

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

ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
для студентов специальности
6-05-0413-02 «Товароведение»

Витебск
2023

УДК 685.34.03

Составители:

А. Н. Буркин, А. Н. Радюк, В. Д. Борозна

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ», протокол № 10 от 29.06.2023.

Основы материаловедения : лабораторный практикум / сост.
А. Н. Буркин, А. Н. Радюк, В. Д. Борозна. – Витебск : УО «ВГТУ», 2023. –
99 с.

Лабораторный практикум предназначен для студентов специальности 6-05-0413-02 «Товароведение» и содержит цели, перечень материалов и оборудования, заданий для подготовки и выполнения лабораторной работы, а также основные теоретические сведения по теме, порядок выполнения и оформления работы, контрольные вопросы по учебной дисциплине «Основы материаловедения». В практикуме описываются методы и средства определения основных характеристик структуры и свойств материалов, применяемых в текстильной и легкой промышленности. Лабораторный практикум предназначен для студентов высших учебных заведений очной формы обучения.

УДК 685.34.03

© УО «ВГТУ», 2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Лабораторная работа 1. Изучение ассортимента натуральных кож	6
Лабораторная работа 2. Изучение ассортимента искусственных кож	14
Лабораторная работа 3. Изучение ассортимента текстильных материалов	21
Лабораторная работа 4. Изучение ассортимента полимерных материалов	28
Лабораторная работа 5. Определение прочностных и деформационных характеристик материалов	36
Лабораторная работа 6. Определение технологических свойств искусственных кож	41
Лабораторная работа 7. Микроскопия материалов	47
Лабораторная работа 8. Идентификация пластмасс	55
Лабораторная работа 9. Определение твердости материалов	62
Лабораторная работа 10. Определение стойкости материалов к истиранию	67
Лабораторная работа 11. Исследования эксплуатационных свойств искусственных кож в широком диапазоне температур	74
Лабораторная работа 12. Определение гигроскопических свойств текстильных материалов	81
Лабораторная работа 13. Определение значения показателей старения материалов в естественных климатических условиях	86
Лабораторная работа 14. Определение ресурса материалов	91
Список использованных источников	97
Приложение А	98

ВВЕДЕНИЕ

Материаловедение – наука, в которой изучаются закономерности, определяющие строение и свойства материалов в зависимости от их состава и условий обработки.

Ускорение развития всех отраслей промышленности, особенно в условиях рыночной экономики, во многом зависит от успехов в создании и реализации эффективных и ресурсосберегающих материалов и технологий. Поэтому специалисты должны обладать достаточными знаниями для правильного выбора материалов, методов повышения их прочности и надежности и снижения материалоемкости при одновременном достижении наиболее высокой технико-экономической эффективности.

Применение современных материалов и новейших технологий в настоящее время становится важнейшим фактором в ускорении научно-технического прогресса производства товаров народного потребления и охране окружающей среды. Знание материалов и технологии производства исходных изделий позволит специалистам также лучше разобраться в факторах, определяющих уровень потребительских свойств товаров, выпускаемых промышленностью, производить глубокий анализ структуры их ассортимента.

Целью изучения дисциплины «Основы материаловедения» является усвоение важнейших теоретических положений о структуре, свойствах, областях применения полимеров, пластмасс, металлов, волокон и нитей, текстильных материалов, натуральных и искусственных кож как базовых знаний, необходимых для успешного усвоения товароведения текстильных, швейных, трикотажных, обувных, металлических, строительных, галантерейных и других групп товаров. Усвоение физико-механических свойств сырья, определяющих в значительной мере уровень потребительских свойств товаров, позволит товароведу профессионально формировать торговый ассортимент высокого качества, соответствующего современным требованиям населения. Приобретение навыков определения показателей свойств материалов позволит студенту, а в дальнейшем специалисту, исследовать свойства товаров, успешно осуществлять контроль качества товаров в торговле, определять их конкурентоспособность и проводить экспертизу качества.

Лабораторный практикум разработан в соответствии с учебной программой дисциплины «Основы материаловедения» для студентов специальности 6-05-0413-02 «Товароведение».

Целью практикума является оказание методической помощи студентам в освоении основных разделов курса основы 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.

Основными задачами лабораторного практикума являются:

- приобретение практических знаний по вопросам, касающимся ассортимента и методов оценки свойств материалов, применяемых при производстве текстильной и легкой промышленности;
- приобретение практических навыков работы с технической литературой, техническими нормативными правовыми актами, регламентирующими требования к материалам; с методами и испытательным оборудованием, применяемыми для определения свойств материалов.

В практикуме приводятся сведения о строении, структуре и свойствах материалов, применяемых в текстильной и легкой промышленности, описаны методы и приборы, используемые при изучении структуры и свойств материалов.

Указания по выполнению лабораторных работ по данной дисциплине строятся на сочетании лабораторных, подготовке и защите отчетов по лабораторным занятиям, итоговых тематических контрольных работ.

Рекомендуется для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 6-05-0413-02 «Товароведение».

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

ИЗУЧЕНИЕ АССОРТИМЕНТА НАТУРАЛЬНЫХ КОЖ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить ассортимент и свойства натуральных кож, применяемых при производстве обуви, получить навыки определения основных материалов, используемых для изготовления верха обуви.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, альбомы с образцами натуральных кож, применяемых при производстве обуви.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Изучить классификацию ассортимента натуральных кож.
2. Изучить ассортимент и свойства натуральных кож, применяемых при производстве обуви.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Используя ГОСТ 3123 «Производство кожевенное. Термины и определения», записать в тетрадь определения следующих терминов: мерея, бахтарма, топографические участки шкуры (кожи), кожа с естественной нешлифованной лицевой поверхностью, облагораживание лицевой поверхности кожи, нубук, велюр, замша, шевро, козлина, шеврет, лайка, обувная юфть, подкладочная кожа, кожа из спилка.
2. Заполнить таблицу «Характеристика натуральных кож».
3. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

Таблица 1.1 – Характеристика натуральных кож

Вид кожи	Метод дубления	Вид сырья	Способ и характер отделки	Цвет	Толщина, группа толщины	Вид покрытия	Назначение
Юфть	Хромрастительное	Шкуры КРС	Гладкая, естественная лицевая поверхность	Черная	2,2 – толстая	–	Для верха рабочей и ведомственной обуви

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Натуральные кожи вырабатывают из шкур животных. В основном используются шкуры крупного рогатого скота, свиней, коз, овец, лошадей, реже шкуры диких кабанов, лосей, оленей, верблюдов.

В шкуре животных различают волосяной покров, эпидермис, дерму и подкожно-жировой слой. Для кожевенного производства интерес представляет только дерма, так как остальные слои при производстве кожи удаляются. Она образована переплетением белковых волокон – коллагеновых, эластиновых и

ретикулиновых. На долю коллагеновых волокон приходится 90–96 % от общего числа волокон, эластиновых 1–4,8 % и ретикулиновых 1–3 %. Мельчайшим структурным образованием коллагеновых волокон является фибрилла (коллагеновое волоконце) диаметром до 0,1 мкм. Фибриллы объединяются в элементарные волокна, а элементарные волокна, в свою очередь, в пучки. В элементарное волокно входит от 200 до 3000 фибрилл. Поперечное сечение элементарного волокна около 5 мкм. В пучки объединяются 30–300 элементарных волокон. Средний диаметр пучка волокон около 200 мкм, а длина может достигать 50 мм.

Объединению более мелких структурных элементов в более крупные способствуют ретикулиновые волокна, которые представляют собой короткие и очень тонкие волокна. Они пронизывают всю толщу дермы, образуя на границе с эпидермисом густую плотную сетку.

Эластиновые волокна поддерживают шкуру животного в напряженном состоянии. Они соединяют мускулы с кожевой тканью и могут находиться в стенках крупных кровеносных сосудов. В отличие от коллагеновых эластиновые волокна не соединяются в пучки и характеризуются меньшей толщиной, большей прямизной и высокой эластичностью.

Характер переплетения пучков волокон зависит от вида животного, возраста, топографического участка шкуры и во многом определяет свойства шкуры и будущей кожи.

Ассортимент кож достаточно широк. Их классифицируют по видам используемого сырья, методам дубления, способу и характеру отделки лицевой поверхности, конфигурации, толщине, размерам, цвету, видам и др.

Основную группу составляют кожи хромового дубления, для которых используют практически все виды кожевенного сырья.

В зависимости от вида животных и массы кожевенное сырье согласно ГОСТу 28425-90 «Сырье кожевенное. Технические условия» подразделяют на:

1. Мелкое сырье – к нему относят шкуры телят крупного рогатого скота (склизок, опоек, выросток), верблюжат, жеребят (склизок, жеребок, выметка), овец, коз.

2. Крупное сырье – к нему относят шкуры крупного рогатого скота (полукожник, бычок, бычина, бугай, яловка, буйвол, як, лось), лошадей (конская шкура, передина, хаз), верблюдов, ослов и мулов, животных прочих видов (взрослого оленя, моржа и т. д.).

3. Свиное сырье – представлено свиными шкурами, шкурами хряков, рыбками (часть шкуры после отделения пол, а иногда и головной части).

Кожи для верха обуви подразделяются:

1) по способам дубления – кожи минерального дубления, а именно:

- кожи хромового дубления;
- алюминиевого дубления (лайка);
- циркониевого дубления;
- железного (сафьян);
- титанового;

– органического (жирового, или альдегидного) способа дубления;

2) по видам сырья (см. таблицу 1.2);

3) по способу и характеру отделки лицевой поверхности:

– с естественной нешлифованной лицевой поверхностью (гладкие, тисненые, с рельефным рисунком);

– с естественной подшлифованной лицевой поверхностью (гладкие, тисненые, с рельефным рисунком, нубук);

– с естественной шлифованной лицевой поверхностью (гладкие, тисненые, с рельефным рисунком, велюр, замша);

– с искусственно образованной лицевой поверхностью (облагороженные кожи).

4) по цвету:

– чёрные (около 120 оттенков);

– коричневые (около 160 оттенков);

– светлые (сюда относятся все оттенки белого, чёрного, бежевого);

– яркие (цвета радуги);

– натуральные (получают цвет в процессе дубления);

5) по толщинам (толщина определяется в стандартной точке Н):

– тонкие (0,5–0,9 мм);

– средние (1–1,2 мм);

– толстые (1,3–1,6 мм);

– особо толстые (более 1,6 мм).

В случае использования толстых и особо толстых кож обувь не нуждается в подкладке (бесподкладочная обувь);

6) по виду покрытия (покрытию подвергаются те кожи, которые не отделываются шлифшкуркой, кроме велюра и нубука):

– казеиновое покрытие;

– акриловое покрытие (эмulsionное);

– нитроцеллюлозное покрытие;

– комбинированное покрытие (акрилонитровое);

– лаковое покрытие;

7) по применению (или назначению):

– для женской модельной обуви;

– для повседневной обуви;

– для детской обуви;

– перчаточные кожи;

– одежные кожи;

– кожи специального назначения (например, тропикостойкие, огнестойкие, химикостойкие).

Особое место занимает замша. Велюр и замша имеют ворсовую поверхность, которую получают путем шлифования (велюр может быть и со шлифованной бахтармянной стороной). Велюр вырабатывают из шкур крупного рогатого скота, свиных шкур и кожевенного спилка (спилок получают при двоении шкур крупного рогатого скота повышенных развесов и свиных шкур).

Замшу получают из шкур северных оленей, молодняка крупного рогатого скота и жировым методом дубления.

Нубук – кожа с очень низким, едва различимым ворсом. Получена подшлифовкой лицевой поверхности, для чего используются шлифовальные полотна мелкой зернистости.

Таблица 1.2 – Классификация кож по видам сырья

Вид кожи	Вид сырья	Характеристики кожи	
		1	2
A. Кожи из шкур крупного рогатого скота			
хромовый опоек (выделяют 3 категории по весу шкуры)	опоек – шкуры телят, питавшихся материнским молоком и не перешедших на растительную пищу	малая площадь (0,5–0,6 м ²), равномерность по толщине и плотности по топографическим участкам, практически отсутствуют пороки	
хромовый выросток (3 категории в зависимости от возраста и породы)	выросток – шкуры телят, перешедших на растительную пищу (0,5–1,2 года)	большей площади (1,1–1,2 м ²), менее равномерна по толщине и плотности по топографическим участкам, встречаются лицевые пороки	
хромовый полукожник	полукожник – шкуры тёлок и бычков от 1 до 1,5 лет в зависимости от породы	типичный сапожный материал площадью 2 м ² , больше лицевых пороков, неравномерности по толщине и плотности по топографическим участкам	
хромовая яловка (3 категории в зависимости от массы шкур: лёгкая, средняя, тяжёлая)	яловка – шкуры коров (телившихся и нетелившихся)	кожа более 2 м ² , большое количество лицевых пороков, большая неравномерность по толщине и плотности по топографическим участкам, кожу выпускают часто с искусственным лицом, характерный порок – заполистость (полы больше чепрака)	
B. Кожи из шкур коз			
шевро	шкуры молодых коз, непригодные для мехового производства	площадь менее 60 дм ² , относительно равномерна по толщине и плотности по топографическим участкам, кожа с отсутствием пороков, красивой мереёй, толщина – 0,9–1мм (используется для изготовления женской модельной обуви)	
хромовая козлина	шкуры взрослых коз, непригодные для мехового производства (то есть, когда забой скота был произведен в период линьки)	кожи площадью 60–100 дм ² , равномерны по толщине и плотности по топографическим участкам, с повышенной тягучестью, это лучшее сырьё для одёжно-галантерейных изделий	

Окончание таблицы 1.2

1	2	3
В. Кожи из шкур овец		
шеврет (хромовая овчина)	овчина, непригодная для мехового производства	кожа рыхлая, тягучая, с низкой прочностью, довольно крупной мереёй, также является в основном сырьём для одёжно-галантерейной промышленности
упрочнённый шеврет	овчина, непригодная для мехового производства	кожа, упрочнённая ВМС, применяется для изготовления детской обуви, так как износостойчивость, прочность такой кожи низкая
Г. Кожи из шкур свиней		
свиной хром	шкуры из рыбок взрослых свиней	кожи с естественной мереёй, кожа рыхлая, тягучая, упругая, хуже, чем кожа крупного рогатого скота
ДОЛ (двоенное облагороженное лицо)	шкуры из рыбок взрослых свиней	у кожи спиленное «лицо», её делают затем тиснёной под крокодила, шевро и так далее, применяют для изготовления повседневной обуви
ОЛ (облагороженное лицо)	шкуры из рыбок взрослых свиней	сошлифовывают «лицо», а затем её с замшевидной (ворсистой) лицевой стороной или с искусственным «лицом», волокна порезаны, прочность и другие свойства ухудшаются, низкие эксплуатационные свойства
свиные полы	полы свиных шкур	кожа узкой, длинной формы, тонкая, тягучая, с видимыми отверстиями от щетины, это типичный подкладочный, одёжно-галантерейный материал
Д. Кожи конских шкур		
жеребок	шкуры жеребят, непригодные для мехового производства	используется в виде целых кож, типичный галантерейный материал, в Литве, Латвии, Эстонии развита резьба по этой коже
хромовая конина	шкуры из лёгких передин конского сырья	кожа с красивой (средней) мереёй, очень тягучая, довольно упругая (особенно на лапах), в основном применяют для изготовления женской (модельной) обуви

Подкладочные кожи классифицируют по тем же признакам, что и кожи для верха обуви. Но из-за меньшей толщины, а следовательно, и низкого качества (3 сорт) производят предварительную сортировку. Подкладочную кожу не жириют, часто не красят и не отделяют, чтобы подкладка сохранила все положительные свойства кожи. Часто такую кожу вырабатывают из спилка, который имеет перекошенную форму. Толщина подкладочных кож 0,3–1,5 мм в зависимости от назначения.

Подкладочные кожи подразделяют:

- 1) по видам: на натуральные (без барабанного и покрывного крашения), окрашенные (только барабанное крашение), с покрытием (барабанное крашение с последующим покрывным) – для модельной обуви;
- 2) по толщинам: для повседневной обуви – 0,6...0,9 мм; 0,9...1,2 мм; 1,2...1,5 мм; для модельной обуви – 0,6...0,9 мм; 0,7...1,0 мм; 0,9...1,2 мм;
- 3) по способу изготовления: из шкур и из спилка.

Свиные полы – низкокачественные кожи, применяются в качестве подкладочных материалов. Они подразделяются по толщинам на тонкие (0,3–0,6 мм); средние (0,7–1,0 мм); толстые (1,1–1,5 мм).

Кожи для низа обуви отличаются повышенной толщиной (2,5–7 мм), плотностью, жесткостью, хорошими гигиеническими свойствами, но быстрой намокаемостью, деформируемостью после высыхания и низкой износостойчивостью. Кожи для низа обуви классифицируются:

- по назначению: для ниточных, винтово-гвоздевых, клеевых методов крепления;
- по исходному сырью: из шкур КРС, свиней, верблюдов и конских хазов, полу кожник, рыбки и т. д.;
- по конфигурации: целые кожи, полу кожки, чепраки, рыбки, конские хазы и т. п.

Применяются для изготовления подошв, рантов, стелек, задников, подносок, подложек и др. Широкое применение искусственных материалов привело к ограничению использования натуральных кож.

Химические и физико-механические показатели кож должны соответствовать требованиям, указанным в таблицах 1.3 и 1.4 соответственно.

Таблица 1.3 – Химические свойства кож

Наименование показателя	Значение показателя
1	2
Массовая доля влаги, %	10,0–16,0
Массовая доля хрома (III) (в пересчете на Cr ₂ O ₃), %	
– для кож хромового дубления, не менее	3,5
– для кож бесхромового дубления, не более	0,2
Массовая доля веществ, экстрагируемых органическими растворителями (кроме кож с масляной и масляно-восковой отделкой), %	4,0–12,0
– для кож с масляной и масляно-восковой отделкой	4,0–16,0
pH*, не менее	3,5
Массовая доля свободного формальдегида, мкг/г, не более	
– для кож (кроме кож, предназначенных для изделий для детей и подростков);	300
– кож, предназначенных для изделий для детей и подростков	20
Массовая доля водовымываемого хрома (VI) мг/кг, не более	
– для кож (кроме кож, предназначенных для изделий для детей и подростков);	3,0
– кож, предназначенных для изделий для детей и подростков	не допускается

Окончание таблицы 1.3

1	2
Массовая доля пентахлорфенола, мг/кг, не более	0,5
Массовая доля азокрасителей (для каждого соединения), мг/кг, не более	30,0
Примечание. Значения показателей химического состава (за исключение массовой доли влаги) даны в пересчете на абсолютно сухую кожу.	
* В случае, если pH ниже 4,0 или выше 10,0, определяют также Δ pH, значение которой должно быть не более 0,7	

Таблица 1.4 – Физико-механические свойства кож

Наименование показателя	Значение показателя
1	2
Температура сваривания для кож, °С, не менее	
– хромового дубления	
– с волосяным покровом	100
– бесхромового дубления	90
– бесхромового дубления	75
Предел прочности при растяжении, 10 МПа, не менее	
– для кож (кроме шевро, шеврет и кож с волосяным покровом):	
– толщиной 0,9–1,4 мм	1,2
– 1,41–1,6 мм	1,3
– свыше 1,6 мм	1,5
– для шевро, шеврет	1,1
– для кож с волосяным покровом	1,5
Напряжение при появлении трещин лицевого слоя, 10 МПа, не менее	
– для кож (кроме шевро, шеврет и кож с волосяным покровом):	
– толщиной 0,9–1,4 мм	1,0
– 1,41–1,6 мм	1,2
– свыше 1,6 мм	1,3
– для шевро, шеврет и кож с волосяным покровом	1,1
Удлинение при напряжении 10 МПа, %	
– для кож (кроме шевро, шеврет)	25,0–55,0
– шевро и шеврет	30,0–55,0
Нагрузка при разрыве, Н, не менее	
– для кож толщиной св. 1,6 мм	120
– для кож (материал верха деталей языка)	36
– для кож (кроме шевро, шеврет)	70
– шевро	40
– шеврет	20
Устойчивость покрытия к многократному изгибу в сухом состоянии после 50 000 циклов и в мокром состоянии после 20 000 циклов [кроме кож, предназначенных для модельной (кратковременной носки) и домашней обуви]	Отсутствие нарушения покрытия
Устойчивость покрытия к многократному изгибу в сухом состоянии кож, предназначенных для модельной (кратковременной носки) и домашней обуви, после 12 000 циклов	

Продолжение таблицы 1.4

1	2
Устойчивость окраски кож баллы, не менее – <u>для кож с анилиновой отделкой, нубука и велюра:</u> – к сухому трению после 50 циклов – к мокрому трению после 20 циклов – <u>для кож других видов отделки:</u> – к сухому трению после 100 циклов – мокрому трению после 40 циклов – для кож для бесподкладочной обуви с бахтармянной стороны к сухому и мокрому трению после 40 циклов – для кож с волосяным покровом к сухому трению	3 3 3 3 3 3 4
Устойчивость окраски кож к воздействию «пота» для бесподкладочной обуви, баллы,	3
Адгезия покрывной пленки. Н/10 мм, не менее	2
Примечания: При определении устойчивости окраски кож по ГОСТу 938.29 значение показателя устойчивости окраски кож к сухому трению – не менее 4 баллов, мокрому трению – не менее 3 баллов.	
Показатели «Устойчивость покрытия к многократному изгибу», «Адгезия покрывной пленки», «Устойчивость окраски» для кож с восковой, масляно-восковой и масляной отделками, с несплошными покрытиями не определяют.	

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Какие виды сырья применяются для изготовления натуральных кож?
2. Каким образом можно отличить свиные кожи от кож из шкур крупного рогатого скота?
3. Какие существуют виды кож с ворсовой поверхностью?
4. Каким образом можно отличить хромовые кожи от юфтеевых?
5. Чем отличается велюр от нубука?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

ИЗУЧЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить ассортимент и свойства искусственных кож, применяемых при производстве обуви, научиться органолептически определять искусственные кожи, используемые для изготовления верха обуви.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, альбомы с образцами искусственных кож, применяемых при производстве обуви.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Изучить классификацию ассортимента искусственных кож.
2. Изучить ассортимент и свойства искусственных кож, применяемых при производстве обуви.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Схематически записать классификацию искусственных кож.
2. Заполнить таблицу «Характеристика искусственных кож».

Таблица 2.1 – Характеристика искусственных кож

Вид кожи	Вид покрытия	Вид основы	Отделка поверхности	Назначение
Кирза	Каучуковое	Тканевая	Тисненная под крупную мерею юфти	Для верха рабочей обуви

3. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Искусственные кожи являются в настоящее время универсальным материалом большого народно-хозяйственного назначения. Первыми изделиями из кожеподобных искусственных материалов можно считать резиновую обувь с верхом из ткани, пропитанную раствором каучука. В конце XIX в. в России существовало уже несколько фабрик по производству различных искусственных кож, и тогда же появились первые патенты, относящихся к созданию искусственных материалов. Широкое развитие производства искусственных кож начинается с 30-х годов XX ст. Это связано с быстрым развитием производства пластических масс.

Искусственная кожа (ИК) – это слоистый композиционный материал, который состоит из листовых или расположенных послойно волокнистых компонентов, скрепленных между собой с помощью связующего вещества.

Материал «искусственная кожа» можно классифицировать по множеству различным признакам. Одним основных признаков классификации является по виду применяемых материалов для полимерного покрытия. В качестве полимерного покрытия могут использовать полиуретан (ПУ), поливинилхлорид (ПВХ), полиамид (ПА), полиэфируретан (ПЭУ), нитрацеллюлоза, термоэластопласти (ТЭП), смеси каучуков.

Полиуретановые покрытия обладают высокими показателями прочности, стойкости к многократным деформациям, сопротивления истиранию и раздиру, характеризуются хорошей адгезией к различным основам, высокой водо- и маслостойкостью, устойчивостью к действию растворителей и истиранию, отличными электроизоляционными свойствами и устойчивостью к атмосферным воздействиям.

Поливинилхлоридные покрытия обладают высокой механической прочностью, химической стойкостью, хорошими диэлектрическими свойствами, дешевы. В условиях эксплуатации чистый ПВХ не обладает высокоэластическими свойствами и поэтому в таком состоянии при производстве искусственных кож не применяется. Способность к высокоэластическим деформациям ПВХ приобретает при добавлении к нему специальных низкомолекулярных веществ, которые одновременно увеличивают пластичность полимера. ПВХ не стоек к действию пониженных температур, поэтому добавление высокомолекулярных пластификаторов повышает его морозостойкость.

