

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

**ТЕХНОЛОГИЯ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА.
ФОРМОВАНИЕ**

Лабораторный практикум

для студентов специальности
1-50 02 01 «Производство одежды, обуви и кожгалантерейных изделий»
специализации 1-50 02 01 02 «Конструирование и технология
изделий из кожи»

В двух частях
Часть I

Витебск
2022

УДК 685.34

Составитель:

С. Л. Фурашова

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом УО «ВГТУ», протокол № 9 от 30.05.2022.

Технология обувного производства. Формование: лабораторный практикум. В двух частях. Ч. 1 / сост. С. Л. Фурашова. – Витебск: УО «ВГТУ», 2022. – 79 с.

В лабораторном практикуме приведены перечень и тематика лабораторных работ, теоретическая часть, методика выполнения, оформления работ, требования к обработке и анализу полученных результатов и форма их представления, список рекомендуемой литературы.

Лабораторный практикум является практическим руководством к подготовке и проведению лабораторных работ по дисциплине «Технология обувного производства» для студентов специальности 1-50 02 01 «Производство одежды, обуви и кожгалантерейных изделий» специализации 1-50 02 01 02 «Конструирование и технология изделий из кожи».

УДК 685.34

© УО «ВГТУ», 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1	5
Тема. Установление пригодности материала верха для формования при помощи клещей (одноосным растяжением)	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2	14
Тема. Определение деформационных свойств систем обувных материалов по свойствам одиночных материалов	14
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3	25
Тема. Влияние технологических факторов на качество формования обувных деталей сжатием	25
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4	30
Тема. Влияние различных способов увлажнения на физико-механические и упруго-пластические свойства материалов изделий из кожи	30
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5	37
Тема. Изучение влияния комплексных методов увлажнения на упруго-пластические свойства материалов для верха обуви	37
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6	40
Тема. Изучение кинетики поглощения влаги при контактном термодиффузионном методе увлажнения	40
ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ 7	44
Тема. Изучение процессов сушки, применяемых в производстве обуви	44
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8	50
Тема. Изучить влияние интенсифицированных режимов сушки на физико-механические и упруго-пластические свойства кожи для верха обуви	50
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9	55
Тема. Изучение влияния технологических факторов на формоустойчивость материалов и систем материалов для верха обуви	55
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10	61
Тема. Изучить ассортимент обувных игл и ниток, методику определения прочности швов, влияние различных факторов на прочность ниточных швов	61

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторный практикум по курсу «Технология обувного производства» охватывает основные разделы курса и способствует закреплению теоретических знаний студентов.

В лабораторных работах сформулированы цели, теоретическая и практическая часть, содержащая методику выполнения работы и общие методические указания.

Приступая к лабораторной работе, студент должен ознакомиться с изучаемым вопросом по курсу лекций и рекомендованной литературой. Кроме того, студент должен ознакомиться с общими правилами техники безопасности при работе в лаборатории технологии обувного производства. В лабораторных работах с использованием оборудования или аппаратуры следует изучить принцип их действия.

Полученные цифровые результаты необходимо обрабатывать с помощью методов математической статистики. После экспериментального или расчетно-экспериментального этапа работы следует провести анализ полученных данных. Если определялись зависимости между какими-либо факторами, их следует изобразить графически.

Анализ полученных результатов следует проводить в технологическом аспекте, стараясь увязать теоретические положения по изучаемому вопросу с практическим его значением для технологии обувного производства. В связи с этим в каждой лабораторной работе формулированы выводы, которые отражают полученные результаты по изученной теме и их влияние на качество выполнения технологических операций при производстве обуви.

Лабораторные работы оформляются в виде отчета, содержащего необходимую расчетную информацию, таблицы, графики, диаграммы, выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

Тема. Установление пригодности материала верха для формования при помощи клещей (одноосным растяжением)

Цель работы

Установить пригодность материала верха для формования заготовки на колодке данного фасона и определить величину необходимого растяжения материала верха для формования носка. Изучить методику определения характера деформации заготовок при формовании.

Содержание работы:

1. Подготовка образцов материалов и колодки.
2. Испытание образцов материалов на растяжение.
3. Теоретическое определение пригодности материала для формования обтяжно-затяжным методом на данной колодке.
4. Затяжка носка на колодку и анализ соответствия практических и теоретических результатов.
5. Выводы.
6. Литература.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы: разрывная машина, затяжные клещи, шуцер, колодки, гибкая лента, ножницы, тексы, серебристый карандаш, линейка, циркуль с ножкой для вставки карандаша, натуральные или искусственные кожи верха.

Теоретическая часть работы

Важнейшим процессом изготовления обуви является формование заготовки на колодке. При правильно проведенном формовании заготовка точно ориентируется на колодке, плотно облегает ее поверхность, получает регламентируемую деформацию, надежно скрепляется с деталями низа, что обеспечивает хорошую формоустойчивость обуви. Для достижения перечисленного выше заготовка подвергается интенсивным механическим воздействиям, которые могут привести к разрыву материала. Поэтому уже на стадии подготовки производства важно установить, способен ли выдержать предполагаемый материал заготовки технологические параметры формования.

В процессе формования наиболее интенсивным воздействиям подвергается передний узел заготовки, поэтому в теории формования возможность его реализации проверяется по качеству затяжки носка заготовки.

Способность материалов для изделий из кожи сокращаться в поперечном направлении при одноосном растяжении имеет большое значение для формования на сложных поверхностях. В заготовках верха обуви плоских конструкций с целой союзкой или отрезными носками есть разница между

площадью плоского носка и площадью развертки носочной части колодки (заштрихованный участок на рисунке 1.1).

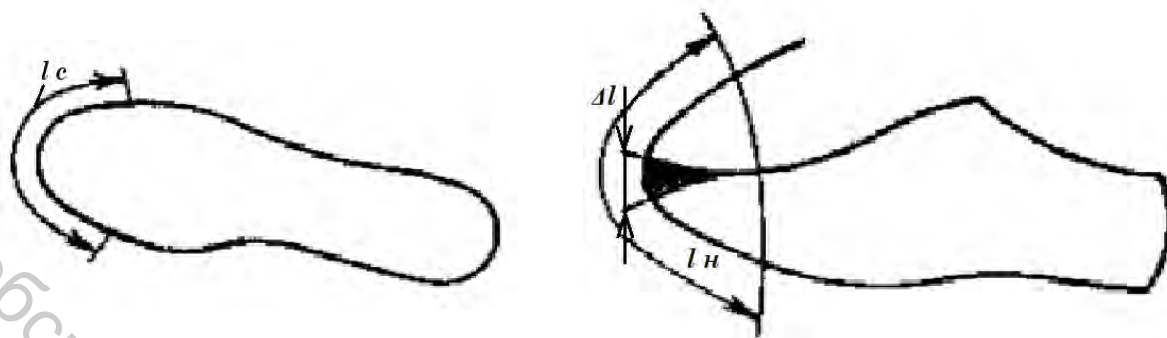


Рисунок 1.1 – Схема определения коэффициента посадки носка

Величина необходимого растяжения (сокращения) зависит от формы поверхности и определяется следующим образом. По средней копии колодки строят контур плоского носка без припуска на затяжку и определяют длину наружной линии l_n . Часть контура носка, равная Δl , является тем избытком, который нужно устранить для получения боковой грани без складок. Эту величину можно определить, измерив длину ребра колодки или длину l_c контура носочной части стельки.

Разница $l_n - l_c = \Delta l$, отнесенная к длине плоского носка l_n и выраженная в процентах, называется коэффициентом посадки носка:

$$\tau = \frac{l_n - l_c}{l_n} \cdot 100 = \frac{\Delta l}{l_n} \cdot 100. \quad (1.1)$$

Для обуви разных видов коэффициент τ имеет различные значения: для женской с узким и плоским носом 16 %, для сапог с верхом из юфти 32 %, для повседневной обуви 22–26 %. Поэтому носок женской обуви легче формовать, чем носок сапог с верхом из юфти.

Если затяжка носочной части заготовки верха производится клещами, необходимо растянуть материал в направлении, нормальном к его контуру, примерно на величину коэффициента посадки. Но при формовании надо иметь некоторый запас прочности, поэтому удлинение при разрыве обувного материала должно быть в 1,5–2 раза больше, чем требуется для затяжки.

В расчетах необходимо учитывать предельную деформацию (относительное разрывное удлинение ε_p), $\varepsilon_p > 1,5\tau$, что является необходимым условием для обеспечения запаса прочности материала.

По смыслу величина τ близка к величине $\varepsilon_{\text{сокр}}$, так как показывает, на какую величину в процентах должен сократиться материал заготовки. Тогда, если $\mu = \varepsilon_{\text{сокр}} / \varepsilon_{\text{удл}}$, то $\mu = \tau / \varepsilon_{\text{удл}}$ и величина необходимого растяжения будет равна $\varepsilon_{\text{удл}} = \tau / \mu$. Если принять, что $\mu \approx 1$, то $\varepsilon_{\text{удл}} = \tau$.

Это значит, что материал достаточно при формовании растянуть на величину, равную коэффициенту посадки носка, при этом заготовка будет плотно прилегать к ребру колодки по грани следа.

1 Подготовка образцов материалов и колодки

Задание выполняется применительно к любому варианту обтяжно-затяжного способа формования. Оно основано на определении коэффициента посадки носка (τ) и сравнение его величины, учитывая запас прочности, с деформацией материала заготовки в момент разрыва при растяжении.

Коэффициент посадки носка для данной колодки определяют графическим путем, построением контура носочной части заготовки (без припуска на затяжную кромку) с помощью условной развертки боковой поверхности колодки. Условную развертку можно получить с помощью одного из известных способов, например, по жесткой оболочке или по средней копии.

Каждый студент получает колодку и условную развертку носочной поверхности. На след колодки наносят: осевую линию $O'H$, проходящую через наиболее выступающие точки пятки O' и носка H , линии следа поперечно-вертикальных сечений, отстоящих от наиболее выступающей точки пятки O' на расстоянии $0,78D$ (линия BC), на расстоянии $0,9D$ (линия $B'C'$) и на расстоянии $1,0D$ (линия $C''B''$) (рис. 1.2 а). По проведенным линиям выполняют замер геометрических параметров колодки и рассчитывают показатели, характеризующие форму ее носочной части.

Коэффициент K_1 рассчитывают по формуле

$$K_1 = \frac{a}{\varphi}, \quad (1.2)$$

где a – величина припуска в носочной части, мм; φ – ширина следа колодки в сечении $1,0D$, мм (рис. 1.2 а).

По значению коэффициента K_1 судят о форме носочной части колодки в горизонтальной плоскости. Если $K_1 < 0,35$, то форма носочной части широкая; $K_1 = 0,351 \div 0,55$ – средняя; $K_1 > 0,55$ – узкая.

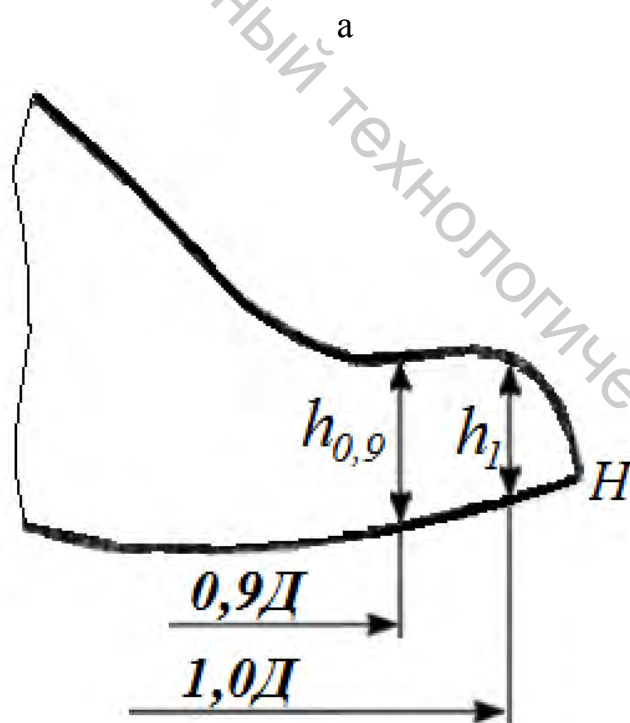
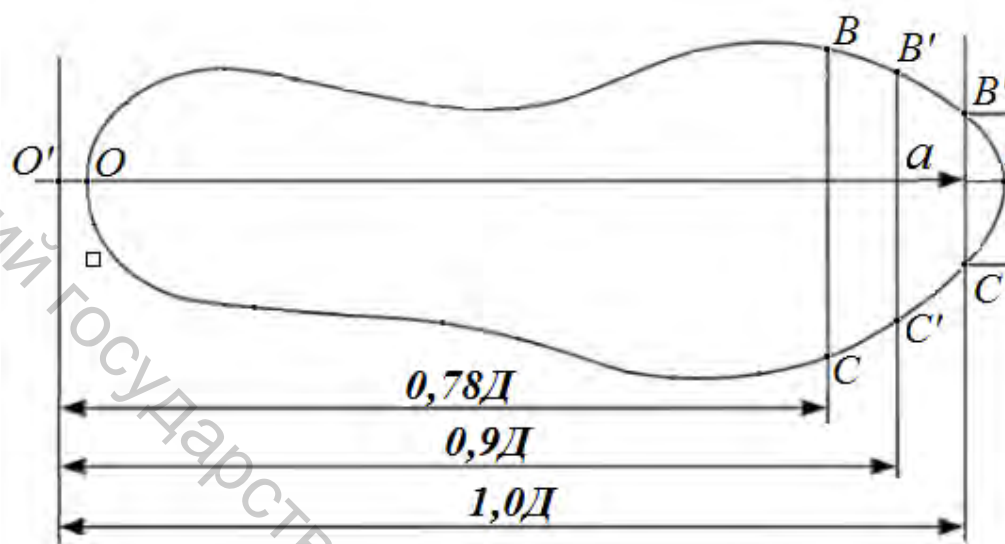
Коэффициент K_2 рассчитывают по формуле

$$K_2 = \frac{h_1}{h_{0,9}}, \quad (1.3)$$

где h_1 – высота колодки по вертикальной оси в сечении $1,0D$, мм; $h_{0,9}$ – высота колодки в сечении $0,9D$, мм (рис. 1.2 б).

Коэффициент K_2 характеризует вертикальный профиль носочной части колодки ($K_2 > 0,6$ – профиль носочной части нормальный, $K_2 = 0,41 \div 0,6$ – уплощенный, $K_2 < 0,4$ – плоский).

Помимо отнесения колодки к той или иной группе, приводится описание особенности формы ее носочной части – плавность ребра следа, наличие линий перехода при изменении кривизны поверхности и др.



б

Рисунок 1.2 – Определение геометрических параметров колодки:

а – вид со стороны следа;

б – продольно-вертикальное сечение носочной части

Первую группу образцов подвергают растяжению до разрыва и определяют следующие характеристики:

Нагрузка при разрыве, P, H – наибольшее усилие в ньютонах, которое выдерживает образец в момент разрыва.

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

$$\sigma = \frac{P}{F_{cp}} [МПа] , \quad (1.4)$$

где P – нагрузка при разрыве, H ; F_{cp} – средняя площадь поперечного сечения образца, $мм^2$, $F_{cp} = b \times h_{cp}$, b – ширина образца, $мм$, h_{cp} – среднее значение толщины образца, $мм$.

Относительное удлинение при разрыве, $\varepsilon_p, \%$ – относительное изменение длины рабочей части образца при разрушении:

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta l_p}{l} \cdot 100 [\%] , \quad (1.5)$$

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

Вторую группу образцов подвергают растяжению до необходимой величины условной абсолютной деформации образца, $\Delta l_{ysl}, мм$:

$$\Delta l_{ysl} = 0,75 \cdot \Delta l_p [мм] . \quad (1.6)$$

В образце, деформированном до заданной величины, измеряют ширину в центральной зоне (b_1).

Рассчитывается величина относительного поперечного сокращения образца:

$$\varepsilon_{non} = \frac{b_0 - b_1}{b_0} \cdot 100\% , \quad (1.7)$$

где b_0 – первоначальная ширина образца, $мм$; b_1 – ширина образца при растяжении на величину Δl_{ysl} , $мм$.

Относительное продольное удлинение $\varepsilon_{prod}, \%$, образцов составляет:

$$\varepsilon_{prod} = 0,75 \varepsilon_p . \quad (1.8)$$

Коэффициент поперечного сокращения материала (μ)

$$\mu = \frac{\varepsilon_{non}}{\varepsilon_{prod}} . \quad (1.9)$$

3 Теоретическое определение пригодности материала для формования обтяжно-затяжным методом на данной колодке

Решение вопроса о пригодности материала для формования на колодке данного фасона осуществляется сопоставлением показателя относительного удлинения при разрыве (ε_p) с коэффициентом посадки носка (τ).

Для определения коэффициента посадки носка необходимо определить длину контура носка (l_n) и длину контура стельки (l_c) (рис. 1.1).

Длина контура носка определяется по шаблону, контура стельки – по колодке от точки В до точки С (рис. 1.2 а) при помощи курвиметра или нерастяжимой нити.

Коэффициент посадки носка рассчитывается по формуле:

$$\tau = \frac{l_n - l_c}{l_n} \cdot 100\%, \quad (1.10)$$

где l_n – длина контура носка, мм; l_c – длина контура носочной части стельки или колодки, мм.

Очевидно, что $l_n > l_c$, а после затяжки носка заготовки на колодку длина l_n должна быть равна l_c . В противном случае по грани следа колодки после затяжки будут образовываться складки, не будет четкой грани колодки. Для устранения разницы в длине контуров $\Delta l = l_n - l_c$ материал заготовки необходимо растянуть настолько, чтобы он сократился в поперечном направлении на величину Δl .

Установлено, что формирование носка без складок по грани и без разрывов возможно, если соблюдается следующее условие:

$$\varepsilon_p \geq 1,5 \tau. \quad (1.11)$$

При этом значение коэффициента поперечного сокращения материала принимается равным единице.

Для более точного решения вопроса о возможности формования исследуемого материала на колодку данного фасона в выражении (1.12) необходимо подставить полученные экспериментальные значения показателей ε_p , μ и τ .

$$\varepsilon_p \geq 1,5 \tau / \mu. \quad (1.12)$$

Если при подстановке расчетных значений показателей знак неравенства выражения (1.12) сохраняется, то делается заключение о возможности формования данного материала на колодку, в противном случае исследуемый материал не пригоден к формованию.

4 Затяжка носка на колодку и анализ соответствия практических и теоретических результатов

Подготовленные и размеченные по схеме рисунка 1.3 носки после выполнения замеров длин лучей и хорд прикрепляют тексами к колодке по верхнему контуру согласно рисунку 1.4 и выполняют затяжку носка на колодку.

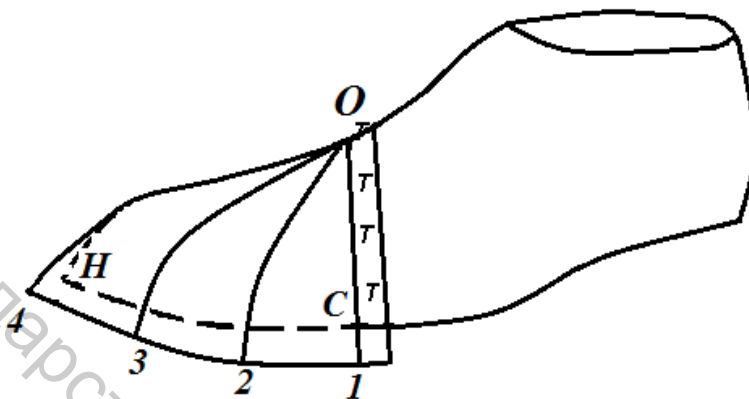


Рисунок 1.4 – Схема закрепления носка на колодке

Колодка с закрепленным носком устанавливается на штучер. Затяжку начинают с центральной части носка от точки Н, последовательно перемещаясь по наружной и внутренней стороне носка к точкам В и С. Затяжная кромка носка захватывается ручными клещами и вытягивается на величину, обеспечивающую затяжку носка без складок и морщин по грани следа колодки. Затяжная кромка носка укладывается на след колодки равномерными складками и закрепляется тексами.

