

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 685.34.017.3

**ФУРАШОВА
СВЕТЛАНА ЛЕОНИДОВНА**

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ
ВЕРХА ОБУВИ ПОВЫШЕННОЙ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.19.06 – «Технология обувных и
кожевенно-галантерейных изделий».

Витебск, 2009

Работа выполнена в учреждении образования
«Витебский государственный технологический университет»

Научный руководитель:

Горбачик Владимир Евгеньевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Конструирование и технология изделий из кожи» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Официальные оппоненты:

Фукин Виталий Александрович, доктор технических наук, профессор, президент Московского государственного университета дизайна и технологии, заведующий кафедрой «Технология изделий из кожи»;

Буркин Александр Николаевич, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Стандартизация» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».

Оппонирующая организация:

Открытое акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт кожевенно-обувной промышленности» (ОАО «ЦНИИКП»), г. Москва, Российская Федерация.

Защита состоится « 18 » декабря 2009г. в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций К 02.11.01 в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» по адресу:

210035, г. Витебск, Московский проспект, д. 72, ауд. 210.

E-mail: vstu@ vstu.vitebsk.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Витебский государственный технологический университет»

Автореферат разослан « » _____ 2009г.

Ученый секретарь совета по защите диссертаций, кандидат технических наук, доцент

Г. В. Казарновская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Проблема конкурентоспособности продукции актуальна для Республики Беларусь. На её решение направлен ряд ключевых государственных программ.

Конкурентоспособность продукции обувных предприятий достигается, прежде всего, повышением её качества. В структуре потребительских показателей качества обуви показатель формоустойчивости занимает одно из первых мест по значимости, так как определяет надежность, долговечность и привлекательный внешний вид обуви.

Повышение требований к качеству обуви, внедрение нового оборудования, использование при производстве обуви материалов новых структур, расширение ассортимента кож для верха обуви требует постоянного изучения и совершенствования способов повышения формоустойчивости обуви.

В научно-исследовательских работах формоустойчивости обуви уделяется большое внимание, однако, до настоящего времени на обувных предприятиях существует проблема низкой формоустойчивости готовой обуви. Одной из основных причин этого, по мнению специалистов, является использование одинаковой режимной технологии, которая не может учитывать свойств различных материалов и поэтому не обеспечивает необходимое качество формования. В связи с этим, поиск путей повышения формоустойчивости верха обуви является весьма актуальной задачей.

Решение поставленной задачи достигается разработкой оптимальных технологических режимов процесса формования, учитывающих реологические свойства материалов заготовки, а также в результате разработки новой методики прогнозирования формоустойчивости обуви, позволяющей на стадии конструкторско-технологической подготовки производства формировать системы материалов с высокой релаксационной способностью и формоустойчивостью. Использование полученных разработок способствует повышению качества и конкурентоспособности отечественной обуви.

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами.

Тема диссертационной работы включена в тематику научно-исследовательской работы кафедры «Конструирование и технология изделий из кожи» УО «ВГТУ» ВПД 054 «Повышение эргономических свойств и надежности обуви на основе совершенствования ее конструкции и технологии производства», утвержденную НТК УО «ВГТУ» (протокол №4/2005–2006 от 14.12.2006г.). Тема диссертационной работы соответствует основным положениям, обозначенным в Государственной программе «Качество» на 2007–2010 г.г., направленной на повышение конкурентоспособности продукции белорусских товаропроизводителей.

Диссертационная работа выполнялась в рамках инновационного проекта №579 «Разработать и внедрить технологию повышения формоустойчивости

обуви различных конструкций», утвержденного решением совета экспертов по научно-технической политике концерна «Беллепром» (протокол №3 от 27.12.2004г., №ГР20052698, срок выполнения 1.04.2005–31.03.2007).

Цель и задачи исследования.

Целью диссертационной работы является повышение качества обуви на основе рациональной комплектации пакетов верха обуви и разработки оптимальных технологических режимов процесса формования верха обуви повышенной формоустойчивости.

В соответствии с указанной целью были поставлены следующие задачи:

- выполнить анализ существующих методов оценки формоустойчивости обуви, выявить и изучить факторы, влияющие на формоустойчивость обуви;
- разработать методику и исследовать релаксационные свойства обувных материалов и их систем;
- разработать способ и устройство для исследования формоустойчивости систем материалов;
- разработать технологические режимы процесса формования верха обуви повышенной формоустойчивости;
- разработать методику прогнозирования формоустойчивости верха обуви, учитывающую реологические свойства комплектующих материалов и технические возможности обувных предприятий;
- произвести промышленную апробацию и внедрить в производство технологические режимы процесса формования верха обуви повышенной формоустойчивости и методику прогнозирования формоустойчивости верха обуви.

Объектом исследования являются современные материалы и их системы, применяемые для верха обуви, обувь клеевого метода крепления. **Предметом исследования** является формоустойчивость верха обуви, релаксационные свойства обувных материалов и их систем, технология формования верха обуви.

Решение поставленных в работе задач осуществлялось с использованием инструментальных и аналитических методов исследования свойств материалов и обуви, математической статистики, корреляционно-регрессионного анализа, метода главных компонент, математического моделирования, планирования эксперимента и оптимизации многофакторных процессов. Обработка экспериментальных данных осуществлялась на ЭВМ с использованием программы «Statistica 6», редактора электронных таблиц «Excel» и средств программирования «Delphi», «Visual Basic».

Положения, выносимые на защиту.

Оптимальные технологические режимы процесса формования верха обуви, разработанные с учетом реологических свойств комплектующих материалов и впервые учитывающие комплексное воздействие на показатель формоустойчивости наиболее значимых факторов: удлинения, влажности, режимов фиксации тепловой обработкой и способом охлаждения, позволяющие значительно

улучшить формоустойчивость обуви, снизить потери от реализации некондиционной продукции, повысить качество и конкурентоспособность обуви.

