

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ГИГРОТЕРМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В ТЕХНО-
ЛОГИИ ОБУВИ**

Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 1 50 02 01 01 дневной формы обучения

Витебск
2008

УДК 685.34.

Гигротермические процессы и оборудование в технологии обуви: методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 1 50 02 01 01 дневной формы обучения

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «Витебский государственный технологический университет», 2008 г.

Составители: доц. Загайгора К.А.
асс. Фурашова С.Л..

В методических указаниях приведена информация об основных положениях влаго и теплопереноса в обувных материалах и заготовках верха обуви, изложены цели, задачи и методика выполнения лабораторных работ по основным разделам курса, требования к обработке и анализу полученных результатов и форме их представления.

Одобрено на заседании кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ», протокол № 2 от « 24 »09 2008 г.

Рецензент: доц. Филимоненкова Р.Н.
Редактор: доц. Потапова К.Ф.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским Советом УО «ВГТУ»

«_____» _____ 2008 г., протокол №__

Ответственный за выпуск Чумак В.М.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Подписано к печати _____. Формат _____. Уч.-изд. лист _____.
Печать ризографическая. Тираж _____ экз. Заказ № _____. Цена _____.

Отпечатано на ризографе Учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Лицензия № 02330/0133005 от 1 апреля 2004 года.

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

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

1 ОСОБЕННОСТИ ВЛАГОПЕРЕНОСА ПРИ ГИГРОТЕРМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ОБУВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	3
2 ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА ПРИ ГИГРОТЕРМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ОБУВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ЗАГОТОВКУ ВЕРХА ОБУВИ.....	4
3. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ	10
3.1 Лабораторная работа №1.....	
3.2 Лабораторная работа № 2	12
3.3 Лабораторная работа №3	
3.4 Лабораторная работа №4	
3.5 Лабораторная работа №6.....	
3.6 Лабораторная работа № 7.....	
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	

1 ОСОБЕННОСТИ ВЛАГОПЕРЕНОСА ПРИ ГИГРОТЕРМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ОБУВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ЗАГОТОВКУ ВЕРХА ОБУВИ

Гигротермические воздействия на обувную заготовку вызывают одновременно протекание физических явлений, получивших название явлений переноса, таких как:

- испарение влаги с поверхности заготовки в окружающую среду или поглощение влаги поверхностью из окружающей среды (влагообмен заготовки с окружающей средой);
- перемещение влаги внутри материала каждого слоя и между слоями заготовки (верх + межподкладка + задник (подносок) + подкладка) (влагоперенос);
- теплообмен между поверхностью заготовки и окружающей средой и перемещение тепла внутри материала каждого слоя и между слоями (теплоперенос).

Перенос влаги определяется следующим уравнением:

$$i = i_m + i_t + i_p = -l_m \Delta q - \frac{l_m}{C_m} d\Delta T - K_p \Delta P, \quad 1.1$$

где i – общая площадь потока влаги (количество влаги, переносимой через единицу площади материала в единицу времени), кг/(м²·с);

i_m – количество влаги, переносимой под воздействием градиента влажности;

i_t – количество влаги, переносимой под воздействием градиента температуры;

i_p – количество влаги, переносимой под воздействием градиента давления;

λ_m – коэффициент влагопроводности, кг/(с·м·°C);

C_m – удельная изотермическая влагоемкость, кг/(кг·°C);

$\Delta\theta$ – градиент потенциала влагопереноса θ , °C/м; l

ΔT – градиент температуры, К/м;

ΔP – градиент общего давления, Па/м;

K_p – градиент потенциала давления, Па/м.

$$l_m = a_m \cdot g_0 \cdot C_m, \quad 1.2$$

где a_m – коэффициент влагопереноса, м²/с;

γ_0 – плотность материала, кг/м³.

Относительный коэффициент термовлагопереноса σ равен:

$$d = \frac{a_{mt}}{a_m}, \quad 1.3$$

где a_{mt} – термовлагопереноса, м²/(с·K).

Понятие «удельная влагоемкость C_m », «коэффициент влагопроводности l_m » и «потенциал влагопереноса θ » были введены А.В. Лыковым по аналогии с понятиями, используемыми при рассмотрении явлений переноса тепла удельной теплоемкостью, коэффициентом теплопроводности и потенциалом теплопереноса (температурой).

Удельная влагоемкость представляет собой частную производную от удельного влагосодержания по потенциалу влагопереноса:

$$C_m = \frac{dU}{dq}, \quad 1.4$$

При этом удельное влагосодержание определяется отношением массы влаги, содержащейся в материале, к ее массе в абсолютно сухом состоянии и измеряется в кг/кг.

Потенциал влагопереноса θ измеряется экспериментально. В однородном материале разность потенциалов влагопереноса определяется соотношением:

$$q_2 - q_1 = \frac{1}{C_m} \cdot (U_2 - U_1), \quad 1.5$$

Плотность общего потока влаги определяется по формуле:

$$i = a_m \cdot g_0 (\Delta U + d\Delta T) - K_p \cdot \Delta P, \quad 1.6$$

где ΔU – градиент влагосодержания, 1/м.

Для заготовки верха обуви как многослойной системы при различной влагоемкости материалов возможен перенос влаги от слоя с меньшим удельным влагосодержанием к слою с более высоким влагосодержанием, поскольку на границах соприкосновения отдельных слоев имеет место скачок влагосодержания, который трудно учитывать.

При интенсифицированных гигротермических воздействиях влага перемещается в виде пара, механизм перемещения которого в микро и макрокапиллярах различен. Наряду с диффузионным перемещением парообразной влаги происходит диффузионное скольжение, перенос влаги при котором направлен против потока тепла.

Коэффициент влагопереноса a_m и относительный коэффициент термо-влагопереноса δ зависят от формы связи влаги с материалами, от структуры материала, температуры и давления, и это затрудняет аналитическое рассмотрение явления переноса.

На процесс переноса влаги в многослойных конструкциях в заготовке самое существенное значение имеет наличие сплошных полимерных пленок, в которых нет сквозных пор. Такие сплошные пленки в заготовке верха образуются при использовании в качестве материала верха кож с лаковым покрытием, клеевых слоев при соединении деталей заготовки (межподкладки, подкладки),

вклеивании термопластичных промежуточных деталей. Прохождение влаги через сплошные пленки определяется диффузионными явлениями.

В зависимости от структуры капилляра наблюдается два вида диффузии: активизированная и неактивизированная. Активизированная диффузия наблюдается в сплошных пленках и покрытиях. Неактивизированная наблюдается при наличии в материалах капилляров, у которых поперечное сечение больше, чем диаметр диффундируемой молекулы ($2,7 \cdot 10^{-10}$ м).

Кожу условно рассматривают как микрогетерогенную систему, состоящую из отдельных слоев волокнистой структуры, различающихся между собой диаметрами пор и капилляров. Удаление лицевого слоя кожи приводит к значительному уменьшению мелких пор диаметром 10^{-5} - 10^{-7} м. По данным Р. Миттона, основное количество влаги проходит через поры и капилляры. В подошвенных кожах 97% и в кожах для верха обуви не менее 99%, и лишь совсем малое количество проходит через плотный материал.

А.В. Лыков и Ю.Л. Кавказов потоки перемещения влаги делят на четыре группы в зависимости от размера радиуса пор и капилляров:

- перемещение влаги в микрокапиллярах;
- перемещение влаги в макрокапиллярах;
- перемещение конденсированной влаги в капиллярах;
- перемещение в адсорбированном слое.

1. Перемещение влаги в микрокапиллярах ($d < 0,1$ мкм) характеризуемого законом Кнудсена (при отсутствии адсорбционных слоев в микрокапиллярах)

$$i = \frac{1}{pr^2} \cdot \frac{dM}{dt} = \frac{8}{3} \sqrt{\frac{M}{2pRT}} \cdot r^3 \cdot \frac{P_1 - P_2}{l}, \quad 1.7$$

где i —плотность потока воды в единицу времени через единицу сечения капилляра;

l —длина капилляра;

$P_1 - P_2$ —перепад давления газа по длине l ;

r —радиус капилляра;

M —молекулярная масса воды;

R —газовая постоянная;

T —абсолютная температура;

t —время.

Общий поток влаги зависит от количества капилляров и равен сумме потоков через все капилляры.