После выполнения затяжки производят замеры величин абсолютного удлинения (лучи) и сокращения (хорды) материала носка. Лучи на каждом из семи участков измеряют дважды. Например, для первого участка: от точки О до конечной точки 1''', а также от точки О до точки, ближайшей к ребру колодки 1, 1'или 1''. Хорды измеряют по дуге 1'''–7''' и дуге, ближайшей к ребру колодки. Данные замеров заносят в форму таблицы 1.1.

Затем по лучам рассчитывают величины относительного удлинения материала носка ($\varepsilon_{удл}$), а по хордам – величины относительного сокращения материала ($\varepsilon_{сокp}$).

$$\varepsilon_{удл (сокp)} = \frac{|L_n - L_{p(c)}|}{L_n} \cdot 100\%, \quad (1.13)$$

где L_n – начальная длина луча (хорды), мм; $L_{p(c)}$ – длина луча (хорды) после растяжения (сокращения), мм.

Данные расчета заносят в таблицу 1.1. Значения показателей относительного удлинения материала по лучам и относительного сокращения по хордам вписываются на соответствующие участки носка в соответствии со схемой рисунка 1.3.

По построенной картограмме производят сравнение полученных при практической проверке данных величин $\varepsilon_{удл}$ с расчетными значениями необходимой деформации. А также выполняют анализ величины растяжения и сокращения по участкам носка. Производится анализ качества затяжки носка по состоянию грани следа колодки, по количеству, высоте складок, характеру их распределения и ширине затяжной кромки заготовки.

Считается, что качество затяжки «хорошее», если соблюдены все требования к формованию, затяжная кромка по грани без морщин и складок. Удовлетворительное, если в области грани следа на носке имеются морщины, которые впоследствии возможно устранить, и неудовлетворительное, если имеются грубые морщины на боковой поверхности носка или складки вблизи ребра следа, затяжная кромка по величине неравномерная и в некоторых местах меньше нормы. Наличие трещин на лицевой поверхности носка или его разрыв в процессе затяжки говорит о непригодности материала к формованию.

Таблица 1.1 – Результаты замеров длины лучей и хорд и расчет величин деформации

Показатели	Обозначение лучей													
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O1'	O2'	O3'	O4'	O5'	O6'	O7'
L_H , мм														
L_P , мм														
$\varepsilon_{удл}$, %														
	O1''	O2''	O3''	O4''	O5''	O6''	O7''	O1'''	O2'''	O3'''	O4'''	O5'''	O6'''	O7'''
L_H , мм														
L_P , мм														
$\varepsilon_{удл}$, %														
Показатели	Обозначение хорд													
	12	23	34	45	56	67	1'2'	2'3'	3'4'	4'5'	5'6'	6'7'		
L_H , мм														
L_C , мм														
$\varepsilon_{сокp}$, %														
	1''2''	2''3''	3''4''	4''5''	5''6''	6''7''	1'''2'''	2'''3'''	3'''4'''	4'''5'''	5'''6'''	6'''7'''		
L_H , мм														
L_C , мм														
$\varepsilon_{сокp}$, %														

5 Выводы

На основании теоретических расчетов и практической проверки затяжки носка делают заключение о пригодности материала верха для формования

носки на колодке данного фасона одноосным растяжением (при помощи клещей). Характеризуют геометрические параметры колодки. Приводят краткие выводы качества затяжки носка и краткий анализ картограммы удлинения и сокращения материала носка.

6 Литература

1. Процессы формования в технологии изделий из кожи : конспект лекций для студентов специальности 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи» специализации 1-50 02 01 01 «Технология обуви» / УО «ВГТУ» ; сост.: К. А. Загайгора, С. Л. Фурашова. – Витебск, 2014. – 43 с.
2. Фукин, В. А. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. Ч. 1 / В. А. Фукин, А. Н. Калита. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 272 с.
3. Практикум по технологии изделий из кожи / под ред. проф. В. Л. Раяцкаса. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 279 с.
4. Технология изделий из кожи / под ред. Ю. П. Зыбина. – М. : Легкая промышленность, 1975. – 451 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Тема. Определение деформационных свойств систем обувных материалов по свойствам одиночных материалов

Цель работы

Исследовать деформационные свойства обувных материалов и их систем при одноосном растяжении. Научиться рассчитывать характеристики деформационных свойств систем материалов по свойствам одиночных материалов, входящих в систему, имитирующую узлы обувных деталей и заготовку.

Содержание работы:

1. Экспериментальное определение параметров уравнений кривых растяжения материалов.
2. Экспериментальное определение параметров уравнений кривых растяжения систем материалов.
3. Расчет параметров уравнений кривых растяжения систем материалов, соединенных последовательно.
4. Расчет параметров уравнений кривых растяжения систем материалов, соединенных параллельно.
5. Расчет параметров уравнений кривых растяжения систем материалов, имитирующих обувную заготовку.
6. Анализ полученных результатов, выводы.
7. Литература.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы: разрывная машина, толщиномер, измерительная линейка, образцы одиночных материалов и систем материалов.

Теоретическая часть работы

При формировании заготовки верха обуви значительная часть ее поверхности испытывает деформацию одноосного растяжения. В связи с этим необходимо учитывать величину растяжения заготовки при формировании на различных этапах ее изготовления: при проектировании деталей, при подборе материалов в заготовку, при установлении технологических параметров формования и гигротермической обработки. Так как заготовка является сложной системой деталей, то для решения ряда конструкторско-технологических вопросов необходимо иметь возможность определять деформационные свойства системы материалов по известным свойствам материалов, входящих в систему.

Заготовка представляет собой многослойную систему, в которой материалы соединены параллельно, последовательно и параллельно-последовательно (рис. 2.1).

Коэффициент удлинения материала A количественно равен относительному удлинению при нагрузке $Q = 100$ Н.

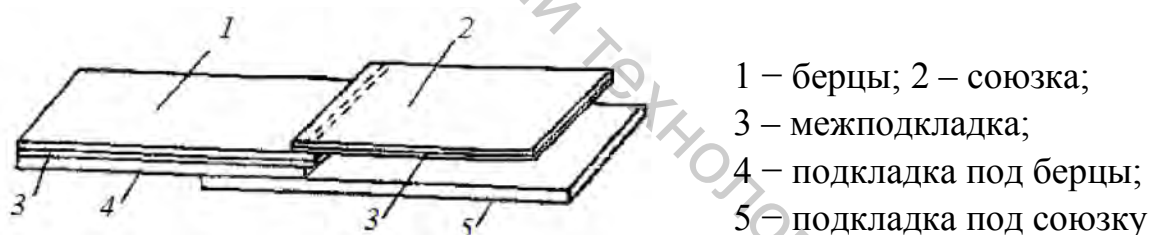


Рисунок 2.1 – Соединения деталей в заготовке верха обуви

Кривые растяжения материалов заготовки показывают связь между удлинением и нагрузкой в пределах, практически используемых в обувной промышленности. Кривые растяжения имеют следующий вид (рис. 2.2):

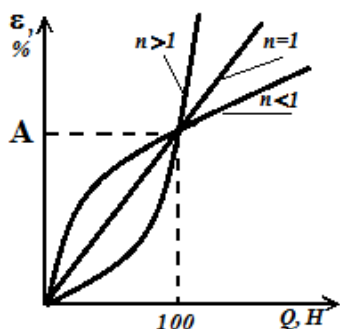


Рисунок 2.2 – Кривые растяжения натуральной кожи

Кривые растяжения с достаточной точностью описываются уравнением

$$\varepsilon = A \cdot Q^n, \quad (2.1)$$

где ε – относительное удлинение материала, %; Q – нагрузка, Н; A – коэффициент удлинения материала; n – показатель степени, характеризующий характер кривой растяжения.

Численное значение коэффициента находится в интервалах от 8 до 30. Чем больше A , тем больше удлинение материала при нагрузке.

Показатель степени n характеризует изогнутость кривой деформации. Численное значение показателя степени n находится в интервалах от 0,55 до 1,2. При $n = 1$ кривая деформации имеет вид прямой, то есть деформация пропорциональна нагрузке. При $n < 1$ кривая имеет выпуклый вид, материал сильно деформируется в начальной стадии нагружения, и деформация относительно замедляется в конечной стадии. При $n > 1$ кривая имеет вид вогнутой кривой, материал вначале деформируется несколько медленнее, чем в конечный период. Для абсолютного большинства кож кривая имеет выпуклость в сторону абсцисс ($n < 1$).

Коэффициенты A и n в системе материалов заготовки зависят не только от физико-механических свойств материалов, из которых изготовлена заготовка, но также от ее вида и конструкции.

В работе [1] показано, что для систем обувных материалов, соединенных последовательно, справедливы следующие уравнения:

$$\varepsilon_c = \frac{1}{\sum_{i=1}^m \kappa_i} \sum_{i=1}^m \kappa_i \varepsilon_i, \quad (2.2)$$

где ε_c – относительное удлинение системы материалов, %; κ_i – отношение длины образцов в системе, ε_i – относительное удлинение i -го образца системы материалов; m – количество элементов в системе.

$$\kappa_i = \frac{l_i}{l_1}, \quad (2.3)$$

где l_i – длина i -го образца системы; l_1 – длина первого образца системы.

$$A_c = \frac{1}{1 + \kappa_2 + \kappa_3 + \dots + \kappa_m} (A_1 + \kappa_2 A_2 + \kappa_3 A_3 + \dots + \kappa_m A_m), \quad (2.4)$$

где A_c – показатель коэффициента удлинения системы материалов; A_1, A_2, A_3, A_m – показатели коэффициента удлинения отдельных элементов системы; $\kappa_2, \kappa_3, \kappa_m$ – соотношения длин элементов системы; m – количество элементов в системе.

Для систем обувных материалов, соединенных параллельно, показатель коэффициента удлинения (A_c) определяют из уравнения:

$$\left(\frac{A_c}{A_1}\right)^{\frac{1}{n_1}} + \left(\frac{A_c}{A_2}\right)^{\frac{1}{n_2}} = 1, \quad (2.5)$$

Показатель степени n систем обувных материалов определяют по формуле (2.6).

$$n_c = \frac{\lg \varepsilon_c - \lg A_c}{\lg Q_c}, \quad (2.6)$$

где Q – нагрузка, Н;

Методические указания к выполнению работы

1 Экспериментальное определение параметров уравнений кривых растяжения материалов

Для описания деформационных свойств материалов необходимо определить значения коэффициентов A и n в уравнениях, описывающих кривые растяжения материала верха и подкладки. Значения параметров A и n определяют экспериментальным путем.

Для выполнения испытания используются прямоугольные образцы размером 140x25 мм с рабочей длиной 100 мм. Испытывают одиночные образцы материалов верха и подкладки входящих в систему материалов. Деформирование образцов проводится на разрывной машине со скоростью растяжения 100 мм/мин.

Образцы исследуемых материалов подвергают растяжению с регистрацией кривой растяжения. При выполнении испытания для получения кривой растяжения величину нагрузки и деформации фиксируют в 6–10 точках.

Данные заносят в таблицу 2.1 и строят графики зависимости $\varepsilon = f(Q)$.

Таблица 2.1 – Параметры кривых растяжения одиночных материалов

Наименование материала, системы	Деформация		Нагрузка Q , Н /100	$\lg \varepsilon$	$\lg Q$
	Δl , мм	ε , %			
1	2	3	4	5	6

Кроме этого при проведении эксперимента регистрируют деформацию материала при нагрузке 100 Н. Относительная деформация образца при нагрузке 100 Н является коэффициентом удлинения испытуемого материала (рис. 2.3 а).

Для определения показателя степени n строят графики зависимости деформации от нагрузки в логарифмической системе координат $\lg \varepsilon = f(\lg Q)$ (рис. 2.3 б). При этом необходимо соблюдать равнозначный масштаб как по оси

абсцисс, так и по оси ординат. После логарифмирования кривая растяжения приобретает вид прямой. Значение параметра n равно тангенсу угла α .

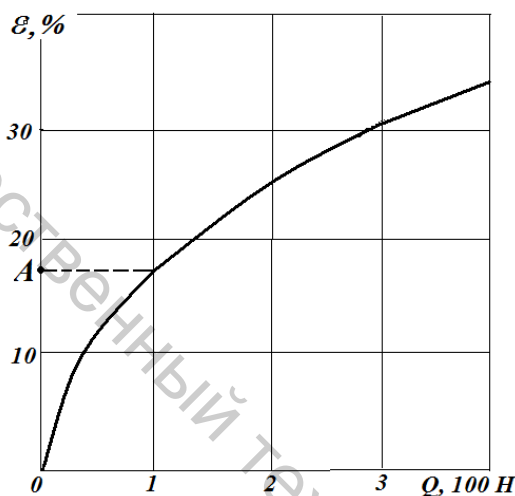
Используя полученные значения коэффициентов A и n для одиночных материалов, записывают уравнения кривых растяжения:

- для материала наружных деталей верха заготовки

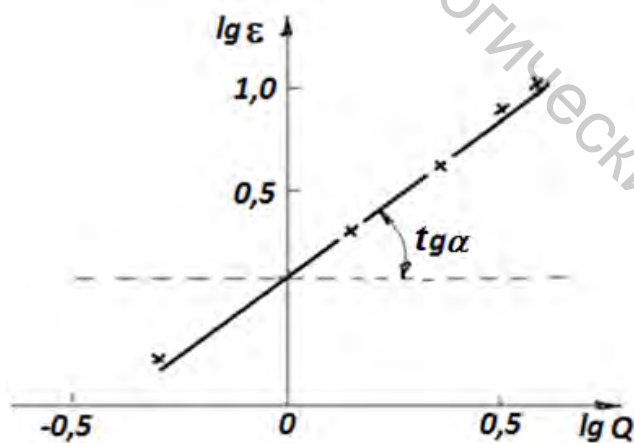
$$\varepsilon_1 = A_1 Q^{n_1}, \quad (2.7)$$

- для материала подкладки заготовки

$$\varepsilon_2 = A_2 Q^{n_2}. \quad (2.8)$$



а)



б)

Рисунок 2.1 – Экспериментальное определение параметров кривых растяжения материалов:

- а) определение коэффициента удлинения;
- б) определение показателя степени

2 Экспериментальное определение параметров уравнений кривых растяжения систем материалов

На системах образцов, соединенных последовательно и параллельно, отмечают рабочую зону (l_p), равную 100 мм, а также замеряют длины l_1 и l_2 (рис. 2.2).

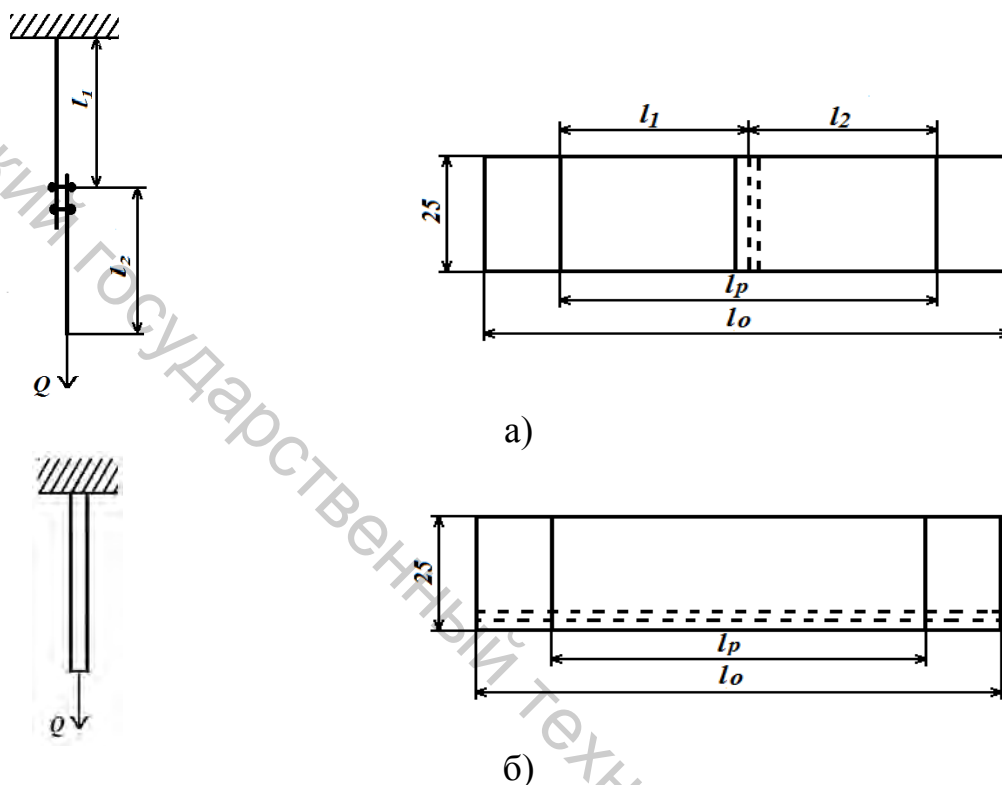


Рисунок 2.2 – Системы материалов:

а) соединенных последовательно; б) соединенных параллельно

Образцы систем материалов подвергают растяжению на разрывной машине со скоростью 100 мм/мин с регистрацией кривой растяжения и фиксацией величины деформации системы материалов при нагрузке 100 Н. Испытание считается законченным, если разорвался один из элементов системы. Данные заносят в форму таблицы 2.1 и строят графики зависимости $\varepsilon = f(Q)$.

Значения коэффициента удлинения A и показателя степени n для систем материалов определяются по методике, приведенной в пункте 1.

Используя полученные значения коэффициентов A и n , записывают уравнения, описывающие кривые растяжения системы материалов, соединенных последовательно:

$$\varepsilon_{cl} = A_{cl} Q^{n_{cl}}, \quad (2.9)$$

и системы материалов, соединенных параллельно:

$$\varepsilon_{c2} = A_{c2} Q^{n_{c2}}. \quad (2.10)$$

3 Расчет параметров уравнений кривых растяжения систем материалов, соединенных последовательно

Параметры кривой растяжения последовательно соединенных образцов (A_{cl}) и (n_{cl}) могут быть определены по соответствующим параметрам одиночных материалов и по соотношению длин образцов в системе. Коэффициент удлинения системы материалов определяют по уравнению:

$$A_{cl} = \frac{l}{l + \kappa_2 + \dots + \kappa_m} (A_1 + \kappa_2 A_2 + \dots + \kappa_m A_m), \quad (2.11)$$

где A_1, A_2, A_m – показатели коэффициента удлинения отдельных элементов системы; κ_2, κ_m – соотношение длин элементов системы; m – количество элементов в системе.

$$\kappa_i = \frac{l_i}{l_1}, \quad (2.12)$$

где κ_i – отношение длины образцов в системе, l_i – длина i -го образца системы, l_1 – длина первого образца системы.

Подставляя значения показателей A_1, A_2, κ_2 , получают значение коэффициента удлинения последовательной системы.

Для определения показателя степени n последовательной системы необходимо задать определенное значение нагрузки. Принятая нагрузка должна быть больше единицы, но меньше разрушающей ($1 < Q < Q_p$), например $Q = 2$. По уравнению (2.1) рассчитываем величины деформации одиночных материалов системы при принятой нагрузке:

$$\varepsilon_1 = A_1 2^{n_1}, \quad (2.13)$$

$$\varepsilon_2 = A_2 2^{n_2}. \quad (2.14)$$

Подставляя значения $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ и κ_2 в уравнение (2.2), определяем значение относительной деформации последовательной системы при нагрузке $Q = 2$.

$$\varepsilon_c = \frac{l}{l + \kappa_2} (\varepsilon_1 + \kappa_2 \varepsilon_2). \quad (2.15)$$

Таким образом, все параметры правой части уравнения (2.6) определены, что позволяет рассчитать значения показателя степени системы:

$$n_c = \frac{\lg \varepsilon_c - \lg A_c}{\lg 2}. \quad (2.16)$$

Результаты расчетов заносят в таблицу 2.2 и рассчитывают погрешность определения параметров (ΔA и Δn) кривой растяжения для системы материалов, соединенной последовательно.

$$\Delta A = \frac{A_p - A_э}{A_э} \cdot 100. \quad (2.17)$$

Погрешность определения параметра Δn определяется аналогично.