Новая методика прогнозирования формоустойчивости верха обуви, позволяющая на стадии конструкторско-технологической подготовки производства формировать системы материалов с высокой релаксационной способностью и определять с использованием аналитических зависимостей формоустойчивость обуви, изготовленной из различных современных материалов, что обеспечивает выпуск продукции высокого качества с учётом технической оснащённости предприятия и наличия материалов.

Методика и автоматизированный комплекс для исследования релаксационных свойств материалов и систем материалов верха обуви, позволяющие получать в автоматическом режиме с высокой точностью широкий круг показателей релаксации, что даёт возможность объективно оценить технологическую пригодность материала для изготовления обуви.

Способ и устройство для исследования формоустойчивости систем материалов, позволяющие моделировать технологический процесс производства обуви, получать достоверные результаты о формоустойчивости систем материалов и эффективности гигротермических воздействий.

Личный вклад соискателя.

- установлены оптимальные технологические режимы процесса формования для систем с различными по свойствам материалами;
- получены математические зависимости коэффициента формоустойчивости от величины относительного удлинения, влажности, температуры теплового воздействия и режимов охлаждения;
- разработана методика прогнозирования формоустойчивости верха обуви;
- разработано техническое задание на устройство для определения формоустойчивости материалов верха обуви, обоснованы конструктивные элементы устройства;
- разработан алгоритм расчета показателей релаксации и интерфейс программного обеспечения автоматизированного комплекса для измерения и оценки релаксационных свойств обувных материалов;
- разработана методика и выполнены экспериментальные исследования релаксационных свойств современных материалов для верха обуви и их систем при одноосном и двухосном растяжении;
- изучено влияние режимов формования на релаксационные свойства и формоустойчивость систем материалов для верха обуви;
- разработан алгоритм обработки экспериментальных данных по релаксации усилий материалов и систем материалов и интерфейс программного продукта для его реализации;
- осуществлен выбор модели, наиболее точно описывающей релаксацию усилий в обувных материалах и их системах при различных видах растяжения.

Апробация результатов диссертации.

Основные результаты работы представлены и получили положительную оценку на: международной научно-практической конференции «Новое в дизайне, моделировании, конструировании и технологии изделий из кожи» (Шахты, 2003г.); международной научной конференции «Актуальные проблемы науки, техники и экономики производства изделий из кожи» (Витебск, 2004г.); международной научно-технической конференции «Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности» (Витебск, 2005г.); международной научно-технической конференции «Экологические и ресурсосберегающие технологии промышленного производства» (Витебск, 2006г.); международной научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов «Молодежь производству» (Витебск, 2006г.); НТК преподавателей и студентов УО «ВГТУ» (Витебск, 2007г., 2008г.); межвузовской научно-практической конференции «Инновационные и наукоемкие технологии в легкой промышленности» (Москва, 2008г.); на заседаниях кафедры конструирования и технологии изделий из кожи УО «ВГТУ» (2006–2009г.г.), на проблемном совете УО «ВГТУ».

Апробация и внедрение результатов диссертационных исследований осуществлены на обувных предприятиях Республики Беларусь СООО «Марко», ОАО «Красный Октябрь», в учебный процесс УО «ВГТУ».

Опубликованность результатов диссертации.

По материалам диссертации опубликовано 20 печатных работ общим объёмом 4,8 авторских листов, в том числе 10 статей, 5 из которых в изданиях, утвержденных перечнем ВАК РБ, 8 материалов конференций и 1 тезисы докладов. Получен патент на полезную модель «Устройство для испытания материалов верха обуви» (Пат. ВУ 4128 U 2007.12.30 МПК G 01N 3/00, заявка №u20070524 от 16.07.2007г., опубл. 30.12.2007г.).

Структура и объем диссертации.

Работа содержит введение, общую характеристику работы, пять глав, заключение, библиографический список и приложения. Общий объем диссертации составляет 297 страниц, включающих 67 рисунков, 26 таблиц, занимающих 28 страниц и 12 приложений, представленных на 124 страницах. В работе использовалось 165 библиографических источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, определены цели и задачи, основные аспекты исследуемой проблемы, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В первой главе проанализированы и систематизированы литературные данные, посвященные исследованиям формоустойчивости обуви.

Отмечено, что формоустойчивость верха обуви имеет большое значение в системе показателей качества обуви, так как является одним из наиболее важных потребительских свойств обуви и определяет её надежность в эксплуатации.

Установлено, что, несмотря на обширность проведенных исследований, недостаточно изучены многие вопросы, связанные с формоустойчивостью обуви. Так, среди гигротермических воздействий, осуществляемых с целью фиксации формы верха обуви, практически не изученным является влияние воздействия низких температур на формоустойчивость обуви с верхом из натуральной кожи, так как фиксация формы методом охлаждения нашла применение при производстве обуви относительно недавно. Наряду с этим, недостаточно изучено комплексное влияние на формоустойчивость обуви наиболее значимых факторов.

Формоустойчивость обувных материалов чаще всего исследовалась при одноосном растяжении, свойства материалов при двухосном растяжении изучены крайне мало, хотя известно, что двухосное растяжение в большей степени имитирует процесс формования. Кроме того, в основном исследовались одиночные обувные материалы, в связи с этим, полученные результаты лишь в некоторой степени отражают формоустойчивость заготовки верха обуви, состоящей из системы материалов. Многие исследованные материалы в настоящее время не применяются для изготовления обуви, а свойства современных материалов для верха обуви изучены недостаточно.

Вторая глава посвящена разработке методики и исследованию релаксационных свойств материалов и их систем. Необходимость исследований связана с тем, что релаксационные процессы, протекающие в материалах при растяжении, оказывают большое влияние на формоустойчивость обуви.