2. В макрокапиллярах ($r > 0,01$ мкм) процесс переноса влаги характеризуется уравнением Пуазейля:

$$i = \frac{r^2}{8g} \cdot \frac{P_1 - P_2}{l}, \quad 1.8$$

где γ —коэффициент кинематической вязкости.

Это уравнение описывает поток влаги через единичный капилляр и пригодно для описания влагопереноса, если на стенах макрокапилляра имеется адсорбционный слой.

3. При конденсации влаги в капиллярах или при соприкосновении с жидкой фазой перенос влаги определяется капиллярными силами, мерой которой является капиллярный потенциал ϕ_k , определяемый по формуле:

$$j_k = hg = \frac{2s}{g_{жс}} \cdot \frac{1}{r}, \quad 1.9$$

где h —высота капиллярного поднятия;

g —ускорение силы тяжести;

σ —коэффициент поверхностного натяжения влаги;

$\gamma_{ж}$ —плотность жидкости;

$\frac{1}{r}$ —средняя кривизна мениска в капилляре.

$$r = \frac{r}{\cos \theta}, \quad 1.10$$

где $\cos \theta$ —косинус угла смачивания.

У натуральной кожи условные диаметры капилляров уменьшаются от бахтармной поверхности к лицевой. Для конических капилляров с радиусами менисков r_1 и r_2 капиллярный потенциал равен:

$$j_k = \frac{2s}{g_{жс}} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad 1.11$$

В таких капиллярах жидкость движется в сторону конца с меньшей кривизной, пока мениск не займет крайнее положение. При снижении влагосодержания лицевого слоя кожи происходит усадка поверхности.

4. Перемещение влаги в адсорбированном слое намного меньше, чем в первых трех случаях, примерно в 2500 раз меньше капиллярного поднятия по данным А.В. Лыкова.

Рассмотрение обувной заготовки с точки зрения механизма переноса влаги целесообразно начать с анализа структуры входящих в нее материалов.

По схеме, предложенной И.И. Лорентом, тонкие пленочные материалы можно разбить на две группы:

-сложные пленки ВМС, в которых поры появляются как результат погрешности в процессах пленкообразования;

-пленочные пористые системы ВМС с преднамеренно пористой структурой.

Кожу можно рассматривать как пленкообразную систему ВМС с микрогетерогенной структурой, построенной из волокнистых материалов. Отдельные слои кожи тесно связанные между собой и в совокупности представляют собой систему, состоящую из пленок, расположенных одна под другой.

Отдельно слои кожи отличаются друг от друга диаметром волокон и, следовательно, капилляров, причем их диаметр уменьшается от бахтармянного слоя к лицевому. Таким образом, в первом приближении можно говорить о коническом характере структуры кожи с сужением капилляров в лицевом слое. Удаление лица приводит к значительному уменьшению количества мелких пор диаметром от 100 до 1000 $\text{\AA}$.

Кожи с покрытием представляют сложную слоистую систему, состоящую не только из капиллярно-пористых пленочных композиций, но и из сложных пленок ВМС. В этом случае решающее влияние на паро- и влагопроницаемость оказывает пленка покрытия.

Влагопроницаемость такой системы A определяется соотношением:

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{A_n} + \frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2} + \frac{1}{A_{k-1}} + \frac{1}{A_k}, \quad 1.12$$

где: A_n – влагопроницаемость покрытия;

A_1 – A_k – влагопроницаемость отдельных пленочных слоев.

Таким образом, влагопроницаемость последовательной многослойной системы, пленок оказывается меньше наименьшего значения влагопроницаемости одиночной пленки, входящей в систему. Сплошные полимерные пленки на коже образуются при нанесении лакового покрытия на лицевую поверхность кожи, в заготовках клеевых соединений деталей заготовки и вклеивании термопластических промежуточных деталей. Прохождение влаги через сплошные пленки определяется диффузионными явлениями. В соответствии с теорией Я.И. Френкеля диффузию паров воды в высокомолекулярных сплошных пленках можно объяснить наличием меж- и внутримолекулярных "дырок", которые попеременно образуются и исчезают в твердой структуре полимера вследствие теплового движения его молекул. Молекула водяного пара, попав в процессе диффузии в "дырку", вибрирует (колеблется в ней до момента образования поблизости новой "дырки"), в которую перемещается, начав колебаться с частотой 10^{12} – 10^{13} Гц.

Вероятность образования "дырок" невелика, что предопределяет низкую проницаемость полимеров для паров воды. Кожи а зависимости от вида покрытия имеют разную проницаемость при $T=20-22^\circ\text{C}$ ($\text{мг}/\text{см}^2\cdot\text{ч}$):

арилоказеиновое – 1,48;

акрилонитрильное – 0,64;

акриловое – 0,94;

локовое – 0,05.

Паропроницаемость обувной заготовки существенно зависит от паропроницаемости клеевых прослоек и материала промежуточных деталей.

2 ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОПЕРЕНОСА ПРИ ГИГРОТЕРМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ НА ОБУВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ЗАГОТОВКУ ВЕРХА ОБУВИ

Теплоперенос материалов заготовки оценивается такими показателями, как коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость, коэффициент температуропроводности и термоградиентный коэффициент, т. е. теплофизическими свойствами обувных материалов. На эти свойства материала оказывает влияние влагосодержание материала. Зависимость коэффициента теплопроводности γ материала от влагосодержания носит сложный характер.

При влажности до 25% коэффициент γ почти не изменяется, что объясняется небольшим влиянием адсорбированной влаги вследствие сильной энергетической ее связи с материалом. При конденсации влаги в капилляре коэффициент γ увеличивается. Так как влажность материала в процессе гигротермического воздействия изменяется, то изменяется и коэффициент теплопроводности.

Удельная теплоемкость влажных материалов C определяется по уравнению:

$$C = (100C_c + 4,19U) / (100 + U), \quad 2.1$$

где C_c – удельная теплоемкость абсолютно сухого материала кДж/(кг·К) или кДж/(кг·°С);

U – абсолютная влажность материала %.

В заготовке верха, состоящей из разных материалов, имеет место нестационарный теплообмен, для которого существенное значение имеет коэффициент температуропроводности, a , м²/с.

$$a = \frac{\gamma}{l \cdot c}, \quad 2.2$$

где γ – коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·К);

λ – плотность материала, кг/м³;

C – удельная теплоемкость материала кДж/(кг·°С).

Коэффициент a на начальном этапе увеличения влажности возрастает, а после достижения материалом максимального гигроскопического состояния начинает снижаться.

Термоградиентный коэффициент следует учитывать при таких гигротермических воздействиях, при которых возникает значительный градиент температуры (например, при термодиффузионном методе увлажнения). В этом случае влага перемещается в виде жидкости в направлении теплового потока и вместе с ней транспортируется тепло к менее нагретым участкам материала. С увеличением температуры термоградиентный коэффициент увеличивается вследствие уменьшения коэффициента поверхностного натяжения жидкости в капиллярах.

Для нестационарного тепло- влагообмена А.В. Лыковым предложены диффузионные критерии влаготеплообмена L , которые характеризует инерцию поля температуры относительно поля влагосодержания. Для многих обувных

материалов числовое значение критерия L меньше единицы, что свидетельствует о том, что нагревание материала происходит значительно быстрее, чем перенос влаги. При несоответствии темпа подвода тепла темпу отвода влаги при некоторых интенсифицированных гигротермических воздействиях в капиллярной структуре материала образуется перегретый пар, который может вызывать сваривание коллагена стенок капилляров, что приведет к ухудшению механических свойств кожи, ее усадке по площади.

Передача тепла внутри многослойной конструкции заготовки осуществляется в основном молекулярной теплопроводностью.

Для изотропного материала вектор плотности теплового потока q определяется законом Фурье:

$$q = -\gamma \text{grad} t, \quad 2.3$$

где $\text{grad} t$ –градиент температуры;

γ – коэффициент теплопроводности материала.

При этом вектор q направлен по нормали к поверхности.

Обувные материалы анизотропные и процесс переноса тепла более сложный. В них существуют направления, в которых коэффициент теплопроводности λ и плотность теплового потока q принимают минимальное и максимальное значения, т.е. вектор плотности теплового потока не совпадает с направлением температурного градиента.

Во влажных материалах теплопроводность возрастает в результате переноса тепла жидкой влагой или ее парами внутри пористой структуры и характеризуется величиной K_g

$$K_l = \gamma_{\text{эк}}/(\gamma - 1), \quad 2.4$$

где γ и $\gamma_{\text{эк}}$ –соответственно истинный коэффициент теплопроводности в сухом состоянии и эквивалентный коэффициенту теплопроводности во влажном состоянии.