Растворами полиамидов пропитывают основы подкладочных искусственных кож и готовят из них отделочные покрытия. Пленки полиамидов отличаются высокой прочностью на истирание и разрыв, эластичностью, устойчивы против плесени, бактерий, растительных и минеральных масел. К недостаткам смешанных полиамидов следует отнести малую устойчивость к действию света и неудовлетворительную адгезию к ПВХ и каучукам. Водно-спиртовые растворы смешанных полиамидов применяют для получения пористой искусственной кожи, обладающей повышенными гигиеническими свойствами (паро- и воздухопроницаемостью).

Каучуки и смеси каучуков со смолами применяют в качестве пленкообразующих лицевых покрытий для придания искусственным кожам высокой морозо-, термостойкости и мягкости.

По виду основы искусственные кожи могут выпускаться на тканевой, трикотажной, нетканой и комбинированной основах. Основа придает материалу комплекс механических свойств, обеспечивает также гигиенические и теплозащитные свойства.

Большинство ИК имеет основу из тканей. Чаще всего применяют хлопчатобумажные ткани (кирзу двух- и трехслойную, молескин, бязь и др.), отличающиеся высокой поверхностной плотностью (более 200 г/м²), прочностью, гладкой поверхностью с минимальным количеством ткацких дефектов. При недостаточно гладкой поверхности ткани необходимо наносить толстый слой покрытия, чтобы закрыть рисунок переплетения, а это приводит к излишнему расходу материала и снижению гигиенических свойств ИК. Хлопчатобумажные ткани обеспечивают высокую адгезию покрытия к основе, прочность, износостойкость и малую усадку. Применяют также ткани из смеси хлопковых, вискозных, капроновых и полиэфирных волокон. Недостатками тканевых основ являются анизотропность свойств в долевом и поперечном направлениях, малая растяжимость (удлинение при разрыве не более 40 %) и, как следствие, плохая формуемость и невысокое сопротивление многократному изгибу.

Трикотажные основы для искусственных кож имеют высокие показатели растяжимости и упругости, способны легко формоваться, однако формоустойчивость трикотажа недостаточна. Искусственные кожи на трикотажной основе применяют для производства перчаток, нарядных сумок, поясов, эластичных голенищ сапожек.

Нетканые основы являются наиболее перспективными для производства искусственных кож, так как обладают меньшей анизотропностью, чем ткани, достаточной прочностью, хорошей растяжимостью и сопротивлением многократному изгибу, невысокой стоимостью. Нетканые основы можно вырабатывать, комбинируя различные виды натуральных, синтетических и искусственных волокон, что позволяет в широких пределах изменять физико-механические и гигиенические свойства материалов.

Комбинированные текстильные основы получают путем дублирования нетканых полотен с тонкой тканью, применяя клеевой и иглопробивной способы соединения, что уменьшает растяжимость и увеличивает жесткость основ. Перспективно для создания основ искусственных кож использование коллагеновых волокон (которые получают из отходов кож) в смеси с синтетическими. Их высокие показатели гигроскопичности, влагопоглощения и влагоотдачи позволяют получить основу с лучшими гигиеническими свойствами, чем основы из синтетических волокон.

Следующий признак в классификации искусственных кож является наличие пропитки текстильной основы. Текстильные основы могут быть без пропитки, грунтованные основы и пропитанные.

Искусственные кожи характеризуется количеством слоев в структуре. Бывают однослойные и многослойные. Однослойные искусственные кожи представляют собой полимер, наполненный волокнами, или текстильную основу, чаще всего ткань, пропитанную полимером. Многослойными искусственными кожами считают кожи, имеющие два и более слоев. На рисунке 2.1 представлено схематическое строение искусственной кожи.

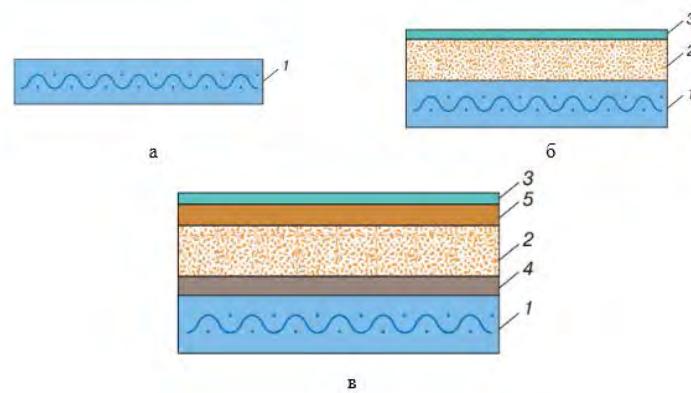


Рисунок 2.1 – Схема строения однослойной (а) и многослойных мягких искусственных кож пористой (б) и монолитно-пористой (в) структуры:
1 – пропитанная волокнистая основа; 2 – пористый лицевой полимерный слой;
3 – отделочный слой; 4 – адгезионный (промазочный) слой;
5 – монолитный полимерный слой

Искусственные кожи можно классифицировать по структуре полимерного слоя, а именно монолитный, монолитно-пористый, пористое строение с открытыми порами и с закрытыми порами, волокнистонаполненные. На рисунке 2.2 представлено обозначение слоев материалов на поперечных срезах искусственных кож.

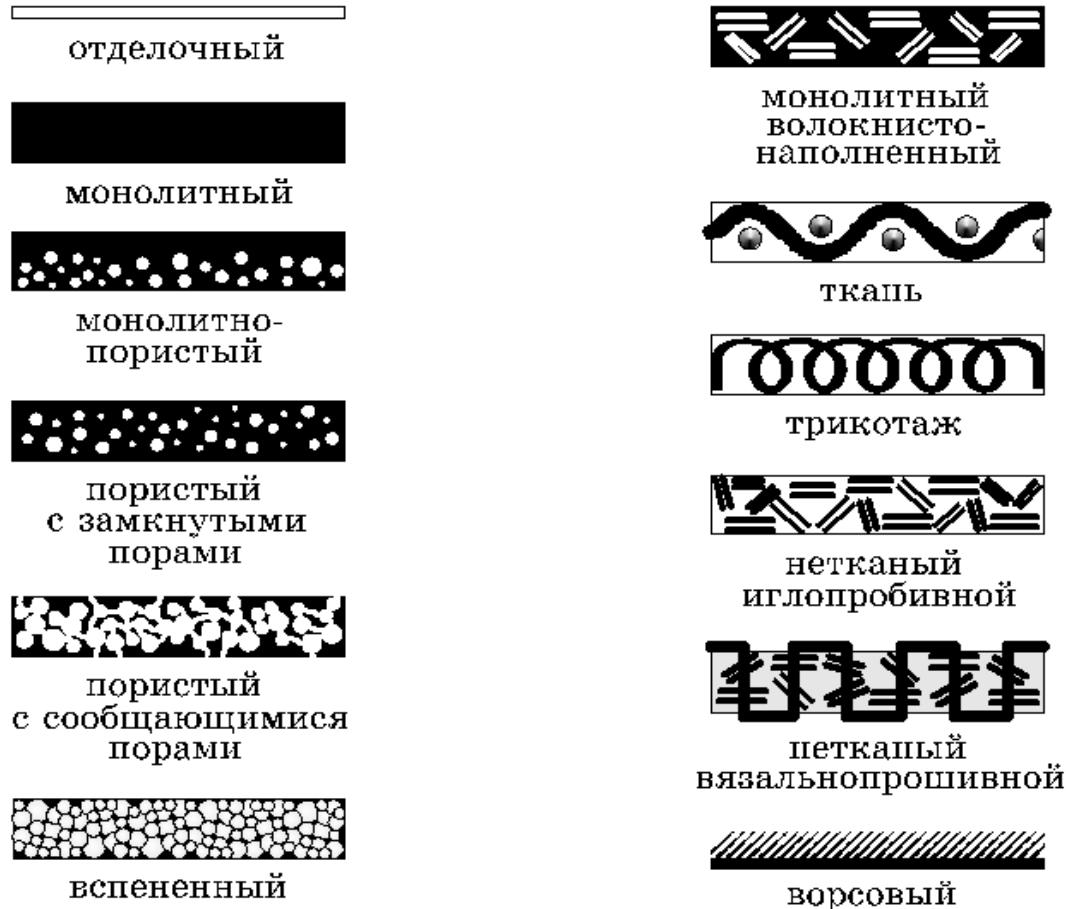


Рисунок 2.2 – Обозначение слоев материалов на поперечных срезах искусственных кож

Искусственные кожи также различают по способу производства: каландровый способ, способ кашированием, наносной способ (прямой и обратный), метод ламинирования, каландрово-наносной способ.

Искусственные кожи различают по внешнему виду. Данный признак делится по фактуре лицевого слоя и по цвету лицевой поверхности. По фактуре лицевого слоя искусственные кожи могут выпускаться с гладкой, замшевидной, матовой, лакированной, тисненной, кожеподобной и печатной поверхностью. По цвету лицевой поверхности (покрытия) искусственные кожи могут быть черные, белые и цветные. По назначению различают искусственные кожи галантерейные, обувные, для одежды, технические, обивочные, декоративные, пленочные. Искусственные кожи также различают по специфическим свойствам. Они могут быть обычные, морозостойкие, бензостойкие, огнестойкие, кислотностойкие, щелочностойкий, водостойкие,

маслостойкие, термостойкие, раздиростойкие, виброгасящие, шумозащитные, электропроводящие, антистатические и др.

При формировании названия (термина) мягкой искусственной кожи принято учитывать следующие признаки: назначение искусственной кожи; вид полимерного покрытия; название материала (искусственная кожа); вид основы.

Для удобства образования термина искусственной кожи приняты сокращенные названия, которые приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Сокращенные названия образования термина искусственной кожи

Полимерное покрытие	Сокращение	Вид основы	Сокращение
Поливинилхлоридное	Винил	Ткань	Т
Полиуретановое	Уретан	Трикотаж	ТР
Каучуковое	Эласто	Нетканое полотно	НТ
Полиамидное	Амид	Комбинированная	–
Нитроцеллюлозное	Нитро	Без основы	–

Ассортимент искусственных кож наиболее подвижен – каждый год появляются новые материалы, которые заменяют предыдущие виды. Однако наравне с современными видами искусственных кож в настоящее время выпускают искусственные кожи, разработаны в более позднее время. Ниже описаны наиболее распространенные виды материалов.

Винилискожа-Т обувная пористо-монолитная представляет собой ткань (АСТ-28, башмачную палатку, хлопковавсановую или вискозную) с односторонним пористо-монолитным покрытием из смеси ПВХ и каучука СКН-26. Материал имеет высокое сопротивление истиранию, однако недостаточно морозостоек и паронепроницаем. Его используют для верха сапожек, эксплуатируемых в весенне-осенний период, а также для верха легкой обуви.

Винилискожа-Т обувная лаковая представляет собой ткань (АСТ-28, вискозную) с односторонним ПВХ-покрытием. Винилискожу выпускают четырех групп, различающихся толщиной (0,6–1,1 мм), а также структурой лицевого покрытия (группы 1 и 4 – с пористо-монолитным покрытием, группы 2 и 3 – с монолитным). Винилискожу групп 1 и 4 используют для изготовления обуви весенне-осеннего ассортимента, эксплуатируемой при температуре не ниже -5 °С, а винилискожу групп 2 и 3 – для изготовления летней обуви. Материал имеет гладкую блестящую лицевую поверхность и низкие гигиенические свойства.

Винилискожа-Т обувная замшевая – это вискозная ткань с замшевидным пористым ПВХ-покрытием, которая предназначена для изготовления обуви, эксплуатируемой при температуре не ниже -5 °С.

Шарголин – ткань (трехслойная кирза) с ПВХ-покрытием. На лицевой стороне шарголина тиснят рисунок под юфть. Шарголин применяют для голенищ сапог с верхом из юфти.

Винилискожа-Т «Юфтин» – сукно, на которое нанесено ПВХ-покрытие. На лицевой стороне тиснят рисунок под юфть. «Юфтин» применяют для голенищ утепленных сапог.

Винилискожа-ТР обувная пористая представляет собой трикотажное полотно с пористым ПВХ-покрытием. Предназначена для голенищ комбинированных женских сапожек, эксплуатируемых при температуре не ниже -10 °C.

Винилуретанискожа-ТР обувная представляет материал, на одну сторону трикотажной основы которого, кроме пористого покрытия из поливинилхлорида, нанесено монолитное покрытие из полиуретана. Данная искоожа предназначена также для изготовления деталей верха обуви, в основном весенне-осеннего сезона носки (может выдерживать более низкую температуру, чем винилискожа – ТР).

Винилискожа-НТ для верха летней обуви – это нетканое иглопробивное полотно, на одну сторону которого нанесено ПВХ-покрытие. Выпускают двух групп толщины, различного цвета, с тиснением, печатным рисунком и без него.

Ворсит – это ворсовая ткань (вельветон), на которую нанесено несколько слоев бензинового раствора резиновой смеси. Используется для голенищ сапог с верхом из кож хромового дубления и верха мужских ботинок.

Эластоискожа-Т обувная замшевая представляет собой кирзу с односторонним пористым покрытием из синтетических каучуков. Пористую структуру получают методом вымывания солей. Лицевую поверхность шлифуют и отделяют растворами полимеров. Материал предназначен для верха зимней обуви, эксплуатируемой при температуре до -35 °C.

Уретанискожи – это искусственные кожи на тканевой или трикотажной основе с полиуретановым покрытием. Широко используют при изготовлении голенищ сапожек, верха сумок и других изделий.

Замша искусственная обувная электростатического метода производства представляет собой хлопчатобумажную ткань, на поверхность которой нанесен грунт, клеевой слой и электростатическим методом синтетический ворс. Ее вырабатывают коротковорсовой (длина ворса 0,4–1,0 мм) и длинноворсовой (1,5–3,5 и 3,5–6,0 мм). Замшу искусственную обувную применяют для верха домашней обуви, а также для отделки деталей, она имеет плохие формовочные свойства.

Синтетическая кожа СК-8 представляет собой нетканую иглопробивную основу, пропитанную растворами полиуретана и имеющую покрытие из вспененного полизифируретана. СК-8 успешно применяют для голенищ женских сапожек и верха мужских полуботинок.

Синтетическая кожа «Велюр» – это иглопробивная волокнистая основа, пропитанная полиуретановой композицией, шлифованная, ворсованная и подвергнутая мятыю. Материал легок, мягок и паропроницаем.

Полькорфам-216 имеет гладкую ворсовую или лаковую лицевую поверхность. Представляет собой многослойный материал: нетканая

иглопробивная основа из полиэфирных волокон с пропиткой полиэфиуретанами, армирующая ткань, пористый полиуретановый слой, окрашенная полиуретановая пленка и отделочный слой. Материал имеет высокую прочность при небольшом удлинении, паропроницаемость, близкую к паропроницаемости кожи, низкие влагопоглощение и влагоотдачу.

Экокожа – искусственная кожа, имеющая 4-слойную структуру: отделочный монолитный полимерный слой, пористый полимерный слой, тканевую основу, слой кожевенных отходов.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Дайте определение термину «искусственная кожа»?
2. В зависимости по назначению как можно классифицировать искусственную кожу?
3. Как можно квалифицировать искусственную кожу по структуре?
4. Какое покрытие обладает высокими показателями прочности, стойкости к многократным деформациям, сопротивления истиранию?
5. Почему чистый ПВХ не используют в производстве искусственной кожи?
6. Какими способами производят искусственную кожу?
7. Какие виды искусственной кожи вы знаете?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

ИЗУЧЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить ассортимент и свойства текстильных материалов, получить навыки определения основных текстильных материалов.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, альбомы с образцами текстильных материалов.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Изучить классификацию ассортимента текстильных материалов.
2. Изучить ассортимент и свойства текстильных материалов.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Записать классификацию текстильных материалов.
2. Заполнить таблицу 3.1 «Характеристика тканей».

Таблица 3.1 – Характеристика тканей

Наименование ткани	Волокнистый состав	Переплетение	Отделка

3. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

К текстильным материалам относят: ткани, трикотаж, нетканые материалы, искусственный мех, валяльно-войлочные материалы, а также нитки и текстильную фурнитуру – ленту, тесьму, шнуры и др.

КЛАССИФИКАЦИЯ И АССОРТИМЕНТ ТКАНЕЙ

Ткань – это текстильное полотно, изготовленное на ткацких станках путем переплетения нитей. Одни нити идут вдоль полотна и называются основными – нить основы, другие поперек полотна и называются уточными – нить утка. Нити эти располагаются друг к другу перпендикулярно.

Ткань можно классифицировать по следующим признакам:

1. По виду волокна:
 - однородные;
 - неоднородные;
 - смешанные.

К однородным относят ткани, выработанные из одного вида пряжи или нитей: хлопчатобумажные, льняные, шерстяные, шелковые, а также из синтетических или искусственных нитей.

Неоднородные ткани состоят из нитей разных по волокнистому составу и структуре (например, основа – из хлопчатобумажных, а уток – из капроновых).

Смешанные ткани вырабатывают из пряжи, полученной из смеси волокон (например, шерстяных и вискозных).

2. По ткацким переплетениям (см. таблицу 3.2):

– главные (простые);

– мелкоузорчатые;

– сложные;

– крупноузорчатые.

3. По способу выработки:

– гладьевые;

– ворсовые;

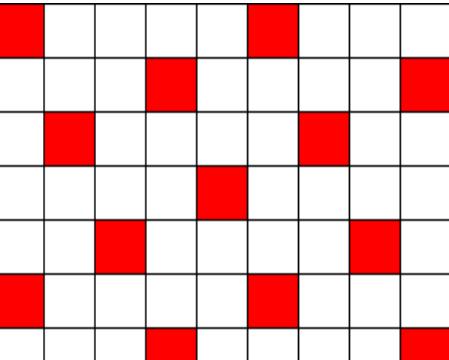
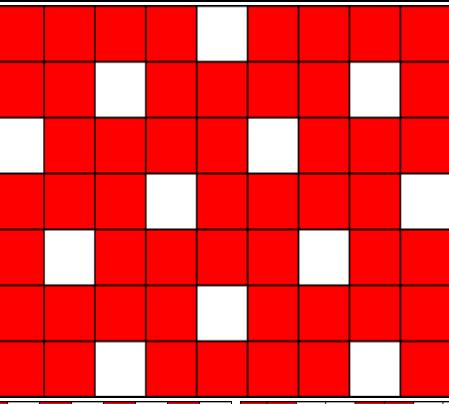
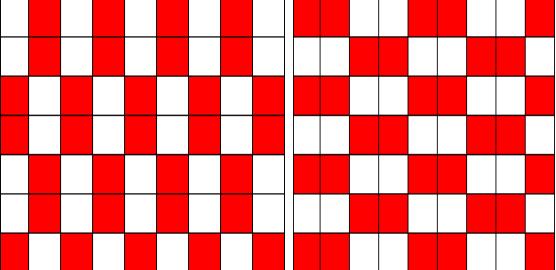
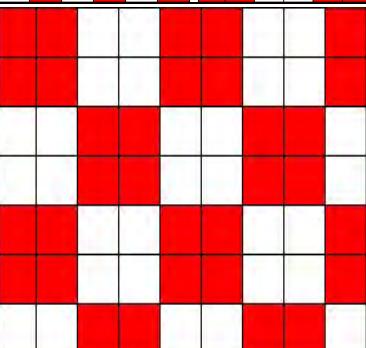
– фасованные (ткани срельефным рисунком).

Ткани, выработанные из разноцветных нитей, называют пестротканым и, из разноцветных волокон – меланжевыми.

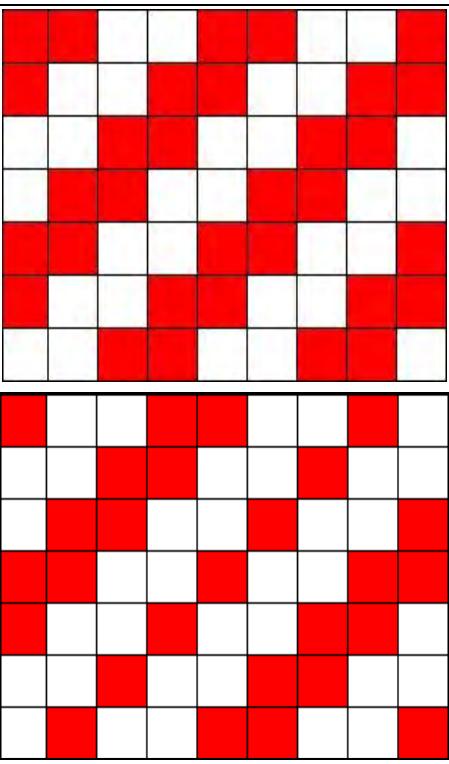
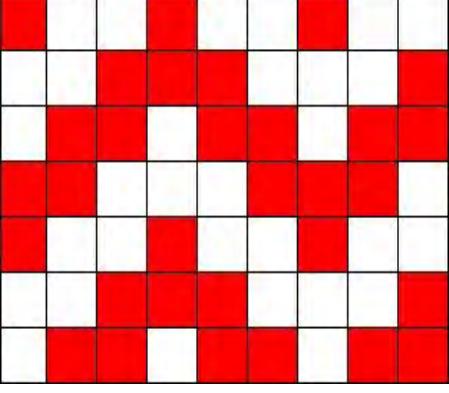
Таблица 3.2 – Переплетения тканей

Название переплетения	Рисунок переплетения		Характеристика переплетения
1	2	3	
Простые	Полотняное		Полотняное переплетение самое распространенное и самое прочное, а при большей плотности имеет повышенную жесткость. При полотняном переплетении нити основы и уточные чередуются одна через одну в шахматном порядке
	Саржевое		Саржевое переплетение образует на поверхности полотна видимый диагональный рубчик, который проходит или сверху вниз и слева направо, или сверху вниз и справа налево. Обычно диагональные рубчики идут под углом 45°. Если увеличивается плотность полотна, то диагональный рубчик идет более круто или более полого

Продолжение таблицы 3.2

	1	2	3
Сатиновое			<p>Сatinовое и атласное переплетение отличаются тем, что имеют гладкую и ровную поверхность с повышенным блеском, которая образовывается от редкого переплетения нитей основы и утка. Если лицевая сторона ткани образована из уточных нитей, то ткань называется сатином, а переплетение сатиновым.</p>
			
Мелкоузорчатые	Репс		Репсовое переплетение относится к производным полотняного переплетения. Оно характерно тем, что на поверхности полотна происходит образование рубчика
	Рогожка		Переплетение рогожка тоже относится к производным полотняного переплетения. Рисунок переплетения нитей на полотне, ярче выражен, чем в полотняном переплетении

Окончание таблицы 3.2

	1	2	3
Сложные	Обратная саржа	Усиленная саржа	Рисунок переплетения нитей на полотне, при усиленной сарже, имеет ярко выраженные широкие рельефные диагонали
	Сложная саржа		Это переплетение характеризуется наличием на полотне ткани нескольких диагональных полос различной ширины
	Ломаная саржа		Ломаная саржа образуется при изменении направления диагоналей саржи под прямым углом, в результате чего образуется рельефный рисунок в виде елочки. Обратная саржа отличается от ломаной тем, что в местах излома происходит сдвиг диагоналей, против диагоналей из основных перекрытий располагаются диагонали из уточных перекрытий
Крупноузорчатые	К сложным переплетениям относят двухлицевые, двухслойные, ворсовые, пике, петельные, перевивочные (ажурные)		
	Крупноузорчатые переплетения подразделяются на две группы: простые и сложные. Простые крупноузорчатые переплетения образуются из двух систем нитей сочетанием простых, производных и комбинированных переплетений. Сложные крупноузорчатые переплетения образуются из трех, четырех и более систем нитей		

4. По способу отделки:

- суровые (ткани, которые непосредственно сняты с ткацких станков);
- беленые;
- гладокрашеные (окрашенные в один цвет);
- набивные (с печатным рисунком).

5. По структуре поверхности и рацветки:

- равносторонние ткани (в равносторонних тканях строение и оформление лицевой и изнаночной сторон одинаковы);
- разносторонние ткани.

В зависимости от вида дополнительной отделки ткани называют малоусадочными, несминаемыми, аппретированными и др.

По структуре пряжи ткани делят на ткани из кардной, гребенной, аппаратной пряжи, комплексных и объемных нитей и др. Лицевая сторона многих тканей отличается от изнаночной не только структурой, но и видом пряжи, составом волокна и рисунком.

КЛАССИФИКАЦИЯ И АССОРТИМЕНТ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН

Трикотажное полотно – это текстильный вязаный материал, изготовленный из одной или нескольких непрерывных нитей путем изгибаия их в петли, которые переплетаются между собой.