Таблица 2.2 – Результаты определения расчетных и экспериментальных значений коэффициента A и показателя степени n последовательно соединенных систем

Наименование системы	Коэффициент удлинения		$\Delta A, \%$	Показатель степени		$\Delta n, \%$
	A_p	$A_э$		n_p	$n_э$	
1	2	3	4	5	6	7

4 Расчет параметров уравнений кривых растяжения систем материалов, соединенных параллельно

При расчете параметров уравнения кривой растяжения параллельной системы используют уравнения (2.1), (2.5), (2.6).

Используя уравнение (2.18), методом подбора определяют значение A_c

$$\left(\frac{A_c}{A_1} \right)^{\frac{1}{n_1}} + \left(\frac{A_c}{A_2} \right)^{\frac{1}{n_2}} = I, \quad (2.18)$$

При этом погрешность расчета по абсолютной величине не должна превышать 0,05.

Считая, что система приобрела какую то определенную деформацию, например 20 %, определяем нагрузку, возникающую в каждом материале системы соединенной параллельно:

$$Q_1 = \left(\frac{20}{A_1} \right)^{\frac{1}{n_1}} \quad (2.19)$$

$$Q_2 = \left(\frac{20}{A_2} \right)^{\frac{1}{n_2}}. \quad (2.20)$$

Нагрузка, действующая на параллельную систему, равна сумме нагрузок, действующих на каждый ее элемент. В связи с этим справедливо выражение вида:

$$Q_c = Q_1 + Q_2. \quad (2.21)$$

Подставляя все установленные значения 20 , A_c и Q_c в уравнение (2.6), получаем выражение вида:

$$n_c = \frac{\lg 20 - \lg A_c}{\lg(Q_1 + Q_2)}. \quad (2.22)$$

Результаты расчетов заносят в таблицу формы 2.2 и рассчитывают погрешность определения параметров кривой растяжения системы материалов, соединенной параллельно.

5 Расчет параметров уравнений кривых растяжения систем материалов, имитирующих обувную заготовку

Обувная заготовка является относительно сложной конструкцией, состоящей из нескольких деталей, соединенных различными швами. Заготовку при решении инженерных задач представляют как систему образцов, соединенных параллельно, последовательно, или параллельно-последовательно, например, как показано на рисунке 2.3.

Описанная в предыдущих разделах методика позволяет определить деформационные свойства параллельно-последовательной системы материалов по известным свойствам отдельных материалов. Последовательность решения задачи схематично изображена на рисунке 2.4:

а) определяем параметры кривой растяжения для последовательно соединенных образцов 1, 2 (рис. 2.4 а). Определяем коэффициент удлинения (A_{c1}) и показатель степени (n_{c1}) для первой системы последовательно соединенных образцов. Следовательно, образцы 1, 2 заменяем образцом C_1 (рис. 2.4 б), деформируемость которого описывается уравнением

$$\varepsilon_{c1} = A_{c1} Q^{n_{c1}}, \quad (2.23)$$

б) определяем параметры кривой растяжения для системы образцов 3, 4, 5, соединенных последовательно и имитирующих подкладку.

В результате этого расчета определяется уравнение второй последовательной системы (формула 2.24), а исходная схема преобразуется в параллельную систему (рис. 2.4 в):

$$\varepsilon_{c2} = A_{c2} Q^{n_{c2}} \quad (2.24)$$

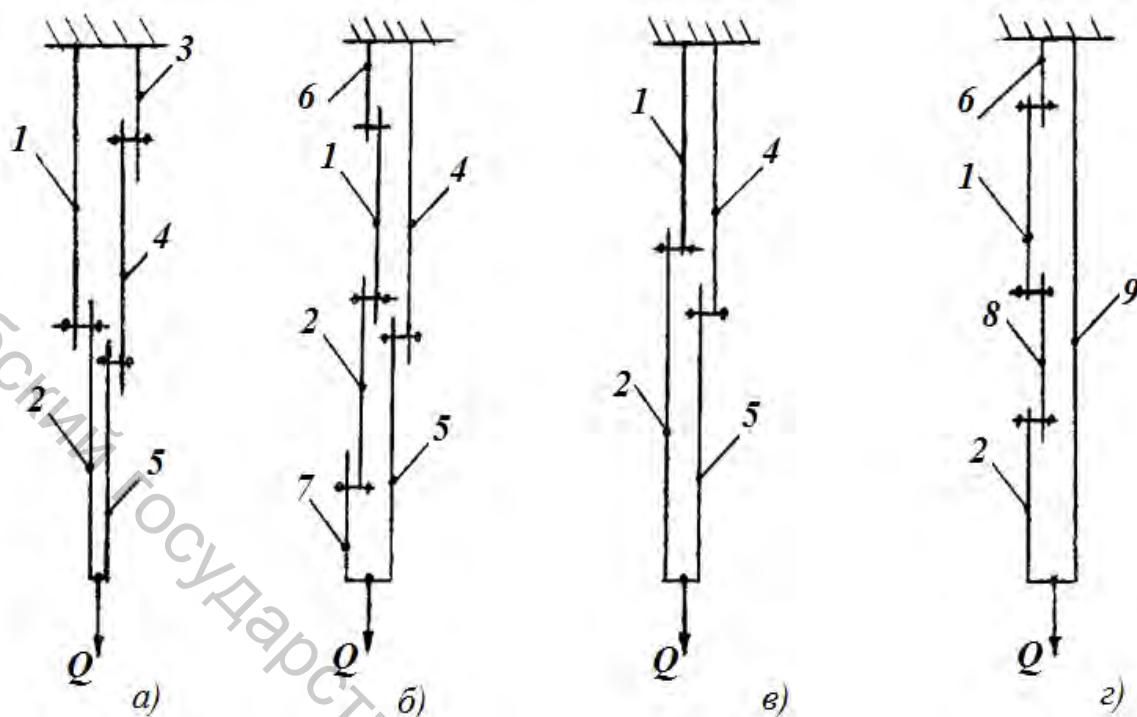


Рисунок 2.3 – Примеры параллельно-последовательных систем, имитирующих обувную заготовку: 1 – берцы, 2 – союзка, 3 – подкладка в пяточной части, 4 – подкладка под берцы, 5 – подкладка под союшку, 6 – задинка, 7 – носок, 8 – передняя часть берца, 9 – сквозная кожаная подкладка

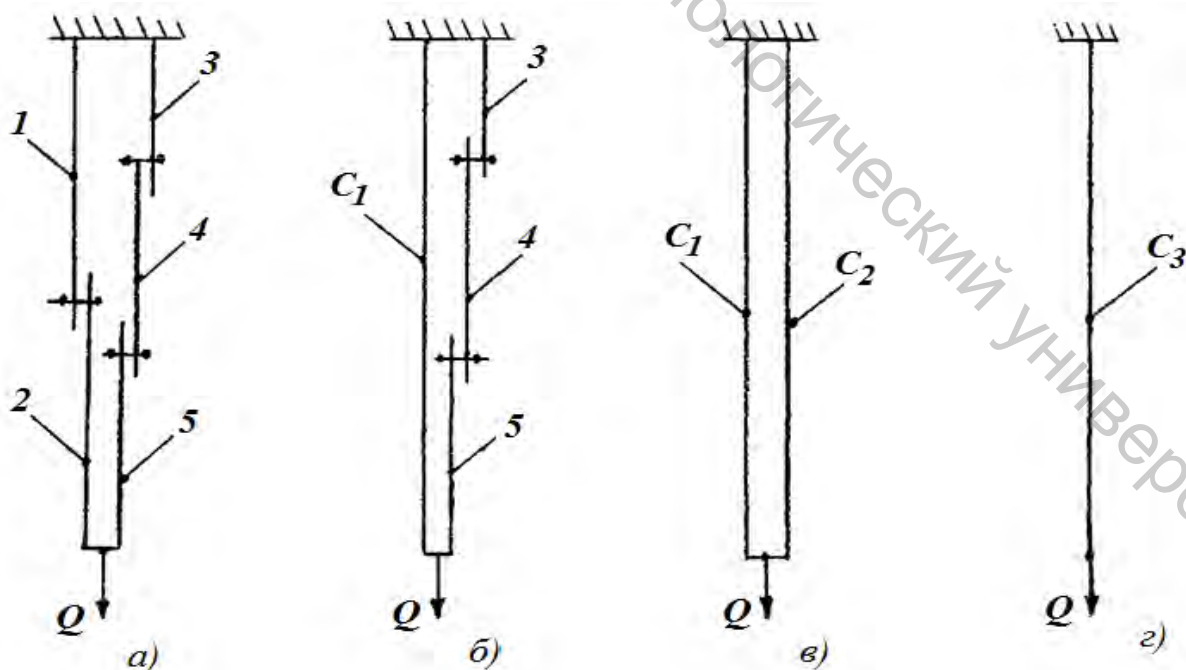


Рисунок 2.4 – Последовательность определения параметров кривой растяжения параллельно-последовательной системы

в) определяем параметры кривой растяжения для системы параллельно соединенных образцов C_1 и C_2 (см. п. 4), коэффициент удлинения (A_{c3}) и показатель степени (n_{c3}). Таким образом, определено уравнение кривой растяжения параллельно-последовательной системы (рис. 2.4 г).

$$\epsilon_{c3} = A_{c3} Q^{n_{c3}}. \quad (2.25)$$

Полученное уравнение позволяет теоретически определять механические свойства системы материалов, соединенных параллельно-последовательно. Это дает возможность расчетным путем определять технологические параметры сборки и формования обувной заготовки, например:

- определить, какое усилие необходимо задать на исполнительных органах затяжной машины, чтобы заготовка приобрела нужную деформацию;
- определить, какая из деталей заготовки будет наиболее нагружена при затяжке обуви;
- какую корректировку необходимо предусмотреть в детали, чтобы она заняла определенное место на колодке.

6 Анализ полученных результатов, выводы

На основании полученных результатов приводится сравнительное описание деформационных свойств отдельных материалов и систем, составленных из них. Анализируется характер и расположение относительно друг друга на графике кривых растяжения, построенных для различных образцов. Делаются выводы, соответствует ли изменение деформируемости систем материалов по сравнению с деформируемостью отдельных материалов теоретическим положениям, насколько точно теоретические уравнения кривых растяжения соответствуют экспериментальным. Даются рекомендации по составлению и применению систем материалов, исходя из их деформационных свойств при растяжении.

7 Литература

1. Фукин, В. А. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. Ч. 1 / В. А. Фукин, А. Н. Калита. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 272 с.
2. Процессы формования в технологии изделий из кожи : конспект лекций для студентов специальности 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи» специализации 1-50 02 01 01 «Технология обуви» / УО «ВГТУ»; сост.: К. А. Загайгора, С. Л. Фурашова. – Витебск, 2014. – 43 с.
3. Практикум по технологии изделий из кожи / под ред. проф. В. Л. Раяцкаса. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 279 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Тема. Влияние технологических факторов на качество формования обувных деталей сжатием

Цель работы

Изучение влияния на качество формования сжатием величины начального напряжения на образец и продолжительности формования.

Содержание работы:

1. Методика проведения эксперимента.
2. Экспериментальная часть.
3. Анализ полученных результатов, выводы.
4. Литература.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы:

лабораторный пресс для сжатия, развивающий усилие не менее 40 КН, пресс-формы цилиндрические или сферические, толщиномер, штангенрейсмас, секундомер, образцы картонов для деталей низа обуви.

Теоретическая часть работы

Формование сжатием в пресс-формах широко применяется в обувной и кожгалантерейной промышленности, например, формование стелек, задников, подошв, следа обуви, а также деталей чемоданов, сумок, тубусов. Как правило, при такой обработке конфигурация отформованной детали несколько отличается от конфигурации рабочей поверхности технологической оснастки, так как после снятия нагрузки происходит частичное восстановление первоначальной формы образцов вязкоупругих материалов.

Кривую сжатия натуральной кожи (рис. 3.1) можно выразить уравнением:

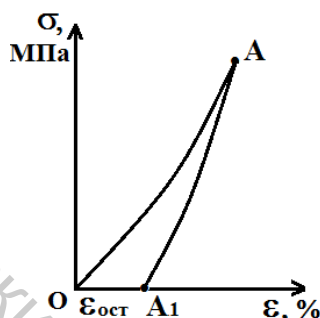
$$\varepsilon = \alpha \sigma^m, \quad (3.1)$$

где ε – относительная деформация сжатия, %; α – коэффициент пропорциональности; σ – напряжение при сжатии, МПа; m – показатель степени.

Полная относительная деформация (ε) состоит из двух частей – упругой (ε_y), исчезающей при разгрузке, и остаточной ($\varepsilon_{ост}$), остающейся после разгрузки:

$$\varepsilon = \varepsilon_y + \varepsilon_{ост}. \quad (3.2)$$

Основная задача формования деталей обуви сжатием – это уплотнение материала и получение остаточной деформации, обеспечивающей сохранение формы детали.



OA – кривая сжатия;
AA₁ – кривая разгрузки;
OA₁ – величина остаточной деформации ($\varepsilon_{ост}$)

Рисунок 3.1 – Кривая сжатия материала

Качество формования сжатием можно повысить за счет оптимизации технологических параметров обработки, а именно величины первоначального напряжения на деталь, температуры пресс-формы, кривизны рабочей поверхности пресс-формы и скорости деформирования.

Рациональный подбор технологических параметров обработки позволяет при минимальном времени обработки добиться качественного формования деталей и узлов обуви и кожгалантерейных изделий.

Методические указания к выполнению работы

1 Методика проведения эксперимента

Для выполнения эксперимента используются образцы, выкроенные из обувных стелечно-каркасных материалов: кожи низа, стелечного картона, картона для геленков и протилок.

Размеры образцов должны соответствовать площади рабочей поверхности используемой пресс-формы, например, прямоугольные образцы размеров 40×20 мм в случае применения цилиндрической пресс-формы кривизной 50 м⁻¹ или круглые диаметром 40 мм при использовании сферической пресс-формы кривизной 40 м⁻¹.

Пресс-форма состоит из матрицы и пуансона, между рабочими поверхностями которых при формовании располагается образец (рис. 3.2).

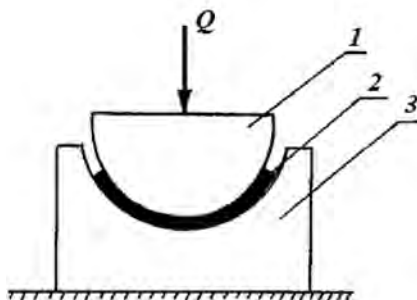


Рисунок 3.2 – Схема лабораторной пресс-формы: 1 – пуансон;
2 – образец; 3 – матрица

Кривизна рабочей поверхности матрицы пресс-формы несколько меньше, чем кривизна пуансона, так как она расположена эквидистантно пуансону и находится дальше от геометрического центра на величину, равную толщине формующего образца. В расчет показателя формоустойчивости подставляется значение кривизны пуансона.

При формировании образцов на лабораторном прессе напряжение, действующее на деталь (σ_o), можно рассчитать по уравнению:

$$\sigma_o = P_c \frac{F_u}{F_o} \left[\text{кгс} / \text{см}^2 \right], \quad (3.3)$$

где P_c – давление в системе пресса, кгс/см², F_u – площадь рабочего цилиндра пресса, мм² ($F_u = 2600 \text{ мм}^2$), F_o – площадь формующего образца, мм².

В опытах по определению влияния напряжения на кривизну формующего образца возникает обратная задача, т.е. необходимо рассчитать, какое давление необходимо поддержать в гидросистеме пресса, чтобы формирование происходило при требуемом напряжении. Это определяют решением уравнения (3.3) относительно P_c :

$$P_c = \frac{\sigma_o F_o}{F_u} K_n \left[\text{МПа} \right], \quad (3.4)$$

где K_n – переводной коэффициент ($K_n = 10,2$), σ_o – первоначальное напряжение на деталь, МПа.

Для расчета кривизны образца (K_o) и коэффициента формоустойчивости (Φ) определяют полуширину (L) и прогиб (h) отформованного образца. Для этого необходимо выполнить замеры образца согласно рисунку 3.3 и выполнить расчеты по формулам (3.5–3.7). При замерах необходимо следить, чтобы измерительный инструмент не деформировал образец, а лишь касался его поверхности.

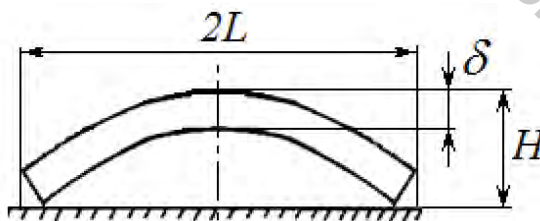


Рисунок 3.3 – Схема замеров размеров отформованного образца

Стрела прогиба внутреннего контура образца (h) вычисляется по формуле:

$$h = H - \delta, \quad (3.5)$$

где H – стрела прогиба внешнего контура образца, мм; δ – толщина образца после формования, мм.

Кривизна образца материала (K_o) вычисляется по формуле:

$$K_o = 2000 h / (L^2 + h^2), \quad (3.6)$$

где L – полуширина отформованного образца, мм.

Коэффициент формоустойчивости (Φ) вычисляется по формуле:

$$\Phi = K_o / K_n, \quad (3.7)$$

где K_o – кривизна образца; K_n – кривизна пуансона ($K_n = 50 \text{ м}^{-1}$).

2 Экспериментальная часть

Для определения влияния величины напряжения на образец при сжатии на кривизну образца (K_o) и коэффициент формоустойчивости (Φ) выполняют пять опытов, по два (три) параллельных образца в каждом. Образцы исследуемого материала формуют при одинаковом времени выдержки под напряжением, но при разных величинах напряжений, например, время выдержки принимают равным 10 с, а напряжение 5 МПа, 10 МПа, 15 МПа, 20 МПа, 25 МПа.

Выполняют замеры образцов (рис. 3.3) и расчет показателей (формулы 3.5–3.7), результаты заносят в таблицу 3.1.

Таблица 3.1 – Результаты выполнения эксперимента по исследованию зависимости $\Phi = f(\sigma_o)$

Материал	Номер образца	Показатели	Напряжение (σ_o), МПа				
			5	10	15	20	25
	1	δ , мм					
		K_o , м^{-1}					
		Φ					
	2	δ , мм					
		K_o , м^{-1}					
		Φ					
	Среднее значение	δ , мм					
		K_o , м^{-1}					
		Φ					

Для определения влияния времени выдержки образца под нагрузкой на его кривизну (K_o) и коэффициент формоустойчивости (Φ) проводят пять опытов, по два (три) параллельных образца в каждом. Образцы исследуемого материала формуют при одинаковом напряжении, например, 15 МПа, но при разной выдержке образца под нагрузкой 3, 10, 20, 30, 60 с.

Выполняют замеры образцов (рис. 3.3) и расчет показателей (формулы 3.5–3.7), результаты заносят в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты выполнения эксперимента по исследованию зависимости $\Phi = f(\tau)$

Материал	Номер образца	Показатели	Продолжительность формования (τ), с				
			3	10	30	20	60
	1	δ , мм					
		K_o , м^{-1}					
		Φ					
	2	δ , мм					
		K_o , м^{-1}					
		Φ					
	Среднее значение	δ , мм					
		K_o , м^{-1}					
		Φ					

3 Анализ полученных результатов, выводы

По средним значениям кривизны и коэффициента формоустойчивости строят диаграммы или графики зависимости $K_o = f(\sigma_o)$, $\Phi = f(\sigma_o)$, $K_o = f(\tau)$, $\Phi = f(\tau)$, а также диаграммы или графики зависимости толщины образцов от величины напряжения и времени формования $\delta = f(\sigma_o)$, $\delta = f(\tau)$.