Наблюдаются различия в переносе тепла и влаги в капиллярах в зависимости от соотношения радиусов капилляров и длины свободного пробега молекул газа и водяных паров.

Если длина свободного пробега молекул газа и пара несоизмерима мала по сравнению с радиусом капилляра, перенос влаги рассматривается по законам Пуазейля. При соизмеримости длины свободного пробега молекул с радиусом капилляра наблюдается независимое движение молекул с той скоростью, с которой они приближаются ко входу в капилляр. Такой механизм перемещения молекул в капиллярах называется эффузионным, скорость его значительно больше, чем скорость молекулярного движения в макрокапиллярах, определяемого по закону Пуазейля. Эффузионный перенос влаги в виде пара необходимо учитывать при интенсифицированных гигротермических воздействиях в вакуумных устройствах, т.к. в вакууме длина свободного пробега молекул резко возрастает. В условиях вакуума в макрокапиллярах в неизотермических условиях возникают явления теплового скольжения пристеночного газа (пара) в направлении, противоположном тепловому потоку.

3 ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

Лабораторная работа №1

Тема: Изучение процессов сушки, применяемых в производстве обуви

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 сушки.

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

3.1 Технологические требования к основной сушке обуви

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.

3.2 Физическая сущность теплопередачи при различных методах сушки

3.2.1 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, имеющей сложную пространственную форму, 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 55-70°C, скорость движения теплоносителя 1-1,5 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.

3.2.2 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 ди-

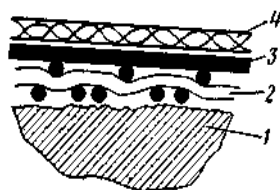
польным моментом. Поляризуемость материала обусловлена свойствами материала и частотой электромагнитного поля. Обувные материалы являются диэлектриками и для них характерны все виды поляризации. Поскольку для целей сушки используют электромагнитные поля низких частот, то для обувных материалов, в основном, 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, обеспечивая 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.

3.2.3 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.



- 1- поверхность колодки (микронеровности увеличены для наглядности),
- 2- подкладка,
- 3- подносок,
- 4- кожа верха

Рисунок 3. 1 - Зона контакта нагретой колодки и заготовки верха обуви

Недостаточно хорошее облевание 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.

Общее количество тепла Q , проходящего через зону контакта, складывается из трех слагаемых:

- количества тепла, передаваемого теплопроводностью в точках контакта материала с нагретой поверхностью колодки или пуансона Q_1 ;
- количество тепла, передаваемого газовой прослойкой за счет молекулярной теплопроводности газа Q_2 ;
- количество тепла, передаваемого излучением $-Q_3$.

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3. \quad 3.1$$

Установлено, что при средних температурах в зоне контакта заготовки с нагретой поверхностью до 200 °С теплопередача излучения составляет не более 0,5 % от общего теплового потока. Пренебрегая величиной Q_3 , суммарный тепловой поток при контактной сушке можно записать так:

$$Q = Q_1 + Q_2. \quad 3.2$$

$$Q = F_{\text{общ}} \cdot \tau \frac{\Delta t_k}{R_k}; \quad 3.3$$

$$Q_1 = F_{\phi} \cdot \tau \frac{\Delta t_k}{R_3}; \quad 3.4$$

$$Q_2 = F_2 \cdot \tau \frac{\Delta t_k}{R_2} \quad 3.5$$

где F_{ϕ} – фактическая площадь контакта, м^2 ;

F_2 – площадь, занимаемая газовой прослойкой, м^2 ;

τ – время, ч;

Δt_k – температурный скачок в зоне контакта, °С;

R_k – сопротивление зоны контакта, $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}}{\text{Ккал}}$;

R_3 – сопротивление прохождению теплового потока через зоны контакта заготовки с поверхностью колодки;

R_2 – сопротивление за счет малой теплопроводности газовой прослойки в зазорах между точками контакта.

$$F_{\text{общ}} = F_{\phi} + F_2, \quad 3.6$$

Введя относительный коэффициент площади контакта $a = \frac{F_{\phi}}{F_{\text{общ}}}$, можно

записать

$$R_k = \frac{1}{a \frac{1}{R_3} + (1-a) \frac{1}{R_2}}, \left[\frac{m^2 \cdot ч \cdot град}{Kкал} \right], \quad 3.7$$

Удельный тепловой поток q , проходящий через зону контакта, определяется из выражения

$$q = \frac{\Delta t_k}{d_{эф}} \cdot l_{эф} = \frac{\Delta t_k}{R_k}, \quad 3.8$$

где - $\delta_{эф}$ – эффективная толщина газовой прослойки, м;
 $\lambda_{эф}$ – эффективный коэффициент теплопроводности
 $\frac{Kкал}{м \cdot ч \cdot град}$.

Общее тепловое сопротивление зоны контакта можно представить в следующем виде:

$$R_k = \frac{d_{эф}}{a l_1 + (1-a) \cdot l_2}, \quad 3.9$$

а эффективный коэффициент теплопроводности

$$l_{эф} = a l_1 + (1-a) l_2, \quad 3.10$$

Из выражение (3.10) можно получить изменение величины эффективного коэффициента теплопроводности при изменении α от 1 (сплошной контакт до 0 (отсутствие контакта)). Практически коэффициент α не достигает значения 1. Если принять условно изменение α от 0,5 до 0, можно проследить изменения коэффициента теплопроводности $\lambda_{эф}$. При температуре контактной поверхности $\sim 100^\circ C$, величина зазора 0,1 мм и внутренних деталей из тик-саржи в воздушно-сухом состоянии ($\lambda_b=0,05$, $\lambda_{ч}=0,03 \frac{Kкал}{м \cdot ч \cdot град}$), коэффициент теплопроводности $\lambda_{эф}$ меняется от 0,04 до $0,03 \frac{Kкал}{м \cdot ч \cdot град}$. Значительно больших колебаний

достигает коэффициент $\lambda_{эф}$, если контролируемая деталь находится во влажном состоянии, так как коэффициент теплопроводности обувных материалов

$$\lambda_b = \lambda'_b [1 + \mu(U_2 - U_1)], \quad 3.11$$

где λ'_b – коэффициент теплопроводности материала в сухом состоянии;
 μ - коэффициент, характерный для материалов данной структуры ;
 $U_2 - U_1$ – изменение влажности материала, %.

Из приведенных выше выражений видно, что на интенсивность контактной сушки и эффективность теплопередачи превалирующее влияние оказывает качество затяжки обуви, а именно: плотность прилегания подкладки к поверхности колодки и связанная с ней толщина газовой прослойки в зоне контакта по сравнению с вариацией коэффициента теплопроводности обувных материалов

для подкладки обуви, который для тик-саржи равен 0,05, а для подкладочной кожи $0,07 \frac{\text{Ккал}}{\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}}$.

3.2.4 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.

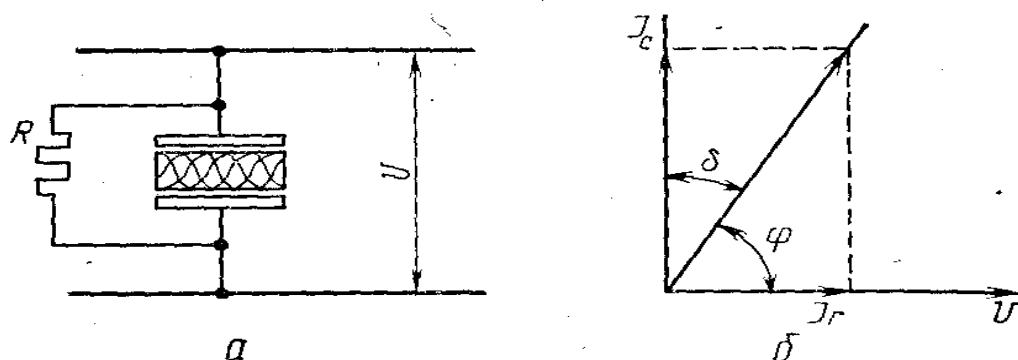
При нахождении увлажненной обувной заготовки в электрическом поле высокой частоты она нагревается за счет преобразования энергии электрического поля в тепловую вследствие поляризации. Так как обувные материалы являются гетерогенными средами, состоящими из скелета и связанного вещества в различном фазовом 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, от диэлектрической проницаемости ϵ и тангенсов угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$.