Анализ литературных данных показал, что существующие методики исследования материалов различных структур значительно отличаются по условиям испытания, что не даёт возможности получать сопоставимые данные при исследовании различных групп материалов верха обуви, а также не позволяет перейти к исследованию систем материалов.

Используемый в работе метод исследования релаксационных свойств материалов и систем материалов заключается в деформировании образца, закрепленного в зажимы разрывной машины «Frank» при испытании на одноосное растяжение, или в зажимы прибора В3030 для двухосного растяжения, на определенную величину, которая в период нагрузки сохраняется постоянной и в определении релаксируемых усилий в испытуемом образце.

В разработанной совместно с Горбачиком В.Е. [1, 11], Загайгорой К.А. и Максиной З.Г. [1] методике исследования релаксационных свойств материалов и систем материалов при одноосном и двухосном растяжении обоснованы условия проведения эксперимента.

Для осуществления растяжения материалов и систем материалов, регист-

рации усилий, возникающих при деформации образца и соответствующих им значений удлинений, а также релаксации усилий при фиксированном удлинении в соавторстве с Горбачиком В.Е., Томашевой Р.Н., Давыдько А.П., Ковалевым А.Л. [2] разработан автоматизированный измерительный комплекс, структурная схема которого представлена на рисунке 1.

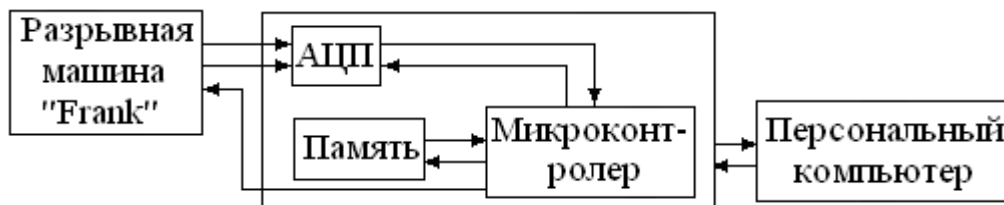


Рисунок 1 – Структурная схема автоматизированного комплекса

Программное обеспечение комплекса позволяет автоматически осуществлять испытание и обрабатывать полученную в ходе эксперимента информацию.

При выборе материалов для исследования учитывали, что натуральные кожи значительно отличаются по жесткости. Исследованиями установлено, что по показателю сопротивления заданной деформации, характеризующему жесткость, натуральные кожи целесообразно разделить на две группы:

- мягкие кожи, имеющие жесткость от 50Н до 120Н;
- кожи повышенной жесткости, с жесткостью более 120Н.

Подбор материала межподкладки и подкладки рекомендуется производить с учётом жесткости натуральной кожи. Исходя из этого, в качестве объектов исследования были выбраны натуральные кожи разной жесткости, используемые для верха обуви, подкладочные кожи и различные по структуре текстильные материалы, применяемые в качестве материалов межподкладки и подкладки при производстве обуви.

В соавторстве с Горбачиком В.Е. [3, 12, 13, 14] и Махонь В.В. [14] получены новые данные о релаксационных свойствах современных материалов и систем материалов верха обуви. Установлено, что оптимальный комплекс релаксационных свойств имеют системы материалов из мягкой кожи в сочетании с межподкладкой из нетканого материала или термобязи и с подкладкой из трикотажа. Показано, что релаксационные свойства обувных материалов и их систем при одноосном и двухосном растяжении проявляются в различной степени. Особенно велика разница в показателях релаксации у текстильных материалов и систем материалов. Учитывая, что при формовании заготовка подвергается различным видам растяжения, для наиболее полной оценки релаксационных свойств обувных материалов и их систем рекомендуется проводить исследования как при одноосном растяжении с выкраиванием образцов в продольном и поперечном направлениях, так и при двухосном растяжении.

Так как релаксация усилий носит длительный характер, с целью прогнозирования величины остаточного усилия по результатам кратковременных ис-

пытаний был осуществлен поиск реологического уравнения, наиболее точно описывающего процесс релаксации в материалах и в системах материалов. Для этого были рассмотрены модели и реологические уравнения, наиболее часто используемые для описания релаксации усилий обувных материалов различных структур и дающие высокую степень точности: уравнение Кольрауша; уравнение, вытекающее из системы уравнений Максвелла-Томсона с тремя временами релаксации; трехкомпонентная модель, соответствующая трём параллельно соединенным максвелловским элементам, характеризующим быстропротекающий, замедленный и заторможенный процессы релаксации усилий.

Учитывая, что расчёт параметров уравнений носит трудоёмкий характер, совместно с Горбачиком В.Е. и Скоковым П.И. разработан программный продукт для обработки экспериментальных данных по релаксации усилий обувных материалов и систем [4, 5]. Программа позволяет быстро и с высокой степенью точности получать реологические уравнения, описывающие релаксацию усилий обувных материалов и систем, и даёт возможность осуществлять выбор модели, наиболее точно прогнозирующей процесс релаксации конкретного материала.

Результаты обработки экспериментальных данных показали, что релаксация усилий, протекающая в обувных материалах и системах при одноосном и двухосном растяжении, наиболее точно описывается трехкомпонентным уравнением Максвелла (1) независимо от вида материала и комплектующих системы:

$$P(t) = P'_1 \exp(-tq_1) + P'_2 \exp(-tq_2) + P'_3 \exp(-tq_3), \quad (1)$$

где $P(t)$ – усилие в момент времени t ;

$P'_i \exp(-tq_i)$ – компонента, характеризующая соответственно быстропротекающий, замедленный и заторможенный процессы релаксации усилий;

q_i – константа, характеризующая скорость релаксации частей полного релаксирующего усилия.

Относительные отклонения расчётных значений усилий от экспериментальных не превышают 1,5% для всего промежутка времени наблюдения за процессом релаксации (1 час). При сокращении времени эксперимента до 20 мин, относительные отклонения не превышают 5% при расчете релаксационных характеристик материалов различных структур.