Трикотаж можно классифицировать по следующим признакам:

1) по волокнистому составу и виду нитей:

– А – полотна из натуральной или смешанной пряжи, содержащей до 30 % химических волокон, а также из сочетания натуральной пряжи с различными видами химических нитей;

– Б – полотна из искусственных нитей и пряжи или их сочетания с различными синтетическими нитями и пряжей, содержащих до 30 % синтетических волокон;

– В – полотна из синтетических нитей и пряжи из смешанной пряжи (синтетических волокон более 30 %); полуsherстяные полотна – содержащие не менее 45 % шерстяного волокна;

2) по способу отделки и обработки:

- суровый;
- отбеленный;
- отваренный;
- окрашенный;
- набивной;
- однотонный;
- пестровязаный;
- с различными видами отделок (ворсование, тиснение, стрижка и др.);

3) по способу выработки:

– основовязаный – трикотаж, в котором горизонтальный петельный ряд образуется целой системой нитей, прокладываемых одновременно на все работающие иглы, т.е. каждая игла получает свою нить;

– поперечновязаный (кулинарный) – трикотаж, в котором все петли одного ряда образуются последовательным изгибанием одной непрерывной нити;

4) называется в зависимости от числа игольниц трикотажных машин:

– одинарный;

– двойной;

5) по виду переплетения:

– главные переплетения (например, ластик, цепочка, трико, атлас, двухизнаночный трикотаж);

– производные переплетения (например, интерлок, суконный атлас, сукно и др.);

– рисунчатые переплетения (рисунчатые переплетения вырабатывают на основе главных и производных, изменяя их структуру ввязыванием дополнительных нитей).

КЛАССИФИКАЦИЯ И АССОРТИМЕНТ НЕТКАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нетканые текстильные изделия получают из одного или нескольких слоев текстильных материалов (волокон, нитей, тканей), скрепленных различными способами (склеиванием, прошивкой и т. д.).

Нетканые обувные полотна классифицируются:

1) по способу получения:

– механический (вязально-прошивной, холстопрошивной, тканепрошивной, иглопробивный, валяльный и др.);
– физико-химический (скрепление волокон kleями);
– комбинированный (иглопробивной способ с последующим склеиванием);

2) по составу исходного сырья:

– однородные;

– смешанные;

3) по структуре холста (в зависимости от способа формирования холста волокна могут располагаться):

– параллельно (в одном направлении);

– перекрестно (взаимно перпендикулярно или зигзагообразно);

– хаотично (неориентированно);

– комбинированно.

Вырабатываются нетканые полотна толщиной 0,25–4,0 мм, шириной от 80 до 180 см, поверхностной плотностью от 200 до 800 г/м².

Свойства нетканых материалов зависят в основном от волокнистого состава и способа производства. Наибольшей прочностью характеризуются

иглопробивные каркасные материалы. Прошивные нетканые материалы характеризуются большой анизотропией прочности и удлинений (по длине указанные показатели в 1–5 раз выше, чем по ширине).

Клеевые нетканые материалы имеют более высокую разрывную нагрузку, чем прошивные полотна, но более низкое сопротивление раздиру, особенно в увлажненном состоянии. Наибольшее сопротивление истиранию имеют kleеные материалы. Усадка нетканых материалов составляет 4–7 %. Гигиенические свойства нетканых материалов зависят от способа производства и гидрофильтрности волокон. Худшими гигиеническими свойствами обладают kleеные материалы.

Холстопрошивные нетканые полотна по свойствам не уступают тканям того же волокнистого состава. У них большие поверхностная плотность, пористость, воздухо- и паропроницаемость, но меньшие плотность и теплопроводность.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Какие материалы можно отнести к текстильным материалам?
2. Что называют тканями?
3. Перечислите признаки классификации тканей.
4. Какие классы и виды ткацких переплетений выделяют?
5. Что называют «раппортом»?
6. Назовите примеры простых переплетений.
7. Дайте определение понятию «трикотаж».
8. Как можно разделить трикотаж в зависимости от способа выборки?
9. Какие виды переплетений в трикотаже Вы знаете?
10. Перечислите признаки классификации нетканых полотен.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

ИЗУЧЕНИЕ АССОРТИМЕНТА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить ассортимент и свойства полимерных материалов, применяемых при производстве обуви, получить навыки определения основных полимерных материалов, используемых для изготовления деталей низа обуви.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы полимерных материалов, применяемых при производстве обуви.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Изучить классификацию ассортимента полимерных материалов.
2. Изучить ассортимент и свойства полимерных материалов, применяемых при производстве деталей низа обуви.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Записать классификацию полимерных материалов.
2. Заполнить таблицу «Характеристика методов определения свойств полимерных материалов» и рассчитать статистические характеристики (согласно приложению А) для одного из показателей.

Таблица 4.1 – Характеристика методов определения свойств полимерных материалов

Наименование и обозначения ТНПА	Сущность метода	Аппаратура	Проведение испытаний	Показатели

3. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Полимеры – это высокомолекулярные соединения, молекулы которых состоят из большого числа одинаковых группировок, соединенных химическими связями.

Соединения получают реакцией полимеризации или поликонденсации низкомолекулярных веществ (мономеров). Молекулы этих веществ вступают в реакцию друг с другом при наличии ненасыщенных связей или химически активных групп.

По химическому составу современные полимерные материалы условно можно разделить на следующие основные группы:

- резины на основе различных каучуков;
- композиции на основе пластифицированного поливинилхлорида (ПВХ);
- композиции на основе термоэластопластов;
- полиуретановые композиции;
- композиции на основе сополимеров этилена и винилацетата (ЭВА);
- пластмассы для каблуков и набоек обуви.

В пределах каждой группы производятся материалы различной структуры и свойств. Могут использоваться также комбинированные конструкции низа обуви, сочетающие два и более полимерных материала.

Полимеры, в зависимости от поведения при нагревании и способа фиксации формы изделия при переработке, делят на термопластичные и термореактивные.

Термопластичные полимеры (термопласти) при нагревании размягчаются и переходят в вязкотекучее состояние, а при охлаждении вновь затвердевают, принимая форму изделия. Процесс плавления–затвердевания является обратимым, при этом термопласти изменяют только свои физические свойства, химических изменений не происходит. Способность к формированию сохраняется при повторной переработке, однако некоторые свойства полимеров могут существенно ухудшаться. К термопластам относятся полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид, полиамиды и др.

Термореактивные полимеры (реактопласти) представляют собой низкомолекулярные полимеры, или олигомеры. При нагревании они легко переходят в вязкотекучее состояние, а затем в результате повышенных температур и химической обработки их молекулы структурируются, образуя трехмерную структуру с высокой плотностью. Данный процесс (процесс отверждения) является необратимым, реактопласти превращаются в нерастворимые хрупкие и неплавкие продукты. К реактопластам относятся фенолформальдегидные, полиэфирные смолы и др.

Особый класс высокоэластичных материалов представляют собой эластомеры – каучуки. Каучуки являются основой резиновых смесей, которые перерабатываются в изделия путем закрепления формы последующей вулканизацией. При вулканизации каучук из пластичного или вязкотекучего состояния переходит в эластичное в результате соединения его отдельных макромолекул поперечными связями в пространственную вулканизационную сетку. Процесс вулканизации необратим, но резины в отличие от отверженных реактопластов, как правило, обладают высокой эластичностью.

Высокой эластичностью обладают также **термоэластопласти**, представляющие собой блоксополимеры термопластов (полистирола, полиэтилена, полипропилен и др.) и каучуков (бутадиеновых, изопреновых, бутадиенстирольных и др.). Эти полимеры при обычных температурах эксплуатации подобны резинам, а при повышенных температурах перерабатываются как термопласти.

Основными полимерами, используемыми в производстве деталей низа обуви, являются резина, полиуретан, термоэластопласт, кожволон (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Основные полимерные материалы и их характеристика

Материал	Достоинства	Недостатки
1	2	3
Резины пористые: В, ВШ, ИШ С улучшенными физико-механическими свойствами – «малыш», «мипора», «эластопора», «эвапора», «талка» и др.	<ul style="list-style-type: none"> – мягкость и гидрофобность; – низкая плотность и небольшая масса; – хорошие теплозащитные свойства; – практически влаго- и газонепроницаемы за счет замкнутых и тупиковых пор; – хорошие амортизационные свойства за счет высокой упругости 	<ul style="list-style-type: none"> – невысокая прочность при растяжении; – большая усадка; – изломы подошв при эксплуатации; – низкое сопротивление истиранию и многократному изгибу (кроме ИШ)
Резины непористые: А, Б, В	<ul style="list-style-type: none"> – обладают высокой износостойкостью, прочностью, сопротивлением многократному изгибу и истиранию 	<ul style="list-style-type: none"> – высокая плотность ($1,3 \text{ г}/\text{см}^3$ – черные и $1,55 \text{ г}/\text{см}^3$ – цветные); – низкие теплозащитные свойства и сопротивление прорыву швом; – невысокий коэффициент трения по грунту
Транспарентные резины: «Транспарент» – на основе натурального каучука, «Стиронип» – на основе синтетических каучуков	<ul style="list-style-type: none"> – отличаются высоким пределом прочности при растяжении (более 6 МПа), низкой истираемостью ($4-6 \text{ Дж}/\text{мм}^3$), высоким сопротивлением изгибу и характерным внешним видом (прозрачностью) 	
Кожеподобные резины: Кожволон, Термоволон, Дарнит, Вулканит, Волокнит, Релак и др.	<ul style="list-style-type: none"> – сравнительно небольшая плотность (обладают низкими гигиеническими свойствами); – повышенная твердость; – значительная пластичность; – высокая износостойкость; – высокая теплопроводность 	<ul style="list-style-type: none"> – пониженные теплозащитные свойства; – характерна термопластичность, которая приводит к их размягчению при повышенных температурах, а также, при плохой обработке, к вылеганию следа обуви

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Поливинилхлорид (ПВХ или PVC): ПЛ-2, ПЛ-2М, ПЛП-2, ПЛП-2М	<ul style="list-style-type: none"> – гибкость; – эластичность; – стойкость к действию агрессивных сред; – высокое сопротивление истиранию; – небольшая стоимость 	<ul style="list-style-type: none"> – низкая морозостойкость; – низкая термостабильность (высокая теплопроводность); – быстрое старение под воздействием внешних факторов; – большая плотность ($> 1,3 \text{ г/см}^3$); – повышенное скольжение (при носке в зимних условиях)
Термоэластопласти (ТЭП): ДСТ-30, ДМСТ, ДМСТ-Р, ИСТ-30, Sofprene, Elastofran, Gumifran, Adifran, Solplast, Тэпогран и др.	<ul style="list-style-type: none"> – обладают высокой морозостойкостью, прочностью, эластичностью, твердостью и износостойчивостью; – имеют высокое сопротивление раздиранию и высокий коэффициент трения; – невысокая стоимость; – возможность многократной переработки; – возможность эксплуатации в интервале температур от -45 до 50°C 	<ul style="list-style-type: none"> – невысокая термоустойчивость, приводящая к снижению прочностных показателей при температуре $50\text{--}70^\circ\text{C}$; – неудовлетворительная стойкость к действию агрессивных сред
Этиленвинилацетат (ЭВА или EVA): Композиции Microexpan, Rubberflex, Goomwall, Dakkak	<ul style="list-style-type: none"> – достаточно высокие (для материалов низкой плотности) механические свойства, показатели сопротивления истиранию и адгезионной прочности; – легкость, гибкость, эластичность, устойчивость к действию агрессивных сред, – высокие теплозащитные и термоизоляционные свойства 	<ul style="list-style-type: none"> – нестабильность размеров формуемых изделий

Окончание таблицы 4.2

1	2	3
Полиуретан (ПУ или PU): ПУ системы Voralast, Extra, Norma, Bayflex, Elastopan S	<ul style="list-style-type: none"> – низкая плотность материала и малая масса подошвы; – высокие прочностные характеристики; – высокое сопротивление истиранию; – устойчивость к многократному изгибу и раздиру; – высокая адгезия к материалам верха обуви; – морозостойкость; – устойчивость к действию масел, жиров, нефтепродуктов, щелочей, многих видов растворителей; – высокая амортизационная способность 	<ul style="list-style-type: none"> – высокая стоимость сырья; – низкий коэффициент трения по мокрому и обледенелому грунту, что вызывает необходимость в глубоком рифлении подошв; – в ряде случаев отмечается излом подошв при носке в зимнее время при температурах ниже минус 100 °C; – недостаточная стойкость к воздействию кислот
Термопластичный полиуретан (ТПУ или TPU): Avalon, Desmopan, Elastollan, Smartlite, Эстан, Ройлар	<ul style="list-style-type: none"> – самые высокие показатели механических свойств среди всех материалов: предел прочности при растяжении 30–60 МПа, относительное удлинение при разрыве – 400–700 %; – высокое сопротивление истиранию при умеренных температурах; – высокая адгезия к материалам верха обуви; – высокая стойкость к действию агрессивных сред, термо- и морозостойкостью; – высокий коэффициент трения 	– высокая стоимость

Ассортимент обувных резин

В обувном производстве резины используют для изготовления подошв, каблуков, набоек, подметок, рантов.

Резины получают вулканизацией резиновых смесей, основным компонентом которых является синтетический или натуральный каучук, или смеси из них. Наиболее распространенными синтетическими каучуками, применяемыми для производства обувных резин, являются: бутадиен-стирольный (БСК), изопреновый (ИК), акриловый (АК), уретановый (УК), хлоропреновый (ХПК) и другие. Кроме каучука в резиновую смесь входят вулканизирующие вещества, ускорители, активаторы, регенерат, противостарители, порообразователи, наполнители, мягчители, пигменты и красители, и другие компоненты. Рецептура резиновых смесей не нормируется, а составляется с учетом назначения, цвета, метода крепления низа к обуви и условий эксплуатации.

Резины классифицируются:

- по структуре – на пористые и непористые;
- по цвету – на черные и цветные;
- по назначению – на виды и марки, обозначаемые буквами русского алфавита (А, Б, В, Г, Д, Е, И) или условным названием («кожволон», «стиронип» и др.).

Ассортимент и свойства полиуретановых композиций

Полиуретанами (ПУ) называют высокомолекулярные соединения, содержащие в основной цепи макромолекулы уретановые группы $-\text{NH}-\text{CO}-\text{O}-$.

Кроме уретановых групп в зависимости от природы исходных соединений в макромолекулах полиуретанов могут содержаться и другие группы (амидные, карбамидные, эфирные). В ряде случаев содержание уретановых групп может быть незначительно по сравнению с содержанием других функциональных групп, однако наиболее важные характеристики полиуретанов определяются наличием в макромолекулах именно уретановых групп.

По способу переработки различают следующие типы полиуретанов:

- литьевые – жидкые низкомолекулярные полиуретаны, перерабатываемые в твердые изделия методом жидкого формования;
- термопластичные – уретановые эластомеры, которые можно перерабатывать как обычные термопласти;
- вальцовочные – высокомолекулярные твердые уретановые каучуки линейного строения, перерабатываемые по технологии резинового производства.

Для изготовления низа обуви применяются все три типа полиуретанов.

Однако наибольшее распространение получили относящиеся к первому типу микроячеистые полиуретаны, переработка которых в готовые изделия

осуществляется по прогрессивной и экономичной технологии жидкофазного литья.

Ассортимент термоэластопластов

Термоэластопласти (или термопластические эластомеры) – полимерные материалы, сочетающие эластичные свойства каучуков и термопластические свойства термопластов. Термоэластопласти представляют собой блоксополимеры типа А – В – А, где А – жесткие термопластичные блоки (полистирольные, полиэтиленовые, полипропиленовые и др.), В – гибкие эластомерные блоки (полибутадиеновые, полизопреновые и др.).

ТЭП различают по типу исходного полимера. Для изготовления подошвенных композиций наиболее широко применяют дивинилстирольные (марок ДСТ-30, ДСТ-50, ДСТ-75), дивинилметилстирольные (ДМСТ-30), изопренстирольные (марок ИСТ-20, ИСТ-30) термоэластопласти.

Изделия из ТЭП имеют пористую и непористую структуру, выпускаются в виде формованных, профилированных и непрофилированных подошв, подметок, набоек. Детали могут быть черными, цветными и двухцветными.

Композиции на основе термоэластопластов широко применяются для подошв повседневной зимней и осенне-весенней обуви, спортивной обуви.

Ассортимент поливинилхлорида

Из поливинилхлорида (ПВХ) изготавливают формованные подошвы пористой и непористой структур, каблуки, цельноформованную литую обувь (рабочие сапоги, пляжную обувь), декоративный рант.

ПВХ – термопластичный полимер, получаемый полимеризацией винилхлорида. Из ПВХ изготавливают два типа композиций – жесткие (винипласти) и мягкие, содержащие пластификаторы (пластикаты).

Для производства деталей низа обуви применяются в основном ПВХ-пластикаты. Наличие пластификаторов придает ПВХ мягкость и гибкость, повышенную ударную вязкость при изгибе, высокую деформационную способность, облегчает переработку. В отличие от чистого ПВХ его пластикат при обычных температурах имеет высокую эластичность, а при повышенных приобретает текучесть, что дает возможность легко формовать из него изделия.

Поливинилхлоридные подошвы изготавливают методом литья под давлением и методом прямого литья на след заготовки.

ПВХ-пластикаты применяются и для производства цельноформованной обуви. В настоящее время разработаны композиции на основе ПВХ, модифицированные бутадиеннитрильными каучуками, сополимерами этилена с винилацетатом (ЭВА) или другими полимерами. Модифицированные ПВХ-пластикаты обладают повышенными показателями морозостойкости, эластичности, сопротивления истиранию и хорошими фрикционными свойствами и по многим свойствам приближаются к композициям на основе термоэластопластов.

Ассортимент композиций на основе СЭВА

СЭВА представляет собой сополимер этилена с винилацетатом.

СЭВА можно получать практически с любым содержанием винилацетатных (ВА) звеньев. С увеличением содержания ВА-звеньев снижаются предел прочности при растяжении, температура размягчения, химическая стойкость СЭВА, повышаются его прозрачность, газо- и паропроницаемость, совместимость с другими полимерами.

Для производства подошвенных композиций используются эластомерные СЭВА с содержанием винилацетата от 25 до 80 %. Эластомерные СЭВА могут перерабатываться подобно резиновым смесям. В настоящее время наиболее распространено литьевое формование микропористых изделий из СЭВА. При этом образование пористой структуры материала протекает в две стадии. На первой стадии происходит вспенивание материала в полости формы и её окончательное заполнение. Параллельно с этим осуществляется вулканизация композиции. На второй стадии материал расширяется при извлечении изделий из формы, которые принимают окончательные размеры.

Из материалов на основе СЭВА изготавливают суперлегкие подошвы, внутренние элементы комбинированных подошв и цельноформованную обувь типа сланцев и сандалий.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Какие материалы называют полимерами?
2. Как подразделяются полимеры по термическим свойствам?
3. Какие полимеры называют термопластичными?
4. Чем определяется свойство термопротопластов после отверждения терять способность к расплавлению?
5. Как получают высокомолекулярные соединения?
6. Как подразделяются полиуретаны в зависимости от способа переработки?
7. Какие полимеры используются для производства деталей низа обуви?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ И ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить методику определения прочностных и деформационных характеристик материалов.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы натуральной кожи, разрывная машина РТ-250М, толщиномер, линейка.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Изучить методику определения и расчета разрывных характеристик кожи в соответствии с ГОСТом 939.11-68 «Кожа. Метод на растяжение».

2. Иметь представление о коэффициенте поперечного сокращения, его технологическом значении и изучить методику его определения.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Провести испытания образцов кожи и определить их прочностные и деформационные характеристики. Заполнить таблицу 5.1 «Определение прочностных и деформационных характеристик кожевенных материалов». Провести анализ механических свойств материалов, отдельно для материалов верха.

Таблица 5.1 – Определение прочностных и деформационных характеристик кожевенных материалов

Наименование кожевенного материала	Средняя толщина образца, мм				Разрывная нагрузка, P_p , Н	Предел прочности при растяжении σ , МПа	Удлинение при разрыве ε_p , %		Остаточное удлинение $\varepsilon_{ост}$, %		Упругое удлинение $\varepsilon_{упр}$, %		Жесткость при растяжении D_y , Н	Пластичность Π , %	Коэффициент поперечного сокращения μ
	1	2	3	Ср.			Абс.	Отн.	Абс.	Отн.	Абс.	Отн.			

2. Определить коэффициент поперечного сокращения.
3. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Свойства материалов, которые показывают отношение к действию приложенных к ним механических усилий, вызывающих их деформацию или разрушение, называются **механическими**.

Показатели механических свойств материалов при растяжении определяются на разрывных машинах (динамометрах). Известно несколько систем динамометров. В основном эти системы различаются по характеру

силоизмерения, величине предельной нагрузки, характеру привода и назначению для испытания тех или иных материалов.

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

– полуциклические – получающиеся при осуществлении части испытательного цикла (предел прочности при растяжении, удлинение при разрыве и др.);

– одноциклические – при однократном цикле нагрузка – разгрузка – отдых (релаксация деформации, упругое последействие и др.);

– многоциклические (усталостные) – при многократном действии нескольких полных циклов (многократная деформация, изгиб и др.).

При испытании материалов образец растягивают в течение некоторого постоянного времени с записью (без записи) диаграммы в осях «удлинение – нагрузка», доводя его до разрыва, или на образец действует постоянное усилие (напряжение), при этом изучают нарастающее удлинение (текучесть) материала и получают показатели, характеризующие усилие и деформации во времени. Эту зависимость часто называют статически усталостью. Если при испытании образец растягивают на постоянную величину, то можно изучать изменение (падение) напряжений во времени и определить остаточные удлинения.

При испытании материалов на растяжение применяют три основных метода их закрепления: стрип, граб, полуграб. Стрип – образец меньше ширины зажимов; граб – материал шире зажимов; полуграб – один конец образца зажимают по методу стрип, другой – по методу граб.

Из всех механических свойств обувных материалов наиболее важными являются свойства при растяжении, т. к. при производстве обуви материалы подвергаются процессу формования путем действия растягивающих сил. Исследование механических свойств натуральных кож при растяжении осуществляется по ГОСТу 938.11-69 «Кожа. Метод испытания на растяжение».

Растяжение обувных материалов производят в течение 10–30 с. Образцы кож имеют форму двусторонней лопаточки с размерами рабочей части 50 мм, шириной (10 ± 1) мм (рис. 5.1). Рабочую длину образца делят на 5 равных участков. Далее образцы закрепляют в зажимах так, чтобы его геометрическая ось проходила по середине зажимов и располагалась вертикально. Ширину и толщину образцов на всех пяти участках измеряют до их заправки в зажимы.

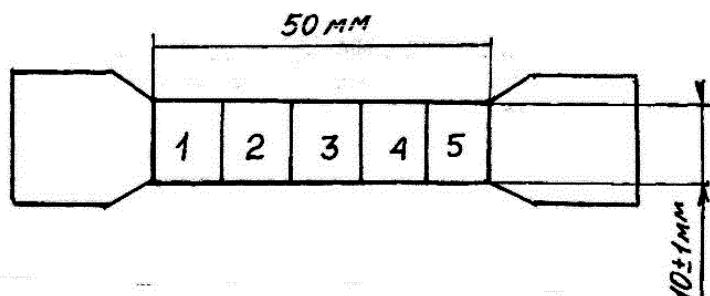


Рисунок 5.1 – Форма и размеры образца

Необходимость применения образцов строго установленных размеров и формы обусловлено влиянием масштабных факторов. Во многих случаях прочностные показатели при растяжении возрастают с уменьшением объема образцов, что связано с уменьшением числа дефектов структуры.

На прочностные показатели существенное влияние оказывает влажность материала. Поэтому образцы перед испытанием должны выдерживаться в течение определенного времени в условиях относительной влажности воздуха $(65 \pm 2)\%$ и температуре $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$.

При испытании на разрывной машине шкала нагрузок должна подбираться так, чтобы нагрузка, возникающая при растяжении образца, находилась в пределах $(20\text{--}80)\%$ значения шкалы. Зажимы машины должны обеспечивать надежное, без выползания, закрепление образца. Скорость перемещения нижнего зажима устанавливается $(10\text{--}100)$ мм/мин. Устанавливается расстояние между зажимами, соответствующее размеру рабочего участка образца: 50 мм, 100 мм; 200 мм.

Испытуемый образец закрепляют одним концом в верхнем зажиме разрывной машины. Другой конец образца закрепляют в нижний зажим.

В процессе растяжения образца следят за показаниями шкал нагрузки и удлинения и фиксируют их значение в момент полного его разрыва или в момент прекращения роста нагрузки.

При разрыве образца по линии зажима или в зажиме и при выскальзывании из зажима результат испытания считают недействительным и проводят повторное испытание.

При растяжении обувных материалов на разрывной машине устанавливаются следующие показатели: нагрузка при разрыве P_p [Н]; абсолютное удлинение при разрыве Δl_p , мм.