Мощность, расходуемая на нагревание N , определяется так:

$$N = U \cdot I_r, \quad 3.12$$

где U – напряжение;

I_r – активная составляющая тока.



а - схема замещения рабочего конденсатора (с потерями);

б-векторная диаграмма тока и напряжения.

Рисунок 3.2 – Высокочастотный нагрев обувной заготовки

Векторная диаграмма тока и напряжения, из которой:

$$I_k = I_c \cdot \operatorname{tg} \delta, \quad 3.13$$

где δ – угол потерь.

$$\text{Так как } I_c = U \cdot \omega \cdot C, \text{ то } N = U^2 \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot 2\pi \cdot f \cdot C, \quad 3.14$$

где ω – угловая частота, равная $2\pi \cdot f$;

f – частота тока, Гц;

C – емкость, ф.

$$C = \frac{Fe}{d}, \quad 3.15$$

где F – площадь конденстора;

d – расстояние между пластинами;

ε – диэлектрическая проницаемость.

После преобразования уравнения (3.15) будем иметь

$$N = \left(\frac{u}{d} \right)^2 \cdot \operatorname{tg} d \cdot 2pfeFd, \quad 3.16$$

Из выражения (3.16) можно определить удельную мощность, расходуемую на нагревание влажной промежуточной детали.

$$N_{y\partial} = \left(\frac{N}{Fd} \right) = \frac{U^2}{d} \cdot \operatorname{tg} d \cdot 2pfe, \quad 3.17$$

где $\frac{U}{d}$ – напряжение поля.

Продолжительность нагревания обувной заготовки от температуры t_0 до t_t определяется по следующему выражению:

$$t = \frac{VrC_{cp}(t_t - t_0)}{N_2 h_p h_k}, \quad 3.18$$

где V – объем материалов заготовки;

N_2 – мощность, потребляемая высокочастотным генератором;

C_{cp} – средняя теплоемкость материала верха обуви;

ρ – средняя плотность материала верха обуви;

η_r – КПД генератора (0,55-0,60);

η_k – КПД высокочастотного контура (0,9-0,95)

Зависимость диэлектрической проницаемости ϵ_n $\operatorname{tg} \delta$ от влажности, температуры обувных материалов и частоты электрического поля затрудняет применение высокочастотного метода сушки при производстве обуви.

3.2.5 Вакуумно-радиционный метод сушки

Интенсивность сушки влажного обувного материала в вакууме можно определить по следующему выражению:

$$I = a_{r_0} \Delta p \frac{P_0}{p}, \quad 3.19$$

где a_{r_0} – коэффициент массообмена при нормальном давлении, $\frac{H}{m^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}}$;

P_0 – нормальное давление ($P_0 = 10^6 \text{ Па}$);

P – общее давление паро-газовой смеси в вакуумной камере, Па;

$\Delta P = (P_n - P_c)$ – разность порционных давлений у поверхности высушиваемого материала P_n и в окружающей среде P_c , Па

Из выражения (3.19) следует, что интенсивность сушки в вакууме повышается с понижением давления.

Вакуумное устройство в зависимости от величины давления подразделяется на:

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

3.3 Расчет продолжительности сушки обуви

При расчете продолжительности сушки обуви нужно определить время, необходимое для удаления влаги (растворителей) до нормируемого конечного значения. Критерием оптимальности выбора времени сушки являются формоустойчивость обуви, сохранение свойств обувных материалов.

Кинетику процесса сушки изучают обычно с использованием кривых сушки $\bar{U} = f(\tau)$, кривых скорости сушки $\frac{dU}{dt} = f(U)$ и температурных кривых

$T = f(\bar{U})$. Зависимости $U = f(\tau)$ и $T = f(\bar{U})$ определяются экспериментально и

являются исходными для построения кривых скорости сушки и температурных кривых (путем дифференцирования кривых сушки).

Для предварительного анализа процесса сушки в ряде случаев достаточно ограничиться рассмотрением кривой сушки $\bar{u} = f(\tau)$ или $(\bar{U} - \bar{U}_p) = f(\tau)$, где $\bar{U}$ - равновесное влагосодержание высушенного материала, %, которое при температуре сушки, равной $\approx 100^\circ \text{C}$, равно $\bar{U} = 0$.

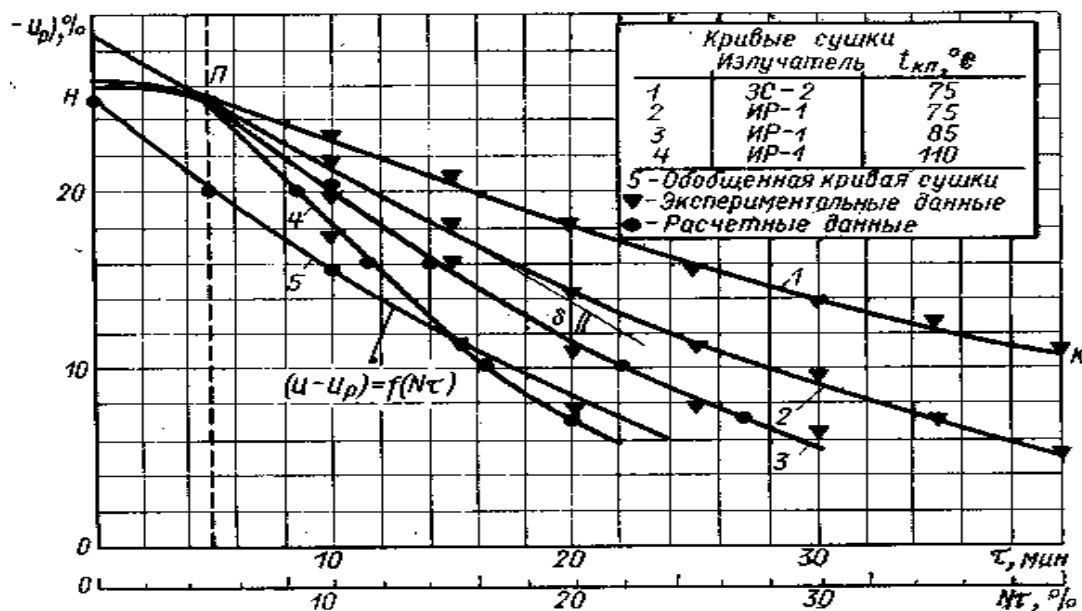


Рисунок 3.3 – Кривые сушки радиационно-конвективным методом подноски, расположенного внутри многослойной конструкции верха обуви

Для кривых сушки характерно наличие двух явно выраженных участков, соответствующих периодам прогрева и убывания скорости сушки (т.п. на первой кривой), рисунок 3.3.

На кривой отсутствует участок, соответствующий периоду постоянной скорости сушки, что свидетельствует о превалирующем влиянии на процесс влагоудаления внутреннего массообмена по сравнению с внешним. Период прогрева сравнительно невелик, что объясняется небольшой суммарной толщиной заготовки в носочной части. Период падающей скорости сушки связан с механизмом перемещения влаги внутри материала, который зависит от формы связи влаги с материалом.

Для определения продолжительности влагоудаления при сушке рассмотрим полуэмпирический метод обобщенных кривых, предложенный А.В. Лыковым. Графическим методом по кривым сушки определяют максимальную скорость влагоудаления N , которая пропорциональна тангенсу угла наклона касательной $\text{tg}\beta$, построенной к отрезку кривой сушки после окончания периода прогрева. Значение N можно получить для разных температур нагрева.

Поскольку при интенсифицированных методах сушки кривые сушки имеют одинаковый характер, их можно заменить обобщенной кривой сушки

$(\bar{U}-\bar{U}_p)=f(N\tau)$, состоящей в общем случае из двух, иногда трех отрезков экспоненциальной зависимости с перегибами в критических точках, описываемых уравнениями:

$$(\bar{U}-\bar{U}_p)=(\bar{U}_n-\bar{U}_p)\exp(-2,3k_1\tau), \quad 3.20$$

$$(\bar{U}_n-\bar{U}_p)=(\bar{U}_{kp2}-\bar{U}_p)\exp(-2,3k_2\tau), \quad 3.21$$

где k_1 и k_2 —коэффициент сушки, %/мин;

U_n и U_p — начальное и равновесное значения абсолютной влажности, %;

U_{kp2} —абсолютная влажность, соответствующая второй критической точке, %.