В третьей главе исследовано влияние свойств материалов и режимов формования на релаксацию усилий систем материалов при двухосном растяжении. В соавторстве с Горбачиком В.Е. получены новые данные о релаксационных свойствах материалов и систем материалов при различной величине относительного удлинения [15]. Установлено, что с увеличением растяжения кож верха обуви возрастает показатель общей доли релаксации и повышается скорость релаксационных процессов. Наилучшая релаксационная способность подкладочных и межподкладочных материалов проявляется при различной ве-

личине растяжения. На процесс релаксации усилий систем материалов с мягкими кожами большое влияние оказывают свойства материалов межподкладки и подкладки, а релаксационная способность систем материалов с кожами повышенной жесткости в большей степени определяется свойствами материала верха.

Системы материалов подвергались воздействиям, моделирующим технологический процесс производства обуви: увлажнению (W), растяжению (ϵ), термофиксации (T) в течение 4 мин. и выдержке в деформированном состоянии. Полученные кривые релаксации усилий (рисунок 2) отражают сложный характер релаксационных процессов и указывают на существенное влияние режимов гигротермических воздействий и свойств материалов на механизм процесса релаксации [6, 7].

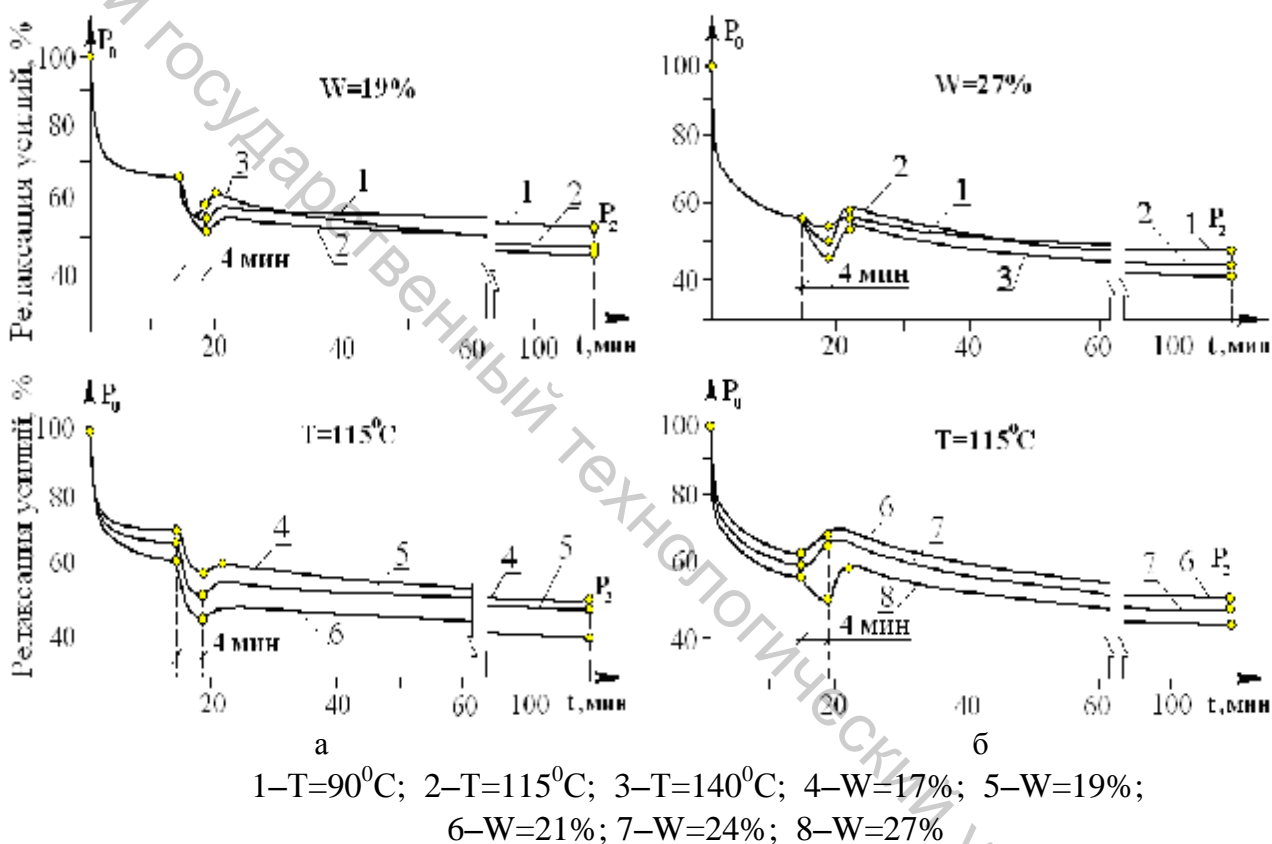


Рисунок 2 – Графики кинетики релаксации усилий систем материалов при различных режимах гигротермических воздействий, ($\epsilon=15\%$):
а – кожа мягкая «Наппа»+ нетканый материал + ткань подкладочная;
б – кожа повышенной жесткости «Элита»+термобязь+подкладочная кожа

Величина показателя общей доли релаксации при различных режимах гигротермических воздействий находится в интервале от 30% до 70%, что в 1,5 раза больше по сравнению с показателями, полученными для воздушно-сухих систем.

