1 Лабораторная работа № 14. Определение показателей механических свойств обувных картонов	84

4.2 Лабораторная работа № 15. Определение плотности, намо- каемости, набухаемости, изменения линейных размеров картонов по- сле увлажнения и сушки	89
4.3 Лабораторная работа № 16. Определение механических свойств обувных резин при растяжении	93
4.4 Лабораторная работа № 17. Определение сопротивления ис- тиранию и твердости резин	97
4.5 Лабораторная работа № 18. Изучение анизотропии механи- ческих свойств искусственных и синтетических кож	105
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	110

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум разработан в соответствии с учебной программой курса «Материаловедение» для высших учебных заведений для студентов специальности 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи».

Назначение практикума – оказание методической помощи студентам в теоретическом и практическом 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 обувной и кожевенно-галантерейной 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 четырех 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 свойств кожевенных материалов для обуви и кожгалантерейных изделий. В лабораторных работах изложены методики определения основных характеристик механических и физических свойств натуральных кож, описано применяемое для этих целей оборудование, рассмотрены вопросы определения термостойкости кож и оценки их сортности.

Третий раздел содержит работы по изучению структурных характеристик текстильных материалов для обуви, определению их физико-механических свойств и сопротивления истиранию.

В четвертом разделе рассмотрены методы испытания и оценки качества искусственных и синтетических материалов, применяемых в обувной промышленности: искусственных и синтетических кож, картонов, полимерных материалов для низа обуви. Приведены работы по определению анизотропии механических свойств материалов, оценке их износостойкости, определению показателей физико-механических свойств при взаимодействии с влагой и др.

1 ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ

При проведении лабораторных испытаний необходимо соблюдать ряд правил, обеспечивающих 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 материалов, 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:

- Название работы.
- Цель работы – формулируется исходя из темы лабораторной работы. Цель работы должна быть сформулирована кратко и отражать сущность рассматриваемого вопроса.

- 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.

- 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.

- 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.

- 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 быстро движущимися 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 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ КОЖЕВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

2.1 Лабораторная работа № 1. Динамометрия. Изучение механических свойств кож при растяжении

Цель работы: изучить методику определения механических свойств кож при одноосном растяжении, ознакомиться с устройством разрывной машины, определить основные показатели механических свойств кожевенных материалов при одноосном растяжении.

Материалы и оборудование: образцы кожевенных 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 до разрыва и построить диаграмму их растяжения;
- 4) рассчитать полуцикловые характеристики механических свойств кожи;
- 5) провести одноцикловые испытания образцов и определить упруго-пластические свойства кожи;
- 6) сравнить данные, полученные при испытании образцов кожи, с данными справочной литературы. Сделать выводы.

Общие сведения о 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 – способ-

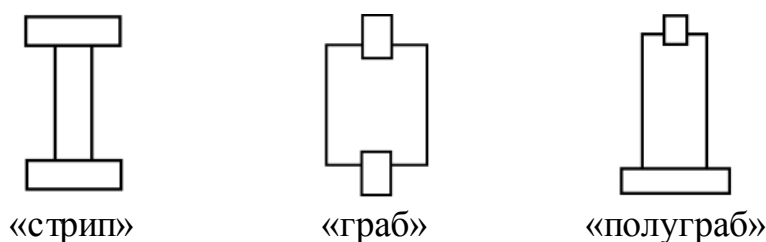
ность его сопротивляться разрушению, т. е. разрыву связей между элементами тела, приводящему к разделению на части. Поэтому изучение механических свойств материалов важно для оценки их качества и технологической пригодности.

Наиболее часто материалы испытывают на растяжение, так как в процессе производства изделия формуются 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, σ , МПа* – максимальное напряжение, предшествующее разрушению материала при разрыве:

$$\sigma = \frac{P_{раз}}{F_{cp}}, \quad (2.1)$$

где $P_{раз}$ – нагрузка при разрыве, Н; F_{cp} – средняя площадь поперечного сечения образца, мм², $F_{cp} = a \times h_{cp}$, а – 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 $l_{раб}$:

$$\Delta l_{раз} = l_{раз} - l_{раб}. \quad (2.2)$$

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

$$\varepsilon_{раз} = \frac{\Delta l_{раз}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (2.3)$$

где $\Delta l_{раз}$ – абсолютное удлинение образца при разрыве, мм;

$l_{раб}$ – длина рабочей части образца, мм.

Способность кожи к удлинению является основным технологическим критерием возможности её применения для изготовления обуви. Верх обуви из малорастяжимых кож плохо формуется. Верх обуви из сильно тягучих кож быстро теряет форму в процессе эксплуатации.

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

$$D = E_y \cdot F_{cp}, \quad (2.4)$$

где E_y – условный модуль упругости, Н/мм².

- *Условный модуль упругости, E_y , Н/мм²*, определяется по формуле

$$E_y = \frac{\sigma_y}{\varepsilon_y} \cdot 100, \quad (2.5)$$

где σ_y – условное напряжение, Н/мм²; ε_y – условная относительная деформация, %.

Для натуральных кож условный модуль упругости определяется при условном напряжении $\sigma_y = 10$ МПа. Чем выше у материала значения условного модуля упругости и жесткости, тем меньше его деформация.

- *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_ϕ , находящейся под кривой диаграммы растяжения (рисунок 2.1)

- *Условная работа разрыва*, A_y , Дж, – это такая работа, которая могла бы быть совершена, если бы от момента растяжения до разрыва образца кожи действовала сила, равная его прочности.

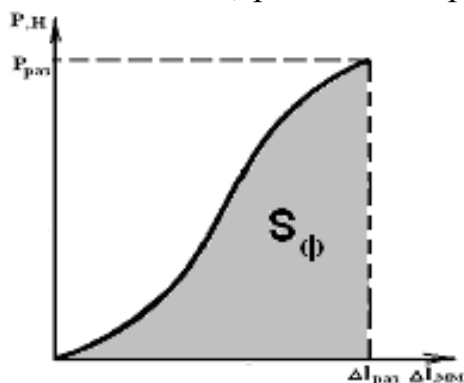


Рисунок 2.1 – Диаграмма растяжения материала

Определяется как произведение усилия при разрыве на удлинение материала:

$$A_y = P_{раз} \cdot \Delta l_{раз} . \quad (2.6)$$

- Коэффициент *полноты диаграммы растяжения*, η , характеризует сопротивляемость материала разрыву и определяется по формуле

$$\eta = \frac{A_{раз}}{A_y} . \quad (2.7)$$

Чем больше η , тем больше работа, совершаемая материалом при растяжении до разрыва.

При производстве изделия и его эксплуатации действие на его материал усилий, равных или больших, чем разрушающие, встречается крайне редко. В реальных условиях на материалы, из которых изготовлены изделия, действуют усилия, которые меньше разрушающих $P < P_{раз}$. 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:

- Полная деформация, $\varepsilon_{полн}$, %:

$$\varepsilon_{полн} = \frac{\Delta l_{полн}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (2.8)$$

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

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

$$\varepsilon_{ост} = \frac{\Delta l_{ост}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (2.9)$$

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.

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

$$\varepsilon_{упр} = \frac{\Delta l_{полн} - \Delta l_{ост}}{l_{раб}} \cdot 100. \quad (2.10)$$

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

- Пластичность, Π , % – характеризует способность материала принимать определенный размер после действия на материал внешней силы:

$$\Pi = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{полн}} \cdot 100, \quad (2.11)$$

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

- Упругость, U , % – характеризует способность материала восстанавливать исходные размеры (форму) после действия внешней силы:

$$U = 100 - \Pi. \quad (2.12)$$

Материалы для верха обуви должны обладать определенным сочетанием упругих и пластических свойств. Заготовки из пластичных, малоупругих материалов легко формуются, хорошо сохраняют приданную им в процессе формирования форму, но при последующей носке обуви также легко её теряют. Заготовки из упругих материалов после снятия обуви с колодки плохо сохраняют приданную им в процессе формирования форму.

Методика выполнения работы

Испытание кож на одноосное растяжение осуществляется в соответствии с ГОСТ 938.11 – 69 «Кожа. Метод испытания на растяжение» на разрывных машинах маятникового типа.

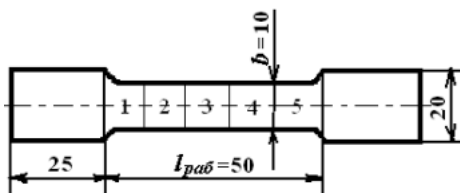
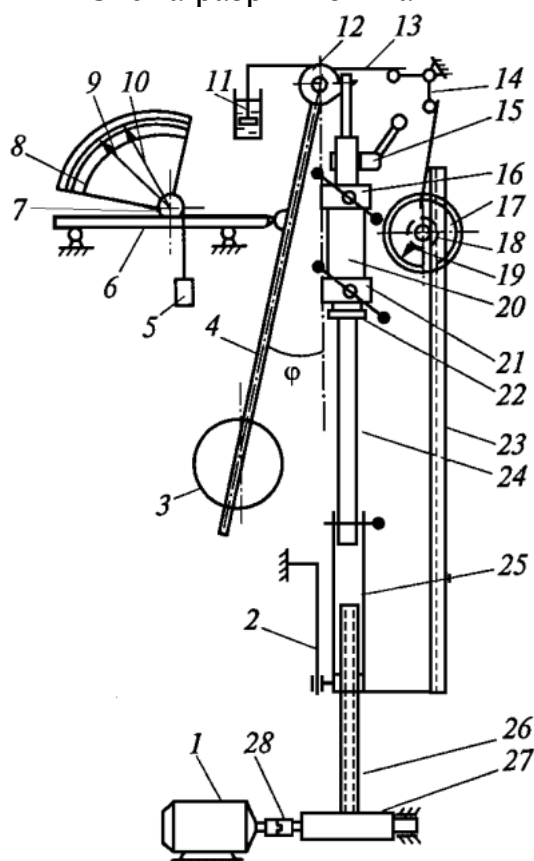


Рисунок 2.2– Форма и размеры образцов для испытания кож при одноосном растяжении

Для испытания готовят два образца кожи в форме двусторонней лопаточки с размерами рабочей зоны 50×10 мм (рисунок 2.2). 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 2.1.

•Устройство и принцип работы разрывной машины РТ-250

Схема разрывной машины РТ-250 представлена на рисунке 2.3.



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 2.3 – Схема разрывной машины РТ-250

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.

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, следова-

тельно, 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 ϕ . 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 кож

Первый образец 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 Δl . 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 2.1 и по полученным точкам строят диаграмму растяжения материала (рисунок 2.4).

По результатам испытания определяют следующие показатели механических свойств кож при растяжении:

- *предел прочности при растяжении*, σ , Н/мм², по формуле (2.1);

- *относительное удлинение при разрыве*, $\varepsilon_{раз}$, %, по формуле (2.3);

- *условный модуль упругости*, E_y , Н/мм², по формуле (2.5);

- *жесткость*, D , Н, по формуле (2.4).

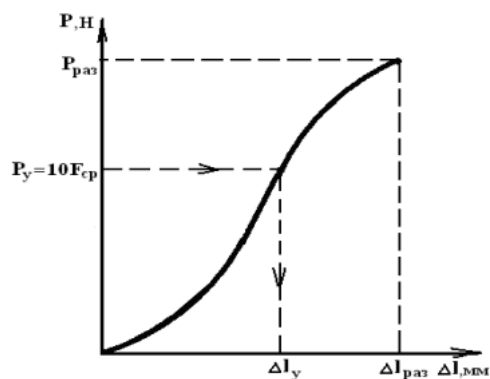


Рисунок 2.4 – График растяжения материала

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 2.1 определяется значение условной нагрузки P_y , Н, а затем по графику растяжения образца (рисунок 2.4) определяется соответствующее данной условной нагрузке значение условного абсолютного удлинения Δl_y , мм.

$$\sigma_y = 10 = \frac{P_y}{F_{cp}} ; \text{ тогда } P_y = 10 \cdot F_{cp} .$$

Рассчитывается условная относительная деформация образца по формуле

$$\varepsilon_y = \frac{\Delta l_y}{l_{\text{раб}}} \cdot 100. \quad (2.13)$$

Используя полученные зависимости $P = f(\Delta l)$, определяют значения условной и абсолютной работы разрыва, а также коэффициент полноты диаграммы растяжения по формулам (2.6) – (2.7). При определении данных характеристик учитывается следующее соотношение физических единиц: 1 Дж = 1 Н·1 м.

Результаты расчетов показателей механических свойств кож заносят в таблицу 2.2.

• **Определение одноцикловых характеристик механических свойств кож**

Остаточная и упругая деформация натуральных кож определяется при напряжении $\sigma_y = 10$ МПа. Для этого второй образец кожи растягивают на разрывной машине до условной нагрузки $P_y = 10 F_{\text{ср}}$. Разрывную машину останавливают, фиксируют значение абсолютного полного удлинения образца по шкале удлинений $\Delta l_{\text{полн}}$ 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 $l_{\text{ост}}$, мм, и вычисляют остаточную деформацию материала по формуле 2.9.