Влияние режима сушки на значение k_1 и k_2 отражает величина N :

$$k_1=\chi_1 N, \quad 3.22$$

$$k_2=\chi_2 N, \quad 3.23$$

где χ_1 и χ_2 — относительные коэффициенты сушки, которые не зависят от режима сушки и определяются формой связи влаги с материалом, физико-механическими свойствами материала и методом сушки.

После подстановки k_1 и k_2 в выражения (3.20) и (3.21) получаем:

$$(\bar{U}-\bar{U}_p)=(\bar{U}_n-\bar{U}_p)\exp(-2,3\chi_1 N \tau) \quad 3.24$$

$$(\bar{U}-\bar{U}_p)=(\bar{U}_{kp2}-\bar{U}_p)\exp(-2,3\chi_2 N \tau) \quad 3.25$$

При температуре высушиваемого материала 100 °С величину U_p можно считать близкой к нулю. Тогда, решая уравнение (3.24) и (3.25) относительно времени сушки ($\tau_{суш}$), получаем:

$$\tau_{суш}=\frac{1}{N}\left(\frac{1}{c_1}\lg\frac{U_n}{U_{kp2}}+\frac{1}{c_2}\lg\frac{U_{kp2}}{U_k}\right) \quad 3.26$$

С использованием уравнения (3.26) по экспериментальной зависимости, полученной при одном режиме сушки, можно определить продолжительность сушки при других режимах, имея заданные значения U_n и U_{kp2} .

Началом отсчета времени при построении обобщенной кривой сушки принимается конец периода прогрева.

Сопоставление экспериментальных значений времени сушки с расчетным показывает вполне достаточную их сходимость для инженерных расчетов.

В производственных условиях следует ожидать меньшее совпадение результатов с расчетными данными вследствие значительной вариации свойств материалов для верха обуви, а также различных отклонений при проведении технологических операций, предшествующих основной сушке (увлажнение заготовок, клеивание задников, подносков и др.). В связи с этим в конструкциях сушильных установок должна быть предусмотрена возможность изменения интенсивности и продолжительности процесса сушки обуви.

3.4 Экспериментальная часть работы

Цель работы: ознакомиться с различными методами сушки, применяемыми в производстве обуви. Построить экспериментальные кривые сушки при различных методах. Произвести расчет времени сушки.

Материалы, образцы. Для выполнения работы могут быть использованы все виды натуральных кож, искусственные (ИК) и синтетические (СК) кожи для верха обуви, увлажняемые перед формованием. Можно применять и многослойные образцы, моделирующие систему материалов верха обуви. Из материалов выкраивают образцы квадратной формы размером 40х40 мм.

Оборудование, приборы. Тепловентилятор для обработки потоком горячего воздуха или термостат с терморегулятором (конвективная сушка). Лабораторная установка УС-4 для радиационной или радиационно-конвективной сушки. Лабораторная установка для вакуумно- радиационной сушки ВШ – 0,05(Д), технические весы, анемометр.

Методика проведения работы.

Подготовка образцов и оборудования для сушки.

Образцы материалов размером 40х40 мм 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. 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°C . 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 $T = 50-60^{\circ}\text{C}$ и $V = 1-1,5$ м/с. Образцы предварительно проколоть для подвешивания на крючок стойки. Взвешивание образцов проводить через 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 $60\pm 5^{\circ}\text{C}$, увлажненные образцы укладывают в специальную сетку установки. Взвешивание образцов проводить через 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 1 мин сушки.

Вакуумно-радиационный метод сушки

Включить вакуумно-радиационную сушильную камеру ВШ-0,035 (А). Установить режим сушки: $T=65-75^{\circ}\text{C}$, $P=0,02-0,015$ МПА. Увлажненные образцы поместить в камеру для сушки. Взвешивание производить через 1 мин сушки.

Определение влажности образца. После каждого взвешивания определяют влажность образцов по формуле:

$$W = \frac{100 (g_2 - g_1) + g_2 W_0}{g_1}, \quad 3.27$$

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 (на массу абсолютно сухого материала).

Результаты эксперимента (среднеарифметические по группе образцов для каждого материала заносят в таблицу 3.1).

Таблица 3.1– Результаты эксперимента.

Метод сушки	Ре-жим суш-ки	Масса g, г (числитель) и влажность, W,% (знаменатель) группы образцов														Вре-мя суш-ки до веса g ₁
		перед увлажнени-ем	после увлажнени-я	Продолжительность сушки												
1	2			3	4	5	10	15	20	30	40	60	90	120		

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

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 време-

ни сушки. Произвести расчет времени сушки по формуле (3.26) и сопоставить с экспериментальным временем сушки.

При расчете времени сушки выбираем усредненную кривую сушки при вакуумно-радиционном или радиционно-конвективном методе, проводим касательную к отрезку кривой сушки после окончания периода прогрева, по тангенсу угла наклона которой в формуле (3.26) определяют максимальную скорость влагоудаления N . Коэффициенты c_1 и c_2 определяются по формуле $c_1 = 1,8/U_n$, $c_2 = 1,8/U_k$.

Сделать вывод о сходимости экспериментальных и расчетных значений времени сушки.

Лабораторная работа №2

Тема: Изучить влияние интенсифицированных режимов сушки на физико-механические и упругопластические свойства кожи

Цель работы: ознакомиться с интенсифицированными методами сушки и изучить их влияние на физико-механические и упруго-пластические свойства кожи.

Материалы и образцы: для выполнения работы могут быть использованы все виды кож для верха обуви. Образцы кожи должны быть в форме лопаточки размером 100x10 мм кожи, размеченные с выделением рабочей длины 50 мм и поперечным сечением по середине образца. В группу испытания входят 8 образцов для одного эксперимента. Четыре образца увлажняются окунанием с пролежкой. Перед увлажнением 4 образца взвешиваются на технических весах для определения влажности. Четыре образца являются контрольными, из которых два образца растягиваются до разрыва с определением предела прочности (σ), разрывного удлинения (e_p) и нагрузки при появлении трещины ($P_{тр}$), а два образца растягиваются до напряжения 9,8 Мпа и определяют относительное удлинение, при этом напряжение ($\epsilon_{9,8}$), относительное остаточное удлинение ($\epsilon_{ост}$), пластичность (Π), условный модуль упругости (E), коэффициент поперечного сокращения (μ).

Предел прочности при разрыве определяют по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{F}, \text{ Мпа}, \quad 3.28$$

где P – нагрузка разрыва образца, Н;

F – площадь поперечного сечения образца, мм².

Относительное удлинение образца при разрыве определяют по формуле:

$$e_p = \frac{L - L_0}{L_0} \cdot 100\%, \quad 3.29$$

где L – длина образца при разрыве, мм;

L_0 – первоначальная длина образца, мм.

Относительное удлинение при напряжении 9,8 МПа:

$$e_{9,8} = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100\%, \quad 3.30$$

где L_1 – длина образца при нагрузке, соответствующей напряжению 9,8 МПа, мм;

L_0 – первоначальная длина образца, мм.

Относительное остаточное удлинение при нагрузке, соответствующей напряжению 9,8 МПа, определяют по формуле:

$$e_{ост} = \frac{L_2 - L_0}{L_0} \cdot 100\%, \quad 3.31$$

где L_2 – длина образца после пролежки в течении 30 мин., мм.

Пластичность определяют по формуле:

$$\Pi = \frac{e_{ост}}{e_{9,8}} \cdot 100\%, \quad 3.32$$

Условный модуль упругости определяют по формуле:

$$E = \frac{\sigma}{e_{9,8}} \cdot 100\%, \quad 3.33$$

где σ - напряжение, равное 9,8 МПа;

$e_{9,8}$ – относительное удлинение образца при напряжении 9,8 МПа, %.