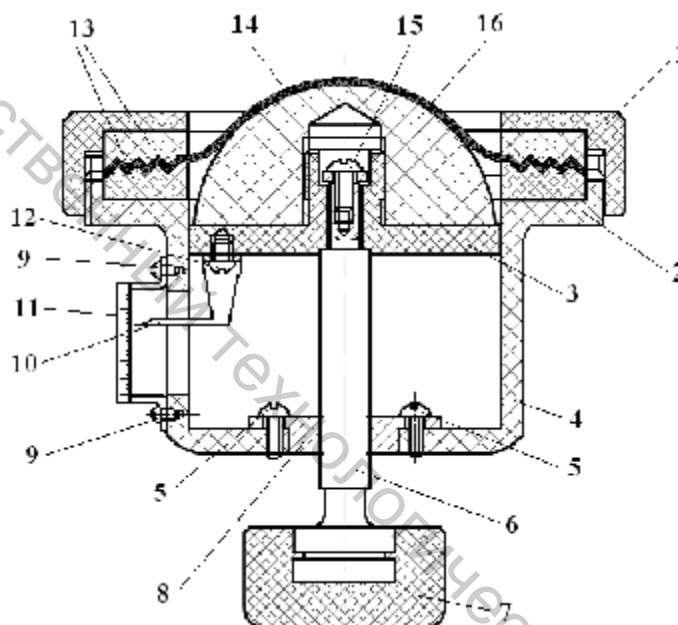
Установлено наличие тесной линейной зависимости показателей (начальное усилие и общая доля релаксации), полученных для воздушно-сухих систем материалов с аналогичными показателями, полученными для систем, подвергнутых гигротермическим воздействиям. Это позволяет учитывать влияние режимов фор-

мования при прогнозировании релаксационной способности систем материалов.

Получены математические зависимости показателя общей доли релаксации от величины относительного удлинения, влажности и температуры теплового воздействия, позволяющие прогнозировать релаксационную способность систем материалов при различных режимах технологической обработки.

Четвертая глава посвящена оптимизации режимов процесса формования, обеспечивающих высокую формоустойчивость обуви с различными по свойствам материалами комплектации.

Для выполнения исследований в соавторстве с Горбачиком В.Е. разработано устройство (рисунок 3), конструкция которого обеспечивает деформирование материалов двухосным растяжением и позволяет помещать его в установки гигротермических воздействий. Новизна устройства подтверждена патентом Республики Беларусь на полезную модель [20].



1–крышка-обойма; 2–фланец; 3–съемная площадка; 4–цилиндр; 5, 9, 12, 15–крепежные винты; 6–ходовой винт; 7–рукоятка; 8 – гайка; 10 – Г-образная стрелка; 11 – шкала; 13 – рифленое кольцо; 14–образец; 16 – пуансон

Рисунок 3 – Схема устройства для испытания материалов и систем материалов верха обуви

В условиях обувного предприятия СООО «Марко» на действующем оборудовании исследовалось влияние на формоустойчивость обуви наиболее значимых факторов: влажности, относительного удлинения и температуры теплового воздействия. Эксперимент осуществлялся в соответствии с планом второго порядка. Область определения факторов устанавливалась на основе анализа литературы, предварительного эксперимента и с учётом режимной технологии изготовления обуви на обувных предприятиях. Формоустойчивость систем материалов оценивалась величиной коэффициента формоустойчивости, рассчитанно-

го по изменению высоты образца после формования и пролёжки:

$$K = h_i / h_0 \times 100, \quad (2)$$

где h_i – максимальная высота образца через 7 суток «отдыха», мм;
 h_0 – максимальная высота образца, находящегося на пуансоне, мм.

В качестве критерия оптимизации принято значение коэффициента формоустойчивости $K \geq 80\%$.

Установлено, что коэффициент формоустойчивости систем материалов изменяется в пределах от 72% до 94% и зависит от свойств материалов, входящих в систему, величины растяжения и режимов гигротермических воздействий. Наиболее высокая формоустойчивость обеспечивается при дублировании деталей верха нетканым материалом или термобязью и использовании в качестве подкладки трикотажного полотна. По результатам эксперимента получены зависимости коэффициента формоустойчивости (K) от исследуемых факторов и построены сечения поверхностей K , на основе которых установлены оптимальные режимы гигротермических воздействий.

С целью исследования влияния воздействия низких температур на формоустойчивость систем материалов и установления оптимальных режимов охлаждения, системы материалов подвергались гигротермическим воздействиям в соответствии с установленными оптимальными режимами с последующим охлаждением при различных режимах. Эксперимент осуществлялся в соответствии с планом второго порядка, варьируемые факторы: температура (X_1) и время охлаждения (X_2). Полученные уравнения регрессии указывают, что наибольшее влияние на формоустойчивость систем материалов оказывает взаимное влияние исследуемых факторов. Уравнение регрессии (3) для системы материалов, состоящей из мягкой кожи «Наппа» в сочетании с нетканым материалом и трикотажем подкладочным имеет вид:

$$K = 88,3 + 2,1X_1X_2 + 0,5X_1^2 + 0,3X_2^2 \quad (3)$$

В соответствии с уравнениями регрессии были построены сечения поверхностей коэффициента формоустойчивости в исследуемой области температур: -1°C , -27°C и времени воздействия: 3 мин, 21 мин.

Данные эксперимента, полученные в соавторстве с Горбачиком В.Е. [10, 17, 19], Лахиной Я.И. [17], Панченко Е.В и Махонь В.В. [19] показали, что максимальной формоустойчивости можно добиться либо, увеличивая время выдержки при температуре охлаждения -5°C , либо понижая температуру охлаждения до -19°C при минимальной выдержке 3 мин. В целях сокращения производственного цикла изготовления обуви можно рекомендовать производить фиксацию верха обуви при температуре -19°C в течение 3 мин.

На рисунке 4 представлены значения коэффициента формоустойчивости систем материалов, обработанных по разработанным режимам.



Рисунок 4 – Коэффициент формоустойчивости при рекомендуемых режимах гигротермических воздействий

Стабилизация формы способом охлаждения при температуре -19°C в течение 3 мин повышает формоустойчивость систем материалов на 1,5%–5%, по сравнению с формоустойчивостью систем, не подвергнутых охлаждению. Особенно значительное повышение формоустойчивости происходит в системах с межподкладкой из нетканого полотна и трикотажа и подкладкой из трикотажа.