Далее по формулам рассчитываются:

1. Предел прочности при растяжении σ (МПа):

$$\sigma = \frac{P_p}{F}, \quad (5.1)$$

где F – площадь поперечного сечения образца материала, м^2 .

Для вычислений используют площадь поперечного сечения того участка образца, где произошел разрыв.

Примечание: $10 \text{ МПа} = 10^7 \text{ Н/м}^2 = 1 \text{ кгс/мм}^2$.

2. Относительное удлинение при разрыве ε_p (%):

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta l_p}{l} 100, \quad (5.2)$$

где Δl_p – удлинение образца при разрыве, мм; l – первоначальная рабочая длина образца, мм.

3. Относительное упругое удлинение, ε_{yup} (%):

$$\varepsilon_{yup} = \frac{\Delta l_{yup}}{l} 100, \quad (5.3)$$

где Δl_{yup} – упругое удлинение образца, мм.

4. Относительное остаточное удлинение ε_{ocm} (%):

$$\varepsilon_{ocm} = \frac{\Delta l_{ocm}}{l} 100, \quad (5.4)$$

где Δl_{ocm} – остаточное удлинение образца, мм.

Остаточное и упругое удлинение определяют после разрыва образца и 30-минутной пролежки, сложив его по месту разрыва и замерив изменившуюся длину рабочей части.

$$\varepsilon_p = \varepsilon_{ocm} + \varepsilon_{yup} \quad (5.5)$$

5. Условный модуль упругости.

Модуль упругости E (Н/м^2) характеризует способность материалов сопротивляться деформации. Чем выше этот показатель, тем труднее деформируется материал:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} 100 \quad (5.6)$$

Для обувных материалов характерны кривые растяжения без прямолинейных участков, что говорит о неподчинении их закону Гука. На рисунке 5.2 показана диаграмма растяжения кожи.

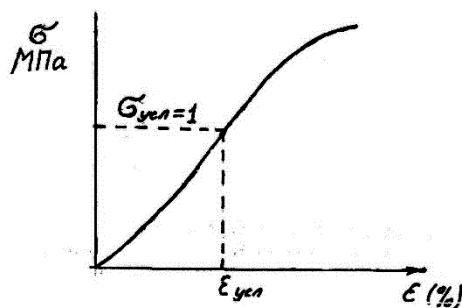


Рисунок 5.2 – Диаграмма растяжения кожи

Поэтому условный модуль упругости находят, задаваясь определенными показателями σ_{ycl} или ε_{ycl} :

$$E_{ycl} = \frac{\sigma_{ycl}}{\varepsilon_{ycl}} \quad (5.7)$$

где ε_{ycl} – относительное удлинение образца при напряжении кожи (σ_{ycl}) 10 МПа, %.

6. Жесткость при растяжении D_y (Н) характеризует сопротивление материала деформации для всего сечения.

$$D_y = E_{ycl} F_{cp} \quad (5.8)$$

где F_{cp} – средняя площадь поперечного сечения образца, м^2 .

Жесткость – показатель также условный, т. к. вычисляется произведением условного модуля упругости на среднюю площадь поперечного сечения образца.

7. Пластичность Π (%) является показателем, характеризующим пластические свойства. Определяется при тех же условиях, что и условный модуль упругости для различных материалов.

Растяжение материала производится до указанного показателя, затем снимается показатель $\Delta l_{общ}$, далее материал освобождается от нагрузки и ему дается пролежка 30 мин. После этого замеряется остаточная деформация $\Delta l_{ост}$.

$$\Pi = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{общ}} \cdot 100 \quad (5.9)$$

Прочность и удлинение большинства обувных материалов сильно меняются в зависимости от направления раскroя материалов. Проявляется так называемая анизотропия свойств материалов. Обычно определяют прочностные и деформационные свойства материалов по трем направлениям: вдоль материала (хребтовой линии кожи), поперек и под углом 45°.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Что понимают под механическими свойствами материалов?
2. Какие прочностные и деформационные показатели определяют для материалов?
3. Какими показателями можно оценить формовочные свойства обувных материалов?
4. Что такое «анизотропия» свойств обувных материалов, и как изменяются показатели в зависимости от направления раскroя образцов?
5. Как различаются механические свойства в зависимости от способа осуществления испытательного цикла?
6. Как определяется показатель «прочность при разрыве»?
7. Как рассчитывается относительное остаточное удлинение кожи?
8. Как определяется коэффициент поперечного сокращения? На какие свойства материалов влияет коэффициент поперечного сокращения?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить методики определения технологических свойств искусственных кож.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы искусственной кожи, разрывная машина РТ-250М, устройство к разрывной машине для оценки свойств материалов верха обуви сферическим растяжением, электронно-цифровой штангенрейсмус, толщиномер, линейка.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Изучить методику определения методику оценки технологических свойств искусственных кож при одноосном и двухосном растяжении.

2. Изучить формулы для расчета показателей и коэффициентов технологических свойств искусственных кож.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Провести испытания образцов кожи и определить их технологические свойства. Заполнить таблицы 6.1–6.5. Провести анализ технологических свойств материалов.

Таблица 6.1 – Показатели технологических свойств ИК и НК при одноосном растяжении

Артикул ИК	Толщина, мм	P_k , Н		P , Н		ε_p , %		ε_{ocm} , %		K_Φ		K_{PD}	
		В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П

Таблица 6.2 – Значения коэффициентов $K_{3П}$, K_Φ и K_{PD} для определения комплексного показателя K_m оценки технологической пригодности

Материал	$K_{3П}$		K_Φ		K_{PD}		K_t	
	В	П	В	П	В	П	В	П

Таблица 6.3 – Расчет коэффициента формоустойчивости материалов

Артикул ИК	$h_{общ}$, мм	h_{ocm} , мм	ε_{ocm} , %	ε_{up} , %	ε_p , %	K_Φ

Таблица 6.4 – Расчет коэффициента сохранения прочности K_{PD} материалов

Артикул ИК	P_k , Н	P , Н	K_{PD}

Таблица 6.5 – Расчет комплексного показателя K_t для оценки технологических свойств ИК и НК при двухосном растяжении

Артикул ИК	Коэффициент $K_{3П}$	Коэффициент $K_{Ф}$	Коэффициент $K_{ПД}$	Комплексный показатель K_t

3. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

В технологическом процессе производства обуви ответственным участком при ее изготовлении является этап формования заготовки верха на колодке. Для определения способности искусственных кож (ИК) к формированию необходимо оценить их формовочные свойства.

Под **формовочными свойствами** понимают физико-механические свойства, проявляющиеся в области деформирования материалов при формировании заготовок верха обуви тем или иным способом и позволяющие оценить способность принимать необходимую форму.

Для оценки технологических свойств при одноосном и двухосном растяжении используют коэффициент формоустойчивости, коэффициент сохранения прочности после деформации и коэффициент запаса прочности. На их основе определяется комплексный показатель технологической пригодности, позволяющий дать адекватную оценку пригодности материала в производстве обуви.

Пробы для испытаний отбирают не ближе 100 мм от края рулона по ГОСТу 17316-71 «Кожа искусственная. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве». Элементарные пробы вырубаются специальными резаками размерами (160x20) мм с рабочей частью (100x20) мм для испытания на одноосное растяжение. Образцы выкраивают в продольном и поперечном направлении (по основе и утку) так, чтобы один образец не был продолжением другого. Для испытаний выкраивают по два образца в продольном и поперечном направлении.

При двухосном растяжении элементарные пробы вырубаются специальными резаками диаметром (60±1) мм с рабочей частью (25±1) мм.

Перед проведением испытания образцы ИК кондиционируют. Для этого их выдерживают в лабораторных помещениях, специальных камерах или гигростатах (эксикаторах) не менее 24 ч при относительной влажности воздуха (65±5) % и температуре (20±2) °С до достижения равновесной влажности. Поверхность пробы не должна иметь механических повреждений.

Перед проведением испытания необходимо проверить, чтобы суммарная масса пластины с кассетой, нижней планки, зажимного устройства и соединительных стоек была равна массе подвижного зажима разрывной машины. Скорость движения нижнего зажима определяется в зависимости от использованных технических нормативных правовых актов (ТНПА).

Перед проведением испытания необходимо измерить толщину образцов кожи в середине пробы с точностью до 0,01 мм по ГОСТу 938.15-70 «Кожа. Метод определения толщины образцов в толщине кожи в стандартной точке».

Испытание проводится на разрывной машине со скоростью движения нижнего зажима (100 ± 10) мм/мин. Для исследования технологической пригодности ИК при двухосном растяжении испытание предложено проводить на устройстве, присоединённом к разрывной машине с электронным силоизмерителем, представленным на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Устройство к разрывной машине для оценки свойств материалов верха обуви сферическим растяжением:

- 1 – верхний хвостовик; 2,10, 13, 14 – планка; 3 – зажимная головка;
- 4 – прижимная гайка; 5 – зажимное кольцо; 6 – тестируемый образец;
- 7 – пuhanсон; 8,12 – направляющая; 9 – основание;
- 11 – винт; 15 – нижний хвостовик

Устройство состоит из верхнего хвостовика 1, связанного с планкой 2 и планкой 10, соединяющихся между собой направляющими 12. Планка 14 с помощью двух направляющих 12 соединяется с планкой 10. К планке 14 при помощи резьбового соединения присоединяется нижний хвостовик 15, который закрепляется в разрывной машине. В середине планки 10 имеется ступенчатое отверстие, в которое входит винт 11. В вершину винта 11 ввинчивается пuhanсон 7. По центру планки 10 имеется ступенчатое посадочное отверстие, в которое установлена зажимная головка 3. Зажимная головка 3 состоит из основания 9, зажимного кольца 5, прижимной гайки 4. В основании 9 находятся два

направляющих штифта 7, на которые устанавливается зажимное кольцо 5, которое в свою очередь прижимается к основанию 9 прижимной гайкой 4.

При проведении испытаний продавливанием проба тестируемого материала помещается между зажимным кольцом 5 и основанием 9, а затем фиксируется прижимной гайкой 4. До начала испытаний винт 11 с пuhanсоном 7 должен лишь касаться тестируемого образца 6, не деформируя его. После включения разрывной машины и опускания её нижнего зажима пuhanсон 7 деформирует образец 6. Нагружение прекращается при достижении необходимой величины деформации или разрушении материала. При разрушении пробы нагрузка регистрируется на дисплее пульта оператора или по шкале удлинений разрывной машины.

Определяются нагрузка и величина перемещения формующего пuhanсона при появлении дефектов или разрыве материала, непосредственно наблюдая процесс его деформации. После разрушения образца подвижная траверса автоматически или по команде оператора возвращается в исходное положение.

Для оценки технологической пригодности ИК при одноосном и двухосном растяжении рассчитывают коэффициенты формоустойчивости K_{Φ} и запаса прочности $K_{3\Pi}$, а также коэффициент сохранения прочности после деформации $K_{ПД}$ по формулам (6.1–6.4).

при одноосном растяжении:

$$K_{\Phi} = \frac{\varepsilon_{\text{ост}}}{\varepsilon_{\text{общ}}}; \quad (6.1)$$

при двухосном растяжении:

$$K_{\Phi} = \frac{h_{\text{ост}}}{h_{\text{общ}}}; \quad (6.2)$$

$$K_{3\Pi} \geq 1,5 \quad \varepsilon_p; \quad (6.3)$$

$$K_{ПД} = \frac{P}{P_k}. \quad (6.4)$$

где $\varepsilon_{\text{ост}}$ – относительное остаточное удлинение материала при формировании (%); $\varepsilon_{\text{общ}}$ – относительное общее удлинение материала при формировании (%); $h_{\text{ост}}$ – высота пробы через сутки после испытания (мм); $h_{\text{общ}}$ – высота пробы после испытания (мм); ε_p – относительное удлинение при разрыве (%); P – разрывная нагрузка материала после его предварительного двухосного деформирования на определённую величину (Н); P_k – разрывная нагрузка контрольного образца, не подверженного предварительному деформированию (Н).

Указанные коэффициенты могут быть интерпретированы как критерии оценки технологических свойств, т. к. они позволяют доступным образом и с использованием существующих методов исследования быстро и эффективно определить способность материалов при деформировании принимать и сохранять

заданную форму без потери прочности. Определение этих коэффициентов не требует специального оборудования и может быть реализовано путем проведения испытаний на разрывных машинах любого типа.

При одноосном растяжении материала коэффициент формоустойчивости и коэффициент запаса прочности определяют следующим образом: второй образец ИК зажимают в разрывной машине и растягивают на 15 %. В растянутом состоянии выдерживают 5 минут, после чего снимают нагрузку. Через 30 минут определяют относительное остаточное удлинение и относительное упругое удлинение по формулам (6.5).

$$\varepsilon_{\text{ост}} = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100\%, \quad (6.5)$$

$$\Delta l = l_o - l.$$

где Δl – остаточное удлинение, мм; l_o – рабочая длина образца через 30 мин, мм; l – первоначальная рабочая длина, мм.

После определения относительного остаточного удлинения образец доводят до разрыва и определяют разрывную нагрузку, а также $K_{\text{ПД}}$.

При двухосном растяжении значения указанных коэффициентов определяются с помощью разработанного устройства, присоединённого к разрывной машине любого типа. При проведении испытаний расчёт высоты подъёма пуансона для достижения 15 % деформации образцов по меридиану осуществлялся по расчётной формуле (6.6) в зависимости от толщины материала δ и параметров приспособления к разрывной машине.

$$E_m = \left(\frac{\pi}{2} - \frac{h}{R} - 2 \cdot \arctg \left(1 - \frac{h}{R} \right) \right) \cdot 100\% \quad (6.6)$$

где E_m – меридиональная деформация, %; h – высота перемещения нижнего зажима разрывной машины при испытании пробы методом выдавливания, мм; R – радиус наконечника пуансона, мм.

В течение 60 минут, что в среднем соответствует времени нахождения заготовки на колодке, кассета с деформированным образцом выдерживалась в напряжённом состоянии в устройстве. Затем кассету с закреплённым между её зажимными кольцами образцом отсоединяли от устройства, и наступал период «отдыха», в течение которого происходят релаксационные процессы в материале. Далее замеры высоты проводили через 24 часа после снятия образца с пуансона с помощью электронно-цифрового штангенрейсмуса с точностью до 0,01 мм, так как приблизительно через этот промежуток времени в основном завершаются релаксационные процессы в отформованном материале.

После проведённых замеров $h_{\text{ост}}$ кассету с образцом вновь вставляли в устройство, и доводили до разрыва отформованный образец с фиксацией нагрузки P для определения коэффициента сохранения прочности при 15 % предварительном деформировании ($K_{\text{ПД}}$).

Для оценки пригодности ИК к технологическому процессу предложено рассчитывать комплексный показатель. Комплексный показатель технологической пригодности рассчитывается по формуле (6.7):

$$K_m = \sqrt[3]{K'_{3П} \cdot K_{Ф} \cdot K_{ПД}}, \quad (6.7)$$

Коэффициент $K_{3П}$ может принимать значение, равное 1 или 0, исходя из следующих соображений: при формировании заготовки верха деформация должна быть в 1,5–2 раза больше, чем требуется для её посадки на колодку. В связи с этим за минимальное значение деформации материала берется 23 % для производства обуви внутренним способом формования и 45 % для производства обуви обтяжно-затяжным способом. В связи с этим коэффициент $K_{3П}$ принимает значение равное 1, если $K_{3П} \geq 23\%$ или 45 % или 0, если меньше указанных ранее значений.

Для анализа полученных результатов сопоставляем значения комплексного показателя технологической пригодности с безразмерной шкалой оценки: 0,00–0,63 – «плохо»; 0,63–0,80 – «удовлетворительно» и 0,80–1,00 – «хорошо».

Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов испытания и расчетов показателей.

Отчет по работе должен содержать описание методики испытания ИК при определении технологических свойств, расчеты всех показателей. Экспериментальные и расчетные показатели технологических свойств ИК представляются в виде таблиц, составленных по форме 6.1–6.5.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Что понимают под формовочными свойствами материалов?
2. Какие коэффициенты используют для оценки технологических свойств при одноосном и двухосном растяжении?
3. По каким формулам рассчитывают коэффициенты формоустойчивости $K_{Ф}$ и запаса прочности $K_{3П}$, а также коэффициент сохранения прочности после деформации $K_{ПД}$?
4. С чем сопоставляют значения комплексного показателя технологической пригодности, и каковы его градации?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

МИКРОСКОПИЯ МАТЕРИАЛОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомление с основными методиками микроскопических исследований материалов, с основными характеристиками микроструктуры материалов, проведение микроскопического анализа материалов.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы текстильных волокон и натуральных кож, стереомикроскопа BS-3040, цифровой камера-планшет для микроскопии BLC-350.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Изучить виды текстильных волокон и их микроструктуру.
2. Ознакомиться с особенностью строения натуральной кожи, изучить основные элементы микроструктуры и макроструктуры материала.
3. Изучить методики исследования структуры материалов методом оптической микроскопии, содержащиеся в ГОСТе Р ISO 17131-2020 «Кожа. Метод идентификации с помощью микроскопа» и ГОСТе Р 56561-2015 «Материалы текстильные. Определение состава. Идентификация волокон».
4. Ознакомиться с устройством и работой стереомикроскопа BS-3040 и с установленным программным обеспечением.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Подготовиться к проведению исследования микроструктуры текстильных волокон и кожи. Проанализировать строение и схематично изобразить продольный и поперечный срез волокон и поперечные срезы кожи. Результаты анализа волокон и кожи необходимо представить в виде таблиц 7.1 и 7.2 соответственно.

Таблица 7.1 – Результат исследования микроструктуры волокон

Вид волокна	Рисунок продольного вида волокна	Рисунок поперечного вида волокна

Таблица 7.2 – Результат исследования микроструктуры кожи

№ микрореза	Угол наклона, град.	Регулярность переплетения пучков	Компактность переплетения пучков	Степень разделения пучков	Полнота пучков	Отчетливость пучков	Оценка, баллы

2. Изучить характеристику микроструктуры материалов, сделать зарисовку микроструктуры, провести оценку качества кожи, используя

качественные показатели структуры кожи. Проанализировать рисунок дермы кожи и схематично изобразить его.

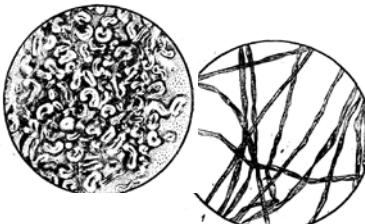
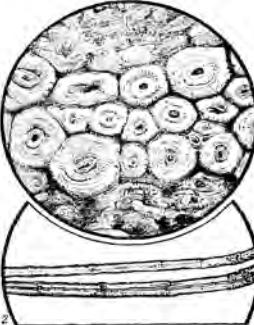
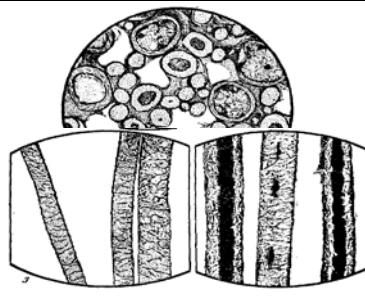
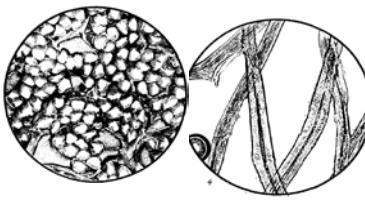
3. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

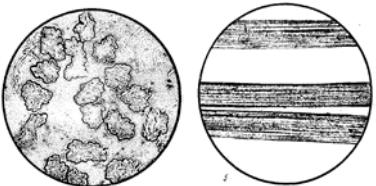
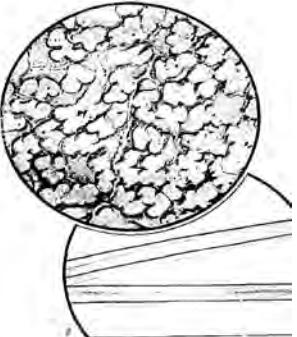
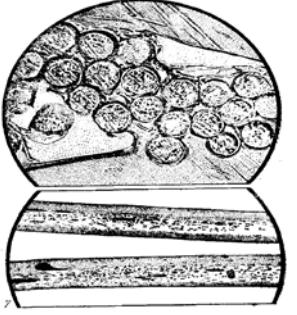
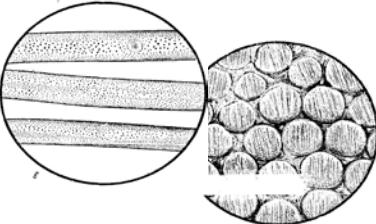
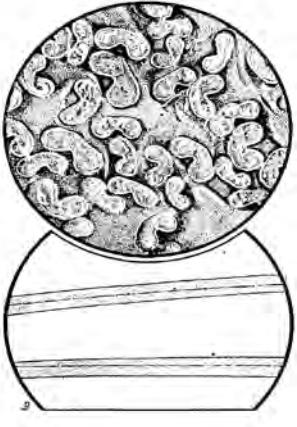
Оптическая микроскопия текстильных волокон позволяет выявить особенности их строения, измерить, зарисовать или сфотографировать их продольный вид и поперечный срез.

Характеристика различных текстильных волокон представлена в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Характеристика текстильных волокон

Виды волокон	Внешний вид	Микроструктура волокна	
		Продольный и поперечный вид	Описание
1	2	3	4
Хлопок	Белое, с желтоватым оттенком, матовое, ограниченной длины (короткое, до 55 мм), слегка извитое, мягкое		Продольный срез волокна имеет вид сплюснутой трубочки со штопорообразной извитостью и проходящими внутри каналами. Поперечный срез имеет бобовидную или округлую форму с каналом посередине
Лен	Темно-серого цвета, с зеленоватым оттенком, со слабым блеском, ограниченной длины, прямое, жесткое		Продольный срез волокна имеет вид цилиндра с коленообразными сдвигами и утолщениями, стенки толстые, концы острые, в центре волокна – узкий замкнутый канал. Поперечный срез – многоугольник с 5–6 гранями и узкой полостью от канала в центре
Шерсть	Белое, с кремовым оттенком или цветное, с небольшим блеском или матовое, ограниченной длины, прямое или извитое, упругое		На продольном срезе волокна выделяются три слоя: чешуйчатый (образует внешний покров волокна), корковый (образует основное тело волокна), сердцевинный (расположен в центральной части грубых волокон). Поперечный срез не имеет правильной цилиндрической формы
Натуральный шелк	Белое, с кремовым оттенком, блестящее, длиной до 1 500 м, прямое, гладкое, равномерное, упругое		Продольный срез волокна состоит из двух параллельно расположенных фибриновых шелковин, неравномерно склеенных налетами серцина. Поперечный срез может быть круглым, овальным, с тремя округлыми гранями, лентовидным

Окончание таблицы 7.3

1	2	3	4
Вискоза	Различных цветов, блестящее или матовое, неограниченной длины, равномерное, гладкое, мягкое		Продольный срез волокна имеет рельефное строение и, может быть, со штрихами, черными точками и др. Поперечное сечение волокна сильно изрезано
Ацетат	Различных цветов, более блестящее, мягкое и тонкое, чем вискоза, неограниченной длины, равномерное, гладкое		Продольный срез волокна имеет небольшие штрихи. Поперечное сечение несколько изрезано
Капрон	Различных цветов, блестящее, тонкое, легкое, неограниченной длины, равномерное, гладкое, упругое		Продольный срез волокна имеет вид гладкого цилиндра с микроскопическими порами и трещинами. Поперечный срез может быть круглым, плоским, трехгранным, многогранным или изрезанным
Лавсан	Различных цветов, блестящее, неограниченной длины, равномерное, гладкое, упругое		Продольный срез волокна имеет вид гладкого цилиндра с микроскопическими порами и трещинами. Поперечный срез может быть круглым, плоским, трехгранным, многогранным или изрезанным
Нитрон	Различных цветов, блестящее, неограниченной длины, равномерное, гладкое, мягкое, шелковистое		Продольный срез волокна имеет вид гладкого цилиндра с микроскопическими порами. Поперечный срез имеет бобовидную форму

Шкура животного (рис. 7.1) состоит из волосяного покрова, эпидермиса (I), дермы (II), подкожного жирового слоя (III), базальной мембранны (IV), соскового слоя (V), сетчатого слоя (VI). В структуре шкуры выделяют

следующие элементы: пучок волокон, поперечный срез коллагеновых волокон, жировые отложения, потовые железы, сальные железы, луковицы волос, волос, наружный, или роговой, слой.