Коэффициент поперечного сокращения определяют по формуле:

$$m = \frac{e_{сокр}}{e_{9,8}}, \quad 3.34$$

где $e_{сокр}$ – относительное изменение ширины образца при напряжении 9,8 МПа, %.

$$e_{сокр} = \frac{b_0 - b_1}{b_0} \cdot 100\%, \quad 3.35$$

где b_0 – первоначальная ширина образца, мм;

b_1 – ширина образца при напряжении 9,8 МПа;

Сушка образцов

Увлажненные образцы кожи подвергаются сушке радиационно-конвективным или вакуумно-радиационным методами при температуре выше 100°C . Сушку образцов продолжают до тех пор, пока масса каждого образца не станет такой, какой она была до увлажнения или несколько меньше. Фиксируют при этом время сушки. После сушки при интенсифицированных методах и конкретных значениях температуры и времени сушки образцы кожи выдерживают при нормальных условиях не менее 15 мин. После этого два образца кожи разрывают, а два образца растягивают до напряжения 9,8 Мпа и определяют вышеперечисленные показатели свойств кожи. Аналогично испытываются и контрольные образцы с определением вышеперечисленных показателей. Полученные результаты записывают в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Физико-механические и упруго-пластические свойства материала

Кожа, номер, группа	Метод сушки. Температура сушки, $^{\circ}\text{C}$	Время сушки, мин.	Масса g,г и влажность W, %		Показатели физико-механических и упруго-пластических свойств контрольных и высушенных образцов						
			перед увлажнением	после увлажнения	σ Мпа	ϵ_p %	ϵ_1 9,8 Мпа	$\epsilon_{\text{ост}}$ %	П %	Е Мпа	μ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Анализ полученных результатов и выводы.

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.

Выводы.

Лабораторная работа № 3

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

В настоящее время на обувных предприятиях наряду с такими методами увлажнения, как окунание с пролежкой, сорбционный, опрыскивание, нанесение увлажнителя распылением на бахтормяную или лицевую поверхность применяются комплексные гигротермические воздействия, при которых детали

или узлы, увлажненные вначале одним из вышеуказанных методов, затем дополнительно увлажняются паром кипящей воды (пропаривание) на специальных установках или подвергаются влажно-тепловой пластификации в термостатах-увлажнителях между отдельными этапами формования.

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 выполняются непосредственно перед обтяжкой заготовок и затяжкой носочно-пучковой части.

Использование комплексных методов увлажнения позволяет снизить общее количество влаги, вводимое при запуске заготовок на сборку обуви, что способствует в дальнейшем сокращению продолжительности сушки обуви или замене ее влажно-тепловой фиксацией формы верха.

Цель работы: ознакомиться с комплексными гигротермическими воздействиями и изучить их влияние на упруго – пластические свойства обувных материалов.

Материалы, образцы. Для выполнения работы могут быть использованы все виды натуральных, искусственных, синтетических кож для верха обуви, а также системы материалов, моделирующие заготовки верха обуви. Из материалов выкраиваются образцы в форме двусторонней лопаточки размером 100x10 мм, рабочая часть 50x10 мм. Отмечается рабочая часть 50x10 мм и поперечная линия по середине образца. В одну группу из конкретных материалов входит одиннадцать образцов, выкроенных с соблюдением технологии выкраивания основных деталей верха обуви.

Оборудование, приборы. 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 бахтормяную или лицевую поверхность. Опрыскивание 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 специальным прибором.

Подготавливают ткань-влагоноситель. Ткань взвешивают, затем окунают в воду, отжимают и снова взвешивают. Примерное количество 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. Опрыскивание + пропаривание.
5. Опрыскивание + термодиффузионный.
6. Возможны другие комплексные гигротермические воздействия, которые изучаются по усмотрению преподавателя.

Методика выполнения работы.

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, входящих в комплексный. Например, пропаривание, и три образца увлажняют комплексным методом увлажнения сорбционный + пропаривание. Из трех образцов один используется для определения влажности конкретным методом. Затем два образца, увлажненных конкретным 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, (П), %;
- модуль упругости, (Е), 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 $\epsilon_{ост.}$

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

Анализ полученных данных.

Таблица 3.3 - Показатели упруго-пластических свойств материалов в воздушно-сухом состоянии и при увлажнении различными методами

Метод и режим увлажнения	Масса g, г (числитель) и влажность W,% (знаменатель) группы образцов		Показатели упруго-пластических свойств увлажненных и контрольных образцов				
	перед увлажнением	после увлажнения	$\epsilon_{9,8}$, %	$\epsilon_{ост.}$, %	П, %;	Е, Мпа	μ
1	2	3	4	5	6	7	8

После обработки полученных данных представить информацию в виде гистограммы, где следует представить упруго-пластические свойства воздушно-сухих и увлажненных образцов.

Выводы.

Лабораторная работа №4

Тема: Изучение кинетики поглощения влаги при термодиффузионном методе увлажнения

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 в последствии процесс ее удаления (сушки)). Такими методами увлажнения являются, например, термодиффузионный, вакуумный и др.

Термодиффузионный метод увлажнения отличается от других (сорбционного, окунания 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°C, 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 25с. 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 существ-

вующие 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.

Ускорение процесса увлажнения позволяет создавать контактные конструкции, которые могут быть расположены непосредственно у рабочего места обтяжчика и затяжчика.

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:

$$\Delta t_c = [0,08(t_r - 92)]^2, \quad 3.36$$

где Δt_c – изменение температуры сваривания, $^{\circ}\text{C}$;

t_r – температура горячей плиты.

Термодиффузионный контактный метод увлажнения можно реализовать в 2-х вариантах:

1. Термодиффузионное увлажнение с использованием ткани-влагоносителя или влагопередающей подушки.

2. Термодиффузионное увлажнение путем опрыскивания поверхности детали мелкодисперсионной дистиллированной водой с последующим воздействием горячей поверхности.

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

Методика выполнения работы

В образцах материала для верха обуви из кожи стандартной формы (в виде двусторонней лопаточки) размером 100 x 10 мм отмечают рабочую длину 50 мм и проводят по середине поперечную линию, замеряют в трех точках толщину.

Увлажнение термодиффузионным методом с использованием ткани – влагоносителя.

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

Подготавливают ткань-влагоноситель из шерстяной ткани. Для этого ткань взвешивают и увлажняют водой в количестве примерно 0,1г. 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 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 каждого времени увлажнения производят взвешивание одного образца для определения влажности, а три образца испытывают на определение упруго-пластических свойств.

Термодиффузионное увлажнение путем опрыскивания поверхности детали мелкодисперсной водой.

Образцы взвешиваются и опрыскиваются из пульверизатора, нанося воду на бахтормяную поверхность (5-10 нажатий). Производят взвешивание образцов. Затем образцы укладываются лицевой поверхностью на холодную плиту, а сверху опускается горячая плита с $T=100 \pm 5^\circ\text{C}$. Время увлажнения 10, 20, 40, 160 с.

После реализации каждого режима увлажнения производят взвешивание образцов и определяют влажность по формуле:

$$W = \frac{100(g_2 - g_1) + g_2 W_0}{g_1}, \quad 3.37$$

где – W_0 – первоначальная влажность, т.е влажность перед увлажнением, %;

g_1 – масса материала до увлажнения, г;

g_2 – масса материала после увлажнения, г.

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

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

Обработка результатов и анализ полученных данных

Результаты эксперимента записываются в таблицу 3.4 и таблицу 3.5.

Таблица 3.4 – Влажность образцов при различном времени увлажнения

Метод и режим увлажнения	Масса g и влажность образца W%					
	перед увлажнением	при продолжительном увлажнении				
		10	20	40	180	
1	2	3	4	5	6	7

Таблица 3.5 – Показатели упруго-пластических свойств

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

По полученным результатам 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 об изменении упруго-пластических свойств материала при термодиффузионном методе увлажнения с использованием ткани-влагоносителя и опрыскивания водой бахтормяной поверхности образцов. Обратить внимание на изменение внешнего вида материала и количественные изменения показателей упруго-пластических свойств по сравнению с воздушно-сухими образцами (контрольными).

Выводы

Лабораторная работа №5

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

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 разруба 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.

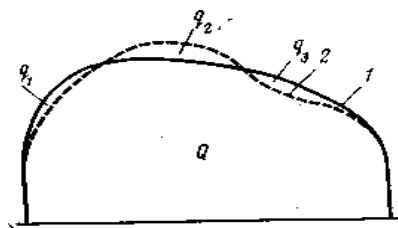
Среди технологических факторов, влияющих на формоустойчивость обуви, следует выделять: увлажнение материалов и систем материалов, величину их растяжения, режимы и способы фиксации формы верха обуви, продолжительность выдержки материалов и систем в деформированном состоянии и др. Чем оптимальнее вышеперечисленные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

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.



1- на колодке (площадь сечения G);

2- после снятия с колодки

Рисунок 3.4 – Сравнение контуров обуви в поперечном сечении

Показатель формоустойчивости определяется по формуле 3.38

$$\Phi = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta g_i}{G} 100 \%, \quad 3.38$$

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 такой формуле:

$$\Phi = \frac{H}{H_o} 100 \% \quad 3.39$$

Где: H – высота образца, снятого с пуансона в первые секунды «отдыха», мм;

H_o – высота образца, находящегося на пуансоне, мм.