На основании проведенных исследований в соавторстве с Горбачиком В.Е. [8, 9], Загайгорой К.А., Максиной З.Г. [8, 16] разработаны технологические режимы гигротермических воздействий (таблица).

Таблица – Рекомендуемые технологические режимы гигротермических воздействий для различных пакетов верха обуви

Характеристика кож	Материалы комплектации		Режимы гигротермических воздействий		Коэффициент формоустойчивости (К) при $\varepsilon=15\%$
	промежуточные	внутренние	влажность, (W), %	температура тепловой фиксации в первой зоне, (Т), $^{\circ}\text{C}$ (время 4 мин)	
1	2	3	4	5	6
«мягкая», жесткость (менее 120 Н) ГОСТ 29078–91	термобязь	трикотаж	21–22	120–125	86
		подклад. кожа	21–22	120–125	86
		ткань	19–20	110–115	84
	нетканый материал	трикотаж	19–20	110–115	89
		подклад. кожа	20–21	120–125	85
		ткань	20–21	120–125	86
	трикотаж	трикотаж	19–20	110–115	85
		подклад. кожа	20–21	120–125	85
		ткань	16–17	95–100	84

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6
«повы- шенной жестко- сти» жесткость (более 120 Н) ГОСТ 29078–91	термообязь	трикотаж	26–27	120–125	89
		подклад. кожа	26–27	125–130	87
		ткань	25–26	125–130	87
	нетканый	трикотаж	26–27	120–125	88
		подклад. кожа	26–27	125–130	87
		ткань	24–25	120–125	87
	материал	трикотаж	23–24	120–125	87
		подклад. кожа	26–27	125–130	86
		ткань	23–24	115–120	86

Примечание – Температура охлаждения во второй зоне +20⁰С в течение 1,5–2 мин. Температура охлаждения в охлаждающей камере -19⁰С в течение 3 мин.

С использованием разработанных режимов на предприятиях ОАО «Красный Октябрь» и СООО «Марко» были выпущены опытные партии обуви с различными материалами комплектации. Установлено, что формоустойчивость обуви, выпущенной с использованием разработанных режимов на 2%–5% выше формоустойчивости обуви, изготовленной по фабричным технологиям.

Разработанная технология внедрена и используется на обувных предприятиях ОАО «Красный Октябрь» и СООО «Марко».

Пятая глава посвящена разработке методики прогнозирования формоустойчивости верха обуви, позволяющей на стадии конструкторско-технологической подготовки производства формировать системы материалов с высокой релаксационной способностью и рассчитывать формоустойчивость верха обуви.

Перечень показателей, характеризующих релаксационные свойства материалов и систем, достаточно велик, это создает определенные трудности при обработке и анализе полученных данных. Для снижения размерности признакового пространства был использован метод главных компонент. В соавторстве с Горбачиком В.Е. установлено, что релаксационные свойства обувных материалов и их систем можно с достаточной точностью характеризовать двумя-четырьмя наиболее информативными показателями, определяемыми как при одноосном, так и при двухосном растяжении [18]. Для практических расчётов в условиях производства достаточно использовать для материалов верха два показателя – общая доля релаксации и начальное усилие, определяемые при одноосном растяжении (накопленный вклад составляет более 70% от общей дисперсии).

Выделенные показатели в дальнейшем были использованы для обобщённой оценки релаксационных свойств материалов и их систем. Математическая зависимость между комплексными показателями релаксационных свойств систем материалов (K_c^o) и материалов верха (K_e^o), межподкладки (K_m^o) и подкладки (K_n^o) имеет вид:

$$K_c^o = 0,36K_g^o + 0,22K_m^o + 0,13K_n^o \quad (4)$$

Исследование влияния режимов гигротермических воздействий на комплексный показатель релаксационной способности систем материалов показало, что о релаксационной способности систем материалов, подвергнутых гигротермическим воздействиям можно судить по комплексному показателю релаксационных свойств систем материалов в воздушно-сухом состоянии.

Учитывая выводы и математические зависимости, полученные в работе, разработана методика прогнозирования формоустойчивости верха обуви, для реализации которой необходимо:

1. Определить жесткость кожи верха обуви и показатели релаксационных свойств материалов верха, межподкладки и подкладки, применение которых возможно для данного вида обуви.

В соответствии с методикой исследования релаксационных свойств материалов при одноосном растяжении определяются показатели: начальное усилие (P_0) и усилие, установившееся в материале через 20 мин. после начала растяжения (P_2). С использованием разработанной программы для обработки экспериментальных данных рассчитываются параметры математической модели, описывающей процесс релаксации конкретного материала, в соответствии с которой производится расчёт остаточного усилия (P_2) в заданный промежуток времени (1 час). Производится расчёт величины общей доли релаксации $dP_{общ, \%}$:

$$dP_{общ} = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100 \quad (5)$$

Жесткость кожи верха обуви определяется по ГОСТ 29078-91. Если показатель жесткости кожи равен или менее 120Н, то её относят к группе мягких кож, если жесткость более 120 Н – к группе кож повышенной жесткости.

2. Рассчитать относительные единичные (K_i^o) и относительные комплексные показатели (K^o) релаксационных свойств материалов верха, межподкладки и подкладки по формулам

$$K_i^o = dP_{общ,i} / dP_{общ,max}, \quad K_i^o = P_{o,min} / P_{o,i} \quad (6)$$

где $dP_{общ,i}$; $P_{o,i}$ – значения i -х фактических показателей;

$dP_{общ,max}$; $P_{o,min}$ – максимальный или минимальный лучший показатель, численные значения которых определены в работе.

$$K^o = \sum_{i=1}^n K_i^o \cdot m_i, \quad (7)$$

где m_i – коэффициент весомости единичных показателей (определён в работе);
 n – число значимых показателей.

3. Рассчитать относительный комплексный показатель релаксационных свойств систем материалов (K_c°), формула (4).