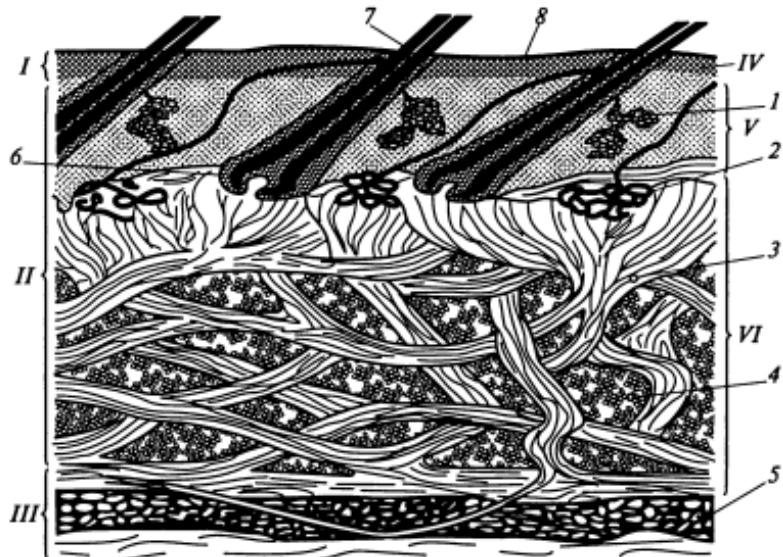


Рисунок 7.1 – Поперечный срез шкуры:

I – эпидермис; II – дерма; III – подкожный жировой слой; IV – базальная мембрана; V – сосочковый слой; VI – сетчатый слой;
 1 – сальные железы; 2 – потовые железы; 3 – пучок волокон; 4 – поперечный срез коллагеновых волокон; 5 – жировые отложения; 6 – луковицы волос;
 7 – волос; 8 – наружный слой

Дерма шкуры, используемая для выделки кожи, имеет сложное морфологическое строение, определяемое видовой и половозрастной особенностями исходного сырья. Она образована переплетением пучков коллагеновых волокон (с включением волокон эластина и ретикулина), значительно варьирующим по толщине и площади шкуры.

В структуре кожи выделяют два основных слоя: сосочковый и сетчатый.

Поверхность сосочкового слоя покрыта тонкой сетчатой пленкой, образующей лицевую поверхность кожи, которая обладает своеобразной неровностью, создаваемой выступами сосочеков и углублениями от волосяных сумок. Характер расположения и размер неровностей образуют своеобразный рисунок, носящий название мерея.

Сетчатый слой составляет основную часть толщины кожи и определяет ее прочность. Соотношение толщины сосочкового и сетчатого слоев нединаково в кожах животных различного вида и изменяется в зависимости от их возраста.

Состояние микроструктуры кожи, характеризуемое регулярностью, компактностью и углом переплетений пучков волокон, извитостью и полнотой пучков, степенью разделения их на волокна и фибриллы, в значительной мере определяет такие важные показатели физико-механических свойств материала, как прочность, тягучесть, износостойкость и проницаемость.

Устройство и технические характеристики стереомикроскопа BS-3040

Стереомикроскоп BS-3040 предназначен для получения объемного изображения предметов в отраженном или проходящем свете. На рисунке 7.2 изображен внешний вид и описаны составные части микроскопа.

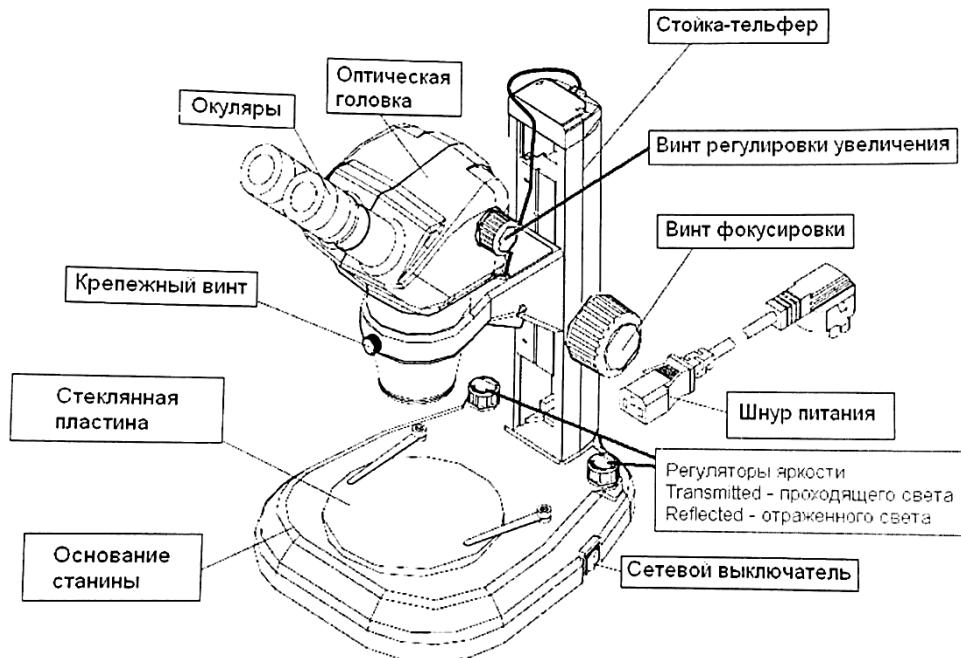


Рисунок 7.2 – Изображение стереомикроскопа BS-3040

Стереомикроскоп состоит из стойки-тельфера, на который крепится оптическая головка и закрепляется с помощью крепежного винта. Под оптической головкой расположена станина со стеклянной пластиной. Оптическая головка имеет съемные окуляры с увеличением 2^x и 30^x . Для дополнительного увеличения изображения в стереомикроскопе поворачивают винт регулировки увеличения. Стереомикроскоп подключается к сети с помощью шнура питания и включается через сетевой выключатель. Для регулировки освещения используют регуляторы яркости. Фокусирование изображения осуществляется перемещением винта фокусировки, пока не сфокусируется изображение.

Технические данные BS-3040:

1. Относительное отверстие объектива	6.1:1
2. Диапазон увеличения объектива	0.8X~5X
3. Окуляры	Ø22, 10x, широкоугольные
4. Оптическая головка:	
наклон тубусов окуляров	45°
межзрачковое расстояние	(52÷75) мм
5. Рабочее расстояние	115мм
6. Диапазон перемещения оптической головки	105мм
7. Источник света	светодиодный
8. Параметры питающей сети	вход ~ (100÷240)В; 0,15А; 50/60Гц

Стереомикроскоп снабжен цифровой камера-планшет для микроскопии BLC-350. Камера-планшет BLC-350 разработана специально для применения в микроскопии и снабжена встроенным программным обеспечением для получения и обработки изображений.

Технические характеристики камеры:

Формат сенсора	Диагональ 1/2.5 дюйма, соотношение сторон 4:3
Размер активного изображения	5.70 мм (горизонталь) x 4.28 (вертикаль), 7.13 мм (диагональ)
Число активных пикселов	2592x1944
Размер пикселя, мкм	2.2x2.2
Динамический диапазон, дБ	66.5
Отношение сигнал/шум	40.5
Разрядность аналого-цифрового преобразования	12 бит (встроенный АЦП)
Чувствительность, В/люкс·с при 550 нм	0,53
Разрешение и частота кадров	1280x720 при 15fps, 640x480 при 30fps
Тип затвора	электронный (ERS)
Подстройка яркости и баланса белого	автоматически или вручную
Подстройка контрастности изображения и цветовой гаммы	поддерживается
Функция контрастности краёв изображения	поддерживается
Функция стоп-кадра	поддерживается
Экранное меню	С возможностью управления мышью
Курсор-перекрестие при съёмке изображения	поддерживается
Наложение горизонтальных / вертикальных линий	поддерживается, с заданием цвета и размера
Функция измерения	поддерживается
Цифровое удаление шумов	поддерживается

Камера – планшет снабжена программным обеспечением IMSCamera. Программное обеспечение IMSCamera предназначено для управления цифровой камерой на Android-устройствах и позволяет снимать статические кадры и видео, подстроить параметры изображения, выполнять измерение объектов.

Основными элементами интерфейса программы (рис. 7.3) является:

- область предварительного просмотра (1) – отображает изображение, принимаемое с камеры в данный момент;
- панель функций съемки/редактирования (2);
- панель значков (3) – на ней отображаются значки доступа к ранее записанным файлам;
- панель системных инструментов (4) – переключение в полноэкранных режим, настройки камеры.

Доступ к функциям программы организован в виде окна с закладками. В верхней строке отображается название активной закладки. Также в верхней строке доступны соседние закладки для перехода.

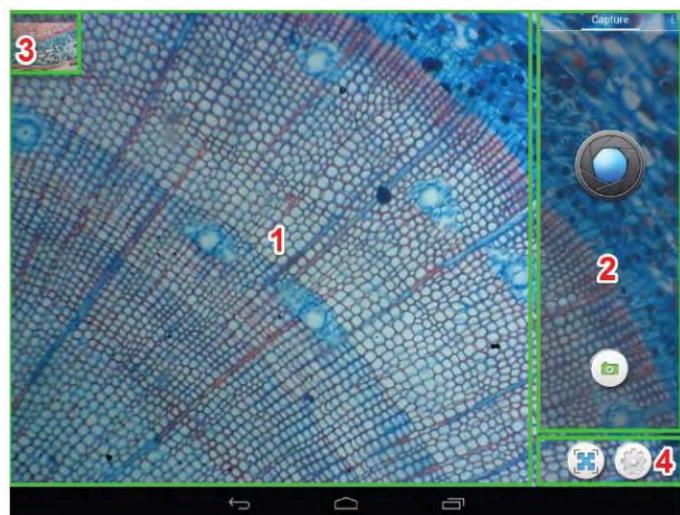


Рисунок 7.3 – Основные элементы интерфейса

По умолчанию установлен режим съёмки статического кадра. Для получения изображения необходимо нажать значок затвора панели функций.

Основные характеристики микроструктуры и оценка качества кожи по микросрезам

К основным характеристикам микроструктуры кожи относятся угол наклона пучков волокон к горизонтали среза, регулярность и компактность переплетения пучков волокон и др.

Угол наклона пучков волокон к горизонтали среза зависит от вида кожевенного сырья, топографического участка и может изменяться в результате технологических операций кожевенного производства. Для мягких кож, подвергаемых процессу тяжки, угол наклона пучков обычно не более 45° . Для подошвенных кож хромтанидного дубления из-за сильного наполнения угол наклона пучков увеличивается и достигает $60\text{--}90^\circ$. От этого показателя зависят жесткость и износостойкость подошвенных и стелечных кож, растяжимость, изгибостойкость и пластичность кож для верха обуви. Удовлетворительной для верха обуви хромового дубления считается структура кожи, угол наклона пучков которой составляет не менее 30° .

Регулярность переплетения пучков волокон характеризуется степенью повторяемости рисунка, образуемого упорядоченно переплетающимися пучками. Понятие регулярности в отношении микроструктуры кожи достаточно условно и может трактоваться как: повторяемость угла наклона пучков волокон. При этом образуются фигуры, отдаленно напоминающие ромбы или параллелограммы. Несмотря на то, что размеры фигур, а также порядок их чередования могут сильно варьировать, микроструктура кожи в данном случае считается регулярной. Чем выше регулярность микроструктуры, тем выше прочность кожи при прочих равных условиях.

Компактность переплетения пучков волокон характеризует степень их сближения в дерме кожи или шкуры. Компактность переплетения пучков волокон

в коже определяется видом исходного сырья и технологическими процессами кожевенного производства. Таннидное дубление, прессование и прокатка увеличивают компактность переплетения пучков и придают коже жесткость, стойкость, пониженные проницаемость и намокаемость. Подвергая кожу тяжке и изгибу, можно разделить волокнистую структуру кожи, сделать её мягкой и тягучей. Если при этом расстояние между пучками не более их толщины, кожа сохранит достаточные прочность, плотность и упругость. Если расстояние между пучками волокон больше их толщины, кожа, как правило, имеет низкое качество – большую проницаемость и низкую прочность.

Степень разделения пучков на волокна и фибриллы характеризуется их разделением на более элементарные морфологические единицы, но с сохранением пучка как единого структурного образования. Нормальное разделение пучков на микросрезе характеризуется наличием продольной исчерченности, обусловливает мягкость, гибкость и высокую полноту кожи. Если разделение пучков незначительно, кожи имеют малую толщину, повышенную жесткость, склонность к образованию трещин при изгибе. Чрезмерное разделение пучков на волокна и фибриллы, связанное с их механическим разрушением, означает высокую рыхлость кожи и уменьшает ее прочность. На микросрезах таких кож четкость границ пучков нарушается, и их контуры выглядят размытыми. В кожах высокого качества при нормальном разделении пучков на волокна и фибриллы должна сохраняться высокая отчетливость пучков, характеризуемая четкостью очертаний границ пучков на микросрезах.

Полнота пучков волокон зависит от их толщины в шкуре, степени разделения пучков в процессе производства и количества поглощенных ими дубильных веществ. Полнота пучков волокон при оптимальном разделении связана с полнотой, плотностью и прочностью кожевой ткани.

Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов анализа.

Отчет по работе должен содержать основные теоретические сведения. Результаты анализа представляются в виде таблиц, составленных по форме 7.1–7.2.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Как устроен микроскоп, и каков порядок работы с ним?
2. Чем отличается микроструктура продольного и поперечного срезов текстильных волокон?
3. Какие текстильные волокна похожи между собой внешним видом и микроструктурой срезов?
4. Каковы основные характеристики микроструктуры кожи, и как они влияют на качество?
5. Какие слои имеет шкура?
6. Из каких слоев состоит дерма?
7. Как различается рисунок дермы представленных образцов?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЛАСТМАСС

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить внешние отличительные признаки и свойства пластмасс, научиться идентифицировать и распознавать виды пластмасс по органолептическим и термическим свойствам

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы пластмасс и пластмассовых изделий, шипцы, спички, спиртовки.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Изучить свойства основных видов полимеров.
2. Ознакомиться с отличительными признаками пластмасс и поведением при горении.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Изучить внешние отличительные признаки паспортизованных образцов пластмасс.
2. Распознавать природы пластмасс по термическим свойствам (по характеру горения).
3. Изучить образцы пластмасс с различными наполнителями.
4. Изучить виды пластмасс в образцах изделий. Проанализировать органолептические и термические свойства полимера, из которого изготовлено изделие. Результаты анализа изделий из пластмасс и полимера необходимо представить в виде таблиц 8.1 и 8.2.

Таблица 8.1 – Характеристика изделий из пластмасс

Вид изделия	Назначение	Вид пластмассы	Способ изготовления	Форма, конструкция	Отделка	Размер

Таблица 8.2 – Идентификация видов пластмасс в изделиях

Вид пластмассы	Внешние отличительные признаки (цвет, прозрачность, физическое состояние)	Реакция получения	Отношение к нагреванию	Окраска и характер пламени	Запах продуктов горения

5. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Пластическими массами (пластмассами) называются материалы, изготовленные на основе полимеров и композиций на их основе, способные приобретать заданную форму при нагревании под давлением и сохранять ее после охлаждения. В зависимости от назначения пластмассы могут содержать вспомогательные компоненты, а именно: наполнители, пластификаторы, стабилизаторы, пигменты, смазочные вещества и др.

К полимеризационным относятся полимеры на основе этилена ($\text{H}_2\text{C} = \text{CH}_2$) и его производных, а также полиформальдегид. Наименования полимеров и их формулы приведены в таблице 8.3.

Таблица 8.3 – Формулы основных видов полимеризационных полимеров

Полимеры	Формулы полимеров
Полиолефины:	
полиэтилен	$[-\text{CH}_2-\text{CH}_2-]_n$
полипропилен	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-]_n$
полиизобутилен	$[-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-]_n$
Полимеры галогенопроизводных этилена:	
поливинилхлорид	$[-\text{CH}_2-\text{CHCl}-]_n$
поливинилиденхлорид	$[-\text{CH}_2-\text{CCl}_2-]_n$
политетрафторэтилен	$[-\text{CF}_2-\text{CF}_2-]_n$
Полимерные виниловые спирты и их эфиры:	
поливиниловый спирт	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-]_n$
поливинилацетат	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OCOCH}_3)-]_n$
Полимерные виниловые кислоты и их производные:	
полиакриловая кислота	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{COOH})-]_n$
полиметакриловая кислота	$[-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOH})-]_n$
полиметилакрилат	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{COOCH}_3)-]_n$
полиметилметакрилат	$[-\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)(\text{COOCH}_3)-]_n$
полиакрилонитрил	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN})-]_n$
Поливинилбензол (полистирол)	$[-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-]_n$
Полиметиленоксид (полиформальдегид)	$[-\text{CH}_2-\text{O}-]_n$

Полимеризационные полимеры относятся к термопластикам. Все они имеют линейные или разветвленные макромолекулы, при нагревании размягчаются и легко плавятся. Фторопласт и полиакрилонитрил при нагревании лишь размягчаются. Полимеры данной группы на основе винила и его производных являются карбоцепными полимерами, полиформальдегид – гетероцепным.

Поликонденсационные полимеры отличаются широким интервалом эксплуатационных свойств. Многие из них превосходят полимеризационные полимеры по теплостойкости и механической прочности, но уступают им по химической стойкости. Полиамиды и некоторые полиэфиры являются термопластами, остальные полимеры могут быть в виде термо- и реактопластов. К карбоцепным полимерам относятся фенопласти, к гетероцепным – другие виды поликонденсационных полимеров. Наименование и химический состав полимеров приведены в таблице 8.4.

Таблица 8.4 – Химический состав поликонденсационных полимеров

Полимеры		Исходные мономерные пары			
Вид (наименование)	Характерная группировка атомов	Первый мономер		Второй мономер	
		Наименование соединения	Функциональная группа	Наименование соединения	Функциональная группа
Полиамиды	– CO – NH –	Диамин	NH ₂ – R – NH ₂	Дикарбоновая кислота	COOH – R – COOH
		Аминокислота	NH – R – COOH		
Полиэфиры:					
простые	– O –	Гликоль	R – OH	Дихлоралкан	RCl ₂
сложные	– O – CO –	Ди- полигликоль	R(OH) _n	Дикарбоновая кислота или ее ангидрид	COOH – R – COOH CO – O – CO – R
Полиуретаны	– O – CO – NH –	Ди- полиизоцинат	R(NCO) _n	Ди- полигликоль	R(OH) _n
Полиаминоаль- дегиды (карбомидные полимеры)	– NH – CO – NH –	Карбамид	RCONH ₂	Альдегид	RCHO
Полифенолаль- дегиды	C ₆ H ₅ – OH – CH ₂ –	Фенолы	Ar(OH) _n	Альдегид	RCHO
Полисилоксаны	– Si – O –	Силоноол	RSiOH	Силоноол	HOSiR

Отличительные признаки пластмасс

Пластические массы характеризуются внешними отличительными признаками, по которым можно ориентировочно установить вид пластмассы.

Изучая пластмассы, необходимо учитывать особенности характерных для них признаков:

- цвет (тон, яркость);
- блеск (матовые, зеркальные);
- прозрачность (прозрачные, полупрозрачные, непрозрачные);
- характер поверхности (гладкая, шероховатая, маслянистая, скользкая на ощупь);
- жесткость (жесткие, гибкие, мягкие, эластичные);
- характер звучания при ударе (более высокий звук, напоминающий звук металлических изделий, издает полистирол; более низкий, глухой – фенопласт, оргстекло);
- строение в изломе (гладкое, стекловидное – для пластмасс без наполнителя; неоднородное, шероховатое – с наполнителем);
- плотность (тяжелые, легкие).

Следует иметь в виду, что отдельные признаки не имеют универсального значения. Так, если одноцветные изделия из полистирола и аминопластика непрозрачны, то их сложно отличить друг от друга по звуку. Поэтому для распознавания можно использовать внешние отличительные признаки изделий, обусловленные способом производства. Изделия из полистирола изготавливают

литьем под давлением, они имеют след от удаления литника и поверхность с зеркальным блеском. Изделия из аминопласта, полученные прессованием, имеют менее блестящую поверхность, производят впечатление кованых, на них заметна неоднородность поверхности и отсутствует след от литника. Результаты изучения пластмасс сопоставляют с данными таблицы 8.5.

Таблица 8.5 – Отличительные признаки пластических масс

Виды пластмасс	Цвет, блеск, состояние поверхности	Прозрачность	Физическое состояние
1	2	3	4
<i>Полимеризационные пластмассы</i>			
Полиэтилен	Бесцветный, белый и окрашенный в различные цвета, матовый, поверхность парафинообразная	Полупрозрачный, в пленках прозрачный	Гибкий, полужесткий, в листах и пленках эластичный
Полипропилен	Белый и окрашенный в различные цвета, поверхность гладкая, блестящая	Полупрозрачный, прозрачный	Жесткий, твердый, в тонких слоях эластичный
Поливинилхлорид	Белый и окрашенный в различные цвета, умеренный блеск, поверхность гладкая	Непрозрачный, полупрозрачный	Жесткий, твердый
Пластикат	Всевозможные цвета, блестящий, матовый, полупрозрачный		Эластичный, гибкий
Полифторэтилен	Белый, матовый, поверхность на ощупь маслянистая, гладкая	Непрозрачный, полупрозрачный в тонких слоях	Жесткий, твердый
Полиметил-метакрилат	Бесцветный, может быть окрашен в яркие цвета, блестящий, поверхность гладкая	Преимущественно прозрачный, может быть непрозрачный	
Полистирол	Белый, кремовый, матовый, поверхность гладкая	Непрозрачный, полупрозрачный	
Полиформаль-дегид			
<i>Поликонденсационные пластмассы</i>			
Полифенол-формальдегид (фенопласт)	Черный, коричневый, поверхность блестящая, гладкая	Непрозрачный	Жесткий, твердый
Полиаминоальдегид (аминопласт)	Белый, светлый и окрашенный в яркие цвета, блестящий, гладкий	Непрозрачный, просвечивается в тонких слоях	
Полиамиды	Кремовый, светло-желтый и окрашенный в различные цвета, матовый, гладкий	Непрозрачный, полупрозрачный	
Поликарбонат	Бесцветный и окрашенный в темные цвета, блестящий, поверхность гладкая	Прозрачный	Жесткий, твердый
Полиуретан	Цвет слоновой кости, окрашенный в различные цвета, матовый, пористый, шероховатый	Непрозрачный	Жесткий, мягкий, эластичный, гибкий

Окончание таблицы 8.5

1	2	3	4
<i>Пластмассы из модифицированных природных полимеров</i>			
ЦеллULOид	Бесцветный и окрашенный в различные цвета с имитацией под бирюзу, перламутр, блестящий, гладкий	Прозрачный, непрозрачный с наполнителем	Жесткий, гибкий
Ацетолоид	Бесцветный и окрашенный в яркие цвета, блестящий, гладкий		

Распознавание природы пластмасс по характеру горения

Поведение образца при нагревании позволяет определить тип пластмассы по термическим свойствам (плавятся термопластичные, обугливаются термопротивные пластмассы).

Испытанию подвергают непаспортизованные образцы пластмасс. Для этого небольшой кусочек пластмассы укрепляют на медной проволоке или берут щипцами и вносят в пламя горелки не более чем на 10 с. Если пластмасса легко воспламеняется, то ее удаляют из пламени и наблюдают характер горения вне пламени. При этом отмечают следующее:

- отношение пластмассы к нагреву (размягчается, плавится, обугливается);
- характер горения в пламени и вне пламени горелки (цвет и яркость пламени, наличие копоти, скорость горения);
- запах продуктов горения (острый, резкий, фруктовый и др.).

Результаты испытания сопоставляют с данными таблицы 8.6 и устанавливают вид пластмассы.