По формулам 2.8, 2.10, 2.11, 2.12 рассчитывают значения полной, упругой деформации, пластичности и упругости материала. Результаты расчетов заносят в таблицу 2.2.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 2.1 – Результаты испытания образцов

Наименование материала	Толщина h , мм, в точке					Средняя толщина образца, $h_{\text{ср}}$, мм	Площадь поперечного сечения образца, $F_{\text{ср}}$, мм ²	Данные для построения диаграммы растяжения		Удлинение при напряжении 10 МПа, $\Delta l_{\text{полн}}$, мм	Остаточное удлинение, $\Delta l_{\text{ост}}$, мм
	1	2	3	4	5			нагрузка, P , Н	удлинение, Δl , мм		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
								25	...		
								50	...		
								75	...		
								...	...		
								$P_{\text{раз}}$	$\Delta l_{\text{раз}}$		

Таблица 2.2 – Показатели механических свойств натуральных кож

Наименование материала	Предел прочности при растяжен. σ , Н/мм ²	Относительное удлинение при разрыве, $\varepsilon_{раз}$, %	Условный модуль упругости, E_y , Н/мм ²	Жесткость, D , Н	Абсолютная работа разрыва, $A_{раз}$, Дж	Условная работа разрыва, A_y , Дж	Коэффициент полноты диаграммы растяжения, η	Полная деформация, $\varepsilon_{полн}$, %	Остаточная деформация, $\varepsilon_{ост}$, %	Упругая деформация, $\varepsilon_{упр}$, %	Пластичность, P , %	Упругость, Y , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

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. Из каких деформаций состоит общая деформация при растяжении образца?
5. Что такое «пластичность», как она вычисляется?
6. Почему при расчете модуля упругости кож нельзя воспользоваться законом Гука?
7. Какие показатели механических свойств кожи определяются при одноосном растяжении с разрушением?
8. Какие показатели механических свойств кожи определяются при одноцикловых испытаниях?
9. Какие существуют способы испытания материалов в условиях одноосного растяжения?

2.2 Лабораторная работа № 2. Определение проницаемости кож

Цель работы: изучить методику определения показателей паропроницаемости, пароёмкости и воздухопроницаемости кож.

Материалы и оборудование: образцы кожевенных материалов, стаканчики, эксикатор с концентрированной серной кислотой, ножницы, весы, ёмкость для воды, прибор ПВЗ.

Задание для подготовки к лабораторной работе:

- 1) знать определения показателей паропроницаемости, пароёмкости, воздухопроницаемости и их значение при оценке гигиенических свойств 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.

Задание для выполнения лабораторной работы:

1) описать методику определения паропроницаемости, пароёмкости, воздухопроницаемости кож;

2) освоить навыки работы на приборе ПВЗ;

3) испытать подготовленные образцы на паропроницаемость, пароёмкость и воздухопроницаемость;

4) результаты работы оформить в табличной форме. Сравнить данные, полученные при испытании образцов кожи, с данными справочной литературы. Сделать выводы.

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, водопромокаемость и водопроницаемость, которые являются важнейшими характеристиками гигиенических свойств материалов и изделий.

Паропроницаемость характеризует способность материала пропускать пары воды через свою структуру.

Абсолютная паропроницаемость, Π_a , $\frac{i\tilde{a}}{\tilde{n}l^2 \cdot \div \tilde{a}\tilde{n}}$, определяется как количество пара, прошедшее через единицу площади материала в единицу времени:

$$\Pi_a = \frac{\Delta m}{S \cdot \tau}, \quad (2.14)$$

где Δm – масса паров воды, прошедших через материал, мг; S – рабочая площадь пробы материала, см^2 , $S = \pi r^2$; τ – время, час.

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 температура паровоздушной среды над и под пробой материала в течение опыта постоянны и равны $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. При неизотермических испытаниях температура паровоз-

душной среды над пробой материала меньше температуры паровоздушной среды под пробой материала, но в течение испытания разница температур поддерживается постоянной. Второй метод в большей степени приближен к условиям эксплуатации материала в обуви.

Для характеристики способности материалов пропускать пар применяют также показатель **относительная паропроницаемость, Π_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:

$$\Pi_o = \frac{\Delta m}{\Delta m_o} \cdot 100, \quad (2.15)$$

где Δm – масса паров воды, прошедших через материал, мг; Δm_o – масса паров воды, испарившейся с открытой поверхности за аналогичное время, мг.

Кожа, как и другие гидрофильные материалы, способна поглощать водяные пары. Это свойство называют **пароёмкостью**. Наличие у материалов способности взаимодействовать с влагой обеспечивает изделиям, имеющим закрытый объем (сапоги, ботинки и др.), достаточные гигиенические свойства даже в том случае, когда паропроницаемость материалов верха равна нулю (например, при использовании в качестве материала верха 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.

Пароёмкость, **Π_v , %**, определяют как отношение привеса влаги, поглощенной образцом, к массе образца, выдержанного в нормальных условиях:

$$\Pi_v = \frac{m_3 - m}{m} \cdot 100, \quad (2.16)$$

где m – масса образца материала до испытания, мг;

m_3 – масса образца материала после испытания, мг.

Воздухопроницаемость – способность материала пропускать воздух при условии создания перепада давления воздуха по обе стороны испытываемой пробы. Воздухопроницаемость, **B , см³/см²·ч**, характеризует объем воздуха, прошедшего через единицу площади образца за единицу времени:

$$\hat{A} = \frac{V}{S \cdot \tau}, \quad (2.17)$$

где V – объем воздуха, прошедшего через образец материала за время испытания, см³; S – рабочая площадь образца, см²; τ – продолжительность

испытания, ч.

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 паропроницаемости*

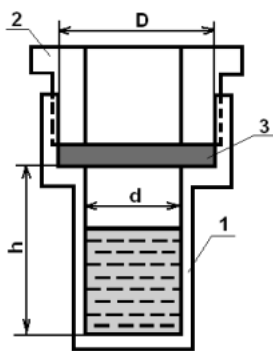


Рисунок 2.5 – Схема стаканчика для определения паропроницаемости

Определение паропроницаемости при изотермических условиях осуществляется при помощи специальных металлических стаканчиков (рис. 2.5), 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 45 мм, диаметр d – 36 мм, а диаметр образца D – 55 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 паропроницаемости в стаканчик заливают воду на высоту 30 мм от дна. Из кожи выкраивают образец диаметром 55 мм, кладут его в стаканчик бахтармянной 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 эксикатора и вторично взвешивают, измеряя его массу m_2 , мг. Результаты измерений заносят в таблицу 2.3.

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

$$\Delta m = m_1 - m_2.$$

По формуле (2.14) вычисляют 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:

$$\Delta m_0 = m_3 - m_4,$$

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 (2.15). Результаты расчетов заносят в таблицу 2.3

• Определение пароёмкости

Для определения пароёмкости образец кожи диаметром 55 мм взвешивают на аналитических весах и определяют его массу m , мг. Затем образец кладут в стаканчик лицевой стороной вверх (рисунок 2.5), 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 ± 3 °С в течение 2 ч. После этого образец вынимают из стаканчика и снова взвешивают (масса m_5 , мг). Результаты измерений заносят в таблицу 2.4.

По формуле (2.16) рассчитывают значение пароёмкости.

• Определение воздухопроницаемости

Для определения воздухопроницаемости используются образцы круглой формы диаметром 55 мм. Испытание осуществляется на приборе ПВЗ, работающему 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 (рисунок 2.6) 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.

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

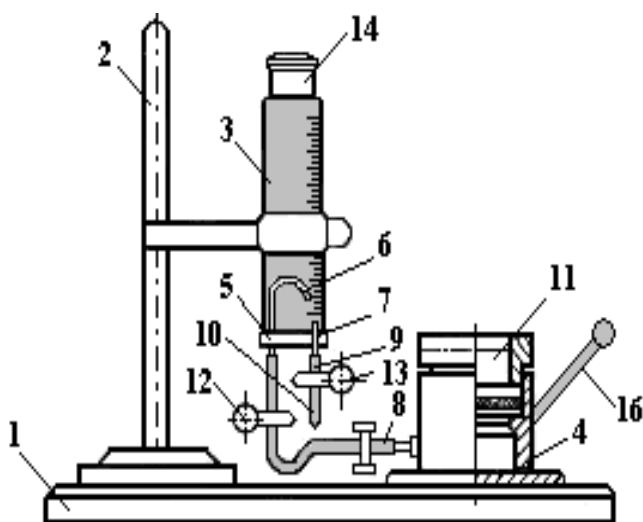


Рисунок 2.6 – Схема прибора ПВЗ для определения воздухопроницаемости кож

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 см²) 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 см³ 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 , см³/см²·ч, определяют по формуле

$$B = \frac{V}{S \cdot (t_1 - t_0)}, \quad (2.18)$$

где t_1 – время, затраченное на прохождение через образец 100 см^3 воздуха, с; t_0 – время истечения 100 мл воды без образца, с.

При $V = 100 \text{ см}^3$ и $S = 10 \text{ см}^2$ формула (2.18) примет вид:

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

Результаты испытания заносятся в таблицу 2.4.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 2.3 – 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, $P_o, \%$
		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 2.4 – Определение пароемкости и воздухопроницаемости кож

Наименование материала	Масса образца, мг		Пароемкость $P_v, \%$	Время прохождения 100 см^3 воздуха, с		Воздухопроницаемость, $B, \text{см}^3/\text{см}^2 \cdot \text{ч}$
	до испытания, m	после испытания, m_5		через образец, t_1	без образца, t_0	
1	2	3	4	5	6	7

Вопросы для самоподготовки

1. Каков принцип работы прибора для определения воздухопроницаемости?
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?

2.3 Лабораторная работа № 3. Определение проницаемости жидкостей через кожи

Цель работы: изучить методику определения показателей водопроницаемости и водопромокаемости кож.

Материалы и оборудование: образцы кож, ножницы, прибор ПВС-2.

Задание для подготовки к лабораторной работе:

1) знать определения показателей водопромокаемости и водопроницаемости 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.

Задание для выполнения лабораторной работы:

1) описать методику определения водопромокаемости и водопроницаемости кож;

2) освоить навыки работы на приборе ПВС-2;

3) испытать образцы кож на водопромокаемость и водопроницаемость, определить значения показателей. Сделать выводы.

Общие сведения о проницаемости жидкостей через материалы

Материалы при эксплуатации обуви могут вступать во взаимодействие с различными жидкостями: водой, растворителями и др.

Способность материалов к пропусканию воды в условиях одностороннего соприкосновения с ней характеризуется следующими показателями: водопроницаемостью и водопромокаемостью.

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

$$B_{м} = \tau_1 - \tau_0, \quad (2.19)$$

где τ_0 и τ_1 – время начала и окончания испытания.

Водопроницаемость, $B_{ин}$, мл/см²·ч, характеризует способность влажного материала пропускать воду и определяется как объем воды, прошедший через единицу площади материала в единицу времени:

$$\hat{A}_{и} = \frac{V}{S \cdot \tau}. \quad (2.20)$$

Основное влияние на водопромокаемость 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.

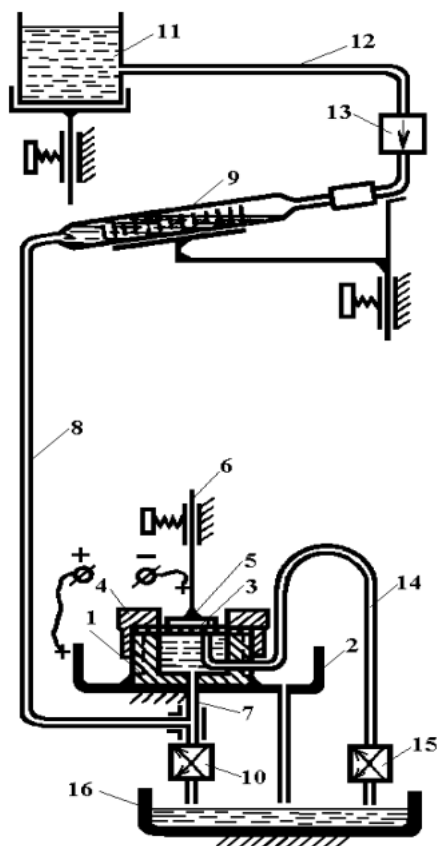
Отличительной особенностью является то, что при определении водопромокаемости пробы материалов испытываются в воздушно-сухом состоянии. Определение водопроницаемости осуществляется после выдерживания проб в воде в течение определенного времени с целью удаления воздуха из межструктурного пространства,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

Методика выполнения работы

Определение водопромокаемости 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. Камеры имеют крышку 4 с внутренним диаметром 35,6 мм (что соответствует рабочей площади образца 10 см^2), 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.

Рисунок 2.7 – Схема прибора ПВС-2

• *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 заворачивают 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 загорается 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 заворачивают 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 тече-

ние 1 ч, после чего отмечают с точностью до 0,05 мл уровень воды в трубке и время.

По формулам 2.19 и 2.20 определяют значения водопромокаемости и водопроницаемости кож.

Вопросы для самоподготовки

1. Что называется «водопромокаемостью» и каким показателем описывается данное свойство кожи?

2. Чем «водопроницаемость» отличается от «водопромокаемости»? Как определяется данный показатель?

3. На каком принципе работает прибор ПВС-2?

4. От каких факторов зависят показатели водопроницаемости и водопромокаемости натуральных кож?

2.4 Лабораторная работа № 4. Определение гигроскопических характеристик кож

Цель работы: изучить методику определения гигроскопических характеристик кожи: гигроскопичности, намокаемости и влагоемкости.

Материалы и оборудование: образцы кож, ножницы, эксикатор с водой, весы электронные.

Задание для подготовки к лабораторной работе:

1) знать определения показателей гигроскопичности, намокаемости и влагоемкости;

2) изучить методику определения указанных показателей.

Задание для выполнения лабораторной работы:

1) описать методику определения гигроскопичности, намокаемости и влагоемкости кож;

2) испытать образцы кож и определить значения показателей гигроскопичности, намокаемости и влагоемкости;

3) 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 материа-

ла составляет влага, содержащаяся в нем при фактической влажности воздуха):

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

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 %.