4. Осуществить выбор материалов комплектации: межподкладки и подкладки, в зависимости от свойств натуральной кожи верха обуви.

Выбирается система верха обуви, имеющая максимальное значение K_c° .

5. С учетом жесткости кожи верха обуви определить установленные режимы формования для выбранного пакета материалов (таблица).

В случае невозможности реализации при изготовлении обуви разработанных технологических режимов процесса формования (отсутствие необходимого оборудования и др.), необходимо произвести корректировку режимов гиротермических воздействий в соответствии с уровнем технической оснащённости предприятия.

6. Рассчитать прогнозируемый уровень формоустойчивости верха обуви при заданных значениях T , W и e .

Используя математические зависимости, рассчитать прогнозируемый коэффициент формоустойчивости и к полученной величине прибавить 3%, что учитывает фиксацию формы способом охлаждения.

На обувных предприятиях целесообразно иметь базу данных, включающую не только стандартные механические характеристики применяемых для верха обуви материалов, но и показатели релаксационных свойств. Это позволит на стадии конструкторско-технологической подготовки производства формировать системы материалов с высокой релаксационной способностью и формоустойчивостью.

Разработанная методика прогнозирования формоустойчивости верха обуви прошла опытно-промышленную апробацию, внедрена и используется на обувных предприятиях ОАО «Красный Октябрь» и СООО «Марко».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Разработаны оптимальные технологические режимы процесса формования верха обуви с различными материалами комплектации, учитывающие реологические свойства материалов и комплексное воздействие на показатель формоустойчивости наиболее значимых факторов: удлинения, влажности, режимов фиксации тепловой обработкой и способом охлаждения, позволяющие значительно улучшить формоустойчивость обуви, снизить потери от реализации некондиционной продукции на 20%, повысить качество и конкурентоспособность обуви [6, 8, 9, 16].

2. Впервые исследовано влияние низких температур на формоустойчивость верха обуви из натуральной кожи с различными материалами межподкладки и подкладки. Установлено, что стабилизация формы способом охлаждения при температуре -19°C в течение 3 мин повышает формоустойчивость в среднем на 3% по сравнению с формоустойчивостью систем материалов, не подвергнутых охлаждению [17, 19].

3. Разработана новая методика прогнозирования формоустойчивости верха обуви, позволяющая на стадии конструкторско-технологической подготовки производства выбирать для верха обуви системы материалов с максимальным значением комплексного показателя релаксационных свойств ($\hat{E}_{\text{н}}^1 \geq 0,30$), что обеспечивает высокую формоустойчивость обуви ($K \geq 80\%$) с учётом технической оснащённости предприятия и наличия материалов [18].

4. Получены аналитические зависимости коэффициента формоустойчивости систем материалов различной комплектации от влажности, величины относительного удлинения, режимов фиксации тепловой обработкой и способом охлаждения, позволяющие устанавливать оптимальные технологические режимы изготовления обуви повышенной формоустойчивости [7, 10].

5. Разработан способ и устройство для исследования формоустойчивости систем материалов, позволяющие моделировать технологический процесс производства обуви, получать достоверные результаты о формоустойчивости систем материалов и эффективности гигротермических воздействий. Новизна устройства подтверждена патентом Республики Беларусь на полезную модель [20].

6. Разработан автоматизированный комплекс для измерения и оценки релаксационных свойств материалов и их систем, позволяющий регистрировать усилия с высокой точностью и осуществлять расчет показателей релаксации (релаксируемое усилие, доли быстропротекающих, медленнопротекающих и заторможенных процессов релаксации, общая доля релаксации, коэффициент падения усилий, время релаксации), что даёт возможность оценить технологическую пригодность материала на стадии конструкторско-технологической подготовки производства [2].

7. Разработана методика исследования релаксационных свойств материалов и систем материалов при одноосном и двухосном растяжении. С использованием методики получены новые данные о реологических свойствах современных обувных материалов различных структур и их систем, которые позволяют осуществлять научно-обоснованный выбор материалов для пакетов верха обуви высокого качества [1, 3, 11, 12, 13, 14, 15].

8. Исследована возможность математического описания релаксационных процессов в обувных материалах и их системах уравнением Кольрауша, уравнением, вытекающим из системы уравнений Максвелла-Томсона с тремя временами релаксации и трехкомпонентным уравнением Максвелла. Обоснован

выбор трехкомпонентного уравнения Максвелла для прогнозирования релаксационных свойств материалов и их систем при одноосном и двухосном растяжении. Использование уравнения позволяет значительно сократить время проведения эксперимента (до 20 минут), относительные отклонения при этом не превышают 5% [4, 5].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Методика прогнозирования формоустойчивости верха обуви может быть использована на стадии конструкторско-технологической подготовки производства при выборе материалов для верха обуви, что даст возможность формировать пакеты верха обуви с высокой релаксационной способностью и формоустойчивостью. Разработанная методика внедрена и используется на обувных предприятиях ОАО «Красный Октябрь» и СООО «Марко», что подтверждается актами о внедрении в производство и справкой об использовании. Экономический эффект, достигаемый в результате снижения материальных затрат на единицу продукции и экономии энергоресурсов, в ценах на 01.01.2007г. составит 26470 тыс. руб. при годовом выпуске 100 000 условных пар обуви.

2. Разработанные технологические режимы процесса формования верха обуви повышенной формоустойчивости внедрены и используются на обувных предприятиях ОАО «Красный Октябрь» и СООО «Марко», что подтверждается актами о внедрении в производство и справкой об использовании. Экономический эффект в ценах на 01.01.2007г., достигаемый в результате уменьшения потерь от реализации некондиционной обуви, составил 6988 тыс. руб. Кроме этого, практическое использование разработки позволит достичь значительного социального эффекта за счёт выпуска продукции высокого качества.