Таблица 8.6 – Поведение пластмасс при горении

Виды пластмасс	Поведение при внесении в пламя			
	Отношение к нагреву	Характер горения	Окраска и характер пламени	Запах при горении
1	2	3	4	5
<i>Полимеризационные пластмассы</i>				
Полиэтилен	Размягчается и плавится	Загорается медленно, горит слабым пламенем без копоти с подтеканием полимера	Яркое, у основания голубое	Горящего парафина
Полипропилен	Размягчается, медленно плавится и вытягивается в нити			Жженой резины или горячего сургуча
Поливинилхлорид:				
винипласт	Размягчается, плавится медленно	Загорается с трудом, вне пламени гаснет	Ярко-зеленое, у основания коптящее	Резкий, хлора
пластикат	Размягчается и плавится	Горит более устойчиво	Ярко-зеленое, сильно коптящее	

Окончание таблицы 8.6

1	2	3	4	5
Полифторэтилен	Слегка размягчается	Не горит	—	—
Полиметилметакрилат	Размягчается, плавится	Горит медленно, с потрескиванием	У основания голубое	Сладковатый, цветущей герани
Полистирол	Размягчается, плавится, вытягивается в нити	Горит быстро	Пламя яркое, желтое, сильно коптящее	Цветущих гиацинтов
Полиформальдегид	Размягчается, плавится с трудом	Горит медленно, с потрескиванием	Синее, не коптящее	Формальдегида
<i>Поликонденсационные пластмассы</i>				
Фенопласт	Не размягчается	Горит только в пламени, обугливается	Желтое	Фенола или древесного угля
Аминопласт		Обугливается, по краям белый налет	Желтоватое	Аммиака и формальдегида
Полиамид	Размягчается, плавится, вытягивается в нити	Горит медленно	Голубое, с желтоватыми краями	Горелых овощей
Полиэтилентерефталат	Размягчается, плавится	Горит хорошо	Яркое с копотью	Запах слабый, сладковатый
Поликарбонат	То же	Горит в пламени потрескивая	Яркое, желтое	Цветочный (фенола)
Полиуретан	То же	Горит хорошо, стекая каплями	У основания голубое	Острый миндальный
<i>Эфироцеллюлозные пластмассы</i>				
ЦеллULOИД	Размягчается	Горит быстро	Интенсивное, яркое с выделением белого дыма	Камфоры, окислов азота
Ацетилцеллюлоза	То же	Горит плохо, с искрами, при удалении из пламени гаснет	Желтое с зелеными краями	Уксусной кислоты

Пластмассы с различными наполнителями

В зависимости от состава и строения пластмассы имеют различные технические названия.

Твердые пластмассы – окрашенные, ненаполненные и наполненные (кроме слоистых и волокнистых наполнителей), выпускаемые в виде листов, пластина и плит, предназначенных для переработки методами механической обработки, гнутья, штампованием и выдувания, – получают технические наименования с добавлением слова листовой.

Мягкие и эластичные пластмассы, содержащие значительное количество пластификаторов или изготовленные на основе связующих, эластичных при нормальной температуре, и выпускаемые в виде листов, шлангов, лент и т. д., носят техническое название пластикат.

Материалы, выпускаемые в виде тонких пленок (толщиной менее 0,5 мм), вне зависимости от степени мягкости и растяжимости получают техническое наименование пленка.

Материалы с малым удельным весом, имеющие пористую, ячеистую структуру, при плотности от 0,03 до 0,3 г/см³ получают техническое наименование пенопласти, при плотности выше 0,3 г/см³ – поропласти.

Пластмассы с волокнистым наполнителем получают техническое наименование по характеру наполнителя:

- волокнит – пластмассы с наполнителем в виде органического волокна;
- стекловолокнит – пластмассы с наполнителем в виде стеклянного волокна;
- асбоволокнит – пластмассы с наполнителем в виде распущенного асбеста;
- текстоволокнит – пластмассы с наполнителем в виде текстильной крошки или обрезков тканей;
- древеволокнит – пластмассы с наполнителем в виде древесного волокна.

Пластмассы со слоистыми наполнителями, физико-механические свойства которых определяются скорее свойствами наполнителей, нежели свойствами связующего, получают техническое наименование по характеру наполнителя:

- текстолит – пластмассы с наполнителем в виде ткани из органического волокна;
- стеклотекстолит – пластмассы с наполнителем в виде ткани из стеклянного волокна;
- асботекстолит – пластмассы с наполнителем в виде асбестовой ткани;
- бумаголит – пластмассы с наполнителем в виде бумаги или картона;
- древолит – пластмассы с наполнителем в виде древесного шпона;
- асболит – пластмассы с наполнителем в виде асбестового картона.

Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов анализа.

Отчет по работе должен содержать основные теоретические сведения. Результаты анализа представляются в виде таблиц, составленных по форме 8.1–8.2.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Из каких компонентов состоят пластмассы?
2. По каким признакам можно распознать вид пластмассы?
3. Какие бывают пластмассы по виду наполнителя?
4. Как подразделяются пластмассы по химической реакции получения полимеров?
5. Как называют полимеры, способные размягчаться и плавиться при нагревании?
6. Какие пластмассы относятся к термопротивным?
7. По каким признакам классифицируются полимеры и пластмассы?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТВЕРДОСТИ МАТЕРИАЛОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить конструкции приборов для определения твердости материалов, а также методику определения твердости материалов.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы полимерных материалов, механический твердомер ТИР 2033 по Шору А, переносной твердомер ТЭМП-4.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Знать определение твердости, факторы, оказывающие влияние на величину данного показателя, взаимосвязь с другими показателями механических свойств резин.

2. Изучить принцип работы и конструкцию приборов для определения твердости материалов

2. Изучить методики определения твердости резин, их отличительные особенности.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Описать методику определения твердости подошвенных материалов твердомером ТИР 2033 по Шору А.

2. Освоить навыки работы на твердомере ТЭМП-4.

3. Провести испытания образцов резины и пластмасс и определить их твердость. Полученные результаты заносятся в таблицу 9.1.

Таблица 9.1 – Результаты испытаний твердости материалов

№ п/п	Наименование материала	Величина твердости											
		Метод отскока						Метод вдавливания					
		1	2	3	4	5	Cр.	1	2	3	4	5	Cр.

4. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Методики определения твердости материалов

Твердость – способность материала сопротивляться проникновению в него другого, более твердого тела.

Твердость материала зависит от его природы, характера строения, геометрической формы, размеров и расположения атомов, а также от сил межмолекулярного сцепления.

От твердости зависит назначение изделия, поведение в процессе службы и сохраняемость внешнего вида.

По величине твердости материалов можно судить об их прочностных свойствах, не производя статических испытаний на растяжение. Твердость материалов тесно связана с их обрабатываемостью и износостойчивостью.

Действительно, чем тверже материал, тем большее усилие требуется для его обработки; чем тверже изделие, тем меньше оно будет изнашиваться в процессе работы. Вот почему по величине твердости судят о возможности применения материалов для изготовления различных изделий. Твердость является также основной характеристикой при оценке качества режущих и измерительных инструментов.

Определение твердости не связано с разрушением материала и, кроме того, в большинстве случаев не требует приготовления специальных образцов.

Единого метода определения твердости всех материалов нет. Применяют несколько методов: царапания, вдавливания, отскакивания бойка, затухания колебаний маятника, прокола стандартной иглой.

Все методы измерения твердости можно разделить на две группы в зависимости от вида движения индентора: статические методы и динамические. Наибольшее распространение получили статические методы определения твердости.

Статическим методом измерения твердости называется такой, при котором индентор медленно и непрерывно вдавливается в испытуемый металл с определенным усилием. К статическим методам относят следующие: измерение твердости по Бринеллю, Роквеллу, Виккерсу, Шору.

При динамическом испытании контролируется величина отскока испытательного инструмента от поверхности испытываемого образца. К динамическим методам относят следующие: твердость по Шору, по Польди.

Определим твердость материалов по Бринеллю. Сущность метода определения твердости по Бринеллю заключается в том, что шарик (стальной или из твердого сплава) определенного диаметра под действием усилия, приложенного перпендикулярно поверхности образца, в течение определенного времени вдавливается в испытуемый материал (рис. 9.1). Величину твердости по Бринеллю определяют, исходя из измерений диаметра отпечатка после снятия усилия.

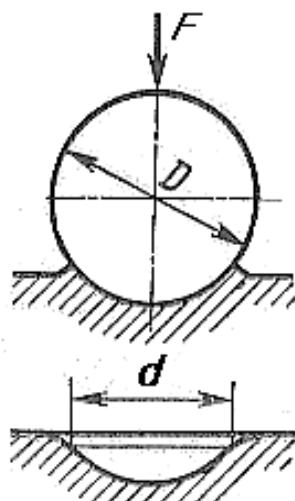


Рисунок 9.1 – Схема определения твердости по Бринеллю

При измерении твердости по Бринеллю применяются шарики (стальные или из твердого сплава) диаметром 1,0; 2,0; 2,5; 5,0; 10,0 мм.

Однаковые результаты измерения твердости при различных размерах шариков получаются только в том случае, если отношения усилия к квадратам диаметров шариков остаются постоянными.

Испытания на твердость по Бринеллю производят на прессах. Испытуемый образец или деталь устанавливается на предметном столике и при помощи маховичка подводится к шарику, закрепленному в оправке пресса. При включении электродвигателя грузы опускаются и через систему рычагов действуют на шарик, который вдавливается в материал.

Определение твердости по Шору осуществляется путем вдавливания в исследуемый материал стальной закаленной иглы. Этот метод применяют, например, для определения сравнительной твердости резин.

Устройство и принцип работы твердомера ТИР-1 по Шору A и переносного твердомера ТЭПМ-4

Твердость резин по методу вдавливания определяют на приборе ТИР-1 и ТЭМП-4. Кинематическая схема прибора ТИР-1 представлена на рисунке 9.2.

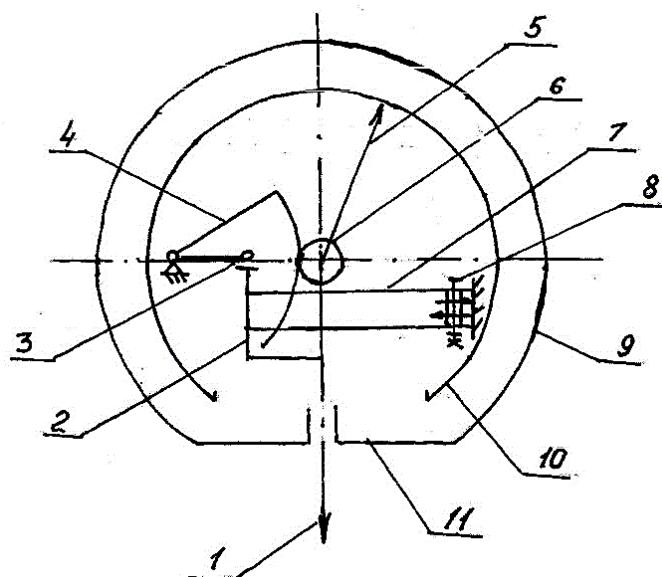


Рисунок 9.2 – Кинематическая схема прибора ТИР-1

Прибор ТИР-1 состоит из корпуса 9 с расположенным внутри его механизмом измерения силы и деформации. Через отверстие в опорной площадке 11 проходит игла 1, закрепленная на свободном конце лапки 2. Лапка жестко связана с пружиной 7 и через штифт 3 шарнирно соединена с сектором 4, который зацепляется с подпружиненной трубкой 6. На трубке насыжена стрелка 5, установленная против нулевого деления шкалы 10.

Так как твердость на приборе определяется в условных единицах, то цена деления шкалы равна одной условной единице твердости. За 100 условных единиц принимается твердость стекла или металла.

В корпус 9 ввинчена головка, служащая для нажатия на иглу прибора.

Работа прибора заключается в следующем: при нажатии на выступающий конец иглы 1, лапка 2 перемещается вверх и деформирует жестко связанные с ней пружины 7. Штифт 3, опирающийся на поверхность паза лапки 2 вместе с зубчатым сектором 4, также получает перемещение. Трубка 6, с закрепленной на ней стрелкой 5, повернется на определенный угол, выражаемый на шкале 10 условными единицами твердости. При погружении иглы 1 до уровня опорной поверхности прибора стрелка повернется на угол 280° , что соответствует 100 условным единицам твердости.

Твердомер ТЭМП-4 представляет собой портативный электронный прибор, динамического действия, состоящий из датчика и электронного блока (1), соединенных экранированным кабелем (7), а также двух элементов питания типа АА, вставляемых в отсек питания, расположенный на обратной стороне корпуса электронного блока. Устройство твердомера ТЭМП-4 представлено на рисунке 9.3.

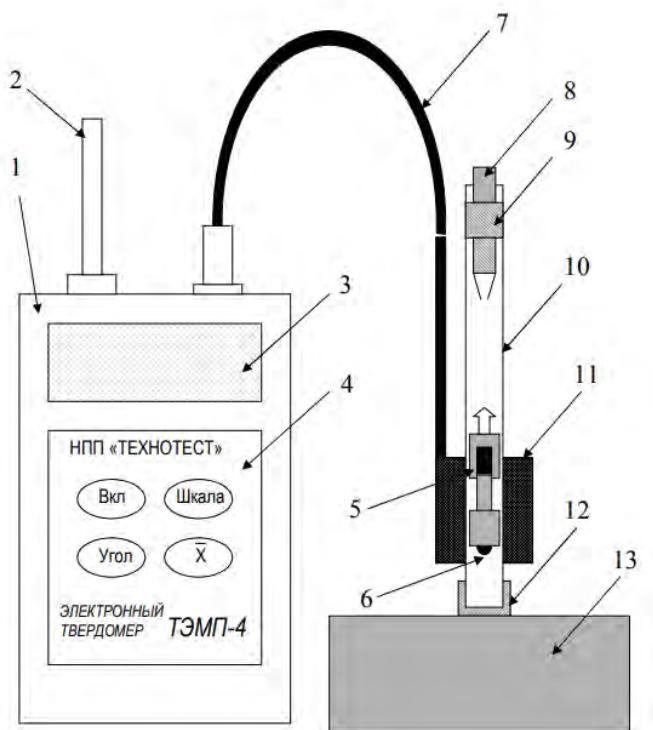


Рисунок 9.3 – Устройство твердомера ТЭМП-4:

- 1 – корпус электронного блока; 2 – толкатель;
- 3 – индикатор;
- 4 – клавиатура;
- 5 – ударник;
- 6 – шаровидный индентор;
- 7 – экранированный кабель;
- 8 – спусковая кнопка;
- 9 – цанговый механизм;
- 10 – направляющая трубка;
- 11 – катушка индуктивности;
- 12 – опорное кольцо;
- 13 – измеряемое изделие

Датчик состоит из направляющей трубы (10), цангового механизма (9), ударника (5) (включающего в себя твердосплавный шаровидный индентор (6) и постоянный магнит), катушки индуктивности (11), опорного кольца (12) и спусковой кнопки (8). Взвод датчика осуществляется с помощью закреплённого на корпусе прибора толкателя (2). В процессе измерения ударник ударяется о поверхность измеряемого изделия (13) и отскакивает от него. При падении и отскоке ударника, постоянным магнитом, вмонтированным в ударник, в катушке индуктивности наводится ЭДС. Полученный сигнал от датчика передается по экранированному кабелю в электронный блок.

Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов испытания и расчетов показателей.

Отчет по работе должен содержать описание методики определения твердости подошвенных материалов твердомером ТИР 2033 по Шору А. Экспериментальные данные, полученные прибором ТИР 2033 и ТЭМП-4, представляются в виде таблицы, составленной по форме 9.1.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Что понимают под твердостью материала? От чего она зависит?
2. Какие существуют методы определения твердости материалов?
3. По какому методу определяют твердость резин? Объясните принцип работы прибора ТИР-1.
4. Как определяют твердость по Бринеллю и Шору? Чем отличаются эти методы?
5. Объясните принцип работы переносного твердомера ТЭМП-4.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОЙКОСТИ МАТЕРИАЛОВ К ИСТИРАНИЮ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить методику определения стойкости текстильных и полимерных материалов к истиранию и конструкции приборов.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы текстильных и полимерных материалов, приборы ДИТ-М, типа Грассели (МИ-2), типа Шоппера.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Знать определение методики определения стойкости текстильных и полимерных материалов к истиранию.

2. Изучить принцип работы и конструкцию приборов ДИТ-М, типа Грассели (МИ-2), типа Шоппера.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Описать методику определения стойкости текстильных материалов к истиранию на приборе ДИТ-М.

2. Освоить навыки работы на приборе ДИТ-М.

3. Изучить методики определения стойкости полимерных материалов к истиранию. Сравнить методы испытаний по основным параметрам. Результаты сравнения отразить в виде таблицы 10.1.

Таблица 10.1 – Сравнительный анализ методов испытаний

Параметр	Метод Шоппера	Метод Грассели
Прибор для испытаний	Типа Шоппера	МИ-2
Образцы (размер, диаметр, площадь)		
Нагрузка		
Удельное усилие		
Результат оценки		
Временной интервал		

4. Изучить принцип работы и конструкцию приборов типа Грассели и Шоппер, освоить навыки работы с ними.

5. Провести испытания образцов текстильных и полимерных материалов и определить их стойкость к истиранию. Полученные результаты заносятся в таблицы 10.2 и 10.3–10.4 соответственно.

Таблица 10.2 – Результаты испытаний износостойкости текстильных материалов

№ п/п	Наименование материала	Количество циклов, необходимое для разрушения ткани	Коэффициент устойчивости к истиранию

Таблица 10.3 – Результаты испытаний износостойкости материалов на приборе типа Грассели

Образец	Масса образца до испытания, г	Масса образца после испытания, г	Разность масс, г	Средняя убыль массы пары образцов, г	Убыль объема, мм^3	Сопротивление истиранию, $\text{Дж}/\text{мм}^3$
1.1						
1.2						

Таблица 10.4 – Результаты испытаний износостойкости материалов на приборе типа Шоппера

Образец	Масса образца до испытания, г	Масса образца после испытания, г	Потеря массы образца, г	Потеря массы пары образцов, г	Потеря объема пары образцов, мм^3
1.1					
1.2					

6. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Методика определения стойкости текстильных материалов к истиранию и конструкция прибора ДИТ-М

Все методы и приборы, используемые для определения стойкости к истиранию, подразделяются по признакам: вид поверхности, по которой взаимодействует пробы с абразивом (по всей плоскости пробы, по линии, по сгибам); характер и направление движения контактирующих поверхностей относительно друг друга; наличие дополнительных факторов (растяжения, изгиба, сжатия), ускоряющих износ от истирания.

Для определения стойкости текстильных полотен к истиранию используют следующие характеристики:

– выносливость – число циклов истирания до полного износа материала (образование дыры), или долговечность – время испытания до образования дыры;

– изменение какого-либо показателя: разрывной нагрузки при одноосном растяжении или продавливании, массы, воздухопроницаемости либо других показателей при истирании до заданного числа циклов.

Изменение свойств материала при истирании $P, \%$, определяется отношением разности показателей до и после испытания к первоначальному значению показателя:

$$\Pi = 100(A_1 - A_2) / A_1, \quad (10.1)$$

где A_1 – величина какого-либо показателя до проведения испытаний; A_2 – величина какого-либо показателя после проведения испытаний.

Для сопоставления результатов испытаний материалов с разными поверхностными плотностями используют коэффициент устойчивости к истиранию:

$$K_y = n / M_s \quad (10.2)$$

где n – число циклов истирания до разрушения пробы материала; M_s – поверхностная плотность материала, $\text{г}/\text{м}^2$.

Для определения стойкости текстильных материалов к истиранию используют прибор ДИТ-М. Прибор ДИТ-М предназначен для определения стойкости к истиранию по плоскости хлопчатобумажных, льняных, шелковых, из химических волокон и нитей, смешанных и неоднородных тканей (ГОСТ 18976), льняных и полульняных тканей для спецодежды (ГОСТ 15967).

В данном приборе истирание происходит благодаря планетарному движению бегунков с абразивом по пробе, заправленной в пяльцы. То есть истирающаяся головка состоит из двух бегунков, вращающихся вокруг своей оси и обращающихся относительно центральной оси головки. Прибор ДИТ-М имеет две вращающиеся головки 2 (рис. 10.1) и сменные пяльцы 1 с держателем 5.

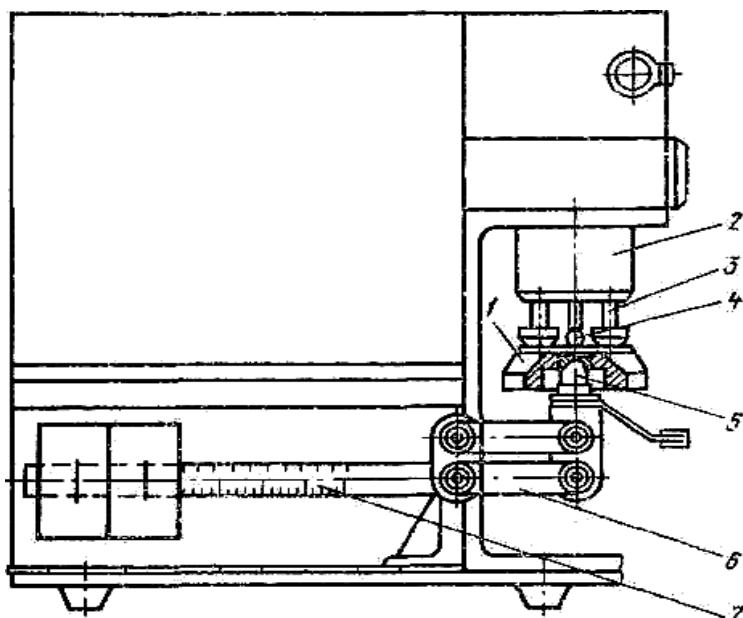


Рисунок 10.1 – Конструктивная схема прибор ДИТ-М

На головке 2 закреплены бегунки 3 с грибками, вращающимися относительно своей оси, и одновременно с бегунками, совершающими движение по окружности относительно оси головки 2. Таким образом, в плоскости касания пробы с абразивом они совершают планетарное движение.

В комплект прибора ДИТ-М входят пяльцы двух типов для закрепления испытуемого материала (при испытании льняных и полульняных тканей); для закрепления абразива (при испытании хлопчатобумажных, шелковых, смешанных и неоднородных тканей, тканей из химических нитей и пряжи).

Если проба закрепляется в пяльцах, то ее помещают на эластичное основание пялец (токопроводящую резину) лицевой стороной вверх. Если проба закрепляется на бегунках, то при ее разрушении происходит контакт грибков с никромовой проволокой, лежащей на абразиве, что влечет за собой автоматический останов прибора.

Натяжение материала в пяльцах достигается за счет давления, оказываемого на него шариком 4, укрепленным на стержне. Пяльцы прижимаются к бегункам с помощью рычажно-грузового устройства 6. Необходимое давление в зоне контакта пробы с абразивом $9,8 \cdot 10^4$ Па определяется положением груза, перемещающегося по резьбе рычага 7.

Рычаг 7 снабжен линейкой с двумя шкалами. При наличии на рычаге 7 груза используется верхняя шкала, при наличии двух грузов давление в зоне контакта определяется по нижней шкале, градуировка которой соответствует давлению в зоне контакта пробы с абразивом.

В качестве абразива при испытании льняных и полульняных тканей для спецодежды используется водостойкая шкурка Р.СС 820x30 ЭН.5.Б. Для всех остальных тканей, подлежащих испытанию на стойкость к истиранию на приборе ДИТ-М, в качестве абразива используется серошинельное сукно арт. 6405. Хлопчатобумажные, шелковые, смешанные ткани и ткани из химических нитей и пряжи испытывают при частоте вращения головки прибора 100 мин^{-1} , льняные и полульняные (смешанные) – 200 мин^{-1} .

Счетчик показывает число оборотов (циклов) истирающей головки, которые выдержала ткань до разрушения (до дыры).

Для проведения испытания хлопчатобумажных, шелковых и смешанных тканей, а также тканей из химических нитей и пряжи от каждой испытуемой ткани вырезают по шаблону десять круглых проб диаметром 27 ± 1 мм. Для испытания льняных и полульняных (смешанных) тканей от каждого испытуемого полотна вырезают две круглые пробы диаметром 85 ± 2 мм; для льняных и полульняных тканей для спецодежды вырезают 10 круглых проб диаметром 82 мм. Пробы должны вырезаться так, чтобы нити основы и утка каждой пробы не являлись продолжением нитей основы и утка другой пробы.

Груз, находящийся на рычаге рычажно-грузовой системы, устанавливают на отметке 3 кг ($1 \text{ кг}/\text{см}^2$) для тканей бытового назначения и на отметке 1 кг ($0,21 \text{ кг}/\text{см}^2$) для тканей спецодежды. На стержне для натяжения ткани устанавливают груз в 400 г при испытании тканей для спецодежды и 200 г при испытании бытовых тканей.

В зависимости от поверхностной плотности и назначения тканей эти нормативы лежат в интервале: для хлопчатобумажных и смешанных тканей ведомственного назначения – от 1000 до 3000 циклов; для шелковых и

получелковых тканей – от 110 до 2000 циклов; для льняных и полульняных тканей от 2 до 15 тыс. циклов.

Испытание ткани производится до автоматического останова устройства при образовании дыры. При разрушении ткани щупы контактируют с токопроводящей резиной, цепь автоматического останова замыкается и устройство останавливается.

Результатом испытания ткани по стойкости к истиранию считается среднее арифметическое число циклов из 6-ти испытаний для тканей бытового назначения, и из 10 испытаний для тканей технического назначения.