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

$$G = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad (2.22)$$

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

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:

$$H = \frac{m_2 - m}{m} \cdot 100, \quad (2.23)$$

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

Намокаемость при 2-х часовом нахождении в воде составляет для кож – 30 ÷ 40 %, при 24-х 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-х или 24-х часов к абсолютно сухой массе материала, выраженное в процентах:

$$B_{\bar{e}} = \frac{m_2 - m_0}{m_0} \cdot 100. \quad (2.24)$$

Таким образом, при расчете намокаемости учитывается только влага, поглощенная материалом при погружении его в воду, а при расчете влагоем-

кости – вся влага, которая установилась в образце после пребывания в воде (влага из окружающей среды + влага из воды). Учитывая это

$$B_{\varepsilon} > H$$

Между влагоёмкостью и намокаемостью существует следующая зависимость:

$$B_{\varepsilon} = \frac{H + W}{100 - W} . \quad (2.25)$$

Влагоотдача, B_0 , %, характеризует десорбционную способность материала и определяется количеством влаги, отданной в среду с пониженной влажностью воздуха материалом, имевшим гигроскопическую влажность.

Влажность, гигроскопичность, намокаемость и влагоёмкость материалов зависят от наличия в полимерном веществе материала гидроксильных групп, присутствия в материале вводимых гидрофобных (жирующих) 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 (2.22). Результаты испытания заносятся в таблицу 2.5.

• *Определение влагоёмкости и намокаемости.*

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 2.5. Намокаемость определяют по формуле (2.23). Влагоёмкость определяется по формуле (2.24).

Абсолютно сухая масса образца m_0 определяется расчетным путём по формуле

$$m_0 = \frac{m \cdot (100 - W)}{100} , \quad (2.26)$$

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

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 2.5 – Определение гигроскопичности, намокаемости и влагоемкости материалов

Наименование материала	Масса образца, мг				Гигроскопичность, G , %	Намокаемость, H , %	Влагоемкость, B_g , %
	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

Вопросы для самоподготовки

1. Что называют «гигроскопичностью»?
2. Чем отличается показатель «влажность» от показателя «гигроскопичность»?
3. Что такое «намокаемость» и «влагоемкость», чем они отличаются и как определяются?
4. Значение какого показателя больше: влагоемкости 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?

2.5 Лабораторная работа № 5. Определение плотности и пористости кож

Цель работы: изучить методику определения пористости, истинной и кажущейся плотности 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/см².

Для пористых материалов различают истинную и кажущуюся плотность.

Истинной плотностью, $\rho_{ист}$ г/см³, называют отношение массы материала к объему его плотного вещества, т. е. без объема пор:

$$\rho_{\text{ист}} = \frac{m}{V_{\text{ист}}}, \quad (2.27)$$

где $V_{\text{каж}}$ – кажущийся объем материала, см³; m – масса материала, мг.

Кажущейся плотностью $\rho_{\text{каж}}$ г/см³, называют отношение массы образца к его полному объему, включая объем пор:

$$\rho_{\text{каж}} = \frac{m}{V_{\text{каж}}}, \quad (2.28)$$

где $V_{\text{ист}}$ – истинный объем материала, см³.

Кажущаяся плотность всегда ниже истинной, а кажущийся объем больше истинного: $\rho_{\text{ист}} > \rho_{\text{каж}}$, $V_{\text{каж}} > V_{\text{ист}}$

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, P , %, определяется как отношение объема пор к полному объёму кожи:

$$P = \frac{V_{\text{пор}}}{V_{\text{каж}}} \cdot 100 = \frac{V_{\text{каж}} - V_{\text{ист}}}{V_{\text{каж}}} \cdot 100, \quad (2.29)$$

где $V_{\text{пор}}$ – объем пор, см³.

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 на-

личии 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 V_0 , принимаемого за нулевое значение (рисунок 2.8).

Образец измельчают на мелкие кусочки 2 и высыпают в пробирку. Фиксируют уровень керосина в пробирке V_1 после погружения в него материала. Разница в уровнях керосина до и после погружения в него материала характеризует кажущийся объем погруженного материала:

$$V_{\text{каж}} = V_1 - V_0. \quad (2.30)$$

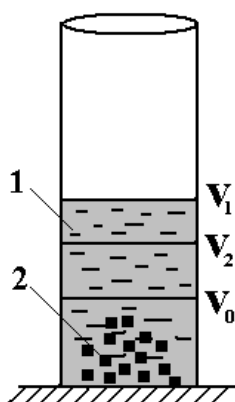


Рисунок 2.8 – Схема проведения испытания

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 – V_2 . Объем пор определяют как:

$$V_{\text{пор}} = V_1 - V_2. \quad (2.31)$$

Истинный объем материала определяется как разница объемов:

$$V_{\text{ист}} = V_2 - V_0 \quad (2.32)$$

На основании полученных данных рассчитывают значения истинной и кажущейся плотности кожи по формулам (2.27), (2.28) и определяют пористость материала по формуле (2.29).

Результаты испытания заносятся в таблицу 2.6.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 2.6 – Определение плотности и пористости кож

Наименование материала	Масса материала, мг m	Уровень керосина в пробирке, см ²			Истинная плотность, $\rho_{\text{ист}}$, г/см ³	Кажущаяся плотность, $\rho_{\text{каж}}$, г/см ³	Пористость, P , %
		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?

2.6 Лабораторная работа № 6. Определение температуры сваривания и гигротермической устойчивости кож

Цель работы: изучить методику определения температуры сваривания и гигротермической устойчивости 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 повышенной 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°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 голя.

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, напри-

мер, 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 2.9.

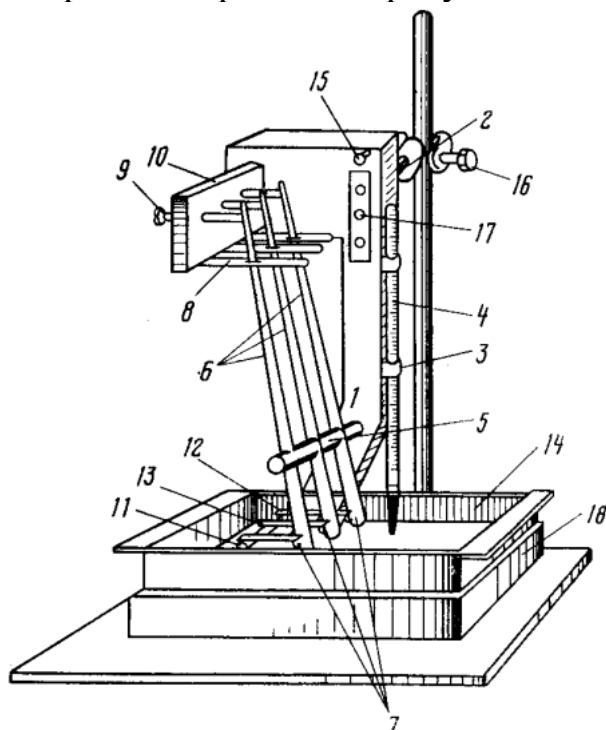


Рисунок 2.9 – Прибор для определения температуры сваривания кожи

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. 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 зажигается, 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°C и кожи, увлажненной при нормальных условиях.

Методика выполнения работы

• *Определение температуры сваривания*

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

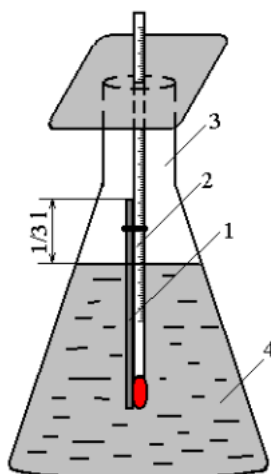


Рисунок 2.10 – Приспособление для проведения испытания

Затем поочередно закрепляют их в вертикальном положении на термометре 2 лицевой стороной наружу таким образом, чтобы нижний конец образца находился на уровне ртутного накопника термометра (рисунок 2.10). 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 2.7. По результатам трех испытаний определяют среднюю температуру сваривания исследуемого вида кожи. Если температура сваривания образцов кожи превышает 100°C , делается вывод о достаточно высокой термостойкости исследуемого вида кожи.

Добавление в воду глицерина позволяет повысить температуру кипения жидкости до 130°C и обеспечить получение более точных результатов эксперимента.

• *Определение гигротермической устойчивости кож*

Для определения гигротермической устойчивости подготавливают два образца кожи в форме двусторонней лопаточки (рисунок 2.2), отмечают рабочую длину образца, толщину и определяют среднюю площадь поперечного сечения образца.

Образец № 1 замачивают в воде при нормальных условиях в течение 2-х часов, после чего его извлекают, снимают излишек влаги с поверхности

фильтровальной бумагой и испытывают на разрывной машине. Определяют прочность образца, $\sigma_{м.х.}$, Н/мм², по формуле

$$\sigma_{i.\delta} = \frac{D_{\delta\delta\zeta}^{i.\delta}}{F_{\delta\delta}}, \quad (2.33)$$

где $D_{\delta\delta\zeta}^{i.\delta}$ – нагрузка при разрыве образца кожи, увлажненного в нормальных условиях, Н; $F_{\delta\delta}$ – средняя площадь поперечного сечения образца, мм².

Образец № 2 замачивают в воде, предварительно нагретой до 60 °С, и помещают в термостат на 2 ч. По истечении данного времени образец достают из эксикатора, снимают излишек влаги с поверхности фильтровальной бумагой и испытывают на разрывной машине. Определяют прочность образца, $\sigma_{м.г.}$, Н/мм², по формуле

$$\sigma_{i.\delta} = \frac{D_{\delta\delta\zeta}^{i.\delta}}{F_{\delta\delta}}, \quad (2.34)$$

где $D_{\delta\delta\zeta}^{i.\delta}$ – нагрузка при разрыве образца кожи, увлажненного при повышенной температуре, Н.

Гигротермическую устойчивость, G_y , %, определяют по формуле

$$\tilde{A}_{\delta} = \frac{\sigma_{i.\delta}}{\sigma_{i.\delta}} \cdot 100. \quad (2.35)$$

Результаты испытания заносятся в таблицу 2.7.

Сделать выводы о термостойкости исследованных видов кож.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 2.7 – Определение 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 ²		Гигротермическая устойчивость, G_y , %
	№ 1	№ 2	№ 3	ср.	увлажненного при н.у. $D_{\delta\delta\zeta}^{i.\delta}$	увлажненного при 60 °С $D_{\delta\delta\zeta}^{i.\delta}$	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?

2.7 Лабораторная работа № 7. Определение механических свойств кож при многократном растяжении

Цель работы: изучить характеристики механических свойств кожи 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 кож, 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 кож при многократном растяжении;
- 2) провести многоцикловые испытания образцов и определить механические свойства кожи 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».

Многократное 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:

$$U_{\text{ц}} = P_{\text{ц}} / P, \quad (2.36)$$

где $P_{\text{ц}}$, P – 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:

$$\varepsilon_{\text{инд.д}} = \frac{\Delta l_{\text{инд.д}}}{l_{\text{дд}}} \cdot 100, \quad (2.37)$$

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 (σ или ε).

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 (рисунок 2.11). 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 (рисунок 2.12).

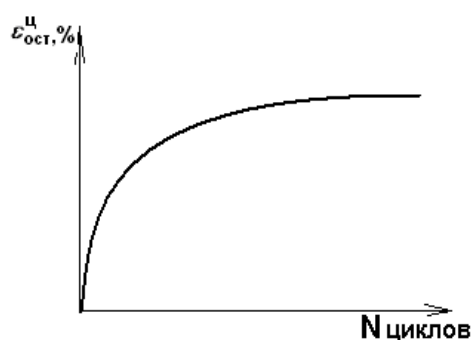


Рисунок 2.11 – Кривая накопления остаточной циклической деформации материалов

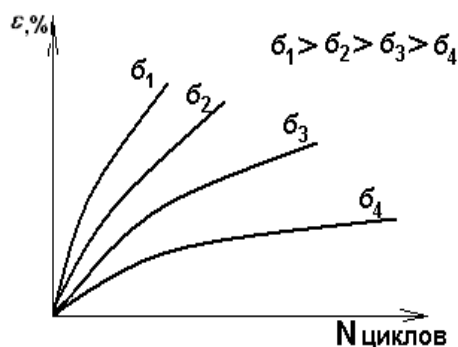


Рисунок 2.12 – Кривые зависимости $\varepsilon = f(N)$ при различных значениях действующего напряжения σ

Методика выполнения работы

В ходе выполнения лабораторной работы образцы подвергаются многоцикловогому 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 (рисунок 2.2), отмечают рабочую длину образца, толщину и определяют среднюю площадь поперечного сечения образца.

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 2.36.

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 2.8.