При одноосном растяжении на специальной рамке формоустойчивость материалов и систем можно оценить условной величиной остаточной деформации, которая рассчитывается по формуле 3.40.

$$e_o = \frac{l - l_o}{l_o}, \quad 3.40$$

где l_o – первоначальная длина образцов, мм;

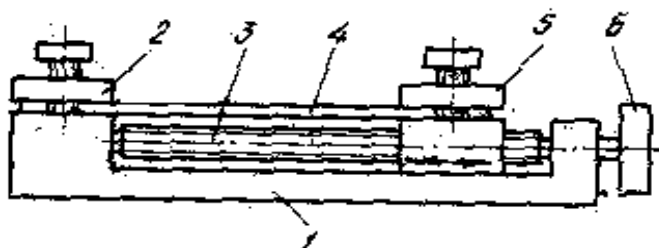
l – длина образцов после технологического воздействия, мм.

Материалы, образцы

Используются образцы из натуральной кожи в виде двухсторонней лопаточки с рабочей частью 50x10 мм, из искусственных и синтетических кож и систем материалов, размер образцов 140x20 с рабочей частью 100x20 мм при испытании на специальной рамке на одноосное растяжение. При испытании материалов и систем материалов на сферическом пуансоне используют круглые образцы диаметром 90 мм, с рабочей частью – 60 мм, которые размечаются следующим образом. На образец в виде круга указанного размера наносят две взаимоперпендикулярные линии, пересекающиеся в центре образца и соответствующие для натуральной кожи и систем из нее вдоль и поперек хребтовой линии, для тканей – по основе и утку и для искусственных и синтетических кож – вдоль и поперек рулона.

Приборы и оснастка

Специальная рамка для одноосного растяжения или специальный прибор, разработанный и изготовленный на кафедре конструирования и технологии изделий из кожи УО «ВГТУ».



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

Рисунок 3.5 – Схема прибора для одноосного растяжения образцов

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, (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 - 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 полусферы поднимается вверх, растягивая образец на заданную величину. Величина растяжения образцов зависит от вида испытываемого 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:

$$e_m = \frac{H}{2} - \frac{H}{R} - 2\arctg\left(1 - \frac{H}{R}\right), \quad 3.41$$

где e_m - относительное удлинение материала по меридиану;

R - радиус полусферы, мм;

H – высота поднятия полусферы, мм.

Методика выполнения работы

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 (3.39). Для образцов, растянутых на рамке, определяют величину остаточной деформации по формуле (3.40).

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

температура $-65 \pm 5^{\circ} \text{C}$;

время -20-30 мин.

Режимы сушки в вакуумно-радиционной камере:

температура $100-120^{\circ} \text{C}$;

время -2-3 мин;

давление- $(2,1-2,4)10^4 \text{ Па}$.

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

1 зона: температура – $60-70^{\circ} \text{C}$;

влажность $-98 \pm 1\%$;

время -1,5- 2 мин.

2 зона: температура- $80-130^{\circ} \text{C}$;

влажность $-35 \pm 40\%$;

время - 3-5 мин.

3 зона: температура 20°C ;

влажность 60%;

время -1,5-2 мин.

Режимы тепловой обработки:

температура $80-150^{\circ} \text{C}$;

время -5-20 мин.

Способы и режимы увлажнения

Увлажнение материалов и систем 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 $35-40^{\circ}\text{C}$;

время -1 час.

Режим термодиффузионного контактного способа увлажнения:

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

время 20-30 сек.

Режимы увлажнения пропариванием:

температура $85-5^{\circ}\text{C}$;

время 15-40 сек.

Режимы увлажнения окунанием с пролежкой:

время окунания 5-10 сек;

Время пролежки -30-40 мин.

Режимы увлажнения опрыскиванием с пролежкой:

нанесение увлажнителя путем 5-10 нажатий на пульверизатор;

время пролежки -30-40 мин.

Лабораторная работа выполняется в виде 3-х заданий.

В первом задании изучается влияние величины деформации материалов и систем на формоустойчивость.

Во втором задании изучается влияние способа фиксации формы на формоустойчивость материалов и систем.

В третьем задании изучается влияние способа увлажнения на формоустойчивость материалов и систем.

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

При растяжении на полусфере предварительно рассчитать высоту подъема пуансона для получения указанной величины относительной деформации по формуле (3.41). Способ фиксации формы и способ увлажнения по указанию преподавателя.

Все временные и температурно-временные режимы увлажнения и фиксации формы должны соответствовать вышеизложенной методике при изменяющейся величине относительного удлинения, для которого определяются коэффициент формоустойчивости по формуле (3.39) или (3.40).

Задание 2. 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 состава систем. Предварительное увлажнение образцов перед растяжением осуществляется пропариванием под паром горячей воды, имеющей температуру $90 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

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-радиционной сушки. Определяют коэффициенты формоустойчивости материалов по формулам (3.39 или 3.40).

Задание 3. Определить влияние метода увлажнения на формоустойчивость материалов и систем для 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 пропариванием, термодиффузионного, сорбционного на коэффициент формоустойчивости материалов и систем материалов. Испытывается 3 образца материалов для каждого метода увлажнения и 1 контрольный образец. Сделать вывод о влиянии увлажнения на формоустойчивость материалов и систем.

Выводы.

Лабораторная работа №6

Тема: Изучение технологических операций с использованием гигротермических воздействий при производстве обуви клеевого и литьевого методов крепления

Цель работы: 1. Изучить конкретные технологические операции, выполнение которых предусматривает увлажнение деталей, узлов или тепловое воздействие на полуфабрикат. Изучить методы увлажнения, оборудование, режимы увлажнения, оснастку.

2. Изучить технологические операции, выполнение которых предусматривает тепловое воздействие или влажно-тепловую пластификацию деталей или полуфабриката. Изучить оборудование и режимы тепловой и влажно-тепловой пластификации.

3. Изучить технологические операции для фиксации формы верха обуви, оборудование, режимы выполнения операции.

4. Изучить технологические операции отделки верха обуви, при выполнении которых используются гигротермические воздействия, режимы и оборудование.

Оформление лабораторной работы. Лабораторная работа оформляется в виде отчета, в котором отражается следующее:

1. Наименование операции, выполнение которой требует увлажнения.

1.1 Назначение увлажнения;

1.2 Метод увлажнения;

1.3 Оборудование и режим увлажнения с конкретизацией увлажнителя, температуры, времени, давления;

1.4 Описание дефектов, которые возможны при нарушении режимов увлажнения или нерациональных методов увлажнения.

2. Наименование операций, выполнение которых требует тепловой или влажно-тепловой пластификации деталей или полуфабриката.

2.1. Назначение тепловой или влажно-тепловой пластификации;

2.2. Метод пластификации;

2.3 Оборудование, режимы пластификации;

2.4 Описание дефектов, возникающих при нарушении режимов пластификации.

3. Способ фиксации формы верха обуви:

3.1 Назначение операции;

3.2 Метод фиксации;

3.3 Оборудование, режимы;

3.4 Дефекты, возникающие при нарушении технологии, фиксация формы верха обуви.

4. Операции отделки верха обуви, выполняемые с использованием гигротермических воздействий:

4.1 Назначение операции;

4.2 Метод гигротермического воздействия;

4.3 Оборудование, инструменты, режимы;

4.4 Дефекты, возможные при нарушении метода и режима гигротермического воздействия.

Информация по технологическим операциям, выполняемая с использованием гигротермических воздействий, представляется в виде таблицы 3.6

Таблица 3.6 Информация по технологическим операциям с использованием гигротермических воздействий

Наименование операции	Метод гигротермического воздействия	Оборудование, инструменты	Режимы

Лабораторная работа №7

Тема: Изучение влияния гигротермических воздействий на формовочные свойства искусственных (ИК) и синтетических (СК) кож для верха обуви

Гигротермические воздействия на обувные материалы в процессе производства улучшают их формовочные свойства, характеризующиеся комплексом показателей, основными из которых являются:

-относительное удлинение при $\sigma=9,8$ МПа, %;

-коэффициент удлинения образца при фиксированном растягивающем усилии, %/Н;

-коэффициент поперечного сокращения, равный отношению относительного поперечного сокращения к относительному продольному удлинению μ ;

-коэффициент относительной деформации, равный отношению деформации при трещине лица кожи к деформации при ее разрыве;

-пластичность материала определяется как отношение относительной остаточной деформации к относительной деформации при заданном формирующем напряжении;

-предел прочности материала при разрыве, МПа.