Определение стойкости полимерных материалов к истиранию

Как и любой материальный объект, обувь в процессе эксплуатации подвергается износу, причем наиболее изнашиваются наружные детали низа, имеющие непосредственный контакт с опорной поверхностью. Под **износстойкостью** подошвы принято понимать изменение ее толщины в процессе носки обуви.

Исследование износстойкости подошвенных материалов направлено на повышение качества выпускаемых товаров, что расценивается в настоящее время, как решающее условие её конкурентоспособности на внутреннем и внешнем рынках. Конкурентоспособность товаров во многом определяет престиж страны и является решающим фактором увеличения её национального богатства. В данный момент общепринятой классификации методов оценки износстойкости подошвенных материалов не существует. Создание ее затруднительно в связи со сложностью выделения их общих признаков.

Износстойкость подошвенных материалов при трении определяют различными методами. Наиболее распространен для установления эксплуатационных показателей обуви метод опытных носок. Однако он дорог и недостаточно точен из-за трудности создания одинаковых условий носки. Поэтому наиболее часто при анализе износстойкости подошвенных материалов используют лабораторные методы, позволяющие получить данные, сопоставимые с реальной эксплуатацией обуви.

Одним из самых известных устройств для испытаний на абразивный износ по невозобновляемой поверхности является прибор типа Грассели, в котором создается трение скольжения образца по невозобновляемой поверхности. При истирании на приборе такого типа на образце возникают непересекающиеся, практически прямые линии, т.к. истирание проходит по неизменной траектории, а результатом испытания является показатель сопротивление истиранию $\text{Дж}/\text{мм}^3$ или истираемость образца $\text{м}^3/\text{ТДж}$. Наиболее распространенным является прибор МИ-2, на котором испытывают образцы согласно методике, изложенной в ГОСТе 426-77. Испытание происходит следующим образом: два образца, закрепленные на рычаге (рычаг имеет ось, помещенную в полом валу диска, на которой подвешен груз, создающий силу 16, 20 или 26 Н, прижимающую

образцы к абразиву), прижимаются к шлифовальному полотну, прикрепленному к вращающемуся диску. Скорость скольжения образцов составляет 30 м/с.

Не менее распространена группа оборудования для проведения испытаний с закрепленным абразивом по возобновляемой поверхности при помощи прибора типа Шоппера для определения сопротивления истирианию при скольжении по возобновляемой поверхности по ГОСТу 23509-79. Сущность методов, описанных в ГОСТе 23509-79, заключается в истирании образца, прижатого к абразивной поверхности вращающегося барабана, при этом образец перемещается параллельно оси барабана и вращается вокруг своей оси. В качестве абразивного материала используется абразивная шкурка, навернутая на барабан диаметром 150 мм, вращающийся со скоростью 40 мин⁻¹. Образец закреплен в образцодержателе, который соединен с кареткой через тензочувствительный элемент для измерения сил трения. При вращении ходового винта образец поступательно перемещается вдоль образующей цилиндра со скоростью 420 мм на 100 оборотов барабана. Полная длина пути истирания может составлять 40 м или 20 м. Нормальная нагрузка задается грузом и составляет 5 или 10 Н. В процессе этого испытания на испытуемых подошвенных материалах образуются хаотично расположенные линии от абразивного полотна, а результат выражается в потере объема образца в мм³ либо показателем «индекс сопротивления истирианию».

Большинство импортных приборов, предназначенных для испытания полимерных подошвенных материалов и аналогичных им, осуществляют истирание образцов в условиях движения с закрепленным образцом по возобновляемой поверхности.

Первым существенным различием этих методов является тот факт, что согласно ГОСТу 426-77, на приборе МИ-2 испытания производятся по не возобновляемой поверхности шлифовального полотна, по ГОСТу 23509-79 истирание исследуемого материала на приборе типа Шоппера осуществляется постоянно по новому следу шлифовальной шкурки. Однако в условиях повседневной эксплуатации редко встречается поверхность износа с такими свойствами, что не позволяет адекватно производить данный тип испытаний. Следующей отличительной особенностью данных методик является различный характер износа исследуемого материала. В связи с тем, что на приборе типа Грассели истирание образца происходит по неизменной траектории, то на поверхности образца наблюдаются непересекающиеся, практически прямые линии вырезания частиц образца абразивным материалом. В то же время, при испытании материалов низа обуви, в соответствии с ГОСТом 23509-79, наблюдается хаотичное расположение линий износа. Далее следует отметить различное значение удельных усилий, прикладываемых к исследуемым образцам. В соответствии с ГОСТом 426-77, изнашиваемая поверхность образцов представляет собой квадрат со сторонами 20 мм, а прикладываемое усилие составляет 26 Н. Исходя из этого, удельное усилие равно 0,07 Н/мм². В свою очередь, при испытании подошвенных материалов на приборе типа Шоппера берутся цилиндрические образцы с диаметром поверхности износа

16 мм, а нагрузка составляет 10 Н, что соответствует удельной силе в 0,05 Н/мм². Так же следует отметить различия в определяемых величинах: в результате определения сопротивления истиранию при скольжении обувных подошвенных материалов и деталей низа по ГОСТу 426-77 мы определяем показатели сопротивления истиранию в Дж/мм³, либо обратную ему величину – истираемость образца в м³/ТДж, при испытаниях по ГОСТу 23509-79 предлагается определить потерю объема образца в мм³ или индекс сопротивления истиранию.

Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов испытания и расчетов показателей.

Отчет по работе должен содержать описание методику определения стойкости текстильных и полимерных материалов к истиранию. Экспериментальные данные, полученные на приборах ДИТ-М, типа Грассели и типа Шоппера, представляются в виде таблиц, составленных по форме 10.2–10.4.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Какие характеристики используют для определения стойкости текстильных материалов к истиранию?
2. Из каких основных узлов состоит прибор ДИТ-М?
3. Какой показатель характеризует износостойкость ткани при проведении испытаний на приборе ДИТ-М?
4. Какие характеристики используют для определения износостойкости полимерных материалов?
5. В чем состоит отличие методик по ГОСТу 426-77 и ГОСТу 23509-79?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучение методов и средств оценки эксплуатационных свойств материалов при воздействии температуры и влажности.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы искусственной кожи (ИК), климатическая камера YTH-408-40-1Р.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Ознакомиться с устройством и принципом работы климатической камерой для испытания на воздействия температуры и влажности YTH-408-40-1Р.

2. Изучить методику оценки эксплуатационных свойств ИК в широком диапазоне температур.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Изучить устройство и принцип работы климатической камеры YTH-408-40-1Р.

2. Провести исследование искусственных кож на многоцикловое нагружение при различных температурных воздействиях. Результаты испытания записать в следующей таблице 11.1.

Таблица 11.1 – Форма записи при проведении испытания на многоцикловое нагружение при различных температурных воздействиях

Температура – °С

Влажность – %

Количество изгибов (время проведения)

№ Образца	q	T	P_k, H	P, H	Коэффициент $K_{ПЭ}$	Шкала оценивания

3. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Технические характеристики камеры для испытания на воздействие температуры и влажности YTH-408-40-1Р

Данная камера предназначена для проведения испытаний на воздействие температуры и влажности. Климатическая камера YTH-408-40-1Р имеет следующие технические характеристики:

- температурный диапазон от -40 до +150 °С;
- диапазон влажности: от 20 до 98 % относительной влажности;
- неоднородность температур: ± 2 °С;
- неоднородность влажности: $\pm 3,0$ % относительной влажности;
- точность температуры и влажности: $\pm 0,2$ °С; $\pm 2,5$ % относительной влажности;

- дискретность установки температуры и влажности: 0,01 °C; 0,1 % относительной влажности;
- средняя скорость нагрева: 3 °C/мин от комнатной температуры до +150 °C;
- средняя скорость охлаждения: 1 °C/мин от комнатной температуры до -40 °C;
- наружные размеры камеры: 1050x1750x1350 мм (приблизительно);
- внутренние размеры камеры: 600x850x800 мм;
- материал рабочей камеры – нержавеющая сталь SUS 304 для внутренней камеры;
- материал внешний отделки – металл с порошковым покрытием;
- смотровое окно, техническое отверстие, две полки из нержавеющей стали, наличие подсветки, кабельный порт;
- требования к внешним условиям – температура от 10 до + 30 °C, влажность (70±10) %.

Внешний вид климатической камеры YTH-408-40-1P с приводом и внешний вид зажимов представлен на рисунках 11.1 и 11.2.



Рисунок 11.1 – Климатическая камера YTH-408-40-1P с приводом:

- 1 – стойка, 2 – электродвигатель, 3 – клиноременная передача,
- 4 – редуктор, 5 – климатическая камера



Рисунок 11.2 – Внешний вид зажимов установке для исследования эксплуатационных свойств материалов:

- 1 – подвижный зажим для испытания образцов в форме трубочки;
- 2 – неподвижный зажим для испытания образцов в форме трубочки;
- 3 – неподвижный зажим для испытания методом бегущей складки;
- 4 – подвижный зажим для испытания методом бегущей складки

В рабочем состоянии привод установки закрыт кожухом.

Запрещается открывать дверцу при температуре внутри камеры ниже 0°C. После испытаний при низкой температуре необходимо установить температуру 25°C и выдержать её в течение 30 минут.

Запрещается открывать дверцу во время работы камеры. Это может привести к следующим последствиям: выход горячего воздуха; ожог о горячую внутреннюю поверхность дверцы; горячий воздух может привести к ложному срабатыванию пожарной сигнализации.

Перед включением климатической камеры необходимо проверить наличие воды в водяном резервуаре и влажность марли.

Методика оценки эксплуатационных свойств искусственных кож

Механические свойства ИК можно разделить в зависимости от влияния технологических сил или человеческого фактора на технологические и эксплуатационные. При производстве обуви заготовку с верхом из ИК подвергают различному растяжению (одноосному и двухосному), поэтому для оценки технологических свойств применяют стандарты на двухосное и одноосное растяжение. Для оценки эксплуатационных свойств ИК используют стандарты на многоцикловое нагружение и различные методики.

Одной из таких методик выступает методика выполнения измерений эксплуатационных свойств материалов для верха обуви.

Сущность методики заключается в многоциклическом нагружении пробы из ИК с моделированием технологических и эксплуатационных воздействий. Методика включает следующие этапы:

- 1) отбор образцов и имитация на них технологических режимов;
- 2) подготовка проб и установки для оценки эксплуатационных свойств ИК к проведению испытаний;
- 3) проведение испытаний на многоциклическое нагружение;
- 4) определение показателей оценки эксплуатационных свойств ИК;
- 5) определение комплексного показателя свойств ИК.

Отбор образцов осуществляют не ближе 100 мм от края рулона по ГОСТу 17316-71. Образцы вырезают размерами (140x200) мм для моделирования одноосного растяжения либо диаметром 180 мм – при двухосном растяжении.

Элементарные пробы вырубают специальными резаками в форме прямоугольника размером (45±70) мм или (140x60) мм в продольном и поперечном направлении в количестве не менее шести проб по каждому из них.

Дальше подготавливают к испытанию климатическую камеру YTH-408-40-1Р. Проведение испытаний ИК на испытательном комплексе происходит следующим образом: рабочий блок флексометра установки помещают в климатическую камеру. В зажимы закрепляют пробы. С помощью программного обеспечения климатической камеры устанавливают температурные режимы. После задания условий испытания включают климатическую камеру и устанавливают необходимый режим. После чего включают флексометр и производят многоциклическое нагружение проб. Испытания на многоциклическое нагружение можно проводить в широком диапазоне температур от -40°C до $+150^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха от 20 % до 98 %.

В нормативной документации отсутствуют требования к температурным режимам при проведении испытаний при низких температурах. Предлагается проводить испытания материалов при температуре равной $(-17 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, которая рекомендована в ГОСТе Р 12.4.295-2013 «Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты ног. Методы испытаний» при проведении испытаний на теплопроводность обуви. При необходимости можно устанавливать другие температурные режимы в зависимости от цели исследований или в соответствии с нормативной документацией на материал.

Также режимы испытания можно выбрать с учетом климатической нормы температуры воздуха в Республике Беларусь.

Скорость нагружения образцов ИК регулируют с помощью установленного преобразователя частоты типа ESV751N04TXB и выбирают в зависимости от биомеханических воздействий стопы на материалы верха.

Методика и разработанный испытательный комплекс для исследования эксплуатационных свойств ИК позволяют:

- проводить длительные исследования материалов при заданной температуре и влажности, что обеспечивает моделирование различных воздействий окружающей среды;
- уменьшать время проведения испытаний за счет изменения скорости нагружения, а также моделировать интенсивность воздействий на материал изделия (например, ходьба или бег);
- изменять угол нагружения и тем самым моделировать разнонаправленные биомеханические нагрузки, возникающие при эксплуатации обуви.

Контроль лицевой поверхности ИК производят через 1 час. При отсутствии нарушения покрытия испытания продолжают, пробы проверяют через 30 минут. Испытание заканчивают при появлении трещин. При температурах ниже нуля время испытаний устанавливают фиксированное: (30–60) мин.

Для оценки эксплуатационных свойств ИК определяем следующие показатели:

- коэффициент наличия трещин, T ;
- коэффициент сохранения прочности после эксплуатационных нагрузок, $K_{ПЭ}$.

Коэффициент наличия трещин позволяет нам визуально оценить изменения, происходящие с материалом после многоцикловых нагрузений и дать оценку внешнему виду материала.

Коэффициент наличия трещин рассчитываем по формуле (11.1)

$$T = \frac{q}{q_{баз}}, \quad (11.1)$$

где $q_{баз}$ – значение показателя наличия трещин контрольного образца, принимаемое равное 4, как наилучшее значение; q – значение показателя наличия трещин i -го образца.

Оценку повреждений поверхности образцов производят с помощью луп типа ЛП1-2,5^х, ЛП1-4^х, соответствующих ГОСТу 25706-83 «Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования» или других с увеличением 10^х.

Испытанные образцы классифицируют по балльной шкале, устанавливающей четыре степени повреждения: 1 балл – явно выраженная трещина с разрушением поверхности кожи или осыпанием покрытия; 2 балла – мелкие трещины без разрушения поверхности кожи и покрытия; 3 балла – мелкая сетка; 4 балла – отсутствие трещин.

Согласно ГОСТу 8978-2003 «Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения устойчивости к многократному изгибу», можно оценивать общий вид, учитывая все видимые дефекты: образование морщин, растрескивание, расслоение и обесцвечивание.

Глубину растрескивания классифицируют следующим образом:

0 – нет растрескивания;

А – трещина на поверхности или на отделочном слое покрытия, не задевающая пористый или средний слой;

В – трещина в среднем слое, но не сквозная, или, в случае однослойных покрытий, не задевающая основы;

С – трещины до основы;

Д – сквозная трещина через весь материал.

Также можно записывать количество трещин низшей классификации, представляющей наибольшую степень растрескивания, и записывать длину в миллиметрах самой длинной трещины низшей классификации.

Коэффициент сохранения прочности после эксплуатационных воздействий служит показателем, который позволяет оценить степень изменения прочностных свойств материалов после испытаний. При носке заготовки верха в ней преобладает или одноосная, или двухосная деформация. В носочно-пучковой части обуви преобладает двухосная деформация, а, например, по верхнему канту в женских туфлях лодочка преобладает одноосное растяжение. Поэтому в зависимости от цели исследования определяют коэффициент потери прочности при одноосном или двухосном растяжении.

Коэффициент сохранения прочности после эксплуатационных воздействий рассчитываем по формуле (11.2).

$$K_{\Pi\mathcal{E}} = \frac{P}{P_k}, \quad (11.2)$$

где P – разрывная нагрузка образца после многоциклового нагружения, Н; P_k – разрывная нагрузка контрольных образцов, Н.

Коэффициент потери прочности определяют с помощью разрывной машины. Для этого из образцов вырубают пробы размерами рабочего участка (50x10) мм при одноосном растяжении либо при двухосном растяжении пробы с рабочей частью образца диаметром 25 мм. Пробу вставляют в зажимы разрывной машины и доводят до разрыва.

Определение коэффициента потери прочности при двухосном растяжении проводят на запатентованных устройствах «Универсальное устройство к разрывной машине для оценки деформационных свойств материалов при двухосном растяжении» или «Устройство к разрывной машине для оценки свойств материалов верха обуви сферическим растяжением».

Комплексный показатель эксплуатационной пригодности (K_s) рассчитывается по формуле (11.3)

$$K_s = \sqrt{T \cdot K_{\Pi\mathcal{E}}}, \quad (11.3)$$

где T – коэффициент наличия трещин; $K_{\Pi\mathcal{E}}$ – коэффициент сохранения прочности после эксплуатационных воздействий.

По формуле (11.3) рассчитываем комплексный показатель эксплуатационной пригодности, и полученные безразмерные величины соотносим с интервалами: 0,00–0,63 – «плохо», 0,63–0,80 – «удовлетворительно», 0,80–1 – «хорошо».

Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов испытания и расчетов показателей.

Отчет по работе должен содержать описание методики эксплуатационных свойств ИК. Экспериментальные данные, полученные при испытаниях, представляются в виде таблицы, составленной по форме 11.1.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Расскажите принцип работы с климатической камерой.
2. Объясните работу с программным обеспечением климатической камеры.
3. Как проводят термомеханические испытания материалов при одноосном растяжении? Какой прибор используют?
4. Как проводят испытания морозостойкости искусственных кож в статических условиях?
5. Как проводят испытания морозостойкости искусственных кож в динамических условиях?
6. Какие недостатки имеет методика испытаний морозостойкости искусственных кож в динамических условиях?
7. Опишите методику исследования искусственных кож при многоцикловом нагружении при различных температурных воздействиях.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 12

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИГРОСКОПИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучить методики определения гигроскопических свойств текстильных материалов.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы материалов, ножницы, лабораторные весы AS/200/C/N, установка для определения капиллярности текстильных материалов, эксикатор, сосуд с дистилированной водой, сушильный шкаф, измерительная линейка.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Знать определения показателей гигрокопичности, влагоотдачи, влагопоглощения, капиллярности.

2. Изучить методики определения гигроскопических свойств текстильных материалов.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Описать методику определения гигроскопичности, влагоотдачи, влагопоглощения, капиллярности.

2. Провести испытания образцов текстильных материалов и определить их гигроскопические свойства. Результаты измерений и расчетов сводятся в таблицах 12.1–12.4.

Таблица 12.1 – Определение гигроскопичности материалов

Наименование текстильных полотен	Масса увлажненной пробы, m_b , г	Масса пробы после высушивания, m_c , г	Гигроскопичность, H , %

Таблица 12.2 – Определение влагоотдачи материалов

Наименование текстильных полотен	Масса увлажненной пробы, m_b , г	Масса пробы после выдерживания в эксикаторе с серной кислотой, m_{ck} , г	Влагоотдача, B_o , %

Таблица 12.3 – Определение влагопоглощения материалов

Наименование текстильных полотен	Масса влажной пробы, m_b , г	Масса пробы до увлажнения, m_c , г	Влагопоглощение, B_n , %

Таблица 12.4 – Определение капиллярности материалов

Наименование текстильных полотен	Время подъема смачивающей жидкости, h , мм за время t , мин					
	10	20	30	40	50	60

3. Сравнить данные, полученные при испытании текстильных материалов, с данными справочной литературы.
4. Составить отчет о лабораторной работе. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Методика определения гигроскопических свойств текстильных материалов

Гигроскопические свойства текстильных полотен характеризуют их способность поглощать или отдавать водяные пары и воду. Важнейшими характеристиками гигроскопических свойств являются: влажность, гигроскопичность, намокаемость, влагоемкость, влагоотдача, капиллярность, водопоглощение.

Влажность характеризует способность материала сорбировать влагу из паровоздушной среды (показывает, какую часть массы материала составляет влага, содержащаяся в нем при фактической влажности воздуха). Данный показатель рассчитывается по следующей формуле:

$$W = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100, \quad (12.1)$$

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.

Гигроскопичностью называют влажность материала после длительного выдерживания его при относительной влажности воздуха, равной 100 %.

Гигроскопические свойства текстильных полотен определяют по ГОСТу 3816.

Для определения гигроскопичности и влагоотдачи из точечной пробы ткани вырезают элементарные пробы – пробные полоски размером 50 x 200 мм и помещают их в бюксы. Бюксы в открытом виде устанавливают в эксикатор с водой, в котором предварительно достигается относительная влажность воздуха (98 ± 1) % (проверяют гигрометром). В данных условиях полоски выдерживают 4 часа. Так как рекомендованный ГОСТом 3816 временной режим испытания не может быть соблюден за время одного лабораторного занятия, проводится предварительное выдерживание проб в рекомендованных условиях.

Затем бюксы закрывают, пробы вынимают из эксикатора и взвешивают с погрешностью 0,001 г. При оценке гигроскопичности полоски после взвешивания высушивают до постоянной массы при температуре 107 ± 2 °С. Затем полоски охлаждают и вновь взвешивают с той же погрешностью. Гигроскопичность H (%) рассчитывают по формуле

$$H = \frac{100(m_e - m_c)}{m_c}, \quad (12.2)$$

где m_e – масса увлажненной пробы, г; m_c – масса пробы после высушивания до постоянной массы, г.

Намокаемость 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:

$$H = \frac{m_2 - m}{m} \cdot 100, \quad (12.3)$$

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

Влагоемкость 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, установившееся в материале после намокания в воде в течение 2 или 24 часов к абсолютно сухой массе материала, выраженное в процентах:

$$B_e = \frac{m_2 - m_0}{m_0} \cdot 100. \quad (12.4)$$

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

Между влагоемкостью и намокаемостью существует следующая зависимость:

$$B_e = \frac{H + W}{100 - W} \quad (12.5)$$

Влагоотдача характеризует способность материала отдавать сорбированную им воду в окружающую среду.

При определении влагоотдачи увлажненные пробы после взвешивания помещают в эксикатор с серной кислотой, относительная влажность воздуха в котором составляет $(2 \pm 1) \%$. Пробы выдерживают в этих условиях в течение 4 ч., после чего блюксы закрывают и взвешивают. Затем пробы высушивают в сушильном шкафу при температуре 107 ± 2 °С до постоянной массы и снова взвешивают. Влагоотдачу B_o (%) вычисляют по формуле

$$B_o = \frac{100(m_e - m_{c.k.})}{(m_e - m_c)}, \quad (12.6)$$

где m_e – масса увлажненной пробы, г; $m_{c.k.}$ – масса пробы после выдерживания в эксикаторе с серной кислотой, г; m_c – масса пробы после высушивания до постоянной массы, г.

Капиллярность и водопоглощение характеризуют способность изделий намокать при погружении их в жидкость.

Водопоглощение характеризуется количеством воды, поглощаемым материалом за 60 мин при полном погружении его в воду.

Для определения водопоглощения вырезают элементарные пробы размером 50 x 50 мм и взвешивают их с погрешностью не более 0,005 г. Потом пробы накалывают на крючок с грузом массой 10 г и погружают в сосуд с дистиллированной водой. Время погружения для хлопчатобумажных и льняных тканей с поверхностной плотностью менее 500 г/м² – 1 мин, для льняных тканей с поверхностной плотностью более 50 г/м² – 10 мин, для шерстяных тканей и тканей с водоотталкивающей пропиткой – 1 час. После выдерживания в воде пробу вынимают и помещают на фильтровальную бумагу, сложенную в три слоя, покрывают также сверху тремя слоями фильтровальной бумаги и отжимают. Затем пробу быстро взвешивают. Водопоглощение B_n (%) вычисляют по формуле

$$B_n = \frac{100(m_e - m_c)}{m_c}, \quad (12.7)$$

где m_e – масса влажной пробы, г; m_c – масса пробы до увлажнения (начальная масса), г.

Капиллярность оценивается по высоте подъема жидкости, смачивающей нижний конец вертикально подвешенной прямоугольной элементарной пробы.

Для оценки капиллярности используют элементарные пробы прямоугольной формы размером 50 x 300 мм. Испытуемую пробу зажимают в горизонтальную планку (рис. 12.1).

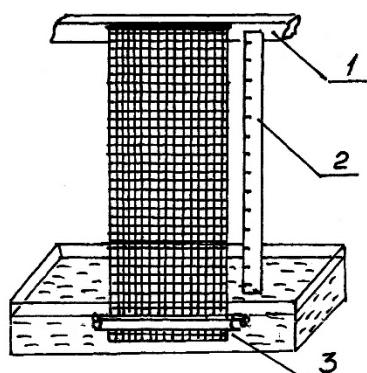


Рисунок 12.1 – Установка для определения капиллярности текстильных материалов

Рядом с пробой подвешивают линейку 2. К нижнему концу испытуемой полоски ткани подвешивают груз в виде двух стеклянных палочек 3,

скрепленных по краям резиновыми кольцами. Масса груза для тканей с поверхностной плотностью менее 200 г/м^2 – 2 г, для тканей с поверхностной плотностью более 200 г/м^2 – 10 г.