Определяют значения прочности σ_i и пластичности Π_i материала в каждом цикле испытания по формулам

$$\sigma_i = \frac{P_i}{F_{\text{ср}}}, \quad (2.38)$$

где P_i – нагрузка в i -ом цикле нагружения, Н; $F_{\text{ср}}$ – средняя площадь поперечного сечения образца, мм².

$$\dot{\epsilon}_i = \frac{\epsilon_{\text{ост.ц.}}^i}{\epsilon_{\text{полн.ц.}}^i} \cdot 100, \quad (2.39)$$

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

Результаты расчетов заносятся в таблицу 2.8. По результатам испытания строятся циклограмма нагружения образца (рисунок 2.13) и график зависимости пластичности материалов от величины прикладываемой нагрузки (рисунок 2.14). 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 2.8 – Результаты испытания материалов при многоцикловом растяжении

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

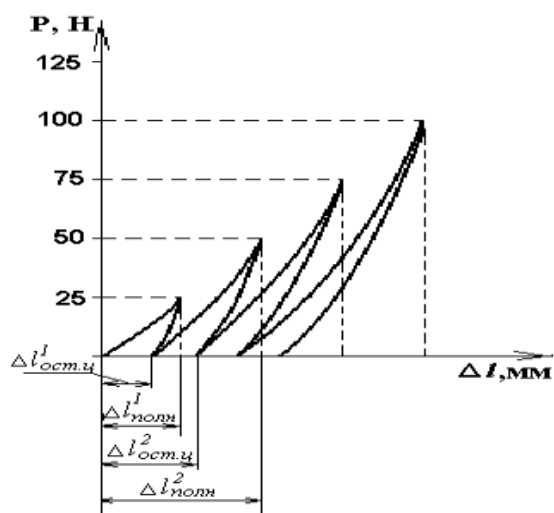


Рисунок 2.13 – Циклограмма нагружения образцов

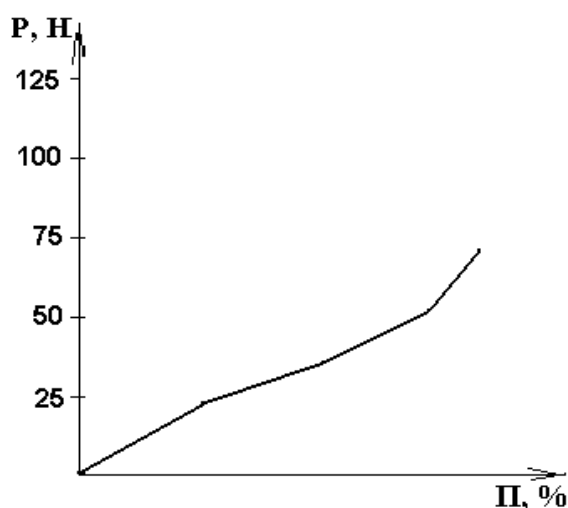


Рисунок 2.14 – График зависимости пластичности от величины нагрузки

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?

2.8 Лабораторная работа № 8. 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 об 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 пороки 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 мороженных 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 бахтармьяной 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;

свищи – 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;

тощесть – 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 мездриной 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 не-

правильного 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 толстых 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 90^0 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 зольении старыми растворами, при чрезмерном мягчении, 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 голья;

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 пятна. При золении в результате реакции сульфида натрия с остатками крови появляются синие пятна. При длительной пролежке голяя после золения 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 бахтармянного спилка – к I – III 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 бахтармянного спилка – по ГОСТ 1838 – 83. В государственных стандартах даны характеристики, система оценки и определение пороков, а также разделение их на классы.

Пороки, встречающиеся в кожах различного назначения, делят на четыре 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: во-

ротистость, заполистость, слепая и неровная нарезка искусственной мереи и т. д.;

IV – общего характера, абсолютно недопустимые в деталях и характеризующие низкое качество всей кожи: жесткость, общий непродуб, общая садка, отдушистость чепрака на площади, превышающей 50 % и др. Кожи с такими пороками не подлежат сдаче-приемке.

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 $\sum Q_{nl}$, дм^2 ;
- длину всех линейных пороков L , см, и перевести в площадь Q_l , дм^2 , по формуле

$$\sum Q_l = \sum L \cdot 0,03; \quad (2.40)$$

- величину всех неизмеряемых пороков Q_n перевести в общую площадь всех пороков.

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 2.9.

Полезную площадь кожи в процентах вычисляют по формуле

$$Q_{пол} = 100 - \left[\left(\frac{\sum Q_{nl} + 0,03 \sum L}{S} \cdot 100 + \sum Q_n \right) \right], \quad (2.41)$$

где Q_{nl} – 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 ; $\sum Q_n$ – общая оценка неизмеряемых пороков, %.

Таблица 2.9 – Неизмеряемые пороки и их оценка, %

Виды неизмеряемых пороков	Оценка порока в %
1	2
Кожи для низа обуви	
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
Юфть	
Местная садка лицевой поверхности и ломкость	
в одной точке	5
в двух точках	12
Заполистость	2
Кожа лаковая	
Местная жесткость	15
Местная садка лицевой поверхности и ломкость	12
Слабо выраженная жилистость, загрязненная бахтарма	2
Кожа для подкладки	
Местная садка лицевой поверхности и ломкость	
в одной точке	5
в двух точках	20
Тощесть	20
Неровная окраска, неровный натуральный цвет	15
Кожа хромового дубления	
Местная садка лицевой поверхности и ломкость	
в одной точке	5
в двух точках	25
Кожа из бахтармяного спилка	
Местная ломкость	
в одной точке	5
в двух точках	10

Сорт кожи в зависимости от полезной площади определяют в соответствии с таблицами 2.10, 2.11.

Таблица 2.10 – Полезная площадь, %, кож для верха и подкладки обуви

Сорт	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 2.11 – Полезная площадь, %, кож для низа обуви

Сорт	Чепраки, получепраки, рыбки	Целые кожи, полукожи, воротки, голы, 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

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 2.12.

Пороки, измеряемые по площади, вписывают в прямоугольники и измеряют их площадь в дм^2 . Измеряют длину линейных пороков в сантиметрах, определяют величину неизмеряемых пороков в процентах. Вычисляют полезную площадь кож в процентах по формуле (2.40). По данным табл. 2.10 и 2.11 определяют сорт кожи.

Результаты лабораторной работы сводятся в таблицу 2.12.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 2.12 – Определение пороков и сортности кож

Вид кожи, площадь, дм ²	Назва- ние по- рока	Характеристика порока (происхож- дение, причина порока)	Размер порока		Класс порока	Сорт кожи
			По пло- щади, 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?

3 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

3.1 Лабораторная работа № 9. Определение структурных характеристик тканей

Цель работы: изучение методов определения структурных характеристик 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) подсчитать плотность ткани по основе и утку, определить линейную плотность пряжи; рассчитать линейное и поверхностное заполнение 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 (рисунок 3.1).

Раппорт может обозначаться графически, в виде схемы переплетения 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.

• Ткани *полотняного* переплетения двусторонние, с однообразной гладкой поверхностью на лицевой и изнаночной сторонах, имеют самый маленький раппорт: $R_o = 2$ и $R_y = 2$ (рисунок 3.1). 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.

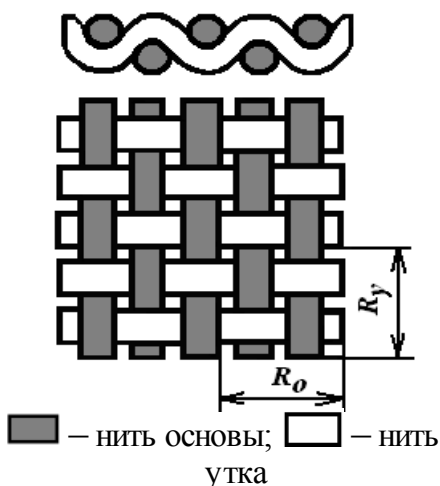


Рисунок 3.1 – Ткань полотняного переплетения

• *Саржевое* переплетение имеет в раппорте по основе и утку не менее 3-х 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 (рисунок 3.2). Саржа именуется основной, если на лице преобладают нити основы, и уточной – при преобладании нитей утка.

Ткани с саржевым переплетением имеют меньшую связь нитей основы и утка, чем ткани полотняного переплетения, поэтому они более подвижны и мягки. Саржевое переплетение используют при выработке подкладочных тканей, таких, как саржа, бумазея-корд, спецдиагональ.

- *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 3.3). Благодаря редким изгибам нитей основы и утка ткани атласного (сатинового) переплетения 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, прюнели, байки.

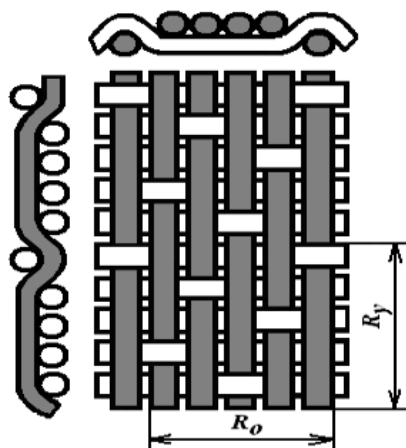
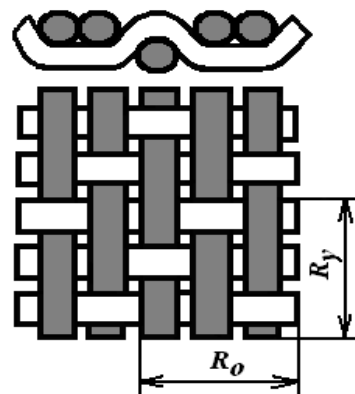


Рисунок 3.3 – Ткань атласного переплетения



■ – нить основы; □ – нить утка

Рисунок 3.2 – Ткань саржевого переплетения $\frac{1}{2}$

Ткани мелкоузорчатых переплетений подразделяются на два подкласса: производных переплетений и комбинированных переплетений.

- Ткани производных переплетений получаются 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 (рисунок 3.4 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 (рисунок 3.4 а). При этом на поверхности ткани образуется рубчик в поперечном или соответственно в продольном направлении.

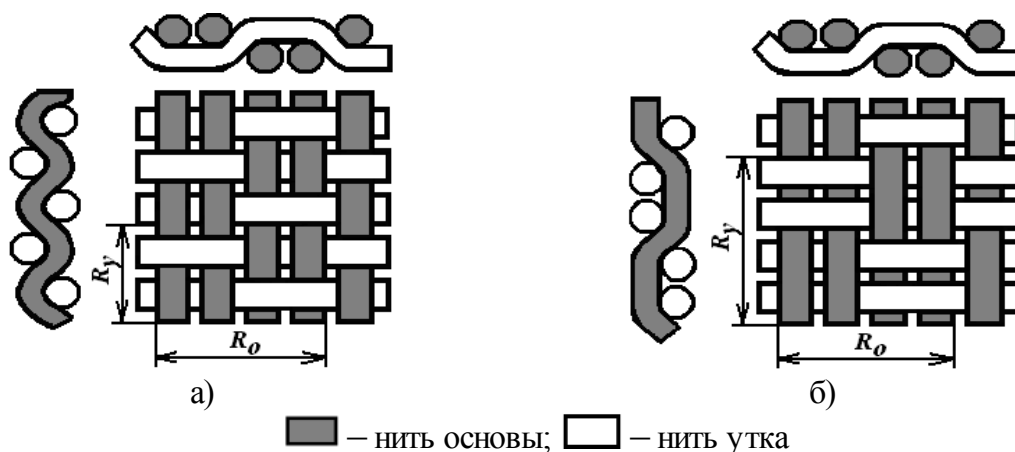


Рисунок 3.4 – Ткани мелкоузорчатого переплетения: а – репс основной, б – рогожка

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 квадратов или прямоугольных шашек (рисунок 3.4 б).

К тканям, образованным переплетениями, производными от саржевого, относятся усиленная саржа, сложная саржа, ломаная саржа и др.

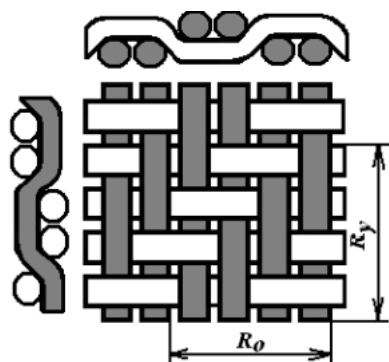


Рисунок 3.5 – Ткань переплетения основная усиленная саржа

Ткани переплетения *усиленная саржа* получаются при увеличении длины одиночных перекрытий саржи простого класса. По сравнению с простой усиленная саржа имеет более отчетливые и широкие диагональные полосы (рисунок 3.5). 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 рубчики 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:

$$T = \frac{m}{l}, \quad (3.1)$$

где m — масса нити, мг; l — длина нити, м.

Плотность ткани по основе (P_0) или утку (P_y) определяется числом нитей основы или утка на 100 мм.

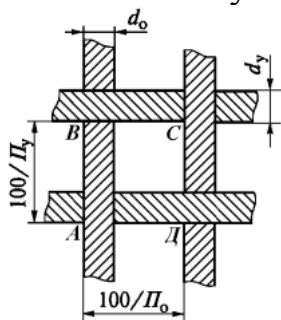
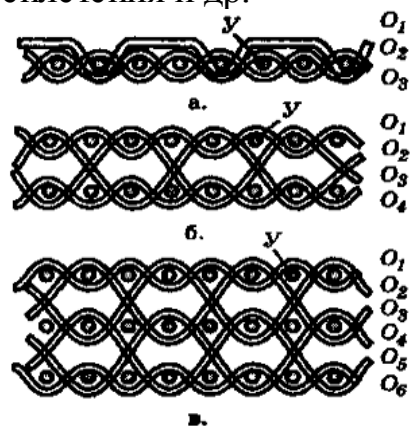


Рисунок 3.7 – Схема ячейки ткани



О — нить основы; У — нить утка

Рисунок 3.6 – Ткани сложных переплетений: а — полутораслойное; б — двухслойное; в — трехслойное

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 (рисунок 3.7), 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 Π_o или утка Π_y , расположенных на длине 100 мм, к максимально возможному числу нитей Π_{max} того же диаметра d , которые теоретически могут быть расположены без промежутков, сдвигов и смятий на аналогичной длине.

$$\Pi_{max} = \frac{100}{d}. \quad (3.2)$$

Расчетный диаметр нити определяется по формуле:

$$d = \frac{A \cdot \sqrt{T}}{31,6}, \quad (3.3)$$

где T – линейная плотность нитей основы или утка, текс; A – коэффициент, зависящий от вида волокна.