Определяется характер зависимости изменения показателей формовочных свойств стелечно-каркасных материалов от величины напряжения и времени формования. Эти зависимости могут быть линейными, прямопропорциональными, нелинейными, экстремальными. Делается заключение о том, какой режим формования является оптимальным с точки зрения получения требуемой формы детали и энергозатрат. Установленные зависимости, аппроксимированные математическими формулами, позволяют расчетным путем определять рациональные технологические параметры формования сжатием стелечно-каркасных деталей.

4 Литература

1. Фукин, В. А. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. Ч. 1 / В. А. Фукин, А. Н. Калита. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 272 с.
2. Баркаускас, Р. В. Формование жестких обувных материалов в пресс-формах / Р. В. Баркаускас. – М. : ЦНИИТЭИлегпром, 1986. – 28 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Тема. Влияние различных способов увлажнения на физико-механические и упруго-пластические свойства материалов изделий из кожи

Цель работы

Изучение различных способов увлажнения, применяемых в производстве изделий из кожи, и их влияние на свойства материалов.

Содержание работы:

1. Определение физико-механических и упруго-пластических свойств материалов в воздушно-сухом состоянии.
2. Увлажнение образцов различными способами и определение влажности образцов.
3. Определение физико-механических и упруго-пластических свойств увлажненных образцов.
4. Обработка и анализ полученных результатов.
5. Выводы по работе.
6. Литература.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы: разрывная машина РТ-250М, весы, установка для термодиффузионного контактного увлажнения с использованием ткани-влагоносителя, оборудование для сорбционного увлажнения влажным воздухом при постоянных параметрах среды, оборудование для сорбционного увлажнения паром кипящей воды, эксикатор, термостат, толщиномер, термометр, влагоемкая ткань, сосуд, образцы из натуральной или синтетической кожи.

Теоретическая часть работы

Увлажнение заготовок верха, других деталей обуви (подошв, подложек, рантов) и некоторых кожгалантерейных изделий проводится с целью изменения свойств материала, что позволяет более эффективно осуществлять технологические процессы производства (формование, скрепление и т.д.).

При увлажнении заготовок верха обуви из натуральной кожи уменьшается вероятность разрыва материала, прежде всего лицевой поверхности, увеличивается деформационная способность заготовки, что позволяет деформировать её на большую величину во время обтяжно-затяжных операций. Увлажнение натуральной кожи улучшает релаксационную способность материала, при этом быстрее протекают процессы релаксации напряжений, уменьшается величина остаточных напряжений и увеличиваются остаточные удлинения. Все эти факторы способствуют улучшению формоустойчивости обуви.

Кроме этого увеличение деформационной способности натуральной кожи дает возможность уменьшить размеры заготовок и снизить расход материала, т.е. уменьшить материалоемкость производства.

При увлажнении кожаных подошв, подложек, рантов, деталей из кожи для каркасных кожгалантерейных изделий перед механическим креплением в результате уменьшения условного модуля упругости снижается сопротивление прокалыванию (пробиванию) в процессе скрепления.

В производстве изделий из кожи применяются следующие способы увлажнения: в жидкой фазе; сорбционный (паровоздушная среда); термодиффузионный (контактный).

Увлажнение в жидкой фазе (увлажнителе) производится намоканием с пролежкой, кратковременным окунанием в увлажнитель с пролежкой, смачиванием поверхности деталей или заготовки кистью или пульверизатором с пролежкой.

Увлажнение сорбционным способом может выполняться сорбцией влаги в виде мелкодиспергированного увлажнителя, сорбцией влаги в виде пара кипящей воды, сорбцией влаги из атмосферы влажного воздуха при постоянных или переменных параметрах среды. При переменных параметрах температуры среды сорбционный метод увлажнения называется циклическим, при изменении давления – вакуумно-сорбционным.

Термодиффузионный контактный метод может выполняться с применением ткани влагоносителя и опрыскиванием поверхности мелкодиспергированным увлажнителем с последующим воздействием горячей поверхности плиты.

Увлажнение представляет собой двухэтапный процесс. На первом этапе необходимо создать условия для проникновения влаги в виде жидкости или пара внутрь увлажняемой детали или полуфабриката обуви. На втором этапе (внутренний массообмен) необходимо вызвать перемещение влаги по объему увлажняемой детали или полуфабриката для равномерного ее распределения.

Основными факторами перемещения влаги внутри материала является разница значений влажности и температуры по объему увлажняемой детали, т.е. наличие градиента влажности и температуры, условия, для возникновения которых создаются на первом этапе увлажнения. При наличии градиента влажности влага в виде жидкости перемещается из мест с большей ее концентрацией в места с меньшей концентрацией. При наличии градиента температуры влага перемещается в виде пара или жидкости от поверхности с высокой температурой к поверхности с более низкой температурой. При большом перепаде температур влага перемещается в виде пара по направлению теплового потока, которое называется термодиффузией. При этом скорость перемещения влаги прямо пропорциональна перепаду температур.

Наличие градиентов влажности и температуры повышают скорость увлажнения, если они совпадают по направлениям и снижают скорость процесса, если они направлены в противоположные стороны.

1 Определение физико-механических и упруго-пластических свойств материалов в воздушно-сухом состоянии

Для выполнения работы используются образцы из натуральной кожи в виде двухсторонней лопаточки (размер рабочей части 50×10 мм).

Для характеристики свойств воздушно-сухого материала первая группа образцов (2–3 образца) испытывается на разрыв, вторая группа (2–3 образца) деформируется на величину, соответствующую напряжению 9,8 МПа.

Кожа как материал гигроскопичный в зависимости от влажности в окружающей среде имеет определенную влажность, называемую равновесной влажностью при данных условиях. При нормальных условиях (температура $T = 20^\circ\text{C}$ и влажность $\varphi = 60\text{--}65\%$) кожа имеет равновесную влажность 16–18% и ее состояние определяют как воздушно-сухое.

Определяются показатели механических свойств воздушно-сухой кожи при разрыве:

– *предел прочности при растяжении, σ , МПа*

$$\sigma = \frac{P}{F_{cp}} [\text{МПа}] , \quad (4.1)$$

где P – нагрузка при разрыве, Н; F_{cp} – средняя площадь поперечного сечения образца, мм^2 , $F_{cp} = b \times h_{cp}$, b – ширина образца, мм, h_{cp} – среднее значение толщины образца, мм.

– *относительное удлинение при разрыве, ε_p , %*

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta l_p}{l} \cdot 100 [\%] , \quad (4.2)$$

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

– *относительное удлинение при появлении трещин лицевой поверхности кожи, ε_m , %*

$$\varepsilon_m = \frac{\Delta l_m}{l} \cdot 100 [\%] , \quad (4.3)$$

где Δl_m – абсолютное удлинение образца при появлении трещин лица, мм; l – рабочая длина образца, мм.

На второй группе образцов определяются упруго-пластические свойства натуральной кожи, находящейся в воздушно-сухом состоянии.

Образцы деформируются на разрывной машине до возникновения напряжения $\sigma = 9,8$ МПа, по шкале удлинения фиксируется абсолютное удлинение образца Δl , мм, и ширина образца по средней линии в рабочей части.

После освобождения образцов из зажимов им дается пролежка в течение 30 мин, по истечении которых замеряется рабочая длина образца и определяется величина относительного остаточного удлинения $\varepsilon_{ост}$, %.

Определяются показатели упруго-пластических свойств воздушно-сухой кожи:

– *относительное удлинение при напряжении 9,8 МПа, $\varepsilon_{9,8}$, %:*

$$\varepsilon_{9,8} = \frac{\Delta l_{9,8}}{l} \cdot 100 [\%], \quad (4.4)$$

где $\Delta l_{9,8}$ – абсолютное удлинение образца при напряжении 9,8 МПа, мм; l – рабочая длина образца, мм;

– *относительное остаточное удлинение после пролежки в течение 30 мин, $\varepsilon_{ост}$, %:*

$$\varepsilon_{ост} = \frac{\Delta l_{ост}}{l} \cdot 100 [\%], \quad (4.5)$$

где $\Delta l_{ост}$ – абсолютное остаточное удлинение образца после пролежки в течение 30 мин, мм; l – рабочая длина образца, мм.

$$\Delta l_{ост} = l_2 - l [\text{мм}], \quad (4.6)$$

где l_2 – длина образца после пролежки в течение 30 мин, мм;

– *пластичность, Π , %:*

$$\Pi = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{9,8}} \cdot 100 [\%], \quad (4.7)$$

где $\varepsilon_{ост}$ – относительное остаточное удлинение после пролежки в течение 30 мин, %; $\varepsilon_{9,8}$ – относительное удлинение образца при напряжении 9,8 МПа, %;

– *условный модуль упругости, E_y , МПа:*

$$E_y = \frac{\sigma}{\varepsilon_{9,8}} \cdot 100 [\text{МПа}], \quad (4.8)$$

где σ – напряжение, равное 9,8 МПа; $\varepsilon_{9,8}$ – относительное удлинение образца при напряжении 9,8 МПа, %;

– *коэффициент поперечного сокращения, μ :*

$$\mu = \frac{\varepsilon_{сокр}}{\varepsilon_{9,8}}, \quad (4.9)$$

где $\varepsilon_{\text{сокр}}$ – относительное изменение ширины образца при напряжении 9,8 МПа, %; $\varepsilon_{9,8}$ – относительное удлинение образца при напряжении 9,8 МПа, %.

$$\varepsilon_{\text{сокр}} = \frac{b_0 - b_1}{b_0} \cdot 100 [\%], \quad (4.10)$$

где b_0 – первоначальная ширина образца, мм; b_1 – ширина образца при напряжении 9,8 МПа, мм.

2 Увлажнение образцов различными способами и определение влажности образцов

Образцы материалов перед увлажнением взвешивают и записывают вес каждого образца. Затем производят увлажнение следующими способами: сорбционным при постоянных параметрах влажной среды, окунанием в жидкую фазу с пролежкой, термодиффузионным контактным способом, сорбцией влаги в виде пара кипящей воды.

Сорбционный способ при постоянных параметрах влажной среды

В эксикатор наливают увлажнитель, температура которого должна быть 50 ± 5 °С, над увлажнителем устанавливают сетку, на которую укладывают четыре (шесть) образцов бахтармянной поверхностью к увлажнителю. Затем эксикатор помещают в термостат на 1 час. В термостате поддерживают температуру 50–60 °С.

Окунание в жидкую фазу с пролежкой

В сосуд наливают увлажнитель, имеющий температуру 35 ± 5 °С, в который погружают четыре (шесть) образцов на 15–20 с и затем помещают для пролежки на 0,5 часа в полиэтиленовый пакет.

Термодиффузионный контактный способ

Ткань-влагоноситель увлажняют водой в количестве примерно 0,1 г на 1 см² площади ткани. Для каждой группы образцов необходимо иметь отдельную ткань-влагоноситель. На холодную плиту устройства для контактного термодиффузионного увлажнения укладывают лицевой стороной образцы, на бахтармянную сторону образцов укладывают ткань-влагоноситель и сверху опускают горячую плиту, температура поверхности которой устанавливают от 80 до 120 °С. Время увлажнения термодиффузионным способом находится в интервале 20–60 с в зависимости от вида материала.

Сорбция влаги в виде пара кипящей воды

В специальную емкость, имеющую сверху сетку, наливают воду, устанавливают на электроплитку и доводят воду до кипения. Образцы укладывают на сетку над горячей водой, когда температура пара будет равна 85–90 °С, и выдерживают в течение 20–30 с.

Увлажненные образцы взвешивают и определяют влажность по формуле:

$$W = \frac{m_{\varepsilon} - m_{\varepsilon c}}{m_{\varepsilon c}} \cdot 100 [\%], \quad (4.11)$$

где m_{ε} – масса образца после увлажнения, г; $m_{\varepsilon c}$ – масса образцов до увлажнения, г.

3 Определение физико-механических и упруго-пластических свойств увлажненных образцов

После увлажнения по каждому из четырех способов первую группу образцов испытывают на разрыв, вторую группу образцов – на упруго-пластические свойства. Растяжение образцов выполняют сразу же после увлажнения, не допуская их охлаждения. Значения показателей по параллельным образцам усредняются, расчет производится по формулам (4.1–4.10). Полученные данные записываются в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Показатели физико-механических и упруго-пластических свойств воздушно-сухих и увлажненных образцов

Метод испытания/изменения показателей свойств, Δ	Влажность образцов $W, \%$	Показатели физико-механических и упруго-пластических свойств воздушно-сухих и увлажненных образцов								
		$\sigma, \text{МПа}$	$\varepsilon_p, \%$	$\varepsilon_r, \%$	$\varepsilon_{9,8}, \%$	$\varepsilon_{\text{ост}}, \%$	$P, \%$	$E, \text{МПа}$	$\varepsilon_{\text{сокр}}, \%$	μ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Воздушно-сухое состояние образцов										
Сорбционный способ увлажнения										
Δ										
Окунание в жидкую фазу										
Δ										
Термодиффузионный контактный способ										
Δ										
Сорбция влаги в виде пара										
Δ										

Расчет изменений показателей физико-механических и упруго-пластических свойств увлажненных образцов выполняют по формуле:

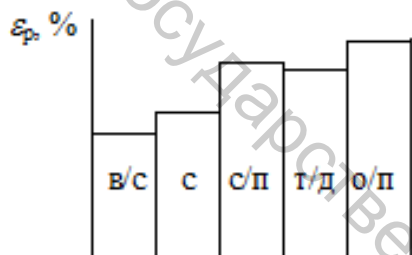
$$\Delta A = \frac{A_{BC} - A_i}{A_{BC}}, \quad (4.12)$$

где A_i – величина показателя при том или ином способе увлажнения; A_{BC} – величина показателя в воздушно-сухом состоянии образцов.

4 Обработка и анализ полученных результатов

На основании данных таблицы 4.1 необходимо построить диаграммы значений показателей физико-механических и упруго-пластических свойств материалов в воздушно-сухом состоянии и при изученных способах увлажнения. При этом использовать следующие обозначения: в/с – воздушно-сухое состояние образцов; с – сорбция при постоянных параметрах среды; с/п – сорбция паром кипящей воды; т/д – термодиффузионный контактный; о/п – окунание с пролежкой.

Пример диаграммы:



5 Выводы по работе

1. При каких способах увлажнения улучшились физико-механические и упруго-пластические свойства материала? Проанализировать изменения показателей.

2. Качество выполнения каких операций технологического процесса производства обуви улучшается при увлажнении и за счёт каких показателей свойств?

3. Какие дефекты готовой обуви предотвращаются при увлажнении?

6 Литература

1. Фукин, В. А. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. Ч. 1 / В. А. Фукин, А. Н. Калита. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 272 с.

2. Технология изделий из кожи / под ред. Ю. П. Зыбина. – М. : Легкая промышленность, 1975. – 451 с.

3. Адегизалов, Л. И. Увлажнение, сушка и влажно-тепловая обработка в обувном производстве. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 134 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Тема. Изучение влияния комплексных методов увлажнения на упруго-пластические свойства материалов для верха обуви

Цель работы

Ознакомиться с комплексными гигротермическими воздействиями и изучить их влияние на упруго-пластические свойства обувных материалов.

Содержание работы:

1. Методика выполнения работы.
2. Результаты эксперимента, анализ.
3. Литература.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы: разрывная машина, толщиномер, эксикатор, пульверизатор, электроплита, емкость с водой, устройство для термодиффузионного контактного способа увлажнения, ткань-лагоноситель, термометр безконтактный, образцы в форме «лопаточка» из натуральных кож для верха обуви.

Теоретическая часть работы

В настоящее время на обувных предприятиях наряду с такими методами увлажнения, как увлажнение в жидкой фазе, сорбционный и термодиффузионный способ увлажнения, применяются комплексные гигротермические воздействия, при которых детали, узлы или полуфабрикат обуви увлажняются последовательно двумя способами увлажнения.

Для практической технологии представляет интерес увлажнение заготовок верха обуви сорбционным методом или опрыскиванием лицевой поверхности заготовки, при которых увлажняется вся поверхность заготовок и дополнительно увлажняется носочно-пучковая часть в термостатах – увлажнителях или в устройствах для пропаривания, которые устанавливаются рядом с оборудованием для обтяжки и затяжки носочно-пучковой части.

Использование комплексных методов увлажнения позволяет повысить качество формования, снизить общее количество влаги, вводимое в заготовку, что способствует в дальнейшем сокращению продолжительности сушки обуви или замене ее на влажно-тепловую фиксацию формы верха обуви.

Методические указания к выполнению работы

1 Методика выполнения работы

Для выполнения работы могут быть использованы все виды натуральных, искусственных, синтетических кож для верха обуви, а также системы материалов, моделирующие заготовки верха обуви. На образцах в

форме лопаточка омечается рабочая часть 50×10 мм и поперечная линия по центру образца. В одну группу входит одиннадцать образцов, выкроенных с соблюдением технологии выкраивания основных деталей верха обуви.

Для увлажнения сорбционным методом используют эксикатор, в который наливают воду, температура которой $60 \pm 5^\circ\text{C}$ и выдерживают образцы в эксикаторе в течение 1 часа.

Для увлажнения опрыскиванием пульверизатором распыляют воду с температурой $50 \pm 5^\circ\text{C}$ на бахтармянную или лицевую поверхность образцов. Опыскивание делают при 5–10-кратном нажатии пульверизатора. Затем образцы помещаются в полиэтиленовые пакеты для пролежки на 15–20 мин.

Для увлажнения пропариванием устанавливают емкость с водой на электроплитку, доводят воду до кипения. Сверху на емкость укладывают сетку. Измеряют температуру выделяемого пара: при $T = 80 \pm 5^\circ\text{C}$ на сетку укладывают образцы и выдерживают 20–30 с.

Для термодиффузионного контактного увлажнения используют специальное устройство. Устройство подключают к источнику электрического тока. Нагревают горячую плиту до температуры $T = 100 \pm 5^\circ\text{C}$. Измеряют температуру поверхности плиты термометром безконтактным.

Для реализации термодиффузионного контактного увлажнения подготавливают ткань-влагоноситель. Ткань взвешивают, затем окунают в воду, отжимают и снова взвешивают. Необходимо добиться примерного количества влаги в ткани 0,1 г на 1 см^2 площади.

Методы комплексных гигротермических воздействий:

1. Сорбционный метод + пропаривание.
2. Сорбционный метод + опрыскивание.
3. Сорбционный метод + термодиффузионный.
4. Опыскивание + пропаривание.
5. Опыскивание + термодиффузионный.

Возможны другие комплексные гигротермические воздействия, которые изучаются по усмотрению преподавателя.

Из одного материала выкраивают 11 образцов. Два образца контрольные, для определения упруго-пластических свойств в воздушно-сухом состоянии. Остальные девять образцов увлажняют так: три образца увлажняют одним из методов, входящих в комплексный. Например, сорбционный. Три образца увлажняют вторым методом, входящим в комплексный. Например, пропаривание, и три образца увлажняют комплексным методом увлажнения сорбционный+пропаривание. Из трех образцов один используется для определения влажности применяемым методом. Затем два образца, увлажненных применяемым методом, подвергают растяжению на разрывной машине до напряжения 9,8 Мпа.

Определяют следующие показатели:

- относительное удлинение при напряжении, 9,8 Мпа ($\epsilon_{9,8}$), % ;
- относительное остаточное удлинение ($\epsilon_{ост.}$), %;
- пластичность, (I), %;

- модуль упругости, (E), МПа;
- коэффициент поперечного сокращения, (μ).

Для определения коэффициента поперечного сокращения измеряют ширину растянутого образца до освобождения образца из зажимов.

Затем образцы укладываются на пролежку в течение 30 мин для определения $\varepsilon_{ост}$.

Аналогично испытываются контрольные (воздушно-сухие) образцы и определяются вышеперечисленные показатели свойств.

2 Результаты эксперимента, анализ

Полученные данные сводятся в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 – Показатели упруго-пластических свойств материалов в воздушно-сухом состоянии и при увлажнении различными методами

Метод и режим увлажнения	Влажность образцов, W, %	Показатели упруго-пластических свойств увлажненных и контрольных образцов				
		$\varepsilon_{9,8}, \%$	$\varepsilon_{ост}, \%$	$P, \%$	$E, \text{МПа}$	μ
1	2	3	4	5	6	7

Основные показатели упруго-пластических свойств необходимо представить в виде диаграмм.