Перечисленные показатели формовочных свойств определяются, в основном, при одноосном растяжении.

Для оценки гигротермических воздействий на формовочные свойства ИК и СК для верха обуви этих показателей недостаточно. Для ИК и СК необходимо строить термомеханические кривые, представляющие зависимость деформации растяжения или сжатия от температуры.

Термомеханическая кривая монолитного аморфного полимера представлена на рисунке (3.7).

На кривой выделяется три участка, которые соответствуют различному физическому состоянию полимера:

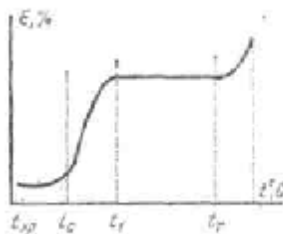


Рисунок 3.7 – Термомеханическая кривая монолитного аморфного полимера

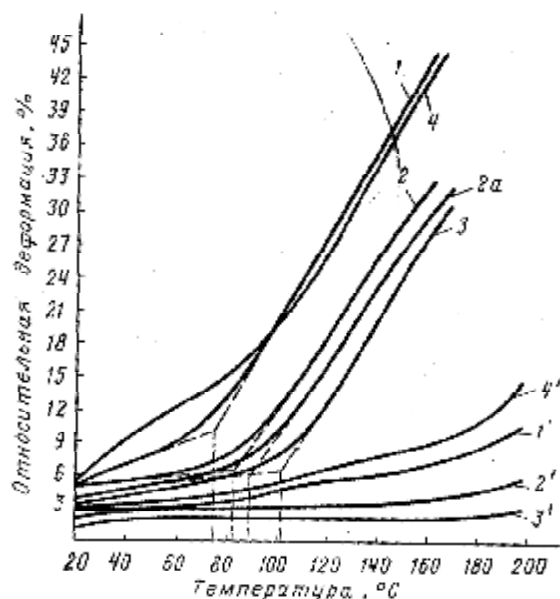
1-й участок соответствует стеклообразному состоянию полимера, для которого характерны небольшие деформации при небольших напряжениях;

2-й участок - наблюдается рост деформации, которая имеет обратимый характер.

Температура T_g является средней температурой области, в которой полимер переходит из стеклообразного в высокоэластичное состояние и ее называют температурой стеклования. Эта температура является важным параметром для выбора режимов тепловой обработки материала с целью повышения его формовочных свойств. Высокоэластичное состояние полимера характеризуется возможностью получения больших обратимых деформаций за счет изгиба и распрямления макромолекул полимера. Если в этом состоянии полимер охладить до температуры ниже температуры стеклования, то можно сохранить деформацию после снятия нагрузки в течение длительного времени («замораживание» деформации), однако при повышении температуры отмечается вновь уменьшение деформации.

3-й участок характеризует течение полимера, т.е. наблюдается необратимое перемещение цепей относительно друг друга. Температура T_t является средней температурой области истинного течения полимера.

Искусственные и синтетические кожи представляют собой сложные композиционные системы, армированные тканью, неткаными материалами. Их термомеханические кривые имеют более сложный характер, так как состоят из отдельных слоев со своими термомеханическими свойствами. Однако для объективной оценки поведения ИК и СК при гигротермических воздействиях следует строить термомеханические кривые для заданного диапазона деформирующих напряжений. Термомеханические кривые для некоторых видов синтетических кож представлены на рисунке 3.8



- 1,1' — исходные материалы;
- 2,2',2а - материалы, подвергнутые деформации растяжения на 10 % и термофиксации при температуре соответственно 100 и 135°;
- 3,3'-то-же при температуре термофиксации 160 °С;
- 4,4' — материалы, подвергнутые только термофиксации при температуре 160°С

Рисунок 3.8 - Изменение характера термомеханических кривых синтетических кож СК-8 (кривые 1-4) и СК-2 (кривые 1- 4) в зависимости от температуры термофиксации при продолжительности процесса 10 мин.

У СК наблюдается значительное возрастание деформации от температуры. Температура размягчения определяется как точка пересечения касательных к почти прямолинейным участкам термомеханической кривой (ТМК) в области размягчения. Положение этой точки указывает на возникновение интенсивных релаксационных процессов в полимерном материале. В этой области

температур деформация развивается при наименьших напряжениях и затратах энергии на нагрев. Поэтому установление температуры размягчения позволяет выбирать температурный режим формования заготовок (прогрев перед формованием). Предварительное растяжение и термопластификация приводит к существенному изменению вида ТМК и уменьшению относительных деформаций при одинаковых условиях испытания. При этом температура размягчения смещается в сторону более высокой температуры.

Цель работы: ознакомиться с методикой построения термомеханических кривых искусственных ИК и синтетических СК кож и изучить влияние гидро-термических воздействий на их формовочные свойства.

Материалы, образцы

Для выполнения работы могут быть использованы все виды ИК и СК для верха обуви. Из материалов выкраиваются образцы прямоугольной формы размером 150x10 мм, рабочая часть 100x10 мм.

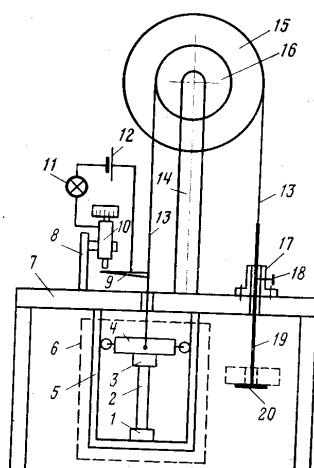
Оборудование и приборы

Для построения термомеханических кривых может быть использован прибор, схема которого представлена на рисунке 3.9 .

Температура поверхности образца измеряется хромель-капельной термопарой. Удлинение образца измеряется электронным способом. Нагружение образца производится постоянным грузом равным, 0,1 от разрывной нагрузки. Интервал изменения температуры 20-200° С.

Методика выполнения работы

В зависимости от покрытия и основы ИК и СК устанавливается интервал температур, при которых измеряется относительная деформация ИК и СК. Из одного материала выкраивается такое количество образцов, которое соответствует интервалам температур при объеме выборки при каждой температуре - 3 образца. Образцы закрепляются в зажимах 3, включается термокамера, при достижении температуры поверхности образца установленного значения, которая измеряется электронным прибором, кладется груз на площадку 20, который составляет 0,1 от разрывной нагрузки образца. С помощью тензодатчика измеряют абсолютное удлинение образца. Предварительно производят испытание образцов ИК и СК на разрыв и производят тарировку тензодатчика для определения величины абсолютного удлинения образца. Затем устанавливают соответствующие значения температуры в термокамере, измеряют температуру поверхности испытуемого образца и измеряют абсолютное удлинение образцов. С использованием тарировочного графика определяют абсолютное значение удлинения образца, которое равно относительному удлинению, так как рабочая длина испытуемого образца равна 100 мм.



1-нижний зажим, 2- образец кожи; 3 – верхней зажим; 4 – каретка; 5- жесткая рама; 6 – термокамера; 7- основание прибора; 8- штатив; 9 – контактирующая пластинка; 10 – микрометрический винт; 11 – лампа ; 12 – источник напряжения; 13 металлический трос; 14 – стойка; 15 – большой шкиф; 16 - малый шкиф; 17 – втулка, 18- стопорный винт; 19 – стержень ; 20- площадка для груз

Рисунок 3.9 -Схема прибора для исследования термомеханических свойств для верха обуви

Обработка и анализ данных

Производится статистическая обработка полученных значений относительных деформаций ИК и СК при определенных значениях температур на их поверхности, которые представляются в таблице 3.7.

Таблица 3.7 –Экспериментальные значения относительной деформации и температуры и статистических характеристики

Наименование материала	Температура поверхности образца	Относительное удлинение образцов, E %			S, %	σ , %	V, %
		1	2	3			

На основании данных таблицы 3.7 построить термомеханические кривые исследованных видов ИК и СК в осях координат E, % - T, °C. Выполнить анализ термомеханических кривых, определить температуру размягчения ИК и СК и обосновать температурный режим формования заготовок (прогрев перед формованием).

Выводы.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

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.