Тогда, линейное заполнение ткани рассчитывается по формулам

- по основе

$$E_o = \frac{d_o \cdot \ddot{I}_o}{100} \cdot 100 = d_o \cdot \ddot{I}_o = \frac{A \cdot \ddot{I}_o \cdot \sqrt{T_o}}{31,6}; \quad (3.4)$$

- по утку

$$E_y = \frac{d_y \cdot \ddot{I}_y}{100} \cdot 100 = d_y \cdot \ddot{I}_y = \frac{A \cdot \ddot{I}_y \cdot \sqrt{T_y}}{31,6}. \quad (3.5)$$

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 сплюсциваются, 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

$$E_s = E_o + E_y - 0,01 E_o E_y. \quad (3.6)$$

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 незакрашенной (рисунок 3.8).

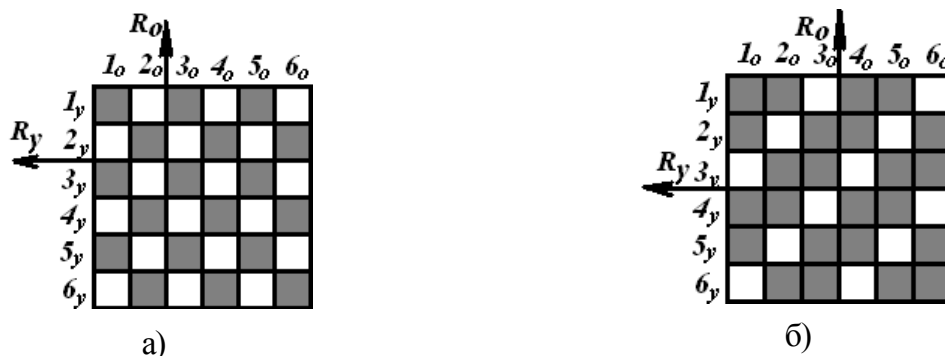


Рисунок 3.8 – Графическое изображение переплетений: а – полотняного; б – саржевого

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 3.1.

• **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 (рисунок 3.9 а, б), определяют суммарную массу нитей, находящихся в каждом пучке, а также их суммарную длину и рассчитывают линейную плотность по формуле 3.1. Результаты расчетов заносят в таблицу 3.1.

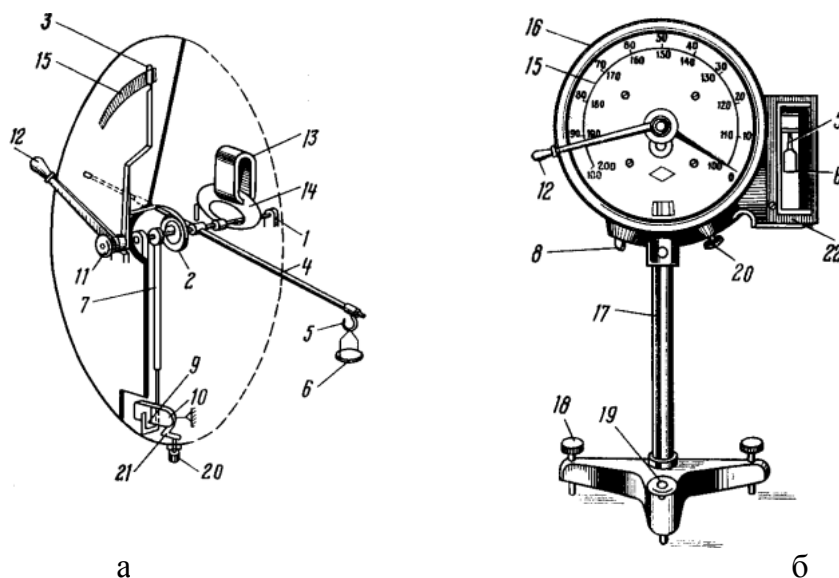


Рисунок 3.9 – Схема механизма (а) и общий вид (б) торсионных весов

Торсионные весы работают по принципу упругого сопротивления скручиванию спиральных пружин. На оси 1 (рисунок 3.9 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 (рисунок 3.9 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 3.4 и 3.5, поверхностное заполнение ткани определяется по формуле 3.6. Результаты расчетов заносятся в таблицу 3.1.

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 3.1 – 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

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?

3.2 Лабораторная работа № 10. 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 (рисунок 3.10 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 (рисунок 3.10 а, б) и закрытого (рисунок 3.10 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 поперечновязанные (кулинарные) и

основовязанные полотна. В поперечновязаном трикотаже (рисунок 3.10 г) все петли одного ряда образованы одной нитью, в основовязаном трикотаже (рисунок 3.10 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 игольницей, и двойные, которые вяжутся на двух игольницах.

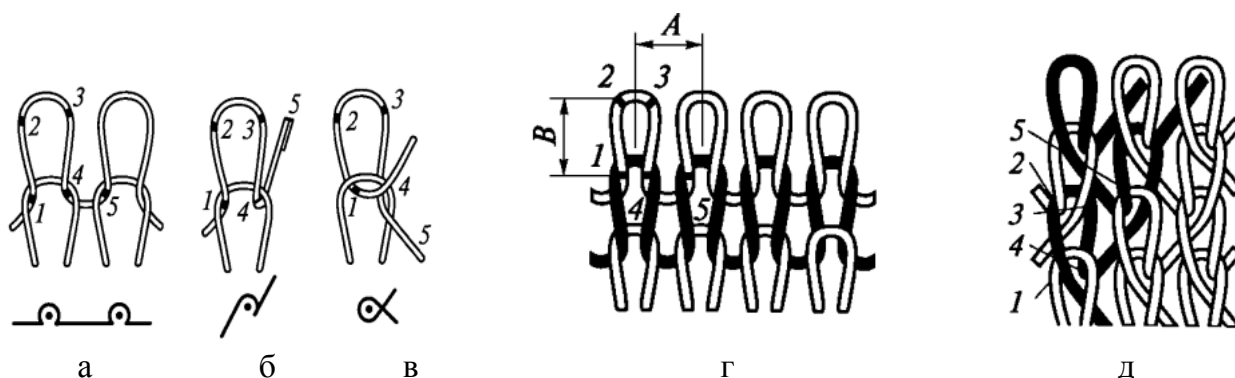


Рисунок 3.10 – Схема строения петель (а, б, в), поперечно-вязаного (г) и основовязаного (д) трикотажа

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 (рисунок 3.11 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 (рисунок 3.11 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 изнаноч-

ных (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.

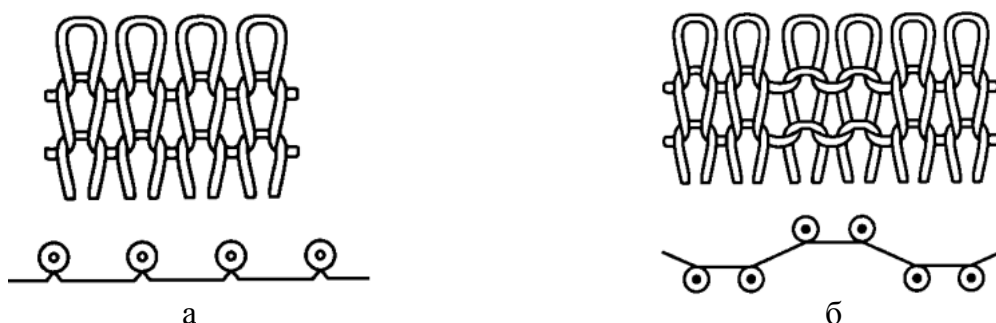


Рисунок 3.11 – Строение и графическая запись поперечновязанных переплетений главного класса: а – гладь; б – ластик

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 (рисунок 3.12 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 (рисунок 3.12 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 (рисунок 3.12 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.

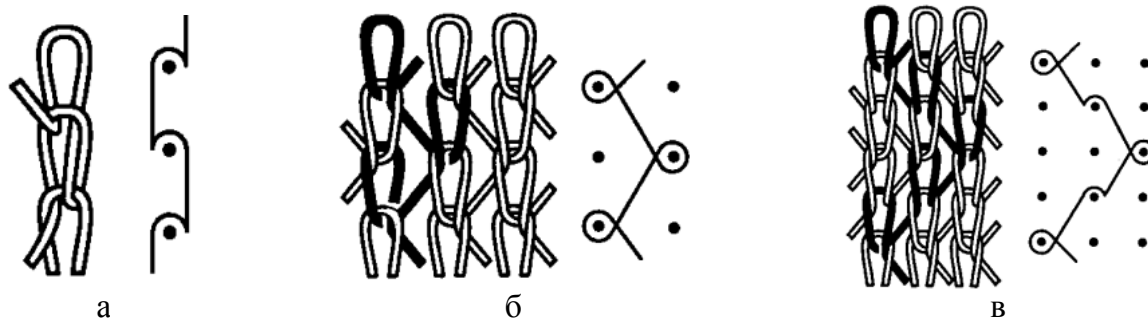


Рисунок 3.12 – Строение и графическая запись основовязанных переплетений: а – цепочка; б – трико; в – атлас

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 удлинненными 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* (рисунок 3.13 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 3.13 – Строение и графическая запись переплетений: а – двугладь; б – двуластик (интерлок)

В трикотаже переплетения *интерлок* сочетаются два ластика (рисунок 3.13 б). Петельные столбики одного из ластиков располагаются против пе-

тельных 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 ластика.

В полотнах переплетений сукно, шарме (производные трико) и атлас-сукно, атлас-шарме (производные атласа) (рисунок 3.14 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 ввязыванием дополнительных нитей. К ним относят футерованные, плюшевые, ажурные, жаккардовые переплетения.

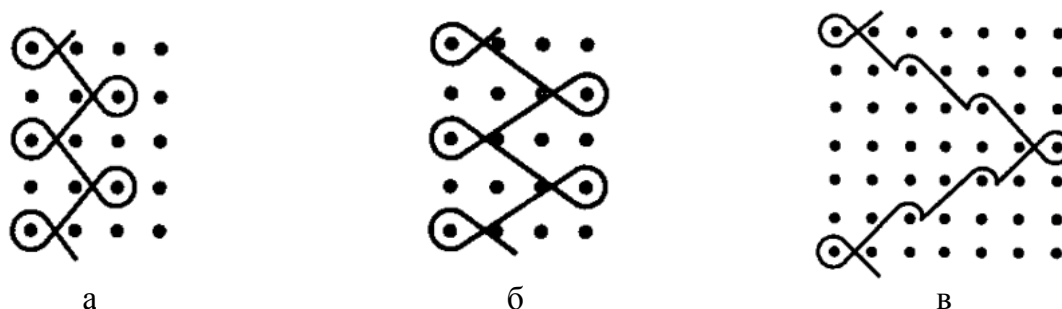


Рисунок 3.14 – Графическая запись производных переплетений:
а – сукна; б – шарме; в – атлас-сукна

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, проходящихся на 100 мм петельного ряда (плотность по горизонтали Π_2) и на 100 мм петельного столбика (плотность по вертикали Π_6).

Петельный шаг, A , мм, – расстояние между двумя соседними петельными столбиками. **Высота петельного ряда, B** , мм, – расстояние между двумя соседними петельными рядами (рисунок 3.10 г). Рассчитываются исходя из плотности участка по формулам

$$\hat{A} = \frac{100}{\ddot{I}_{\hat{a}}} ; \quad \hat{A} = \frac{100}{\ddot{I}_{\hat{a}}} . \quad (3.7)$$

Длина нити в петле, l_n , мм, определяется суммой длин нитей остова и протяжки.

Линейное заполнение, E , %, показывает, какая часть прямолинейного горизонтального E_z или вертикального E_v участка трикотажа занята нитями диаметра d :

$$\hat{A}_{\hat{a}} = \frac{100 \cdot 2d}{A} = 2d\ddot{I}_{\hat{a}} ; \quad \hat{A}_{\hat{a}} = \frac{100 \cdot d}{\hat{A}} = d\ddot{I}_{\hat{a}} . \quad (3.8)$$

Расчетный диаметр нити d , мм, определяется по формуле

$$d = 0,0357 \cdot \sqrt{\frac{\bar{O}}{\delta}} , \quad (3.9)$$

где T – линейная плотность нити, текс; δ – средняя плотность нити, значения которой приведены ниже.

Средняя плотность основных видов нитей δ , мг/мм³:

• 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:

$$\hat{A}_s = \frac{l_i \cdot d - 4d^2}{A \cdot B} \cdot 100 . \quad (3.10)$$

Объемное заполнение, E_v , %, характеризует отношение объема нитей ко всему объему трикотажа. Определяется по формуле

$$\hat{A}_v = \frac{\pi d^2 l_i 100}{4hAB} , \quad (3.11)$$

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 направлении. 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 (рисунок 3.15 а), располагая их в несколько рядов, а затем сверху соединяют их игольными дугами (рисунок 3.15 б). Рассматривая с помощью лупы положение остовов на образце, устанавливают порядок соединения петель и на бумаге соединяют петли протяжками (рисунок 3.15 в).

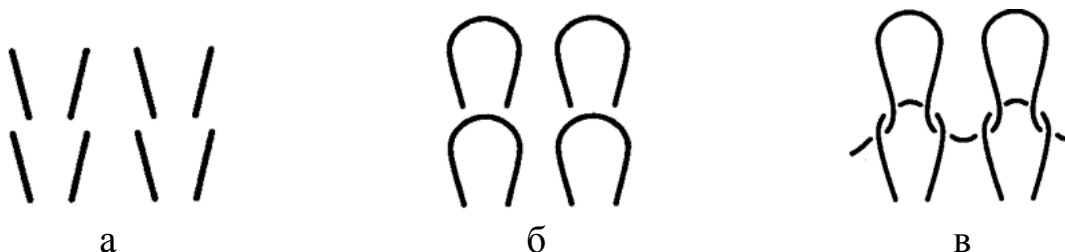


Рисунок 3.15 – Порядок зарисовки трикотажного переплетения:
а – петельные палочки; б – остовы; в – схема переплетения

График поперечновязаного трикотажа воспроизводит порядок образования одного петельного ряда (рисунок 3.11). При графической записи одинарного поперечновязаного 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 (рисунок 3.12, 3.14).