В выводах отразить влияние различных методов увлажнения и их комплексного воздействия на упруго-пластические свойства натуральной кожи. Отметить наиболее эффективный способ увлажнения.

3 Литература

1. Адигезалов, Л. И. Увлажнение, сушка и влажно-тепловая обработка в обувном производстве / Л. И. Адигезалов. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 134 с.

2. Фукин, В. А. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Фукин, А. Н. Калита ; под ред. В. А. Фукина. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 272 с.

3. Адигезалов, Л. И. Интенсифицированные методы сушки обуви / Л. И. Адигезалов, А. С. Шварц. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 136 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

Тема. Изучение кинетики поглощения влаги при контактном термодиффузионном методе увлажнения

Цель работы

Изучить кинетику поглощения влаги при 2 вариантах термодиффузионного метода увлажнения и определить упруго-пластические свойства материала.

Содержание работы:

1. Методика выполнения работы.
2. Результаты эксперимента, анализ, выводы.
3. Литература.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы: разрывная машина, установка для термодиффузионного увлажнения, контактный термометр, весы, ткань-влагоноситель, образцы лопаточки из натуральных кож.

Теоретическая часть работы

Увлажнение заготовок верха или деталей обуви проводится с целью временного изменения свойств материала в нужном направлении, что необходимо для более эффективного проведения дальнейших технологических процессов (формование, скрепление и т.д.).

Основным недостатком большинства методов увлажнения считается их продолжительность, трудности управления процессом. Рациональный метод увлажнения должен обеспечивать быстрое и равномерное по площади и толщине распределение влаги в материале, а также введение необходимого ее количества (с тем, чтобы не усложнять впоследствии процесс ее удаления (сушки)). Такими методами увлажнения являются, например, термодиффузионный, вакуумный и др.

Термодиффузионный метод увлажнения отличается от других (сорбционного, окунающего с пролежкой) иным механизмом влагопереноса в капиллярно-пористой структуре материала. В основу метода положено использование термодиффузионных явлений, возникающих в материале при наличии искусственно создаваемого градиента температуры, например, посредством контактирования с плитами, имеющими высокую («горячая плита») и низкую («холодная плита») температуру. При температурном перепаде между плитами, равном 80–90 °С, существенно возрастают составляющие общего потока влаги, обусловленные термодиффузией и бародиффузией, возникающей под действием градиента общего давления в пористой структуре материала. Это позволяет резко сократить продолжительность увлажнения. В зависимости от параметров режима

увлажнения, толщины и плотности обувных материалов продолжительность процесса колеблется от 0,5 до 25 с. Термодиффузионный метод увлажнения имеет следующие особенности:

- степень увлажнения зависит от свойств материала, разности температур, создаваемых в материале, и от продолжительности увлажнения;
- поскольку при термодиффузионном увлажнении температурный перепад создается обычно контактным способом (по этой причине метод иногда называют контактным), можно увлажнять только те участки или детали заготовки, которые могут принимать плоскую или близкую к ней, удобную для контакта материала с «горячей» и «холодными» плитами форму. Поэтому существующие конструкции термодиффузионных увлажнительных установок обычно предназначены для увлажнения носочно-пучковой части заготовок верха обуви.

Получить стабильные привесы влаги в деталях заготовки из кожи (особенно для бесподкладочной обуви) можно корректировкой режима увлажнения, главным образом, путем изменения продолжительности обработки.

К существенным недостаткам термодиффузионного увлажнения можно отнести интенсивные тепловые воздействия на материал, которые в той или иной мере затрагивают связи на уровне микроструктуры кожи, что приводит к изменению свойств материалов. В связи с этим изменение температуры сваривания кожи, отражающей воздействие на микроструктуру кожи влаги и тепла при увлажнении на установках с влагопередающей подушкой, может быть определено по эмпирической формуле при продолжительности увлажнения 10 с:

$$\Delta t_c = [0,08(t_r - 92)]^2, \quad (6.1)$$

где Δt_c – изменение температуры сваривания, $^{\circ}\text{C}$; t_r – температура горячей плиты.

Термодиффузионный контактный метод увлажнения можно реализовать в 2 вариантах:

- термодиффузионное увлажнение с использованием ткани-влагоносителя или влагопередающей подушки;
- термодиффузионное увлажнение путем опрыскивания поверхности детали мелкодисперсионной дистиллированной водой с последующим воздействием горячей поверхности.

1 Методика выполнения работы

В образцах материала для верха обуви из кожи стандартной формы (в виде двусторонней лопаточки) отмечают рабочую длину 50 мм и проводят посередине поперечную линию, замеряют в трех точках толщину образца.

Увлажнение термодиффузионным методом с использованием ткани-влагоносителя

Подготовить установку для термодиффузионного увлажнения, нагреть металлическую пластину до температуры $100 \pm 5^\circ\text{C}$, осуществить контроль температуры с помощью контактного термометра.

Подготавливают ткань-влагоноситель из шерстяной ткани. Для этого ткань взвешивают и увлажняют водой в количестве примерно 0,1 г на 1 см^2 площади ткани. Для каждой группы образцов следует иметь отдельную ткань-влагоноситель. Увлажняют термодиффузионным методом в течение 10, 20, 40 и 180 с. В группу образцов входит 4 образца. Один образец контрольный для определения влажности.

Перед увлажнением образец, предназначенный для определения влажности, взвешивают. Увлажнение образцов производят термодиффузионным методом при $T=100 \pm 5^\circ\text{C}$. Одна группа (три образца) увлажняется в течение 10 с, вторая – 20 с, третья – 40 с, четвертая – 180 с.

После увлажнения с разной продолжительностью производят взвешивание одного образца для определения влажности, а три образца испытывают на определение упруго-пластических свойств.

Термодиффузионное увлажнение с предварительным опрыскиванием поверхности детали мелкодисперсной водой

После взвешивания воздушно-сухого образца четыре образца предназначенные для увлажнения, опрыскивают из пульверизатора, нанося воду на бахтармянную поверхность (5–10 нажатий). Затем образцы укладывают лицевой поверхностью на холодную плиту, а сверху опускают горячую плиту с $T=100 \pm 5^\circ\text{C}$. Время увлажнения 10, 20, 40, 160 с. Производят взвешивание образцов по одному из каждой группы с целью определения влажности.

По результатам взвешивания определяют влажность по формуле:

$$W = \frac{100(g_2 - g_1) + g_2 W_o}{g_1}, \quad (6.2)$$

где W_o – первоначальная влажность, т.е. влажность перед увлажнением (14 %), g_1 – масса образца до увлажнения, г; g_2 – масса образца после увлажнения, г.

После увлажнения образцы деформируются на разрывной машине до напряжения 9,8 Мпа, образцам дается пролежка 30 мин. Определяют следующие показатели:

- относительное удлинение при напряжении 9,8 Мпа, %;
- относительное остаточное удлинение, %;
- пластичность, %;
- условный модуль упругости, Мпа;
- коэффициент поперечного сокращения.

2 Результаты эксперимента, анализ, выводы

Результаты эксперимента записываются в таблицу 6.1 и таблицу 6.2.

Таблица 6.1 – Влажность образцов при различном времени увлажнения

Метод и режим увлажнения	Влажность образца, W%				
	перед увлажнением	при продолжительности увлажнения			
		10 с	20 с	40 с	180 с
1	2	3	4	5	6

Таблица 6.2 – Показатели упруго-пластических свойств

Метод и режим увлажнения	Показатели упруго-пластических свойств увлажненных и контрольных (воздушно-сухих) образцов				
	$\varepsilon_{9,8}, \%$	$\varepsilon_{ост}, \%$	$P, \%$	$E, \text{Мпа}$	μ
1	2	3	4	5	6

По полученным результатам необходимо построить кривые изменения влажности образцов $W = f(\tau)$ при различных вариантах термодиффузионного метода увлажнения. Проанализировать кривые увлажнения и сделать сравнительное заключение о влиянии различных вариантов термодиффузионного увлажнения на кинетику этого процесса.

Выполнить анализ изменения упруго-пластических свойств материала при термодиффузионном методе увлажнения с различной продолжительностью воздействия. Обратит внимание на изменение внешнего вида материала и количественные изменения показателей упруго-пластических свойств при различных вариантах увлажнения.

3 Литература

1. Адигезалов, Л. И. Увлажнение, сушка и влажно-тепловая обработка в обувном производстве / Л. И. Адигезалов. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 134 с.
2. Фукин, В. А. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Фукин, А. Н. Калита ; под ред. В. А. Фукина. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 272 с.
3. Адигезалов, Л. И. Интенсифицированные методы сушки обуви / Л. И. Адигезалов, А. С. Шварц. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 136 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

Тема. Изучение процессов сушки, применяемых в производстве обуви

Цель работы

Ознакомиться с различными методами сушки, применяемыми в производстве обуви. Построить экспериментальные кривые сушки при различных методах. Произвести расчет времени сушки.

Содержание работы:

1. Подготовка образцов к испытанию
2. Методика проведения эксперимента.
3. Построение экспериментальных кривых сушки при различных методах сушки.
4. Выводы.
5. Литература.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы:

тепловентилятор для обработки потоком горячего воздуха или термостат с терморегулятором для конвективной сушки, лабораторная установка УС-4 для радиационной или радиационно-конвективной сушки, установка для вакуумно-радиационной сушки ВШ-0,05(Д), технические весы, термометр, анемометр, натуральные кожи для верха обуви, системы, моделирующие заготовку верха обуви.

Теоретическая часть работы

Основная сушка обуви, проводимая после формования заготовки на колодке, а при некоторых способах формования в совмещенном варианте с формованием (производство обуви из формованных узлов), относится к ответственным технологическим процессам, так как от ее проведения во многом зависит формоустойчивость обуви.

Назначением основной сушки обуви является удаление влаги и снижение внутренних напряжений в материалах верха обуви, и скорость протекания этих процессов зависит от методов и режимов сушки.

Метод сушки должен обеспечивать:

– высокую формоустойчивость обуви при минимальном ухудшении свойств обувных материалов. При определении оптимального режима сушки, наряду с конечной влажностью и показателем формоустойчивости обуви, должны учитываться такие физико-механические свойства кожи, как модуль упругости;

– минимальную продолжительность процесса при пониженном удельном расходе электроэнергии, высоком влагоудалении и интенсивном

релаксационном процессе. При небольшой продолжительности сушки обуви уменьшается емкость и габаритные размеры сушильных камер и снижается потребность в затяжных колодках;

- эквивалентное гигротермическое воздействие на заготовку независимо от места ее расположения в сушильной камере и цвета материала заготовки;

- определенную универсальность, обеспечивающую обработку заготовок из различных материалов;

- возможность локального гигротермического воздействия различной интенсивности на отдельные участки (зоны) заготовки в зависимости от технологических особенностей сборки обуви. Так при клеевой затяжке обуви с использованием термопластических клеев температура нагрева клеевого шва и затяжной кромки заготовки должна быть ниже температуры отдельных зон заготовки. При предварительном формовании пяточной части заготовок при основной сушке большему тепловому воздействию необходимо подвергать носочную часть обуви.

Для основной сушки обуви применяются различные методы: конвективный, контактный, радиационный, радиационно-конвективный, вакуумно-радиационный.

Конвективный метод сушки

Конвективный подвод тепла к материалу осуществляется нагретым теплоносителем (воздухом, паровоздушной смесью), который передает избыток энергии теплового движения молекул газов (пара) поверхностному слою материала, в условиях естественной или вынужденной конвекции. Подогрев теплоносителя осуществляется в специальных электрических калориферах, а также путем смешивания нагретого пара с воздухом. К преимуществу конвективного теплоподвода относится возможность равномерного нагревания материала заготовки, что особенно важно для обувного производства, характеризующегося необходимостью одновременной обработки в гигротермических устройствах заготовки полуфабрикатов различных размеров и полнот.

Способ позволяет передавать эквивалентное количество тепла материалам заготовки, имеющим различные терморadiационные и электрофизические свойства, фактуру поверхности.

Существенным недостатком конвективного способа является замедленное влияние его на массообмен, что обусловлено малой интенсивностью конвективного теплообмена и противонаправленностью потоков подводимого тепла и потоков удаляемой влаги или растворителей. Интенсификация конвективного теплообмена достигается повышением температуры теплоносителя, увеличением скорости движения потока теплоносителя у поверхности материала. Режим конвективной сушки: температура теплоносителя $55 \div 70$ °С, скорость движения теплоносителя $1 \div 1,5$ м/с, относительная влажность – не выше 40 %. При использовании конвективного способа сушки необходимо создавать условия для равномерного омывания поверхности заготовки теплоносителем, например, соответствующим

расположением сопел, через которые подается воздух или паровоздушная смесь.

Радиационный метод сушки

Радиационный (инфракрасный) метод сушки основан на подводе энергии к высушиваемой заготовке посредством электромагнитных колебаний инфракрасного диапазона спектра.

Сушка в электромагнитном поле обеспечивается следующим образом.

Атомы, молекулы и ионы вещества в электромагнитном поле претерпевают ряд изменений, называемых поляризацией, которая включает деформацию электронной оболочки атома (электронная поляризация), атомную или ионную поляризацию, выражающуюся в относительном смещении атомов или заряженных ионов, ориентированную или дипольную поляризацию, заключающуюся в изменении всей молекулы в пространстве в соответствии с направлением поля, которое характерно для полярных молекул с постоянным дипольным моментом. Поляризуемость материала обусловлена свойствами материала и частотой электромагнитного поля. Обувные материалы являются диэлектриками и для них характерны все виды поляризации. Поскольку для целей сушки используют электромагнитные поля низких частот, то для обувных материалов, в основном, характерны атомная и ориентационная поляризация. Переход энергии электромагнитного поля в теплоту происходит за счет этих механизмов поляризации.

Важнейшее свойство электромагнитного поля инфракрасного излучения – способность проникать в толщу материалов, обеспечивающая их зональный прогрев. В этом случае происходит не подвод тепла к материалу, а генерация энергии различных форм, непосредственно в его толщине в результате восприятия материалом энергии электромагнитных волн. Из довольно значительного диапазона инфракрасного излучения (0,77–340 Мкм) для целей сушки используется ограниченный участок спектра от 0,77 до 10–12 Мкм. При радиационном методе количество тепла, которое можно передать высушиваемому изделию, значительно больше, чем при конвективном, так как наблюдается проникновение инфракрасных лучей внутрь материала, следствием чего является увеличение скорости и сокращения времени сушки.

Контактный метод сушки

При контактной сушке происходит передача тепла от нагретой поверхности колодки или пуансона через газовую прослойку к внутренним деталям заготовки. Переход тепла в зоне контакта осуществляется за счет теплопроводности материалов внутренних деталей обуви, теплопроводности газовой прослойки и лучеиспускания. Механизм теплопроводности в зоне контакта осложнен вследствие наличия газовой прослойки, имеющей переменную величину, зависящую от состояния контактирующих поверхностей, вида и свойств материала, качества затяжки заготовок и температуры поверхности.

Недостаточно хорошее облежание заготовкой колодки при формовании и увеличение газовой прослойки при чрезмерном нагревании поверхности

колодки или пуансона приводит к местному вспучиванию материала при парообразовании в контактном слое, следствием чего является снижение теплопередачи и качественной сушки обуви.

Высокочастотный метод сушки

При высокочастотной сушке обуви тепло, необходимое для удаления влаги и протекания релаксации напряжения, передается обувной заготовке за счет энергии электрического поля высокой частоты. При этом методе сушки перенос влаги внутри материала осуществляется не только вследствие наличия градиентов влагосодержания, температуры и давления, но и вследствие термодинамических сил, возникающих под воздействием результирующего вектора напряженного электрического поля.

При нахождении увлажненной обувной заготовки в электрическом поле высокой частоты она нагревается за счет преобразования энергии электрического поля в тепловую вследствие поляризации. Так как обувные материалы являются гетерогенными средами, состоящими из скелета и связанного вещества в различном фазовом состоянии, то в сильных электрических полях в них наблюдаются все виды поляризации: электронная, ионная, дипольная, ориентационная и т.д. Наиболее существенное влияние на нагрев материала оказывает ориентационная поляризация. Степень и скорость нагрева обувной заготовки, находящейся в электрическом поле, зависит от электрофизических свойств материалов, диэлектрической проницаемости и диэлектрических потерь.

Вакуумно-радиционный метод сушки

Вакуумное устройство в зависимости от величины давления подразделяется на:

- низковакуумные – свыше $133 \cdot 10^{-4}$ Па;
- средневакуумные – $133 \cdot 10^{-4} \div 133 \cdot 10^{-3}$ Па;
- высоковакуумные – $133 \cdot 10^{-4} \div 133 \cdot 10^{-6}$ Па;
- сверхвакуумные – ниже $133 \cdot 10^{-6}$ Па.

Для сушки обуви применяются вакуумные устройства, в которых подвод тепла осуществляется радиационным методом с использованием интенсивных источников инфракрасного излучения. Рациональным методом подвода тепла к материалу считается подвод в самой вакуумной камере.

Методические указания к выполнению работы

1 Подготовка образцов к испытанию

Из материалов выкраивают образцы размером 40×40 мм. Образцы материалов по три образца на каждый метод сушки предварительно взвешивают на технических весах. Увлажнение образцов производят окунанием в воду с $T=20^\circ\text{C}$ в течение 2 мин с последующей пролежкой в течение 10–15 мин в полиэтиленовом пакете.

2 Методика проведения эксперимента

После пролежки увлажненные образцы еще раз взвешивают и сушат четырьмя методами: конвективным, радиационным, радиационно-конвективным, вакуумно-радиационным.

Сушку проводят при одной из следующих температур: 50, 70 или 110 °С. Взвешивание высушиваемых образцов производят через определенные промежутки времени.

Конвективный метод сушки

Включить тепловентилятор, определить скорость (V) и температуру (T) воздуха на определенном расстоянии от него. Для определения скорости воздуха используется прибор анемометр, для определения температуры – термометр. Установить стойку с подвешенными на нее образцами на расстоянии от тепловентилятора, где $T=50-60$ °С и $V=1-1,5$ м/с. Образцы предварительно проколоть для подвешивания на крючок стойки. Взвешивание образцов проводить через каждые 1 мин сушки.

Радиационный метод сушки

Включить лампу в установке УС-4, термометром измерить температуру в зоне расположения образцов для высушивания, которая должна быть равной 60 ± 5 °С, увлажненные образцы укладывают в специальную сетку установки. Взвешивание образцов проводить через каждые 1 мин сушки.

Радиационно-конвективный метод сушки

Включить лампу и вентилятор установки УС-4. Термометром измерить температуру в зоне расположения высушиваемых образцов. Взвешивание образцов проводить через каждые 1 мин сушки.

Вакуумно-радиационный метод сушки

Включить вакуумно-радиационную сушильную камеру ВШ-0,035 (А). Установить режим сушки: $T=65-75$ °С, $P=0,02-0,015$ МПА. Увлажненные образцы поместить в камеру для сушки. Взвешивание производить через каждые 1 мин сушки.

Влажность образцов определяют по данным взвешивания образцов через каждую минуту до момента высыхания образца до первоначальной массы.

$$W = \frac{100(g_2 - g_1) + g_2 \cdot W_0}{g_1}, \quad (7.1)$$

где g_2 – масса образца после увлажнения и сушки г; g_1 – масса образцов до увлажнения, г; W_0 – первоначальная влажность, т.е. влажность перед увлажнением (14–16 %).

Результаты эксперимента заносят в таблицу 7.1.