Нижний конец пробы опускают в сосуд, в который наливают раствор двухромокислого калия или эозина в таком количестве, чтобы он покрыл стеклянные палочки, а нулевое деление линейки совпадало с уровнем раствора. В момент опускания пробы в раствор включают секундомер. За стандартный показатель капиллярности принимают высоту подъема жидкости по образцу по истечении 60 мин с начала испытания. Для более детального изучения процесса иногда измеряют высоту подъема жидкости по капиллярам через определенные отрезки времени в течение 60 мин.

Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов испытания и расчетов показателей.

Отчет по работе должен содержать описание методик определения гигроскопических свойств текстильных материалов. Экспериментальные и расчетные данные представляются в виде таблицы, составленной по форме 12.1–12.4.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Что характеризуют гигроскопические свойства текстильных материалов? Какие характеристики гигроскопических свойств текстильных материалов являются важнейшими?
2. Какие показатели свойств характеризуют способность материала поглощать влагу, а какие отдавать?
3. В чем принципиальное отличие в определении гигроскопичности и влагоотдачи?
4. Что характеризуют капиллярность и водопоглощение? Как они определяются?
5. По каким формулам можно определить влажность, гигроскопичность, влагоотдачу материалов?
6. В чем принципиальное отличие в понятиях «намокаемость» и «влагоемкость»?
7. Что характеризует показатель «влагоотдача», и от чего зависит его величина?
8. От чего зависит величина капиллярности?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАРЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В ЕСТЕСТВЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: проанализировать работы в области старения полимеров и их стабилизации; научиться определять показатели старения материалов в естественных климатических условиях.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы материалов, лабораторные весы AS/200/C/N, твердомер ТИР 2033 по Шору А, разрывная машина РТ-250М, прибор типа Грассели (МИ-2).

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ЛАБОРАТОРНОЙ К РАБОТЕ:

1. Знать определения показателей физико-механических свойств материалов.

2. Изучить методику определения старения в естественных климатических условиях.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Ознакомиться с основными понятиями «старения» и процессами при этом.

2. Ознакомиться с основными работами в области старения полимеров и их стабилизации.

3. Рассчитать значения показателей старения (коэффициенты) для полимерных материалов. Результаты расчета представить в форме таблицы 13.1.

Таблица 13.1 – Показатели старения (коэффициенты) материалов

№ образца	ПС по ρ , %	ПС по Н, усл. ед.	ПС по f_p , %	ПС по ε_p , %	ПС по θ , %	ПС по β , %	ПС по N, %

ПС – показатель старения, ρ – плотность, Н – твердость, f_p – условная прочность при разрыве, ε_p – относительное удлинение при разрыве, θ – остаточное удлинение после разрыва, β – сопротивление истиранию, N – сопротивление многократному изгибу.

4. Сделать выводы.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Полимерные материалы в результате их переработки, эксплуатации, хранения, под воздействием одновременно механических, световых, тепловых и других факторов подвергаются *деструктивным процессам*. При этом происходит старение и, как следствие, необратимо и самопроизвольно изменяются структура и состав полимера, приводя к изменению физико-механических показателей (прочность, эластичность, износостойкость, теплостойкость, морозостойкость и др.). В зависимости от первоначального состава полимера эти изменения также проявляются в повышении твердости, появлении липкости, изменении цвета, или образовании трещин.

Процесс необратимого изменения свойств полимеров, вызванный воздействием различных немеханических факторов, раздельно и в совокупности, называется **старением**. Согласно ГОСТу 9.710-84 «Единая система защиты от коррозии и старения. Старение полимерных материалов. Термины и определения», **процесс старения полимерного материала** – совокупность химических и физических процессов, происходящих в нем и приводящих к необратимым изменениям свойств. Согласно Г.Е. Заикову, **старение полимеров** – это сложный комплекс химических и физических процессов, происходящих под влиянием окружающей среды, при их переработке, эксплуатации и хранении, приводящий к необратимым или обратимым изменениям (ухудшению) свойств полимеров. Данное определение наиболее полно отражает процессы, факторы старения, а также варианты изменения свойств полимеров.

Процессы старения разделяются на *физические и химические*.

Процессом «физического старения» называют релаксационные процессы, протекающие в полимерах вследствие термодинамически неравновесной структуры (даже в отсутствие химических превращений), в результате которых полимер стремится к состоянию, приближенному к равновесию. Процессы физического старения обратимы, они не приводят к разрыву или сшиванию полимерных цепей, но при этом оказывают существенное влияние на механические, термодинамические и другие физические свойства материала и сопровождаются изменением локальных надмолекулярных структур. В качестве примера можно привести процессы кристаллизации, перекристаллизации или проникновения в полимер нежелательных растворителей. При этом на сам процесс физического старения полимерных материалов оказывает влияние время и термическая предыстория.

Процессы химического старения необратимы. Они приводят к разрыву химических связей, а иногда и к сшивке макромолекул, изменению химической структуры, понижению или увеличению молекулярной массы полимера.

Проблема старения полимеров и их стабилизации составляет большой раздел полимерного материаловедения – науки о создании полимерных материалов, их переработки, сохранении и регулировании их эксплуатационных свойств и к настоящему времени имеется значительное количество работ в данной области. Некоторые из работ в области старения полимеров и их стабилизации представлены в таблице 13.2

Таблица 13.2 – Основные работы в области старения полимеров и их стабилизации

Исследователи	Работы
А.С. Кузьминский	Поставил вопрос о необходимости исследований в области старения (деструкции) и поисков путей стабилизации полимеров
Норманн Грасси	Родоначальник науки о старении полимеров и их стабилизации в мире; организовал международный журнал Polymer Degradation and Stability (Pergamon Press, Oxford, UK)
М.Б. Нейман	Придал исследованиям по старению полимеров количественный уровень, используя химическую кинетику; возглавлял Всесоюзные конференции по старению и стабилизации полимеров
Н.М. Эммануэль	Руководил исследованиями в области старения (деструкции) полимеров, синтеза стабилизаторов и, несколько позже, по горению полимеров. В результате этих исследований была разработана общая теория (кинетика и механизм) процессов старения и стабилизации полимеров, показана возможность применения процессов деструкции в качестве метода модификации полимерных изделий в создании новых полимерных материалов с улучшенными свойствами; Н.М. Эммануэль возглавлял сотрудничество по старению полимеров сначала в Академии Наук СССР, потом, в целом, в СССР, далее в Совете экономической взаимопомощи и в рамках сотрудничества Академий Наук социалистических стран
А.Л. Бучаченко, Г.И. Заиков, Е.Г. Денисов, В.Я. Шляпинтох, Ю.А. Шляпников, О.Н. Карпухин, А.М. Вассерман, А.Л. Коварский и ряд других	Их исследовательские работы внесли существенный вклад в создание научных основ теории старения и стабилизации полимеров, прогнозирования времени надежной эксплуатации и хранения полимерных изделий в различных климатических зонах страны. Некоторые из них большое внимание уделяли разработке методов прогнозирования времени надежной эксплуатации полимерных изделий (О.Н. Карпухин) и созданию новых чувствительных методов контроля процессов старения (В. А. Шляпинтох, А. М. Вассерман, А.Л. Коварский). Другие обосновывали значимость проблемы старения и стабилизации полимеров в виде решения основных задач (Г.Е. Заиков).
К.С. Минскер, Б.М. Коварская, К.Б. Пиотровский, П.А. Кирпичников и другие.	Под их руководством проведены широкие теоретические и прикладные исследования в области старения и стабилизации галоидсодержащих и гетероцепных полимеров, а также эластомеров

Процессы старения существенно влияют на долговечность полимера. Как правило, на практике старение происходит при одновременном воздействии нескольких факторов (кислород и озон воздуха, повышенные температуры, свет, электрические заряды и т. д.). Для облегчения исследования процессы старения обычно разделяют в соответствии с действующим фактором на озонное, термическое, световое, радиационное, коррозионное и пр.

Однако в настоящее время применяются два вида испытаний полимеров: это испытания при естественных условиях старения и методы прогнозирования при моделировании искусственных условий климатического воздействия.

Согласно ГОСТу 9.708-83 «Единая система защиты от коррозии и

старения. Пластмассы. Методы испытаний на старение при воздействии естественных и искусственных климатических факторов» существует два метода испытания пластмасс на воздействие климатических факторов. Сущность одного из этих методов заключается в том, что образцы подвергаются воздействию естественных климатических факторов в течение заданного промежутка времени. Продолжительность испытаний не должна быть меньше одного года, но и не должна превышать 5 лет. В течение всего промежутка времени, отведенного под испытания, из общего числа образцов отбираются пробные экземпляры, которые подвергаются испытаниям. Полученные данные заносятся в протокол, а при завершении испытаний обрабатываются и представляются в виде графика или таблицы. Этот метод позволяет получить интересующие значения с высокой точностью.

Методика расчета показателей старения материалов в естественных климатических условиях

Согласно ГОСТу 9.066-76 «Единая система защиты от коррозии и старения. Резины. Метод испытаний на стойкость к старению при воздействии естественных климатических факторов» любой процесс старения характеризуется показателем, называемым коэффициентом старения, т.е. относительным изменением значения показателя свойства материала, соответствующим заданной продолжительности старения.

Так как испытание на старение обычно сводится к определению соответствующих свойств испытуемого образца до воздействия каким-либо фактором (факторами) и после испытания и установлению коэффициента старения, то для оценки качества материалов определяли следующие показатели: плотность, твердость, относительное удлинение при разрыве, условная прочность, относительное остаточное удлинение после разрыва, сопротивление истиранию и многократному изгибу.

Значение изменения показателя (S) (за исключением твердости) в процентах вычисляют по формуле (13.1).

$$S = \frac{A_1 - A_0}{A_0} \cdot 100, \quad (13.1)$$

где A_0 – значение показателя до старения; A_1 – значение показателя после старения.

Изменение твердости (H) вычисляют по формуле (13.2).

$$H = H_1 - H_0, \quad (13.2)$$

где H_0 – твердость до старения; H_1 – твердость после старения.

После расчета показателей старения делается анализ исходных данных спустя определенный промежуток времени. В ходе анализа устанавливается,

какие изменения свойств произошли у материалов при хранении в естественных климатических условиях, на сколько и в какую сторону.

Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов анализа.

Отчет по работе должен содержать основные теоретические сведения. Результаты анализа представляются в виде таблицы, составленной по форме 13.1.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Дайте определение понятию старение полимеров.
2. На какие процессы подразделяют старение?
3. Кто является родоначальником науки о старении полимеров и их стабилизации в мире?
4. Какие существует два метода испытания пластмасс на воздействие климатических факторов?
5. По какой формуле рассчитывается значение изменения показателя?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 14

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСА МАТЕРИАЛОВ

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: ознакомиться с определением надежности материалов и методикой расчета их ресурса.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ: методические указания, образцы материалов, толщиномер.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ:

1. Знать основные показатели надежности как важного свойства материалов.

2. Изучить методику определения и расчета ресурса материалов.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ:

1. Ознакомиться с понятием и определением надежности материалов.

2. Рассчитать ресурс материалов по приведенным формулам. Результаты расчета представить в форме таблицы 14.1.

Таблица 14.1 – Определение ресурса

Наименование материала	$f(t)$	$\lambda(t)$	$P(t)$	t_c	V_y	T_{cp}	T_{min}	T_{max}

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Надежность является одним из важных показателей качества обуви. Под **надежностью** понимаются свойства изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в определенных пределах при заданных режимах работы и условиях использования, а также в процессе хранения.

Надежность включает в себя показатели безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости.

Надежность, как свойство изделия сохранять свои параметры в заданных пределах и в заданных условиях эксплуатации, зависит от большого числа факторов, носящих, как правило, случайный характер.

Надежность изделий легкой промышленности существенно зависит от свойств исходных материалов. В связи с этим изделия легкой промышленности рассматриваются как система, состоящая из подсистем. Каждая из подсистем определяется своей структурой.

Имея информацию о надежности отдельных элементов (деталей, основных и вспомогательных материалов, соединений, узлов и т. д.), зная конструкцию изделия и влияние составляющих его на надежность получаемой структуры (системы), можно указать функциональную зависимость между надежностью ее исходных элементов (14.1).

$$R = R(S, r_1, r_2, r_3), \quad (14.1)$$

где S – структура; r_1 – надежность материалов; r_2 – надежность фурнитуры; r_3 – надежность соединений элементов конструкции.

Конкретные показатели надежности выбираются исходя из целей исследования. Для конкретной обобщенной структуры, исходя из сказанного, имея набор поэлементных структур S_i , материалов, фурнитуры и соединений элементов конструкции различной надежности r_{1j}, r_{2k}, r_{3l} , возникает оптимизационная задача: указать такой набор i, j, k, l , при котором $R(S, r_{1j}, r_{2k}, r_{3l}) = opt$. Под opt понимается наилучшее значение выбранного для оценки показателя надежности.

Учитывая конечный набор значений $S_i, r_{1j}, r_{2k}, r_{3l}$, такое решение может быть всегда найдено, а значит в рамках общих и тех же требований к надежности системы (общие показатели, совпадение opt , ...) можно указать лучшую в выбранном смысле систему (базовую), которая и будет определять рассматриваемую обобщенную. Для проведения расчета надежности конкретной системы необходимо выполнить подготовительные операции, которые заключаются в следующем:

- определяются отказы элементов данной системы, и осуществляется их классификация. На этом этапе определяют, какой дефект (повреждение) следует отнести к категории отказов и как группировать отказы;
- выясняются законы распределения времени безотказной работы элементов;
- рассчитывается надежность системы в целом с учетом ее структуры. Подобный подход можно использовать для расчета надежности любой конструкции изделия.

Повышение надежности конструкций современных изделий связано с приближением расчетных методов к реальным условиям их эксплуатации. Расчетная схема элементов конструкции изделия должна учитывать как действительные условия его эксплуатации, так и разброс механических свойств основных и вспомогательных материалов, используемых для его производства.

Применяемые методы расчета на прочность любых изделий предполагают постоянство внешних нагрузок, свойств использованных материалов, а также геометрических размеров и форм элементов конструкций. В действительности внешняя нагрузка и расчетная прочность носят случайный характер, находятся под воздействием большого количества разнообразных, часто неконтролируемых случайных воздействий, так как все физические процессы в природе обязательно имеют элементы случайности. Поэтому детерминированные методы расчета содержат погрешность в оценке прочности и надежности в эксплуатации проектируемых конструкций.

Рассматривая случайность как объективно существующую реальность, в расчетную практику в последнее время стали активно внедряться статистические методы, учитывающие элемент случайности и дающие возможность прогнозировать надежность изделия при эксплуатации. Однако применение статистических методов в расчетах конструкций изделий связано с проведением большого объема экспериментальных исследований для

установления вероятных характеристик прочности применяемых материалов, включая характеристики условий эксплуатации изделия (изменение внешней и внутренней нагрузки, температуры, влажности, химических воздействий и др.), которые должны определяться в результате массовых наблюдений в однородных условиях, например, опытной носке. Данное требование сопряжено с большими техническими трудностями или практически неосуществимо.

Получить вероятностные характеристики прочностных свойств материалов по одному опытному экземпляру невозможно, т. к. вероятностные методы разработаны только для исследования массовых случайных явлений. В этой связи вероятностная оценка прочности и надежности изделий не носит абсолютного характера, она не позволяет однозначно и количественно точно сделать заключение о его поведении в эксплуатации.

Таким образом, при создании новых изделий больших успехов можно ожидать от правильного сочетания детерминированного, классического метода, с добавлением статистического метода расчета надежности.

Методика определения и расчет основных характеристик надежности

Определение плотности распределения отказов и интенсивности отказов за ресурс, вероятности безотказной работы за ресурс и средней наработки до отказа осуществляется по представленным данным и формулам.

Для подтверждения возможности использования материала для изготовления изделия необходимо провести наблюдение за определенным количеством изделий (S) с заданным или определенным ресурсом (t). Результаты экспериментального исследования представляют в виде в таблицы 14.2.

Таблица 14.2 – Данные исследования

№ наблюдения	Время наработки на отказ, t	Число отказавших изделий, n_i

Число изделий, отказавших за время равное ресурсу, рассчитывается по формуле (14.2):

$$\Delta n_i = \sum n_i \quad (14.2)$$

Плотность распределения отказов для ресурса рассчитывается по формуле (14.3):

$$f(t) = \frac{1}{S} \cdot \frac{\Delta n_i}{t} \left[\frac{1}{\text{день}} \right] \quad (14.3)$$

Интенсивность отказов за ресурс рассчитывается по формуле (14.4):

$$\lambda(t) = \frac{1}{S - \Delta n_i} \cdot \frac{\Delta n_i}{t} \left[\frac{1}{\text{день}} \right] \quad (14.4)$$

Для большинства изделий изменение интенсивности отказов по времени происходит согласно кривой, представленной на рисунке 14.1.

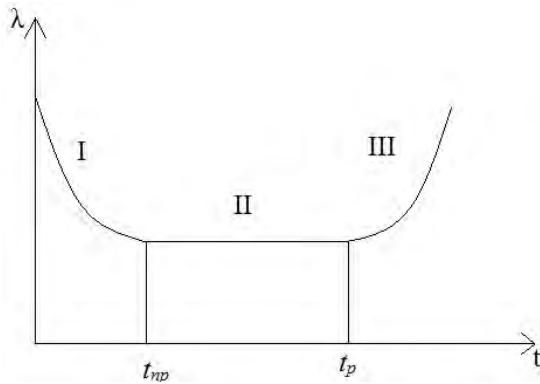


Рисунок 14.1 – Кривая интенсивности отказов

Время наработки условно разделяется на три периода. Первый период, называемый периодом приработки, определяется временем t_{np} и характеризуется, как правило, повышенным значением интенсивности отказов. Самые слабые по прочности детали (узлы, соединения) при действии эксплуатационных нагрузок к концу периода выйдут из строя. По мере замены (ремонта) дефектных деталей интенсивность отказов уменьшается и устанавливается приблизительно на постоянном уровне.

Начинается относительно длительный второй период нормальной эксплуатации, когда отказы носят случайный характер, происходят внезапно из-за усталостного разрушения.

К концу второго периода в результате появления постепенных отказов, изнашивания и других процессов интенсивность отказов увеличивается и начинается третий период. Когда в третьем периоде интенсивность отказов достигает некоторого определенного уровня, эксплуатация изделия считается нецелесообразной. Следует сказать, что для изделий высокого качества это может и не произойти, но тогда наступает период их морального износа.

Ресурс изделия определяется продолжительностью от момента окончания приработки t_{np} до момента t_p – начала заметного возрастания интенсивности отказов в конце второго периода. Во втором периоде интенсивность отказов λ можно считать постоянной.

Вероятность безотказной работы при этом рассчитывается по формуле (14.5):

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (14.5)$$

Средняя наработка на отказ рассчитывается по формуле (14.6):

$$t_c = \frac{1}{\lambda} \quad (14.6)$$

Диапазон изменения ресурса рассчитывается с помощью представленных ниже формул.

Минимальное значение ресурса принимается при $P(T) = 0,025$, максимальное значение – при $P(T) = 0,975$. Диапазон возможных значений ресурса ($T_{min} \dots T_{max}$) будет охватывать 95 % возможных значений ресурса подошвы.

Закон распределения ресурса определяется выражением (14.7):

$$P(T) = 1 - \Phi^* \left(\frac{\frac{H}{\bar{y}} - T}{V_y \cdot T} \right) \quad (14.7)$$

где T – распределение ресурса; H – предельный износ; \bar{y} – средняя скорость изнашивания; V_y – коэффициент вариации скорости изнашивания; Φ^* – нормальная функция распределения; H/\bar{y} – ресурс материала.

Коэффициент вариации скорости изнашивания материала определяется по формуле (14.8):

$$V_y = \frac{S_y}{y} \quad (14.8)$$

Средний ресурс материала рассчитывается по формуле (14.9):

$$T_{cp} = \frac{H}{\bar{y}} \quad (14.9)$$

Тогда минимальное значение ресурса материала находится из следующего равенства:

$$0,025 = 1 - \Phi' \left(\frac{T_{cp} - T_{min}}{V_y \cdot T_{min}} \right) \quad (14.10)$$

а максимальное значение из равенства, представленного ниже:

$$0,975 = 1 - \Phi' \left(\frac{T_{cp} - T_{max}}{V_y \cdot T_{max}} \right) \quad (14.11)$$

На основании полученных данных делается вывод: с доверительной вероятностью 0,95 ресурс материала находится в диапазоне $T_{min} \dots T_{max}$ (вставить полученные количества) дней.

Форма и содержание отчета по лабораторной работе, записи результатов анализа.

Отчет по работе должен содержать основные теоретические сведения. Результаты анализа представляются в виде таблицы, составленной по форме 14.1.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ

1. Дайте определение понятию надежности.
2. Какие показатели включает в себя надежность?
3. Какая функциональная зависимость между надежностью ее исходных элементов?
4. Как определяется плотность распределения отказов и интенсивность отказов за ресурс, вероятность безотказной работы за ресурс и средняя наработка до отказа?
5. Каким выражением определяется закон распределения ресурса?

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Жихарев, А. П. Практикум по материаловедению в производстве изделий легкой промышленности : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / А. П. Жихарев, Б. Я. Краснов, Д. Г. Петропавловский ; под ред. А. П. Жихарева. – Москва : Издательский центр «Академия», 2004. – 464 с.
2. Материаловедение : лабораторный практикум / УО «ВГТУ»; сост. : Р. Н. Томашева, Д. К. Панкевич. – Витебск, 2021. – 199 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. Смелков, В. К. Материаловедение : учебное пособие / В. К. Смелков. – Витебск : УО «ВГТУ», 2005. – 220 с.
5. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности : учебник для студентов высших учебных заведений / А. П. Жихарев [и др.] ; под ред. И. С. Тарасовой. – Москва : Академия, 2004. – 448 с.
6. Карабанов, П. С. Полимерные материалы для деталей низа обуви : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / П. С. Карабанов, А. П. Жихарев, В. С. Белгородский. – Москва : КолосС, 2008. – 167 с.
7. Буркин, А. Н. Основы материаловедения : курс лекций / А. Н. Буркин [и др.] / УО «ВГТУ». – 2-е изд., стер. – Витебск, 2016. – 185 с.
8. Шишинок, М. В. Современные полимерные материалы : учебное пособие / М. В. Шишинок. – Минск : Вышэйшая школа, 2017. – 278 с.
9. Буркин, А. Н. Материаловедение кожевенно-обувного производства : учебное пособие / А. Н. Буркин [и др.]. – Минск : Беларуская энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2011. – 310 с.

Приложение А

Статистическая обработка результатов

Статистическую обработку результатов испытания физико-механических свойств полученных материалов проводят по ГОСТу 269-66 «Резина. Общие требования к проведению физико-механических испытаний» и вычисляют следующие характеристики:

Среднее арифметическое результатов испытаний (\bar{X}) вычисляют по формуле (A.1):

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (A.1)$$

где X_i – отдельное значение определяемого показателя i изменяется от 1 до n ;
 n – количество образцов.

Оценку среднего квадратического отклонения результатов испытаний (S) вычисляют по формуле (A.2):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}, \quad (A.2)$$

Коэффициент вариации результатов испытания (v) в процентах вычисляют по формуле (A.3):

$$v = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100, \quad (A.3)$$

Границы доверительного интервала, в котором с вероятностью P заключено значение показателя \bar{X} , вычисляют по формулам (A.4) и (A.5):

$$\text{для нижней границы } \bar{X} - \varepsilon, \quad (A.4)$$

$$\text{для верхней границы } \bar{X} + \varepsilon, \quad (A.5)$$

где ε – значение, равное половине доверительного интервала.

Величину (ε) вычисляют по формуле (A.6):

$$\varepsilon = \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}}, \quad (A.6)$$

где t – критерий точности, определяемый по приложению 3 ГОСТ 269-66.

Относительное отклонение (β) в процентах вычисляют по формуле (A.7):

$$\beta = \frac{\varepsilon}{\bar{X}} \cdot 100, \quad (A.7)$$

Учебное издание

ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

Лабораторный практикум

Составители:

Буркин Александр Николаевич
Радюк Анастасия Николаевна
Борозна Вилия Дмитриевна

Редактор *А.В. Пухальская*
Корректор *А.В. Пухальская*
Компьютерная верстка *А. Н. Радюк*

Подписано к печати 24.08.2023. Формат 60x90 1/16. Усл. печ. листов 6,2.
Уч.-изд. листов 7,8. Тираж 30 экз. Заказ № _____.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72
Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Витебский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/11497 от 30 мая 2017 г.