После графической записи трикотажного переплетения определяют его вид и раппорт.

• **Определение плотности вязания трикотажа**

Для определения плотности трикотажного полотна на образце размечают участок 100×100 мм. Плотность вязания трикотажа по вертикали P_v и горизонтали P_h 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 (3.7).

• **Определение длины нити в петле**

Для поперечновязаного 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

$$l_i = \frac{\sum_{i=1}^5 l_i}{5 \cdot 100}, \quad (3.12)$$

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 (3.8) – (3.11).

Линейная плотность нити определяется по формуле (3.1). 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 (3.9).

Результаты расчетов заносятся в таблицу 3.2.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Отчет по работе должен содержать схемы переплетений исследуемых образцов трикотажных полотен, расчет показателей структурных характеристик материалов.

Таблица 3.2 – 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

Продолжение таблицы 3.2

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?

3.3 Лабораторная работа № 11. 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, транспортир, линейка.

Задание для подготовки к лабораторной работе:

- 1) изучить методику определения и расчета разрывных характеристик 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

$$D_{\partial\ddot{a}} = \frac{D_{\partial\ddot{a}\zeta}}{\dot{I}_s \cdot b}, \quad (3.13)$$

где M_s – поверхностная плотность материала, г/м²; 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):

$$D_{\text{дàñ}} = \frac{D_{\text{дàñ}}}{n}, \quad (3.14)$$

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:

$$\varepsilon_{раз} = \frac{\Delta l_{раз}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (3.15)$$

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 (таблица 3.3).

При одноосном растяжении образца наблюдается уменьшение его поперечных размеров. Наиболее значительно уменьшаются размеры в середине пробы. Это свойство материалов оценивают коэффициентом поперечного сокращения K , который определяют как отношение относительного сокращения образца $\varepsilon_{сокр}$ к его относительному удлинению ε .

Таблица 3.3 – Величины предварительного натяжения образцов

Материал	Поверхностная плотность, г/м ²	Усилие, Н (кгс), предварительного 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)

$$\hat{E} = \frac{\varepsilon_{\text{пред}}}{\varepsilon}. \quad (3.16)$$

Относительное сокращение образца определяется при его растяжении на 75 % от удлинения при разрыве.

Коэффициент сокращения имеет важное значение для оценки формовочных свойств материалов.

Для текстильных материалов $K = 0,5 - 1,3$. 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, M_s , г/м², рассчитывается по формуле

$$\dot{I}_s = \frac{m}{l \cdot b} \cdot 10^4, \quad (3.17)$$

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°, по утку 90° и по диагонали 45°) вырезают по два образца размерами 25 × 150 мм с рабочей зоной 25 × 100 мм в соответствии с рисунком 3.16.

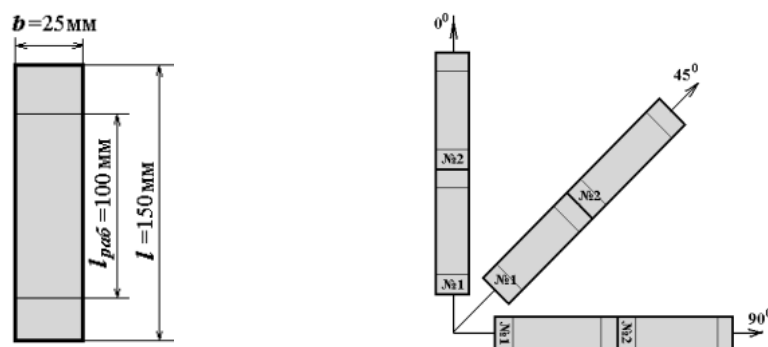


Рисунок 3.16 – Форма, размеры и схема раскроя образцов

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 3.4.

По формуле 3.13 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 3.14 определяется величина расчетного разрывного усилия.

По формуле 3.15 определяется относительное удлинение образцов ткани при разрыве.

Результаты расчетов заносят в таблицу 3.4.

• *Определение коэффициента поперечного сокращения*

На образцах № 2 в центре наносят поперечную линию, шириной $a_0 = 20$ мм (рисунок 3.17 а).

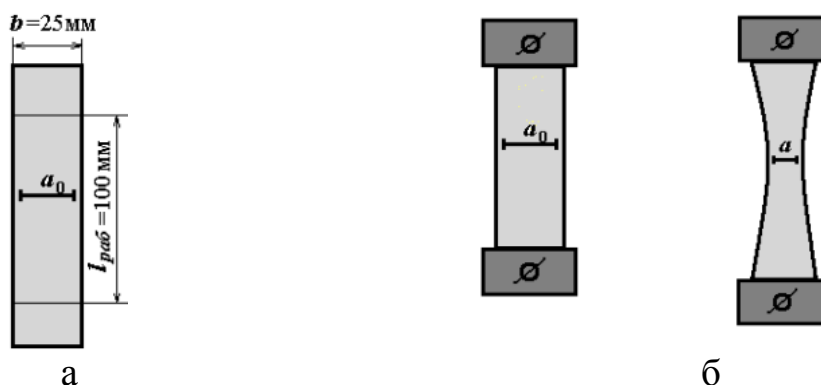


Рисунок 3.17 – Форма и размеры образцов и их изменение при растяжении

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 (рисунок 3.17 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 ε , %, определяют по формуле

$$\varepsilon_{\tilde{n}} = \frac{\Delta a}{a_0} = \frac{a_0 - a}{a_0} \cdot 100, \quad (3.18)$$

где Δa – 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 ε , %, образцов составляет:

$$\varepsilon = 0,75 \varepsilon_{\text{раз}}. \quad (3.19)$$

Коэффициент поперечного сокращения образцов рассчитывается по формуле (3.15).

Результаты расчетов заносят в таблицу 3.4.

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 3.4.

Таблица 3.4 – Результаты испытания ткани на растяжение и поперечное сокращение

Наименование материала	Направление раскроя	Разрывное усилие, $P_{\text{раз}}$, Н	Удлинение при разрыве		Поперечная плотность M_{s2} , г/м ²	Удельное разрывное усилие, $P_{\text{уд}}$, Н·м/г	Число нитей n	Расчетное разрывное усилие $P_{\text{расч}}$, Н	Продольное удлинение, ε , %	Поперечное сокращение		Коэффициент поперечного сокращения, K
			$\Delta l_{\text{раз}}$, мм	$\varepsilon_{\text{раз}}$, %						Δa , мм	$\varepsilon_{\text{сокр}}$, %	
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?

3.4 Лабораторная работа № 12. Определение гигроскопичности, капиллярности и усадки тканей

Цель работы: изучение методов определения гигроскопичности, капиллярности и усадки тканей.

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

Задание для подготовки к лабораторной работе:

- 1) знать понятия гигроскопичности, капиллярности и усадки тканей и влияние данных показателей на качество обуви;
- 2) знать факторы, оказывающие влияние на гигроскопичность, капиллярность и усадку тканей;
- 3) изучить методику определения гигроскопичности, капиллярности и усадки тканей.

Задание для выполнения лабораторной работы:

- 1) описать методику определения показателей гигроскопичности, капиллярности и усадки тканей;
- 2) провести испытания и определить гигроскопичность, капиллярность и усадку исследуемых видов тканей;
- 3) провести сравнительный анализ гигиенических свойств различных видов тканей, сопоставить полученные значения показателей с нормируемыми. Сделать выводы о качестве исследуемых видов тканей.

Общие сведения о гигроскопичности, капиллярности и усадке тканей

При эксплуатации обуви важное значение имеют гигиенические свойства обувных тканей, которые в значительной степени определяются показателями гигроскопичности и капиллярности.

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

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 %.

Капиллярность – способность продольных капилляров материала поглощать влагу. Характеризуется высотой подъёма 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 обуви из текстильных материалов имеет их **усадка**, так как она может изменять форму и размер обуви. Причинами усадки являются увлажнение ткани и её последующая сушка в свободном состоянии. Для обувных хлопчатобумажных тканей допускается усадка до 3,5 %, для шерстяных – 1,5 – 4 %.

Методика выполнения работы

• 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 увлажнённого 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 (2.22) вычисляют гигроскопичность ткани. Результаты испытания заносят в таблицу 3.5.

• 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 3.5.

• **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 $100 - 110^\circ\text{C}$.

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 (3.20) отдельно для образцов, выкроенных по основе, утку и диагонали:

$$\Delta L_c = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100, \quad (3.20)$$

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

Результаты испытаний заносят в таблицу 3.5.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 3.5 – Гигроскопичность, капиллярность и усадка тканей

Наименование материала	Масса, г					Гигроскопичность, G , %	Высота подъёма жидкости, h , мм	Длина образца, мм		Усадка, ΔL_c , %
	бюкса, m_0	бюкса с образцом после выдержки в эксикаторе, m_1	увлажнённого образца, m_1	бюкса с образцов после сушки, m_2	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 такое «гигроскопичность» и от чего она зависит?
2. Как определяют капиллярность тканей? От чего зависит величина капиллярности?
3. Что называют усадкой?
4. Как определяют величину усадки тканей?

3.5 Лабораторная работа № 13. Определение стойкости тканей к истиранию

Цель работы: изучение устройства прибора и методики испытания тканей на истирание.

Материалы и оборудование: образцы тканей, прибор для испытания тканей на стойкость к истиранию ИГ–ЗМ–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 ИГ–ЗМ–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 истиранию, 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*, τ , до появления внешних повреждений поверхности материала (мин, ч, дни);

- коэффициент устойчивости к истиранию

$$K_y = \frac{N}{\rho_s}, \quad (3.21)$$

где ρ_s – поверхностная плотность материала г/м²;

- коэффициент сохраняемости свойств, k_c , учитывающий изменение свойств материала до и после истирания по выбранному показателю:

$$k_c = \frac{P_1}{P_0}, \quad (3.22)$$

где P_0, P_1 – показатель свойств материала до и после истирания.

Для определения стойкости текстильных материалов к истиранию применяются приборы марок ДИТ-Т, ИГИС, 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, серошинельного 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 3.18.

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.

Пальцы 3 служат для заправки образцов ткани. Ткань крепится при помощи кольца 10 и откидных винтов 11. Пальцы устанавливаются на конус 12 рычажной системы. Штифт в конусе удерживает пальцы 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-закрепленных верхнего 14 и нижнего 15 рычагов. На свободный конец нижнего рычага навешаны грузы.

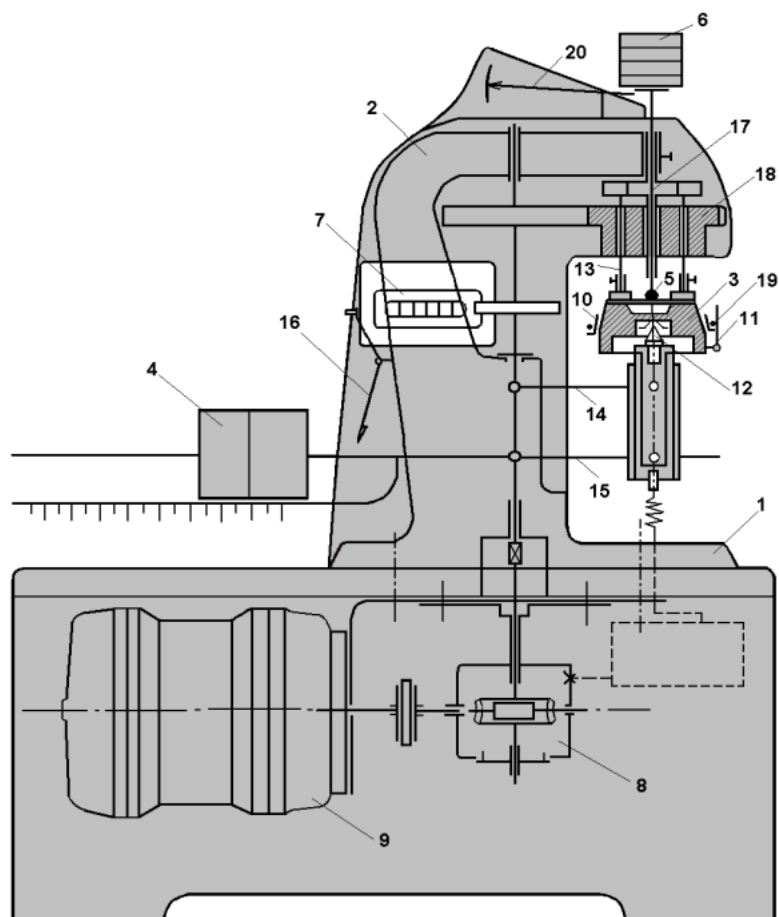


Рисунок 3.18 – Схема прибора ИГ-3М-1

Перемещением грузов по рычагу достигается требуемый прижим пялец с тканью к абразиву. К рычагу прикреплена шкала, деления которой 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 съёме пялец для замены испытываемого образца или абразива.

Натяжение образца ткани осуществляется при помощи специального приспособления, состоящего из стержня 17, проходящего через полую ось истирающей головки. На нижнем конце стержня имеется эбонитовый шарик 5, который под действием грузов 6, расположенных на верхнем конце стержня, давит по центру пялец, тем самым обеспечивает требуемое натяжение ткани. Для указания величины прогиба ткани под действием грузов в верхней части прибора имеется стрелка и шкала 20.

На пяльцах 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^2 , 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 $120 \times 120 \text{ мм}$.

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 $100 \times 25 \text{ мм}$. 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 (3.22).