Таблица 7.1 – Результаты эксперимента

Метод сушки	Режим сушки	Масса g, г (числитель) и влажность, W, % (знаменатель) группы образцов															Время сушки τ , мин до веса g ₁ (до увлажнения)	
		Номер образца	перед увлаж- нением	после увлаж- нения	Продолжительность сушки, τ , мин													
					1	2	3	4	5	10	15	20	30	40	60	90		120

3 Построение экспериментальных кривых сушки при различных методах сушки

По полученным результатам построить кривые сушки в системе координат $W=f(\tau)$ и графически определить необходимое время сушки для каждого метода. Если за отведенное для эксперимента время образцы не достигли первоначального веса, кривые сушки следует экстраполировать до значений влажности в воздушно-сухом состоянии.

4 Выводы

Проанализировать кривые сушки, определить режим сушки при каждом методе, сделать заключение об эффективности изученных методов сушки и влиянии различных методов сушки на кинетику процесса и сокращение времени сушки.

5 Литература

1. Адигезалов, Л. И. Увлажнение, сушка и влажно-тепловая обработка в обувном производстве / Л. И. Адигезалов. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 134 с.
2. Фукин, В. А. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Фукин, А. Н. Калита ; под ред. В. А. Фукина. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 272 с.
3. Адигезалов, Л. И. Интенсифицированные методы сушки обуви / Л. И. Адигезалов, А. С. Шварц. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 136 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

Тема. Изучить влияние интенсифицированных режимов сушки на физико-механические и упруго-пластические свойства кожи для верха обуви

Цель работы

Ознакомиться с интенсифицированными методами сушки и изучить их влияние на физико-механические и упруго-пластические свойства кожи.

Содержание работы:

1. Методика проведения эксперимента.
2. Результаты эксперимента.
3. Анализ полученных результатов и выводы.
4. Литература.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы: разрывная машина, технические весы, толщиномер, лопаточки из натуральных кож.

Теоретическая часть работы

В зависимости от механизма подвода тепла, вида теплоносителя различают следующие способы сушки:

- **конвективный** – тепло материалу сообщается потоком нагретого теплоносителя (воздуха);
- **контактный** – тепло материалу передается при непосредственном контакте с нагретой поверхностью;
- **терморadiационный** (инфракрасными лучами) – тепло материал получает тепловым излучением от нагретого тела без непосредственного контакта с ним (например, от нагретых спиралей, ламп и др.);
- **диэлектрический** (высокочастотный) – тепло выделяется равномерно по всей толщине материала при действии на него переменного поля тока высокой частоты (ТВЧ). Тепло возникает из-за многократной ориентации поляризованных молекул материала по направлению изменяющегося поля;
- **вакуумный** – влага удаляется в результате разного давления пара, газовой смеси внутри и снаружи материала;
- **сублимационный** – влага в материале замораживается, затем подводится тепло (контактным способом, бесконтактным воздействием ТВЧ, инфракрасным излучением), далее лед испаряется, минуя жидкое состояние;
- **комбинированные:** конвективно-радиационный, конвективно-контактный, радиационно-вакуумный и др.

Выбор оптимальных параметров сушки осложнен тем, что неодинакова влажность деталей заготовки верха обуви (задника, подкладки, верха), причем наиболее влажные расположены во внутренних слоях заготовки верха. В

процессе сушки одновременно удаляются разные жидкости (растворитель клея, вода и др.), отличающиеся температурой кипения, которые надо сушить при различных параметрах процесса.

При производстве обуви широко применяют терморadiационную сушку лучистой энергией (инфракрасными лучами). Природа инфракрасных лучей та же, что и видимого света, разница только в длине волны. Длина волны видимого света 0,4–0,75 мкм, инфракрасных лучей 0,75–350 мкм. У инфракрасных лучей основная часть излучения находится на участке спектра с длиной волны 0,8–5,3 мкм. Инфракрасные лампы выделяют 3–5 % световых и 95–97 % инфракрасных лучей. Обычная лампа накаливания дает 15 % световых и 85 % инфракрасных лучей.

Сушка лучистой энергией основана на интенсивном тепловом действии, обусловленном высоким коэффициентом теплопоглощения. Тепловые лучи попадают в поры тела, после многократных отражений от их стенок; почти полностью поглощаются, т.е. лучистая энергия переходит в тепловую. Таким образом, поверхности пористых тел являются как бы участками абсолютно черного тела.

Для лучшего поглощения лучей необходимо направить их перпендикулярно облучаемой поверхности, так как на интенсивность нагревания влияют углы падения и отражения лучей. Имеет значение и расстояние от ламп до изделия: желательно устанавливать их ближе к обуви.

В настоящее время применяют светлые и темные излучатели: светлые зеркальные лампы типа ЗС, темные трубчатые электронагреватели (ТЭН). Отличаются они и разной длиной волны: светлые излучают в диапазоне длин волн до 1,5 мкм, а кривая спектральной интенсивности темного излучателя ТЭН имеет незначительно выраженный максимум при длине волны 3–4 мкм. В зависимости от этого их проникающая способность в материал различна: у светлых излучателей она больше. Поэтому для удаления влаги с поверхности (сушка аппретур, клея и т.д.) рекомендуются темные излучатели. Для удаления воды, растворителей из внутренних слоев (например, при сушке подносков) применяют светлые излучатели с более короткими волнами.

Хорошо зарекомендовали себя радиационно-конвективные сушилки, так как они позволяют интерсифицировать процесс сушки.

Методические указания к выполнению работы

1 Методика проведения эксперимента

На образцах кож в форме лопаточки размером 100x10 мм выделяют рабочую длину 50 мм и измеряют толщину образцов. В группу испытания входят 8 образцов.

Образцы, предназначенные для увлажнения, взвешиваются на технических весах с целью определения влажности.

Увлажнение образцов (4 образца) производят окунанием в воду с $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 2 мин с последующей пролежкой в течение 10–15 мин в полиэтиленовом пакете. Влажность образцов определяют по формуле:

$$W = \frac{m_{\text{в}} - m_{\text{вс}}}{m_{\text{вс}}} \cdot 100 [\%], \quad (8.1)$$

где $m_{\text{в}}$ – масса образца после увлажнения, г; $m_{\text{вс}}$ – масса образцов до увлажнения, г.

Увлажненные образцы кожи подвергаются сушке радиационно-конвективным или вакуумно-радиационным методами при температуре выше $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Сушку образцов продолжают до их первоначального веса, при этом фиксируют время сушки. После сушки образцы кожи выдерживают при нормальных условиях не менее 15 мин.

Далее два увлажненных и высушенных образца деформируются до разрыва, а два других деформируются до напряжения 9,8 МПа с целью определения упруго-пластических свойств. В группе контрольных образцов проводятся аналогичные испытания.

Определяются показатели механических свойств при разрыве:

– *предел прочности при растяжении, σ , МПа*

$$\sigma = \frac{P}{F_{\text{ср}}} [\text{МПа}], \quad (8.2)$$

где P – нагрузка при разрыве, Н; $F_{\text{ср}}$ – средняя площадь поперечного сечения образца, мм^2 , $F_{\text{ср}} = b \times h_{\text{ср}}$, b – ширина образца, мм, $h_{\text{ср}}$ – среднее значение толщины образца, мм;

– *относительное удлинение при разрыве, ε_p , %*

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta l_p}{l} \cdot 100 [\%], \quad (8.3)$$

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

– *относительное удлинение при появлении трещин лицевой поверхности кожи, ε_m , %*

$$\varepsilon_m = \frac{\Delta l_m}{l} \cdot 100 [\%], \quad (8.4)$$

где Δl_m – абсолютное удлинение образца при появлении трещин лица, мм; l – рабочая длина образца, мм.

На второй группе образцов определяются упруго-пластические свойства.

Образцы деформируются на разрывной машине до возникновения напряжения $\sigma=9,8$ МПа, по шкале удлинения фиксируется абсолютное

удлинение образца Δl , мм, и ширина образца по средней линии в рабочей части. После освобождения образцов из зажимов им дается пролежка в течение 30 мин, по истечении которых замеряется рабочая длина образца и определяется величина относительного остаточного удлинения $\varepsilon_{ост}$, %.

Определяются показатели упруго-пластических свойств:

– *относительное удлинение при напряжении 9,8 МПа, $\varepsilon_{9,8}$, %:*

$$\varepsilon_{9,8} = \frac{\Delta l_{9,8}}{l} \cdot 100 [\%], \quad (8.5)$$

где $\Delta l_{9,8}$ – абсолютное удлинение образца при напряжении 9,8 МПа, мм; l – рабочая длина образца, мм;

– *относительное остаточное удлинение после пролежки в течение 30 мин, $\varepsilon_{ост}$, %:*

$$\varepsilon_{ост} = \frac{\Delta l_{ост}}{l} \cdot 100 [\%], \quad (8.6)$$

где $\Delta l_{ост}$ – абсолютное остаточное удлинение образца после пролежки в течение 30 мин, мм; l – рабочая длина образца, мм.

$$\Delta l_{ост} = l_2 - l [\text{мм}], \quad (8.7)$$

где l_2 – длина образца после пролежки в течение 30 мин, мм;

– *пластичность, Π , %:*

$$\Pi = \frac{\varepsilon_{ост}}{\varepsilon_{9,8}} \cdot 100 [\%], \quad (8.8)$$

где $\varepsilon_{ост}$ – относительное остаточное удлинение после пролежки в течение 30 мин, %; $\varepsilon_{9,8}$ – относительное удлинение образца при напряжении 9,8 МПа, %;

– *условный модуль упругости, E_y , МПа:*

$$E_y = \frac{\sigma}{\varepsilon_{9,8}} \cdot 100 [\text{МПа}], \quad (8.9)$$

где σ – напряжение, равное 9,8 МПа; $\varepsilon_{9,8}$ – относительное удлинение образца при напряжении 9,8 МПа, %;

– *коэффициент поперечного сокращения, μ :*

$$\mu = \frac{\varepsilon_{сокр}}{\varepsilon_{9,8}}, \quad (8.10)$$

где $\varepsilon_{сокр}$ – относительное изменение ширины образца при напряжении 9,8 МПа, %; $\varepsilon_{9,8}$ – относительное удлинение образца при напряжении 9,8 МПа, %.

$$\varepsilon_{\text{сокр}} = \frac{e_0 - e_1}{e_0} \cdot 100 [\%], \quad (8.11)$$

где e_0 – первоначальная ширина образца, мм; e_1 – ширина образца при напряжении 9,8 МПа, мм.

2 Результаты эксперимента

Полученные результаты записывают в таблицу 8.1.

Таблица 8.1 – Физико-механические и упруго-пластические свойства материала

Наименование материала, номер образца	Влажность W, %	Метод сушки, T °C, τ, мин	Показатели физико-механических и упруго-пластических свойств контрольных и высушенных образцов							
			σ МПа	ε _p %	ε _m %	ε _{9,8} %	ε _{ост} %	П %	E _y МПа	μ

3 Анализ полученных результатов и выводы

Основные показатели физико-механических и упруго-пластических свойств контрольных и высушенных образцов представить в виде диаграмм.

Выполнить анализ результатов по влиянию интенсифицированных методов сушки при конкретных режимах на физико-механические и упруго-пластические свойства кожи. Сравнить показатели свойств с контрольными образцами и в соответствии с этим сделать вывод о приемлемости выбранных параметров сушки.

4 Литература

1. Адигезалов, Л. И. Увлажнение, сушка и влажно-тепловая обработка в обувном производстве / Л. И. Адигезалов. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 134 с.

2. Фукин, В. А. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Фукин, А. Н. Калита ; под ред. В. А. Фукина. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 272 с.

3. Адигезалов, Л. И. Интенсифицированные методы сушки обуви / Л. И. Адигезалов, А. С. Шварц. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 136 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9

Тема. Изучение влияния технологических факторов на формоустойчивость материалов и систем материалов для верха обуви

Цель работы

Изучить влияние метода увлажнения, величины деформации и способа фиксации материалов или систем материалов на их формоустойчивость при одноосном или двухосном растяжении.

Содержание работы:

1. Методика выполнения работы.
2. Влияние различных факторов на формоустойчивость материалов и систем материалов для верха обуви.
3. Литература.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы: образцы из натуральной кожи, образцы из искусственных и синтетических кож и систем материалов размерами 140×20, круглые образцы диаметром 90 мм, рамка для одноосного растяжения, прибор для двухосного растяжения.

Теоретическая часть работы

Формоустойчивость – свойство обуви сохранять приданную ей форму, является одним из главных свойств, определяющих качество готовой обуви. Формоустойчивость верха обуви зависит от целого ряда факторов, основными из которых являются:

- рациональная конструкция обуви с учетом механических свойств обувных материалов;
- соблюдение технологии раскроя и разрубка материалов на детали верха и низа обуви;
- строгое соблюдение технологии сборки заготовок;
- соблюдение технологии формования и фиксации формы обуви и др.

Изменение формы обуви происходит как при хранении, так и при ее эксплуатации. Основной причиной искажения формы верха обуви являются нарушения технологических режимов формования и фиксации формы верха обуви. Следствием этого, зачастую, являются недостаточность растяжения заготовки и высокие внутренние напряжения, на величину и направления которых влияют гигротермические воздействия и параметры их реализации.

Среди технологических факторов, влияющих на формоустойчивость обуви, следует выделять: увлажнение материалов и систем материалов, величину их растяжения, режимы и способы фиксации формы верха обуви, продолжительность выдержки материалов и систем в деформированном состоянии и др. Чем оптимальнее вышеперечисленные факторы, тем лучше

формоустойчивость обуви, так как внутренние напряжения, которые возникают при растяжении материала заготовки, релаксируют, а материал заготовки, получивший значительную по величине остаточную деформацию, сохраняет приданную ей форму и менее способен деформироваться при последующих повторных нагрузках.

Для совершенствования технологии производства с целью улучшения формоустойчивости обуви важно уметь измерять степень изменения формы и оценивать ее количественно.

О влиянии различных факторов на формоустойчивость обуви обычно судят косвенно: по величине остаточной деформации образцов материалов и систем, по деформации нанесенных на верх обуви сетки или кругов, по сравнению контуров продольных и поперечных сечений обуви в наиболее характерных сечениях и др.

Формоустойчивость обуви или материалов и систем материалов можно оценить по степени изменения формы в наиболее характерных сечениях обуви или изменения линейных размеров образца, изменения формы, на которой проводилось формование материалов и систем материалов. На специальном приборе вычерчивают контур сечения обуви на колодке или контур отформованных образцов материалов и систем на полусфере при определенных технологических воздействиях и после снятия с колодки или с пуансона через определенный промежуток времени. При этом измеряют площади тех участков, которые образовались в результате разницы контуров сечений, возникающих от изменения формы (рис. 9.1).

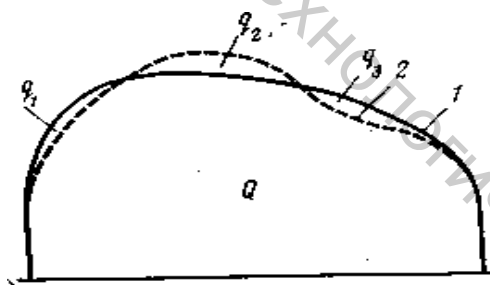


Рисунок 9.1 – Сравнение контуров обуви в поперечном сечении:
1 – на колодке (площадь сечения G); 2 – после снятия с колодки

Показатель формоустойчивости определяется по формуле (9.1)

$$\Phi = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta g_i}{G} 100 \%, \quad (9.1)$$

где G – первоначальная площадь сечения до снятия с колодки или пуансона, мм; $\sum_{i=1}^n \Delta g_i$ – сумма площадей, образующихся вследствие отклонения контура соответствующего сечения от первоначального на колодке или пуансоне (в

определенный момент после снятия с колодки или пуансона или после носки обуви).

При растяжении на сферическом пуансоне коэффициент формоустойчивости можно определить по формуле:

$$\Phi = \frac{H}{H_0} 100\%, \quad (9.2)$$

где H – высота образца, снятого с пуансона в различные периоды отдыха образца, мм; H_0 – высота образца, находящегося на пуансоне, мм.

При одноосном растяжении на специальной рамке формоустойчивость материалов и систем материалов можно оценить величиной остаточной деформации, которая рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_o = \frac{l - l_o}{l_o}, \quad (9.3)$$

где l_o – первоначальная длина образцов, мм; l – длина образцов после технологического воздействия, мм.

Методические указания к выполнению работы

1 Методика выполнения работы

Для одноосного растяжения используется специальная рамка, позволяющая фиксировать образцы и деформировать их (рис. 9.2).

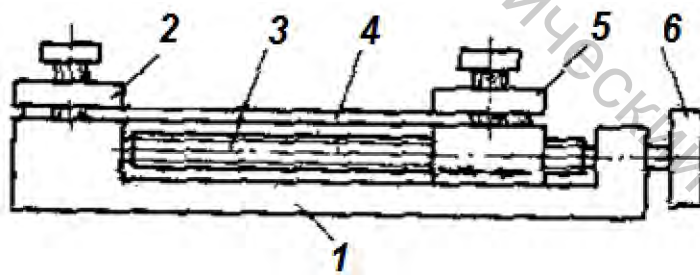


Рисунок 9.2 – Схема прибора для одноосного растяжения образцов:

1 – основание; 2, 5 – зажимы; 3 – винт; 4 – образец; 6 – ручка

На образцах из натуральной кожи или из искусственных и синтетических кож или систем материалов размерами 140×20 отмечают рабочую часть 100×20 мм.

Расстояние между зажимами в исходном положении соответствует рабочей длине образца (50 мм или 100 мм) в зависимости от материала верха

или системы материалов. Образцы вставляются в зажимы и поворотом ручки 6 растягивают на определенную величину, которая определяется по линейке.

Специальный прибор обеспечивает двухосное растяжение круглых образцов диаметром 90 мм (рис. 9.3). При испытании материалов и систем материалов на сферическом пуансоне используют круглые образцы диаметром 90 мм, с рабочей частью 60 мм.



Рисунок 9.3 – Прибор для двухосного растяжения

Прибор для двухосного растяжения позволяет жестко закрепить круглый образец в кольцевых зажимах, осуществить деформирование образца на необходимую величину посредством поднятия сферического пуансона. Прибор выполнен из материала колодок – полиэтилена высокого и низкого давления, что в полной мере имитирует процесс затяжки заготовки на колодке. Конструкция и материал прибора позволяет помещать его в промышленные и лабораторные установки с целью изучения влияния гигротермических воздействий на обувные материалы или системы материалов.

Для проведения эксперимента образец устанавливают на верхнюю площадку прибора, прижимают зажимными кольцами и закрепляют гайкой.

Поворотом рукоятки полусфера поднимается вверх, растягивая образец на заданную величину. Величина растяжения образцов зависит от вида испытуемого материала. Если не стоит задача исследования влияния относительного удлинения материалов на их формоустойчивость, то для искусственных кож (ИК) и текстильных материалов и систем величина растяжения равна – 10 %, для систем материалов с верхом из натуральных кож (НК) и синтетических кож (СК) – 15 %.

Для достижения заданной относительной деформации при растяжении на полусфере высота поднятия пуансона рассчитывается:

$$\varepsilon_m = \frac{H}{2} - \frac{H}{R} - 2\arctg\left(1 - \frac{H}{R}\right), \quad (9.4)$$

где ε_m – относительное удлинение материала по меридиану; R – радиус полусферы, мм; H – высота поднятия полусферы, мм.

В основу изучения влияния технологических факторов на формоустойчивость материалов и систем положены температурно-временные режимы реального технологического процесса производства обуви, что позволяет в полной мере его моделировать. Так, время нахождения образцов в растянутом состоянии составляет 15 мин, что соответствует времени нахождения заготовки на колодке перед операцией фиксации формы верха обуви. По истечении этого времени образцы на полусфере или на рамке помещают в камеру для фиксации формы (сушильные камеры или камеры для влажно-тепловой или тепловой обработки). После выгрузки приборов из камер для фиксации формы образцы выдерживают в растянутом состоянии еще 10 мин, что соответствует времени нахождения заготовки на колодке перед операцией «снятие обуви с колодки». По истечении этого времени образцы освобождаются из приборов и определяется коэффициент формоустойчивости. Образцы, отформованные на полусфере, устанавливают на плоскую платформу и измеряют высоту куполообразного образца. Производят расчет коэффициента формоустойчивости по формуле (9.2). Для образцов, растянутых на рамке, определяют величину остаточной деформации по формуле (9.3).