Результаты испытаний оформляются в табличной форме. Делаются выводы об износостойкости исследованных видов тканей.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 3.6 – Результаты испытания тканей на истирание

Наименование материала	Стойкость к истиранию, N , циклов	Нагрузка при разрыве, $P_{раз}$, Н		Коэффициент сохраняемости свойств, k_c
		до истирания	после истирания	
1	2	3	4	5

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?

4 ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

4.1 Лабораторная работа № 14. 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 состоянии, 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*:

$$k_m = \frac{\sigma^m}{\sigma^c}, \quad (4.1)$$

где σ^m , σ^c – предел прочности картона соответственно после увлажнения и в сухом состоянии, н/мм².

Картон, обладающий высокой мокростойкостью ($K_m = 0,5 - 0,7$), обладает 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:

$$k_p = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}, \quad (4.2)$$

где $P_{\min}$, $P_{\max}$ – минимальное и максимальное значения любого однотипного показателя: прочности (P), относительного удлинения (ε), предела прочности (σ) и др., по направлениям раскроя от 0° до 360° относительно 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

$$R = \frac{P}{F}, \quad (4.3)$$

где P – нагрузка расслаивания, Н; F – площадь расслаивания, мм^2 .

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 4.1.

На основании полученных данных определяются следующие показатели механических свойств картонов в неувлажненном состоянии:

- *предел прочности при растяжении, σ^c , Н/мм², в сухом состоянии:*

$$\sigma^c = \frac{P_{раз}}{F_{cp}}, \quad (4.4)$$

где $P_{раз}$ – нагрузка при разрыве образца, Н; F_{cp} – площадь поперечного сечения рабочей части образца, мм^2 , $F_{cp} = 10 \times h_{cp}$.

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

$$\varepsilon_{раз} = \frac{\Delta l_{раз}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (4.5)$$

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:

$$D = E_y \cdot F_{ср}, \quad (4.6)$$

где E_y – условный модуль упругости, Н/мм².

- *условный модуль упругости, E_y , Н/мм²*, определяется по формуле

$$E_y = \frac{\sigma_y}{\varepsilon_y} \cdot 100, \quad (4.7)$$

где σ_y – условное напряжение, Н/мм²; ε_y – условная относительная деформация, %.

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

$$\sigma_y = \sigma^с.$$

Результаты расчетов показателей механических свойств картонов заносят в таблицу 4.1

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 σ'' , Н/мм², по формуле (4.4).

• **Определение коэффициента мокростойкости картона**

Коэффициент мокростойкости рассчитывается на основании полученных экспериментальных данных по формуле (4.1). Результаты расчета заносятся в таблицу 4.2.

• **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 (4.4).

Коэффициент равномерности картона определяется по формуле

$$k_p = \frac{\sigma_{поп}}{\sigma_{прод}}. \quad (4.8)$$

Результаты испытания заносятся в таблицу 4.2.

• **Определение сопротивления расслаиванию картона**

Испытание проводят на образцах размерами 20×150 мм. На испытываемых образцах в центре отмечают рабочий участок размерами 15×20 мм (рисунок 4.1).

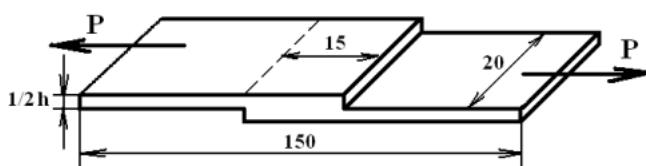


Рисунок 4.1 – Форма и размеры образца для расслаивания

Затем с противоположных концов образца срезают соответственно верхнюю и нижнюю части полоски на глубину, равную половине толщины образца, оставляя посередине нетронутым намеченный рабочий участок.

Площадь расслаивания определяют путем умножения ширины на длину рабочей зоны.

Полученный образец испытывают на разрывной машине до разрыва.

Сопротивление расслаиванию определяют по формуле 4.3. Результаты расчета заносятся в таблицу 4.3.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 4.1 – Механические свойства картонов при растяжении

Наименование материала	Толщина, h_{cp} , мм	Площадь поперечного сечения образца, F_{cp} , мм ²	Нагрузка при разрыве, $P_{раз}$, Н	Удлинение при разрыве, $\Delta l_{раз}$, мм	Предел прочности при растяжении, σ_c , Н/мм ²	Относительное удлинение при разрыве, $\varepsilon_{раз}$, %	Условный модуль упругости, E_y , Н/мм ²	Жесткость, D , Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 4.2 – Коэффициенты мокростойкости и равномерности

Наименование материала	Направление раскроя	Площадь поперечного сечения, F_{cp} , мм ²	Нагрузка при разрыве, $P_{раз}$, Н		Предел прочности при растяжении, Н/мм ²		Коэффициент мокростойкости, k_m	Коэффициент равномерности, k_p
			мокрого образца	сухого образца	мокрого образца σ^m	сухого образца σ^c		
1	2	3	5	6	7	8	9	10
	прод.							
	попер.		—		—			

Таблица 4.3 – Сопротивление расслаиванию картонов

Наименование материала	Площадь расслаивания, F , мм ²	Нагрузка расслаивания, P , Н	Сопротивление расслаиванию, R , Н/мм ²
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?

4.2 Лабораторная работа № 15. 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 $0,7 - 1,1 \text{ г/см}^3$. Плотность картона определяется его назначением (например, простилочные картоны имеют не большую 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 отличаются 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 кожаных 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 $50 \times 50 \text{ мм}$.

• *Определение плотности картона*

Плотность картонов рассчитывается по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (4.9)$$

где V – объем образца, см^3 ; m – масса образца, мг.

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 определяют набухаемость по толщине, и изменение линейных размеров после увлажнения.

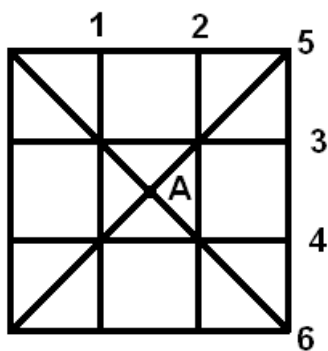


Рисунок 4.2 – Схема разметки образцов

Для проведения испытания образцы картонов размечают как показано на рисунке 4.2.

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 4.4.

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 4.4.

Намокаемость картона определяют по формуле

$$H = \frac{m_1 - m}{m} \cdot 100, \quad (4.10)$$

где m – масса образца до испытания, г; m_1 – масса образца после замачивания в воде, г.

Набухаемость картонов по толщине определяется по формуле

$$\Delta h_m = \frac{h_1 - h_0}{h_0} \cdot 100, \quad (4.11)$$

где h_0, h_1 – толщина образца до и после намокания, мм.

Изменение линейных размеров картонов после намокания, %, определяют по формуле

$$\Delta L_m^i = \frac{L_1^i - L_0^i}{L_0^i} \cdot 100, \quad (4.12)$$

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 высушивают 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

$$\Delta h_c = \frac{h_2 - h_0}{h_0} \cdot 100, \quad (4.13)$$

$$\Delta L_c^i = \frac{L_2^i - L_0^i}{L_0^i} \cdot 100, \quad (4.14)$$

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 4.4.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 4.4 – Плотность, намокаемость, набухаемость и изменение линейных размеров картона после увлажнения и сушки

Наименование материала	Масса образца, мг		Намокаемость, H , %	Толщина образца, мм			Набухаемость, Δh_m , %	Усадка по толщине, Δh_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 4.4

Линейные размеры по линиям, мм																		Изменение линейных размеров после увлажнения, $\Delta L_{м}, \%$					
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						
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 4.4

Усадка линейных размеров после сушки ΔL_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?

4.3 Лабораторная работа № 16. 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 $1,2 - 1,6 \text{ г/см}^3$, пористых – $0,2 - 1,1 \text{ г/см}^3$. 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 $2 - 10 \text{ МПа}$ 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

$$\zeta = \frac{P_{\text{раз}}}{P_{25\%}}, \quad (4.15)$$

где $P_{\text{раз}}$ – 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 $20 - 40^\circ$, для непористой резины – $8 - 10^\circ$, для кожеподобных резин – $20 - 30^\circ$.

Сопротивление многократному изгибу подошвенных резин составляет от 100 до 500 тыс. циклов изгибов при норме 30 тыс изгибов.

Для резин также определяют 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 (рисунок 2.2). На образце отмечают рабочую длину, измеряют толщину образца в нескольких участках, рассчитывают среднее значение толщины образца и определяют среднюю площадь поперечного сечения образца $F_{\text{ср}}$. Результаты замеров заносят в таблицу 4.5.

• 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 Δl . В момент разрушения образца фиксируют значения нагрузки при разрыве $P_{\text{раз}}$ и абсолютного удлинения при разрыве $\Delta l_{\text{раз}}$. Результаты испытания заносят в таблицу 4.5 и по полученным точкам строят диаграмму растяжения материала (рисунок 4.3).

Предел прочности при растяжении и относительное удлинение при разрыве резин вычисляют соответственно по формулам (2.1) и (2.3).

Запас прочности определяют по формуле (4.15).

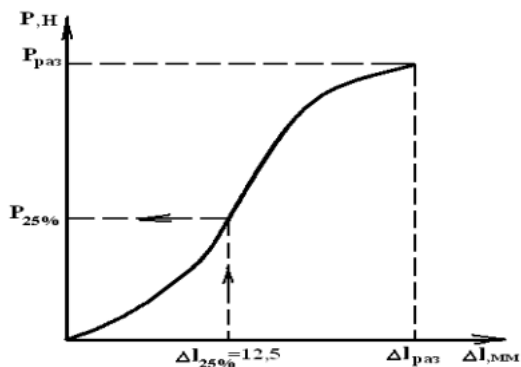


Рисунок 4.3 – Диаграмма растяжения материала

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 (4.15) для расчета запаса прочности.

Результаты расчета заносят в таблицу 4.5.

• 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

$$\varepsilon_{ост} = \frac{\Delta l_{ост}}{l_{раб}} \cdot 100, \quad (4.16)$$

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

$$\Pi = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{раз}} \cdot 100, \quad (4.17)$$

где $\varepsilon_{раз}$ – деформация материала при разрыве, %.

Относительную упругую деформацию и упругость резин определяют по формулам (2.10) и (2.12).

Жесткость и условный модуль упругости резин определяют по формулам (2.4) и (2.5).

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

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

По диаграмме растяжения образца находят нагрузку P_y , соответствующую удлинению образца на 50 мм, рассчитывают условное напряжение об-

разца и определяют условный модуль упругости резины:

$$E_y = \frac{\sigma_y}{\varepsilon_y} \cdot 100 = \frac{\sigma_y}{100} \cdot 100 = \sigma_y = \frac{P_y}{F_{cp}},$$

где σ_y – условное напряжение, Н/мм²; ε_y – условная относительная деформация, %; F_{cp} – средняя площадь поперечного сечения образца, мм²; P_y – условная нагрузка, Н.

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

В этом случае вначале определяется условная нагрузка, соответствующая задаваемому условию

$$\sigma_y = 0,4 \sigma_{раз} = \frac{P_y}{F_{cp}}, \text{ тогда } P_y = 0,4 \sigma_{раз} \cdot F_{cp}.$$

Затем по диаграмме растяжения материала при данном значении нагрузки находится значение абсолютной условной деформации образца Δl_y и рассчитывается значение условного модуля упругости резины по формуле

$$E_y = \frac{\sigma_y}{\varepsilon_y} \cdot 100 = \frac{0,4 \cdot \sigma_{раз}}{\frac{\Delta l_y}{l_{раб}} \cdot 100} \cdot 100.$$

Результаты расчетов заносят в таблицу 4.5.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 4.5 – Показатели механических свойств обувных резин

Наименование материала	Площадь поперечного сечения образца, F_{cp} , мм ²	Данные для построения диаграммы растяжения		Предел прочности $\sigma_{раз}$, Н/мм ²	Относительное удлинение при разрыве, $\varepsilon_{раз}$, %	Нагрузка при удлинении 25 %, $P_{25\%}$, Н	Запас прочности, $З$
		нагрузка, P , Н	удлинение, Δl , мм				
1	2	3	4	5	6	7	8
		25	...				
		50	...				
		75	...				
		...	...				
		$P_{раз}$	$\Delta l_{раз}$				

Окончание таблицы 4.5

Условный модуль упругости, E_y , Н/мм ²	Жесткость, D , Н	Остаточная деформация, $\varepsilon_{ост}$, %	Упругая деформация, $\varepsilon_{упр}$, %	Пластичность, Π , %	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?

4.4 Лабораторная работа № 17. 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 истиранию, 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 подошвен-

ных 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:

$$H = \frac{P}{\pi \cdot d \cdot \delta}, \quad (4.18)$$

где d – диаметр шарика, мм; δ – 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 ТМ-2, составляет 70 ... 85 усл. ед., кожволон – 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, двоятся, шлифуются, быстро изнашиваются.

Снижение твердости материалов для наружных деталей низа обуви увеличивает амортизационные свойства обуви, уменьшает утомляемость обуви 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 $2,5 - 10 \text{ Дж/мм}^3$. 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 по-

нижением 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 (рисунок 4.4) имеет индентор 2, представляющий собой иглу с наконечником в виде усеченного конуса, выступающего над отверстием шайбы 1.

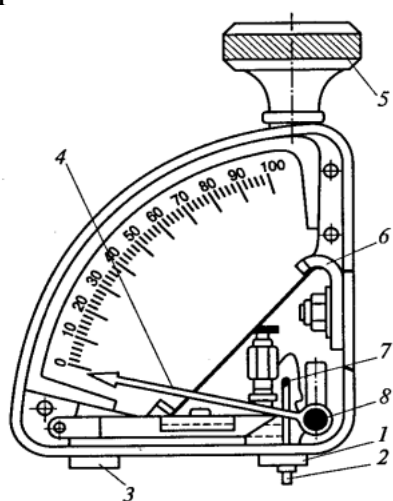


Рисунок 4.4 – Схема твердомера ТМ-2

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 уравнивается 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.