Режимы сушки в радиционно-конвективной сушильной камере (УС-4):

температура – 65 ± 5 °С;

время – 20–30 мин.

Режимы сушки в вакуумно-радиционной камере:

температура – 100–120 °С;

время – 2–3 мин;

давление – $(2,1-2,4)10^4$ Па.

Режимы фиксации формы в камерах влажно-тепловой обработки обуви (ВТО).

1 зона: температура – 60–70 °С;

влажность – $98 \pm 1\%$;

время – 1,5–2 мин.

2 зона: температура – 80–130 °С;

влажность – $35 \pm 40\%$;

время – 3–5 мин.

3 зона: температура – 20 °С;

влажность – 60 %;

время – 1,5–2 мин.

Режимы тепловой обработки:

температура 80–150 °С;

время – 5–20 мин.

Способы и режимы увлажнения

Увлажнение материалов и систем материалов производится сорбционным способом, термодиффузионным контактным способом, пропариванием, в жидкой фазе (окунанием с пролежкой или опрыскиванием с пролежкой).

Режимы сорбционного способа увлажнения:

влажность – $98 \pm 1\%$;

температура – $35\text{--}40^\circ\text{C}$;

время – 1 час.

Режим термодиффузионного контактного способа увлажнения:

температура горячей плиты – $100\text{--}110^\circ\text{C}$;

время – 20–30 с.

Режимы увлажнения пропариванием:

температура – $85\text{--}5^\circ\text{C}$;

время – 5–40 с.

Режимы увлажнения окунанием с пролежкой:

время окунания – 5–10 с;

Время пролежки – 30–40 мин.

Режимы увлажнения опрыскиванием с пролежкой:

нанесение увлажнителя путем 5–10 нажатий на пульверизатор;

время пролежки – 30–40 мин.

2 Влияние различных факторов на формоустойчивость материалов и систем материалов для верха обуви

Задание 1. Определить влияние величины деформации материала или систем материалов на их формоустойчивость при одноосном или двухосном растяжении (по указанию преподавателя). Величину деформации принимать равной 5 %, 10 %, 20 %.

При растяжении на полусфере предварительно рассчитать высоту подъема пуансона для получения указанной величины относительной деформации по формуле (9.4). Способ фиксации формы и способ увлажнения по указанию преподавателя.

Временные и температурно-временные режимы увлажнения и фиксации формы должны соответствовать вышеизложенной методике. Формоустойчивость материалов или систем материалов оценивают по формулам (9.2) и (9.3).

Задание 2. Определить влияние метода увлажнения на формоустойчивость материалов и систем материалов верха обуви.

При выполнении этого задания стабилизируется величина растяжения материала или системы материалов (10–15 %) и способ фиксации формы верха обуви (по указанию преподавателя). Изучается влияние увлажнения различными способами на коэффициент формоустойчивости материалов и систем материалов. Испытывается 3 образца материалов для каждого метода увлажнения и 1 контрольный образец.

Определяют коэффициенты формоустойчивости материалов по формулам (9.2) или (9.3).

Задание 3. Определить влияние способа фиксации формы верха обуви на формоустойчивость материалов и систем материалов для верха обуви.

В основу выполнения этого задания положена деформация образцов на приборах для одноосного или двухосного растяжения на определенную величину (10–15 %) в зависимости от вида материалов или комплектующих систем материалов. Предварительное увлажнение образцов перед растяжением осуществляется пропариванием с температурой 90 ± 5 °С воды.

Соблюдаются временные режимы, указанные выше при растяжении и после растяжения, и затем образцы загружаются в растянутом состоянии на рамке или пуансоне в камеры для радиционно-конвективной и вакуумно-радиационной сушки. Определяют коэффициенты формоустойчивости материалов по формулам (9.2) или (9.3).

3 Литература

1. Адигезалов, Л. И. Увлажнение, сушка и влажно-тепловая обработка в обувном производстве / Л. И. Адигезалов. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 134 с.

2. Фукин, В. А. Технология изделий из кожи : учебник для вузов. В 2 ч. Ч. 1 / В. А. Фукин, А. Н. Калита ; под ред. В. А. Фукина. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 272 с.

3. Адигезалов, Л. И. Интенсифицированные методы сушки обуви / Л. И. Адигезалов, А. С. Шварц. – Москва : Легкая индустрия, 1974. – 136 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10

Тема. Изучить ассортимент обувных игл и ниток, методику определения прочности швов, влияние различных факторов на прочность ниточных швов

Цель работы

Ознакомиться с ассортиментом обувных игл и ниток, методикой определения прочности швов, определить влияние длины стежка и числа строчек на прочность шва, влияние свойств ниток, формы заточки острия и номера иглы на прочность ниточных швов.

Содержание работы:

1. Изучение ассортимента обувных игл.
2. Изучение ассортимента обувных ниток.
3. Определение влияния различных факторов на прочность ниточного шва.
4. Выводы.
5. Литература.

Необходимое оборудование, инструменты и материалы: разрывная машина РТ-250, иглы различных номеров и формы заточки острия, шило, линейка, штангенциркуль, образцы материалов.

Теоретическая часть работы

Ниточные крепления применяются для сострачивания деталей верха обуви и коженно-галантерейных изделий, а также для пристрачивания деталей низа рантового, сандаального, полусандаального и других ниточных методов крепления низа обуви.

Основными показателями качества ниточных креплений деталей изделий из кожи является их прочность и эстетичный внешний вид.

К ниточным швам предъявляются следующие требования: стежки должны быть хорошо утянуты, иметь одинаковую длину, нитки должны хорошо заполнять проколы материала иглой, должны быть соблюдены технологические нормативы (расстояние строчки от края, число стежков на 1 сантиметр длины строчки, расстояние между строчками).

Образцы из материалов для наружных деталей верха обуви готовят по методике ГОСТ 9290-76 «Обувь. Метод определения прочности соединения деталей верха обуви» [1]. Размеры образцов 45х40 мм (меньшая сторона располагается вдоль строчки) с размерами рабочей части 25 мм. Затем выполняется сострачивание образцов швами определенных конструкций с закреплением концов строчек (рис. 10.1).

Перед испытанием измеряется длина строчки образцов масштабной линейкой с погрешностью не более 0,5 мм.

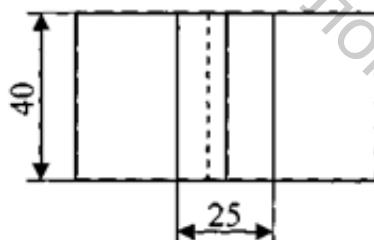


Рисунок 10.1 – Образец для испытания прочности ниточных швов

Длина строчки измеряется между крайними проколами. После чего образец закрепляют в зажимах разрывной машины так, чтобы шов располагался посередине и был параллелен краям зажимов. Испытание производится на разрывной машине при скорости движения нижнего зажима 100 мм/мин. По окончании испытания фиксируется разрывная нагрузка и характер разрушения шва.

Прочность шва ($P_{ш}$) в ньютонах на см вычисляется по формуле:

$$P_{ш} = \frac{Q}{l}, \quad (10.1)$$

где Q – усилие разрушения шва, H ; l – длина шва (расстояние между крайними проколами в шве), см.

Для оценки прочности ниточного шва полученная величина прочности сопоставляется с нормативной прочностью по ГОСТ 21463-87. Обувь. Нормы прочности (табл. 10.1) [2].

Таблица 10.1 – Нормы прочности ниточных швов по ГОСТ 21463-87

Наименование скрепляемых материалов наружных деталей верха обуви	Прочность ниточного шва, Н/см, не менее		
	при одной строчке	при двух строчках	при строчках более двух
1. Опоек, выросток, полукожник, бычок, яловка, бычина, свиная кожа, бугай, конская передина, текстиль в комбинации с кожей, текстиль.	90	115	145
2. Шевро, шеврет, велюр, замша, кожа из бахтармяного спилка, козлиная.	75	85	95
3. Искусственная, синтетическая кожа; искусственная, синтетическая кожа в комбинации с кожей натуральной	80	90	100

Методические указания к выполнению работы

1 Изучение ассортимента обувных игл

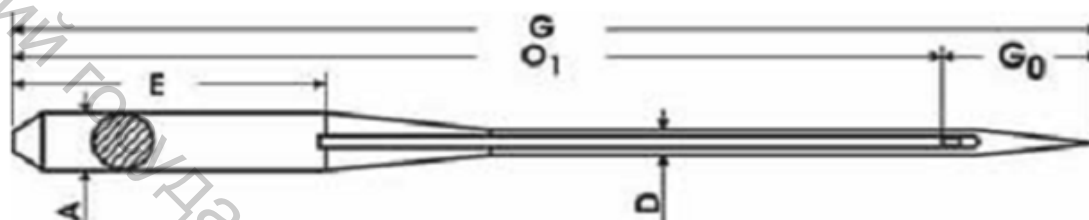
Изучение ассортимента обувных игл производят по соответствующему стандарту ГОСТ 22249-82 «Иглы к швейным машинам. Типы и основные размеры» [3].

По ГОСТ 22249-82 обувные иглы подразделяются на типы и номера и имеют соответствующие обозначения. Тип иглы зависит от ее конструкции. Иглы для ниточного крепления деталей верха из кожи относятся к типу 1 (иглы прямые с ушком). Номер иглы равен диаметру стержня d в миллиметрах, увеличенному в 100 раз. В зависимости от размера и формы колбы, стержня и острия иглы обозначаются четырьмя арабскими цифрами или арабскими цифрами и латинскими буквами. Одному обозначению иглы может соответствовать несколько номеров игл. Например, игла прямая с овальным левым острием № 100 будет обозначаться 134LL-100 или 0335-33-100.

Наименование частей иглы представлено на рисунке 10.2.



Рисунок 10.2 – Наименование частей иглы



- A – диаметр колбы
 D – диаметр стержня
 E – длина колбы
 G – длина иглы
 G₀ – длина острия
 O₁ – длина до верхней грани ушка

Рисунок 10.3 – Основные параметры швейной иглы

После ознакомления с ГОСТом указать, по каким признакам, на какие типы и номера делятся обувные иглы.

По выданным подгруппе студентов 3–5 иглам для сборки заготовок и одной иглы и шила для пристрачивания деталей низа обуви необходимо привести схемы игл согласно рисункам, представленным в ГОСТ 22249-82. Определить тип, номер и обозначения игл и форму заточки острия. Для определения формы заточки острия игл делают проколы иглой листа бумаги. Определяются геометрические параметры игл штангенциркулем, значение показателей сравниваются с геометрией и размерами соответствующих игл исходя из ГОСТ 22249-82. Результаты заносят в таблицу 10.2.

Таблица 10.2 – Геометрические параметры обувных игл

Характеристика иглы						Основные размеры иглы, мм			
тип	обозначение	номер	колба	стержень	острие	D	l ₁	l	L

В таблице 10.3 представлена наиболее часто применяемая форма острия игл и их обозначение, виды швов, состроченных различными иглами, характеристика шва и область его применения.

2 Изучение ассортимента обувных ниток

Обувные нитки являются основным средством для соединения деталей верха обуви. Качество швов и надежность в эксплуатации ниточных соединений, эффективность использования современного оборудования определяются свойствами швейных ниток.

Для производства швейных ниток используют текстильные волокна, пряжу, элементарные комплексные нити или монопнити.

В зависимости от вида текстильного сырья нити можно разделить на два основных класса: натуральные и химические. К натуральным относятся нити хлопчатобумажные, шелковые; к химическим – нити из искусственных (вискозных нитей) и синтетических высокомолекулярных веществ полиамидных (капрон, анид и др.), полиэфирных (лавсан, полиэстер, терилен, дакрон, тетарон и т.д.). К группе химических относятся швейные нитки из металлических нитей.

Особую группу в ассортименте швейных ниток составляют крученые комбинированные нитки, состоящие из натуральных и химических компонентов: хлопколавановые, армированные нитки.

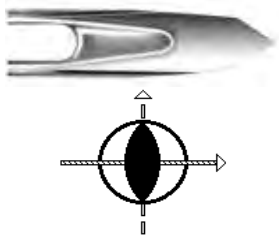
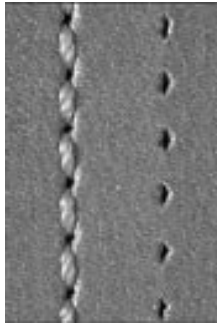
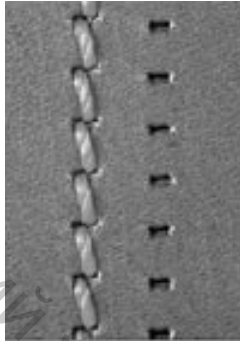
Для получения хлопчатобумажных ниток используются волокна длиной 35–50 мм тонковолокнистого хлопчатника. Длина волокна определяет способ его переработки в пряжу, линейную плотность пряжи и ниток, их прочность.

Сырьем для получения искусственной вискозной нити является древесная целлюлоза. В мокром состоянии вискозные нити могут терять до 60 % своей прочности, после высыхания прочность восстанавливается. Наличие в вискозной нити глянцевого блеска предопределяет их использование при вышивании.

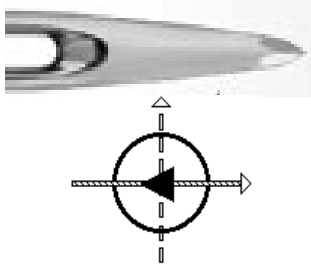
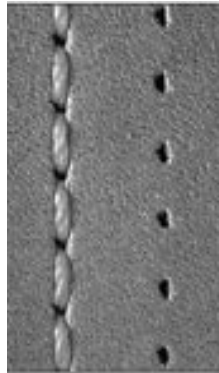
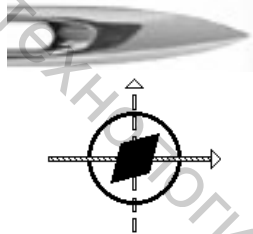
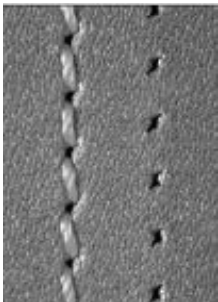
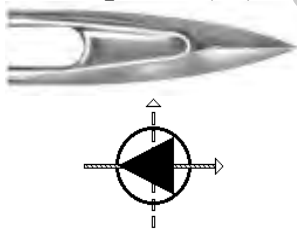
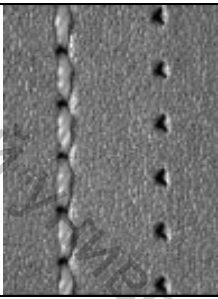
В качестве сырья для получения синтетических (полиэфир, полиэстер, лавсан) нитей используется диметиловый эфир терефталевой кислоты и этиленгликоль. В мокром состоянии нить прочности не теряет. Нити имеют хорошую износостойкость, упругость, устойчивы к действию света, минеральных и органических кислот. Используются полиэфирные нити при производстве крученых комплексных, крученых комбинированных, крученых пряденых и текстурированных швейных ниток. Синтетическую полиамидную (капроновую) элементарную нить получают из капролактана. Капрон обладает особенно высокой сопротивляемостью к истирающим воздействиям и высокими упругими свойствами. Капроновая нить подвержена разрушению под действием солнечного света. Капрон используется при производстве швейных ниток в виде монопнитных и крученых комплексных нитей.

Лавсановые нитки, в зависимости от способа производства, подразделяются на комплексные крученые, комплексные текстурированные, в том числе объемные и лавсановые (пряденые из волокна), штапельные или жгутовые. Капроновые нитки подразделяются на комплексные крученые и монопнити.

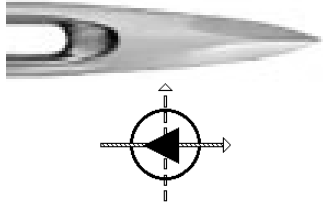
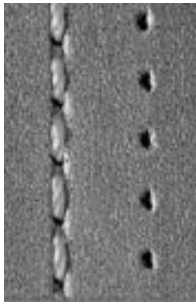
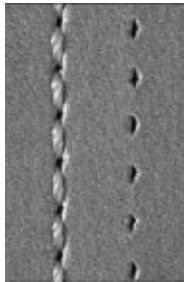
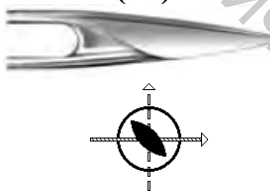
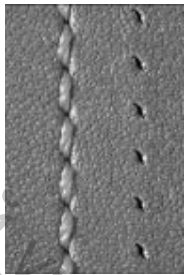
Таблица 10.3 – Характеристика игл, швов и область применения игл

Режущее острие	Характеристика	Обозначение острия (исполнение по ГОСТ 22249), внешний вид острия, сечение острия	Внешний вид шва	Область применения
1	2	3	4	5
Острие с разрезом в форме линзы «лопаточка»	Иглы имеют остриё в форме «лопаточки», это острие режет материал параллельно шву. В результате шов получается ровным и прямолежащим	Острие S (30) 		При производстве обуви, сумок, чемоданов, ремней и т.д. с крупным декоративным швом
Острие с разрезом в форме линзы «лопаточка»	Разрез осуществляется в направлении поперек линии строчки; очень прочный шов. CL: углубление в наконечнике с выходом влево для поворачиваемой вправо лапки. CR: углубление в наконечнике с выходом вправо для поворачиваемой влево лапки. Иглы PLC имеют защитную канавку для расположения нитки между острием и ушком иглы, нить не соприкасается с материалом при движении иглы, поэтому исключается возможность обрыва нити	Острие P (20)  Острие PCL (22)  Острие PCR (23) 		При производстве обуви, сумок, чемоданов и аксессуаров; игла PCR используется, в частности, в качестве левой иглы в машинах с двумя иглами

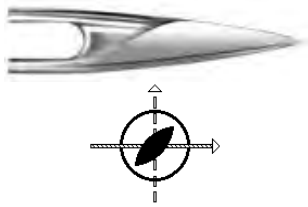
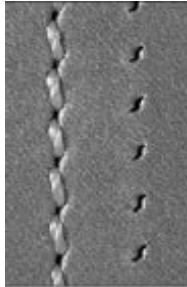
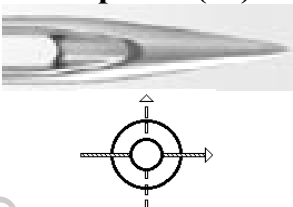
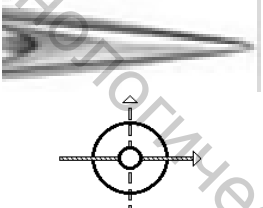
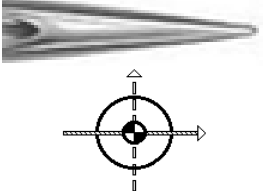
Продолжение таблицы 10.3

1	2	3	4	5
Круглое острие с небольшим трехгран-ным лезвием	Лезвие прорезает примерно 10% прокалываемого отверстия, а остальные 90% получаются за счет растягивания круглым острием конусной формы. Прямая строчка без дефектов и меньший разрез, чем у других видов режущего острия. При выполнении строчки в разных направлениях (швейные автоматы) положение стежка сохраняется одинаковым	Острие SD1 		Для верха обуви из тонких синтетических материалов, изделий из материалов с покрытием из поливинилхлорида, полиуретана
Острие с ромбовидной формой разреза	Разрез производится под углом 45° к направлению строчки; строчка с небольшим наклоном влево и более высокая эффективность резания, чем у правостороннего острия LR. Благодаря четырем режущим кромкам гарантируется правильное положение места прокола и отсутствие отклонения иглы	Острие с правосторонней резкой VR (38) 		При производстве обуви, сумок и чемоданов из твердой, сухой кожи
Острие с трехгран-ным разрезом	Прямая строчка, высокая прошивающая способность	Острие D (45) 		При производстве обуви, особенно для тяжелых операций (армейские сапоги), пошиве изделий из синтетических материалов