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 4.6.

• *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 (рисунок 4.5) состоит из станины 1, на которой укреплен электродвигатель 6, приводящий во вращение через редуктор 12 диск 15.

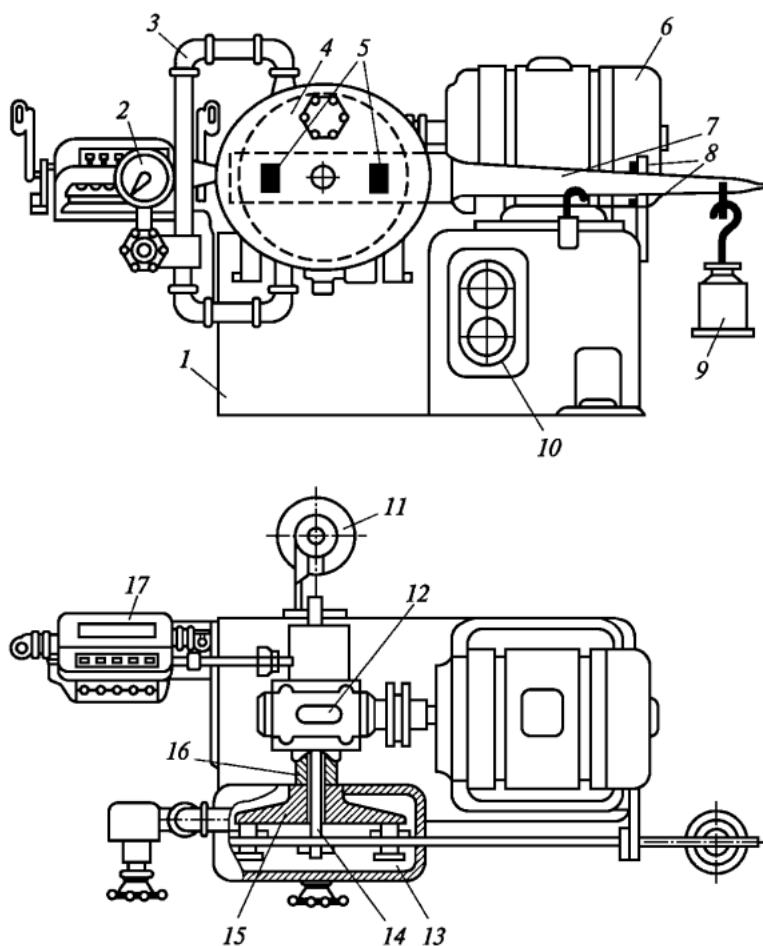


Рисунок 4.5 – Схема прибора МИ-2 для истирания подошвенных материалов

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.

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 $30 \times 30 \text{ мм}$. Образцы взвешивают на весах и определяют плотность резины по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (4.19)$$

где V – объем материала, мм^3 ; m – масса материала, мг.

Образцы подготавливают к испытанию, для чего с ходовой поверхности материала ножом с обеих сторон срезают часть толщины в соответствии с ри-

сунком 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 (рисунок 4.6).

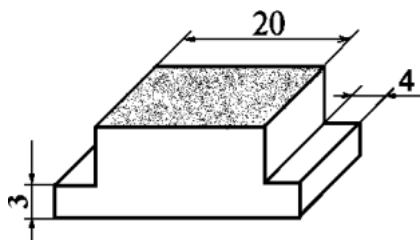


Рисунок 4.6 – Форма и размеры образцов

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 , мм³/Дж, выражают потерей объема пары образцов, отнесенной к единице работы трения, и определяют по формуле

$$V = \frac{\Delta V}{A} = \frac{\Delta V \cdot 58470}{2\pi \cdot Q \cdot S \cdot n}, \quad (4.20)$$

где ΔV – потеря объема пары образцов, мм³; A – работа, затраченная на истирание, Дж; Q – масса уравновешивающего 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

$$\Delta V = \frac{m_0 - m_1}{\rho}, \quad (4.21)$$

где m_0 и m_1 – соответственно масса пары образцов до и после истирания, мг; ρ – плотность резины, мг/мм³.

Результаты расчетов заносят в таблицу 4.6.

• **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 абразивной 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 (рисунок 4.7) 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.

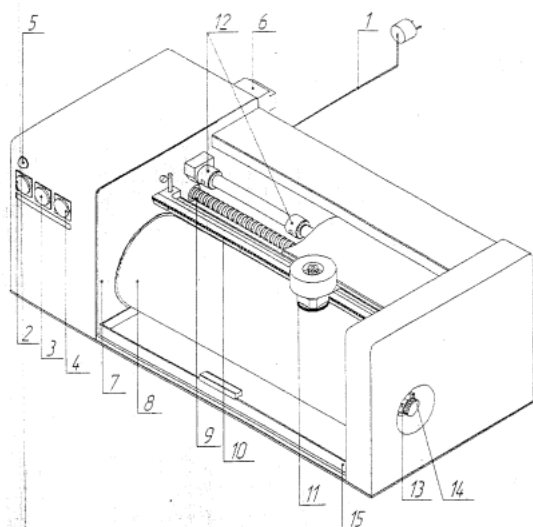


Рисунок 4.7 – Схема прибора МИР-40

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, очищают от пыли и взвешивают (масса m_1).

Сопротивление материалов истиранию определяется как потеря объема образца V , мм³, и рассчитывается по формуле

$$V = \frac{\Delta m}{k_s \cdot \rho}, \quad (4.22)$$

где Δm – потеря массы образца, мг, $\Delta m = m_0 - m_1$; k_s – коэффициент средней истирающей способности шлифовальной шкурки, $k_s = 0,9 \dots 1,1$; ρ – плотность резины, мг/мм³.

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 4.6.

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 4.6 – Твердость и сопротивление истиранию обувных резин

Наименование материала	Твердость H , усл. ед	Плотность ρ , мг/мм ³	Испытания на приборе МИ-2				Испытания на приборе МИР-40		
			масса пары образцов, мг		потеря объема пары образцов, ΔV , мм ³	сопротивление истиранию V , мм ³ /Дж	масса образца, мг		сопротивление истиранию V , мм ³
			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 резин?

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 резин при различных методах испытания?

6. Как определяется твердость материалов, и от каких факторов зависит значение данного показателя у подошвенных резин?

4.5 Лабораторная работа № 18. 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 анизотропности 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 искусственных и синтетических кожах и анизотропии их механических свойств

Искусственными и синтетическими мягкими кожами называют материалы, которые получают путем пропитки волокнистых основ или нанесения на них лицевого покрытия из полимерных композиций.

По структуре искусственные и синтетические кожи делят на многослойные и однослойные. Многослойные ИК и СК кожи состоят из полимерного покрытия и основы. В свою очередь, основа и покрытие также могут быть одно- и многослойными. Увеличение слоев кожи повышает ее прочность и жесткость, снижает растяжимость.

Однослойные ИК изготавливают либо из полимера с добавками различных веществ, в том числе волокон, либо из текстильного полотна и его последующей пропиткой полимерными веществами.

Искусственные и синтетические кожи могут выпускаться на тканевой, трикотажной, нетканой и комбинированной основах. Основа придает материалу комплекс механических свойств, позволяющих осуществлять технологические процессы изготовления обуви (прочность, тягучесть, формуемость, сопротивление раздиру и т. п.) и обеспечивать необходимый уровень её потребительских свойств (гибкость, формоустойчивость, долговечность и т. д.). Основа обеспечивает также гигиенические и теплозащитные свойства.

Пропитка основы и нанесение на нее покрытия осуществляются для придания искусственной коже кожеподобности, повышения прочности, эластичности и сопротивления многократному изгибу в результате более прочного соединения волокон. Для пропитки и покрытия применяют различные полимеры (натуральный и синтетический каучуки, поливинилхлорид, полиамид, полиуретан и др.).

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 незави-

симо от направления раскроя. Чаще всего сравнивают показатели для образцов, выкроенных в продольном и поперечном направлениях:

$$K = \frac{\Pi_{\min}}{\Pi_{\max}}. \quad (4.23)$$

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

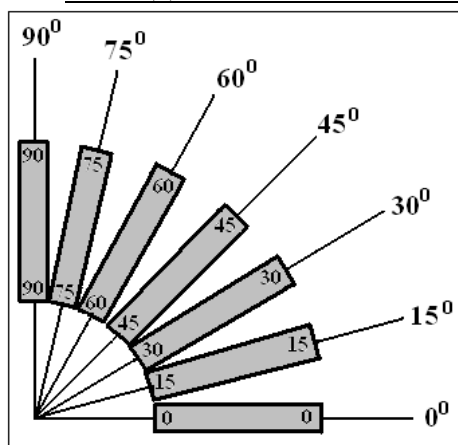


Рисунок 4.8 – Схема раскроя образцов

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 4.8. 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 4.7.

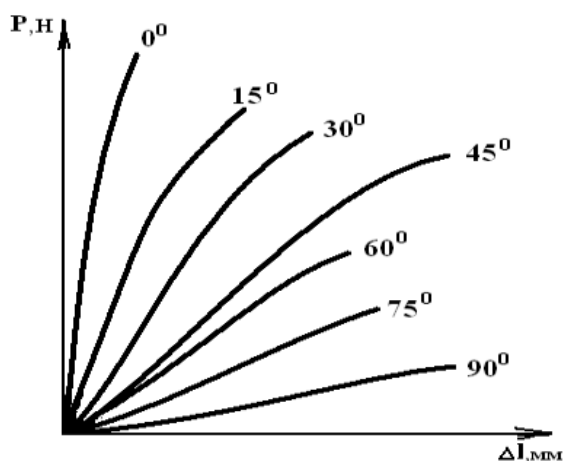


Рисунок 4.9 – Диаграммы растяжения образцов

По полученным экспериментальным данным для каждого направления раскроя строят диаграмму растяжения материала в одной системе координат (рисунок 4.9).

Предел прочности при растяжении и относительное удлинение при разрыве определяют по формулам (2.1) и (2.3).

Жесткость и условный модуль упругости искусственных кож определяют по формулам (2.4) и (2.5).

При этом условную жесткость при растяжении определяют:

- для искусственных кож на тканевой основе – при деформации образца $\varepsilon_y = 0,75 \varepsilon_{\text{раз}}$;
- для искусственных кож на нетканой основе – при напряжении $\sigma_y = 5 \text{ МПа}$, т. е. при нагрузке $P_y = 5 \cdot F_{\text{ср}}$. Для этого по диаграмме растяжения находят при соответствующем значении P_y величину Δl_y , рассчитывают ε_y по формуле (2.13), а затем по формуле (2.5) определяют условный модуль упругости.

Коэффициент анизотропии предела прочности и относительного удлинения при разрыве определяется по формуле (4.23).

Результаты расчета заносят в таблицу 4.8. Для показателей предел прочности при растяжении, относительное удлинение при разрыве и жесткость строится полярная диаграмма анизотропии (рисунок 4.10).

Форма записи результатов испытания и расчетов показателей

Таблица 4.7 – Результаты испытания образцов

Наименование материала	Площадь поперечного сечения, $F_{\text{ср}}, \text{мм}^2$	Данные для построения диаграммы растяжения для образцов выкроенных в направлении													
		0°		15°		30°		45°		60°		75°		90°	
		$P, \text{Н}$	$\Delta l, \text{мм}$	$P, \text{Н}$	$\Delta l, \text{мм}$	$P, \text{Н}$	$\Delta l, \text{мм}$	$P, \text{Н}$	$\Delta l, \text{мм}$	$P, \text{Н}$	$\Delta l, \text{мм}$	$P, \text{Н}$	$\Delta l, \text{мм}$	$P, \text{Н}$	$\Delta l, \text{мм}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		25	...												
		50	...												
		...	...												
		$P_{\text{раз}}$	$\Delta l_{\text{раз}}$												

Таблица 4.8 – 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, σ , Н/мм ²							
Относительное удлинение при разрыве, $\varepsilon_{раз}$, %							
Условный модуль упругости, E_y , Н/мм ²							
Жесткость, D , Н							
Коэффициент анизотропии предела прочности, K_σ							
Коэффициент анизотропии относительного удлинения при разрыве, K_ε							

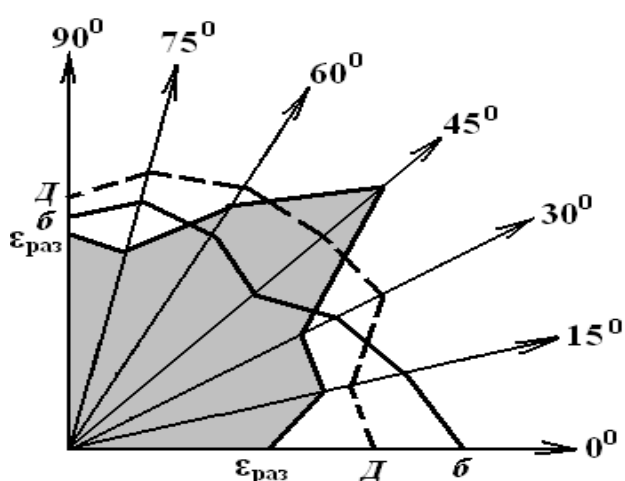


Рисунок 4.10 – Диаграмма анизотропии свойств искусственных кож

Для построения полярной диаграммы анизотропии свойств необходимо начертить оси через каждые 15°, как показано на рисунке 4.10, и в выбранном масштабе отложить на них значения рассчитанных показателей предела прочности при растяжении σ , относительного удлинения при разрыве $\varepsilon_{раз}$ и жесткости при растяжении D .

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 промышленности / 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 их 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.