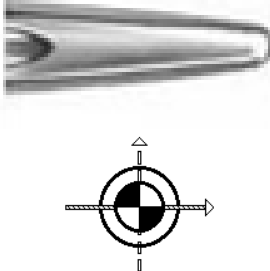
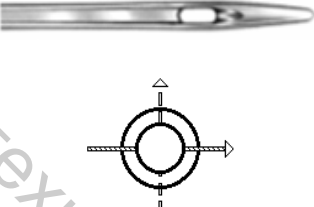
Продолжение таблицы 10.3

1	2	3	4	5
Острие с трехгран-ным разрезом	Меньше острия типа D, прямая строчка	Острие DH 		При изготовлении обивки для мебели, предметов интерьера кабин транспортных средств, тентов, палаток, навесов
Острие с ромбо-видным разрезом	Разрез осуществляется в направлении строчки. Внешний вид строчки соответствует получаемому с помощью острия S. Четыре режущих острия обеспечивают более легкое прошивание тяжелых, твердых материалов. Очень ровная строчка	Острие DI (41) 		При производстве обуви, сумок, чемоданов из тяжелой, твердой, сухой кожи
Острие с разрезом в форме линзы	Разрез производится под углом 135° к направлению строчки, слегка утопленная строчка	Левостороннее острие LL (33) 		При производстве обуви, сумок и чемоданов (особенно для ремонта обуви)

Продолжение таблицы 10.3

1	2	3	4
Острие с разрезом в форме линзы	Разрез производится под углом 45° к направлению строчки, декоративная строчка, имеющая небольшой наклон влево	Правостороннее острие LR (25) 	 При производстве одежды, обуви, сумок и чемоданов из всех видов кожи, для получения декоративных швов
Острие с заостренной шарообразной заточкой	Нормальное шарообразное острие раздвигает волокна не повреждая материала	Острие R (02) 	Легкие ткани, тонкие материалы с покрытием, многослойные текстильные материалы, синтетические материалы
Очень тонкое заостренное острие	Точное прокалывание плотных тканей и имеющих покрытие материалов; очень аккуратная, правильная строчка, снижение до минимума завитков строчки, «стягивания» шва	Острие SPI (01) 	Плотно тканый материал (шелк), материалы с покрытием, тяжелые тканые материалы типа брезент, тонкие гладкие материалы
Небольшое шарообразное острие	Легко раздвигает нити ткани и петель и за счет этого проходит между нитями, исключая при этом повреждение материала	Острие SES (04) 	Тонкий и средний трикотаж, тонкие джинсовые ткани, легкие плотнотканые материалы, средние и тяжелые ткани, клееные многослойные материалы

Окончание таблицы 10.3

1	2	3	4
Крупное шарообразное острие	Очень сильно закругленная форма шарообразного острия обеспечивает точечное расширение обрабатываемого материала в случае грубых, широких трикотажных петель без повреждения нитей материала	Острие SKF (06) 	Нежные эластичные материалы с обвивочными нитями из эластомера, очень грубый трикотаж
Очень широкое и сильно закругленное острие	Эта комбинация обеспечивает точечное прокалывание ткани и петель трикотажа путем максимально возможного расширения отдельных нитей	Острие SKL 	Средние и грубые эластичные материалы с обвивочными нитями из эластомера, грубый трикотаж; наилучшая игла для обработки ткани типа «лайкра»

Комплексные нитки изготавливают из непрерывных синтетических нитей, соединенных скручиванием. Отличительной особенностью комплексных синтетических ниток является их химическая стойкость. На синтетические нитки не влияет влажность, плесень, бактерии, грибки.

Полиэфирные и полиамидные нити характеризуются высокой удельной прочностью и устойчивостью к истиранию.

Прочность ниток ухудшается, если они длительное время подвергаются воздействию солнечного света (лучи видимого и ультрафиолетового диапазона более активно воздействуют на капрон и хлопок, чем на лавсан).

Наряду с указанными достоинствами комплексных синтетических ниток они имеют и отдельные недостатки, выявленные при их использовании в производстве обуви. Высокая растяжимость, чрезмерный блеск, гладкая скользящая поверхность обуславливают их повышенную распускаемость, а разделение нитки на составляющие волокна затрудняют заправку концов нити в ушко иглы.

Под воздействием деформаций трения, изгиба и растяжения, сообщаемых нитке в ушке иглы, происходит сдвиг крутки, образуются ложные узлы за счет неравномерности по удлинению и линейной плотности. При сматывании ниток с паковки наблюдаются слеты витков, что приводит к обрывности ниток в процессе шитья.

Другой разновидностью комплексных ниток являются текстурированные нити, это высокообъемные нити из синтетических волокон, отличающиеся повышенным удельным объемом, сильной извилистостью, рыхлой структурой и большой растяжимостью.

В группе ниток из полиамида особое место занимают мононити. Благодаря специальным условиям производства они обладают некоторой прозрачностью, способностью пропускать цвет сшиваемого материала, но они более жесткие, чем другие виды швейных ниток.

Армированные нитки состоят из синтетического стержня (60–80 % всего объема нитки), покрытого оплеткой из пряжи и скрученных в два или три сложения. Армированные нитки с хлопчатобумажной оплеткой (обвивкой) стали успешно заменять нитки из 100 % хлопка, и они по внешнему виду аналогичны хлопчатобумажным ниткам. Армированные нитки с покрытием из синтетической пряжи по внешнему виду соответствуют шелковым.

Высокие эксплуатационные и технологические свойства армированных ниток являются следствием большой прочности комплексного синтетического стержня и волокнистой обвивки. Обвивка из хлопчатобумажной пряжи (ЛХ) предохраняет от термических повреждений и способствует охлаждению иглы при шитье. Эти нитки являются более эластичными (мягкими, гибкими), ими можно шить при различном натяжении, при различных регулировках швейных машин. Армированные нитки имеют высокую прочность, эластичность, износоустойчивость и незначительную усадку.

Армированные нитки из полиэфирных комплексных нитей с оплеткой из штапельных полиэфирных волокон (ЛЛ) более технологичны, имеют более низкую стоимость по сравнению с нитками (ЛХ).

По сравнению с синтетическими комплексными нитками армированные нити имеют более высокую прочность, эластические свойства при малых нагрузках обеспечивают равноту шва и после тепловой обработки сохраняют стабильность размеров и не дают усадку в шве.

По направлению окончательной крутки нитки вырабатываются с сочетанием прядильной и окончательной крутки Z/Si S/Z. Нитки, имеющие окончательную крутку S, называются нитками левой крутки, а имеющие окончательную крутку Z – правой крутки.

Для швейных ниток сочетание направлений крутки, направление окончательной крутки и уравнишенность ниток по крутке имеют очень большое значение. Для швейных ниток, предназначенных в качестве игольных, необходимо чтобы конечная крутка имела направление Z, а начальная – S, т.к. в этом случае сокращается возможность повреждения нитки вследствие нагрева иглы и трения.

Швейные нитки могут выпускаться с различной отделкой. Они могут быть суровыми, матовыми, гляцевыми, белыми, черными, цветными, также может использоваться отделка специального назначения (огнестойкая, биоцидная, светоотражающая и др.).

На обувных предприятиях Республики Беларусь широко используются швейные нитки из химических и натуральных волокон различной структуры.

Наиболее крупные фирмы-изготовители швейных ниток в России: ОАО «ПНК Красная нить», ОАО «Советская звезда», ОАО «ПНК им. Кирова».

Наиболее известные зарубежные фирмы изготовители швейных ниток Amann, Cutermann – Германия, Coats – Великобритания, Smart – Италия, Reinnow – Литва и др. Большое количество ниток поступают из Китая, Тайваня, Индии и других стран. Большая часть ниток представлена на рынке не самими производителями, а их представителями или посредниками.

Все системы определения толщины нитей делятся на 2 типа – системы нумерации нитей постоянной массы и системы нумерации нитей постоянной длины. В системе нумерации нитей постоянной массы с возрастанием номера нитей толщина нити уменьшается (английская, метрическая). В системе нумерации нитей постоянной длины с возрастанием номера нитей толщина нити увеличивается (текс).

Толщина швейных ниток, характеризуемая линейной плотностью, текс (Т), определяется как масса одного м нити в мг, чем выше показатель линейной плотности ниток, тем они толще.

Швейные нитки российского производства (используемые в производстве обуви и кожгалантерейных изделий) имеют условные обозначения:

- **хлопчатобумажные нитки:** обувные особопрочные – 0, 1, 3, 4, 6, 30, 40;
- **нитки из химических волокон и нитей** – комплексные лавсановые –

57Л, 60Л, 70Л, 84Л, 94Л, 130Л, 190Л;

– **комплексные капроновые** – 50К, 65К, 125К, 300К;

– **капроновая моноплетня** – 37 км;

– **армированные лавсановые** – 45ЛЛ, 70ЛЛ, 80ЛЛ, 150ЛЛ;

– **армированные хлопколавсановые** – 36ЛХ, 44ЛХ, 65ЛХ, 100ЛХ, 150ЛХ, 200ЛХ;

– **бикомпонентные армированные** – 45 ЛЛВк, 65 ЛЛВ, 130 ЛЛВк.

Нити зарубежного производства:

– **полиэфирные комплексные** – Serafil 80, Serafil 60, Serafil 40, Serafil 30 (фирма Amann); Tera 8, Tera 30, Tera 40, Tera 60, Tera 80 (фирма Cutermann); 80/3, 60/3, 40/3, 30/3, 20/3, 15/3, 10/3 (фирма Smart); Giral 60, Giral 40, Giral 20, Giral 10 (фирма Coats);

– **полиэфирные крученые комплексные высокопрочные нити** – Sunton 60, Sunton 40, Sunton 30, Sunton 15, Sunton 10 (фирма Amann);

– **армированные хлопкоэфирные нити** – Rasant 75, Rasant 50, Rasant 35 (фирма Amann);

– **полиамидные нити** – ZWilson 8/8, ZWilson 13/13, ZWilson 10/10 R, ZWilson 20/20 R, ZWilson 30/30 R, ZWilson 40/40 R, ZWilson 60/60 (фирма Cutermann).

В таблице 10.4 представлены обувные нити, применяемые при производстве заготовок верха обуви. Используя информацию об обувных нитках, изучить их ассортимент.

Таблица 10.4 – Нити обувные

Условное обозначение нити	Состав сырья	Линейная плотность, текс	Разрывная нагрузка, не менее, сН	Удлинение при разрыве, не более, %
1	2	3	4	5
Армированные с хлопковой оплеткой (лавсан + хлопок)				
44 лх	62% полиэстер 38% хлопок	21,5 текс х 2	1620	24
65 лх	62% полиэстер 38% хлопок	21,5 текс х 3	2260	24
100 лх	56% полиэстер 44% хлопок	50 текс х 2	3410	24
150 лх	56% полиэстер 44% хлопок	50 текс х 3	5390	26
200 лх	56% полиэстер 44% хлопок	50 текс х 4	7360	27
Армированные из полиэфирных комплексных нитей с оплеткой из штапельных полиэфирных волокон (лавсан + лавсан)				
35 лл	100% полиэстер	16,7 текс х 2	1450	23
45 лл		21,5 текс х 2	1725	23
70 лл		21 текс х 3	2550	23
100 лл		50 текс х 2	3920	23
150 лл		50 текс х 3	5880	23
200 лл		50 текс х 4	7840	23

Окончание таблицы 10.4

Комплексные полиэфирные				
34 л	100% полиэстер	11,3 текс х 3	1766	22
41 л		13,8 текс х 3	2060	22
57 л		27,7 текс х 2	2580	24
60 л		13,8 текс х 2 х 2	3070	21
70 л		11,3 текс х 2 х 3	3434	24
84 л		28 текс х 3	3925	24
86 л		13,8 текс х 2 х 3	3880	21
94 л		27,7 текс х 3	4500	24
110 л		-	5200	25
130 л		-	6100	25
150 л		-	7900	25
190 л		28 текс х 2х 3	8830	26
270 л	28 текс х 3х 3	11900	28	
Комплексные полиамидные				
50 к	100% полиамид	15,6 текс х 3	2010	28
65 к		29 текс х 2	3140	26
95 к		29 текс х 3	4710	26
190 к		29 текс х 2х3	10500	26
300 к		93,5 текс х 3	11770	27
400 к		93,5 текс х 4	19100	27
500 к		93,5 текс х 5	23300	28
800 к		93,5 текс х 2 х 4	38260	28
Полиамидная монопить				
37 км	100% полиамид	монопить	1920	28
Нитки хлопчатобумажные				
60/3	100% хлопок	10 текс х 3	635	6
40/3	100% хлопок	13 текс х 3	850	6
«Особопрочные» в 9 сложений				
0	100% хлопок	27 текс х 3 х 3	5385	7
1		18,5 текс х 3 х 3	4071	7
3		15,4 текс х 3 х 3	3404	6
4		13,0 текс х 3 х 3	2955	6
6		10,0 текс х 3 х 3	2207	5
30		7,5 текс х 3 х 3	1658	6
40		5,9 текс х 3 х 3	1295	5
«Особопрочные» в 12 сложений				
00	100% хлопок	27,0 текс х 3 х 4	7308	8
Филаментные полиэстеровые (синтон)				
10	100% полиэстер	94,0 текс х 3	16705	-
15		66,0 текс х 3	12298	-
20		45,5 текс х 3	8090	-
30		27,5 текс х 3	5047	-
40		22,6 текс х 3	4249	-
60		15,0 текс х 3	2875	-
80		11,3 текс х 3	2202	-

3 Определение влияния различных факторов на прочность ниточного шва

3.1 Определение влияние на прочность шва количества стежков на 1 см шва, числа строчек и применяемых ниток

Испытанию подвергаются группы образцы с различным количеством стежков на 1 см шва, числом строчек и применяемых ниток. Концы ниток должны быть закреплены, завязаны двойным узлом или укреплены клеем. Определяется длина строчки (расстояние между крайними проколами) и частота строчки (число стежков в 1 см шва).

Перед испытанием образцы выдерживают в эксикаторе в течение трех суток над насыщенным раствором натриевого хромпика с относительной влажностью 60 %, с целью доведения образцов до стандартного влагосодержания.

Испытание прочности сшитых образцов производится на разрывной машине по методике, описанной в теоретической части работы. При разрыве образцов необходимо фиксировать те элементы шва, которые подвергаются разрушению (материал, нитка верхняя, нитка нижняя).

По полученным значениям усилия разрушения Q определяется прочность шва $P_{ш}$ по формуле (10.1). Результаты заносятся в таблицу 10.5.

Таблица 10.5 – Результаты прочности ниточных швов

Показатели	Номер образцов	Частота строчки, (ст. в 1 см)			Количество строчек			Условное обозначение нити		
		3,5-4	4,5-5	5,5-6	1	2	3			
Усилие разрушения шва Q , Н	1									
	2									
	3									
$\bar{Q}$, Н										
Прочность шва $P_{ш}$, Н/см	1									
	2									
	3									
$\bar{P}_{ш}$, Н/см										

По данным таблицы 10.5 строятся графики зависимости прочности ниточного шва $P_{ш} = f(n)$ от числа стежков на 1 см длины строчки, количества строчек и применяемых ниток, исходя из которых по экстремуму (максимальному значению) прочности необходимо определить оптимальное значение исследуемых факторов. Максимальное значение $P_{ш}$ сравнивают с нормативным по ГОСТ 21463-87.

Выводы

1. При каком числе стежков на 1 см длины строчки, количестве строчек и применяемых нитках прочность шва имеет максимальные значения?

2. Проанализировать изменение прочности и характер разрыва швов при различных факторах.

3.2 Определение влияния формы заточки острия и номера иглы на прочность материала

Испытанию подвергаются группы образцов: контрольные (не прошитые и не проколотые), проколотые иглами разных номеров и форм заточки острия, сшитые образцы с использованием игл различных номеров и формы заточки.

Образцы испытывают на разрывной машине при скорости движения зажима 100 мм/мин, фиксируя усилие разрушения на шкале усилий. Прочность контрольных (не проколотых) образцов определяют по формуле

$$P = \frac{Q_1}{III}, \quad (10.2)$$

где Q_1 – усилие разрушения не прошитых и не проколотых образцов, Н; III – ширина образца в см.

Прочность проколотых образцов определяется по формуле

$$P_1 = \frac{Q_2}{III}, \quad (10.3)$$

где Q_2 – усилие разрушения проколотых образцов, Н; III – ширина образца в см.

Степень ослабления материала проколами иглой (теоретическая прочность) определяется по формуле

$$P_m = P(1 - \alpha dn), \quad (10.4)$$

где P – прочность непроколотого материала; d – диаметр иглы, см; n – число проколов на 1 см строчки; α – коэффициент ослабления, зависящий от свойств материала.

Коэффициент α для опойка равен 0,20–0,30; для шевро – 0,25–0,35; для выростка – 0,35–0,40.

Прочность шва ($P_{ш}$) в ньютонах на см определяют для образцов сшитых с использование игл различных номеров и форм заточки.

$$P_{ш} = \frac{Q}{l}, \quad (10.5)$$

где Q – усилие разрушения шва, H ; l – длина шва (расстояние между крайними проколами в шве), $см$.

Коэффициент прочности шва определяется по формуле:

$$K = \frac{P_{ш}}{P} 100\%, \quad (10.6)$$

где $P_{ш}$ – прочность шва в $Н/см$; P – прочность контрольных (непроколотых) образцов в $Н/см$.

Полученные данные представляются в виде таблицы 10.6.

Таблица 10.6 – Результаты прочности ниточных швов

Показатели	Номер образца	Вид испытания				
		Контроль- ные образцы	Проколотые образцы	Сшитые образцы (номер иглы и форма заточки)		
Усилие разрушения, $Н$	1					
	2					
	3					
Среднее усилие разрушения, $Н$						
Прочность, $Н/см$						
Теоретическая прочность, $P_{т}$ $Н/см$						
Коэффициент прочности шва, K , %						

По данным эксперимента построить диаграммы. При этом использовать следующие обозначения: k – прочность контрольных образцов; p – прочность проколотых образцов; c – прочность сшитых образцов; t/p – теоретическая прочность.

4 Выводы

1. Насколько отличается прочность проколотых образцов от прочности шва и какие рекомендации можно сделать для практической технологии сборки заготовок?

2. При какой форме заточки острия и номере иглы коэффициент прочности шва K имеет наибольшее значение?

3. Иглы каких номеров и формы заточки острия в наименьшей степени ослабляют структуру материала?

5 Литература

1. ГОСТ 9290-76. Обувь. Метод определения прочности ниточных швов соединения деталей верха обуви. – Москва. Издательство стандартов, 1978. – 9 с.
2. ГОСТ 21463-87. Обувь. Нормы прочности. – Введ. 01.01.1989 – Москва: Издательство стандартов, 1987. – 6 с.
3. ГОСТ 22249-82. Иглы к швейным машинам. Типы и основные размеры. – Введ. 01.01.1984. – Москва: Издательство стандартов, 1984. – 56 с.
4. Практикум по технологии изделий из кожи / под ред. проф. В. Л. Раяцкаса. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 279 с.
5. Загайгора, К. А. Технология обуви. Сборка заготовок верха обуви. Практикум : учеб. пособие / К. А. Загайгора, З. Г. Максина. – Витебск : УО «ВГТУ», 2004. – 123 с.
6. Максина, З. Г. Технология сборки заготовок верха обуви : пособие для студентов учреждений высшего образования, обучающихся по специальности 1-50 02 01 «Конструирование и технология изделий из кожи» / З. Г. Максина, К. А. Загайгора, С. Л. Фурашова ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2018. – 250 с.

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУВНОГО ПРОИЗВОДСТВА. ФОРМОВАНИЕ

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

В двух частях
Часть I

Составитель:

Фурашова Светлана Леонидовна

Редактор *Т.А. Осипова*

Корректор *Т.А. Осипова*

Компьютерная верстка *С.Л. Фурашова*

Подписано к печати 23.06.2022. Формат 60x90 ¹/₁₆. Усл. печ. листов 4,9.

Уч.-изд. листов 6,3. Тираж 30 экз. Заказ № 173.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.