3. Разработанный способ и устройство для испытания материалов верха обуви на формоустойчивость могут быть использованы в научно-исследовательских лабораториях и испытательных центрах при установлении оптимальных режимов формования и гигротермических воздействий.

4. Разработанный программный продукт для обработки экспериментальных данных по релаксации усилий материалов и их систем может быть использован в научно-исследовательских лабораториях и испытательных центрах для прогнозирования реологических свойств материалов.

5. Результаты диссертационных исследований внедрены в учебный процесс УО «ВГТУ» в курсах «Материалы для обуви», «Материаловедение изделий из кожи», «Технология изделий из кожи», о чем имеются соответствующие акты внедрения.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи:

1. Фурашова, С.Л. Методика исследования упруго-пластических свойств обувных материалов при двухосном растяжении / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик, К.А. Загайгора, З.Г. Максина // Метрологическое обеспечение, стандартизация и сертификация в сфере услуг : междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В.Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2006. – С. 27–30.
2. Горбачик, В.Е. Автоматизированный комплекс для оценки механических свойств материалов / В.Е. Горбачик, Р.Н. Томашева, С.Л. Фурашова, А.П. Давыдько, А.Л. Ковалев // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2006. – Вып. 11 – С. 5–8.
3. Фурашова, С.Л. Исследование релаксации усилий материалов при одноосном и двухосном растяжении / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг: междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В.Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2008. – С. 162–163.
4. Фурашова, С.Л. Автоматизация обработки данных исследования релаксации усилий обувных материалов / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик, П.И. Скоков // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг: междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В.Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2008. – С. 160–162.
5. Фурашова, С.Л. Прогнозирование релаксации усилий обувных материалов / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик, П.И. Скоков // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2008. – Вып.15 – С.76–81.
6. Фурашова, С.Л. Оптимизация температурно-временных параметров термообработки натуральной кожи / С.Л. Фурашова // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2007. – Вып.13 – С.19–23.
7. Фурашова, С.Л. Оптимизация режимов формования верха обуви / С.Л. Фурашова // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2009. – Вып.16 – С.98–104.
8. Фурашова, С.Л. Исследование влияния свойств комплектующих материалов на формоустойчивость систем материалов для верха обуви / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик, К.А. Загайгора, З.Г. Максина // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг: междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В.Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2008. – С. 170–171.

9. Фурашова, С.Л. Оптимизация температурно-временных параметров сушки систем материалов / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик // Метрология, стандартизация и сертификация изделий сервиса: теория и практика : междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В.Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2007. – С. 113–114.

10. Фурашова, С.Л. Исследование влияния параметров охлаждения на формоустойчивость пакетов материалов верха обуви / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик // Дизайн и технологии. –2009. – №11 (53). – С. 87–90.

Материалы конференций:

11. Горбачик, В.Е. Методика исследования релаксации напряжений систем обувных материалов при одноосном растяжении / В.Е. Горбачик, С.Л. Фурашова // Новое в дизайне, моделировании, конструировании и технологии изделий из кожи : материалы междунар. науч.-практ. конф., Шахты, 12–14 февр. 2003г. / Южно-Рос. гос. ун-т экономики и сервиса; редкол.: В.Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2003. – С. 197–200.

12. Фурашова, С.Л. Исследование влияния свойств межподкладочных трикотажных полотен на релаксационные свойства кожи для верха обуви / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик // Актуальные проблемы науки, техники и экономики производства изделий из кожи : сб. ст. междунар. науч. конф., Витебск, 4–5 нояб. 2004г. / УО «ВГТУ»; гл. ред. С.М. Литовский. – Витебск, 2004. – С. 207–212.

13. Фурашова, С.Л. Исследование влияния увлажнения на упруго-пластические свойства натуральной кожи / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик // Новое в технике и технологии текстильной и легкой промышленности : сб. ст. междунар. науч.-технич. конф., Витебск, 2–3 нояб. 2005г. / УО «ВГТУ» ; гл. ред. С.М. Литовский. – Витебск, 2005. – С. 240–242.

14. Махонь, В.В. Исследование релаксационных свойств межподкладочных трикотажных полотен / В.В. Махонь, С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик // Теоретические знания в практические дела : сб. науч. ст. межвуз. науч.-практ. конф. студентов и аспирантов с междунар. участием, Омск, 13 марта 2006г.: в 3. ч. / РосЗИТЛП филиал в г. Омске ; редкол.: Л.В. Ларькина [и др.]. – Омск, 2006. – Ч.1. – С. 42–45.

15. Фурашова, С.Л. Исследование влияния свойств комплекующих на формоустойчивость систем материалов верха обуви / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик // Молодежь производству : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Витебск, 21-22 нояб. 2006г. / УО «ВГТУ»; редкол.: С.М. Литовский [и др.]. – Витебск, 2006. – С. 156–157.

16. Загайгора, К.А. Исследование эффективности методов увлажнения при производстве обуви / К.А. Загайгора, З.Г. Максина, С.Л. Фурашова // Экологи-

ческие и ресурсосберегающие технологии промышленного производства : сб. ст. междунар. науч.-технич. конф., Витебск, 24–25 окт. 2006г. / УО «ВГТУ»; редкол.: П.А. Витязь [и др.]. – Витебск, 2006. – С. 133–135.

17. Лахина, Я.И. Исследование зависимости формоустойчивости систем материалов от температуры охлаждения / Я.И. Лахина, С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик // Материалы докладов ХLI науч.-технич. конф. преподавателей и студентов ун-та / УО «ВГТУ» ; редкол.: В.В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2008. – С. 113–114.

18. Фурашова, С.Л. Определение наиболее информативных показателей релаксационных свойств материалов и систем материалов / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик // Инновационные и наукоемкие технологии в легкой промышленности : доклады межвуз. науч.-технич. конф., Москва, 23–25 апр. 2008г.: в 2 ч. / ИИЦМГУДТ. – Москва, 2008. – Ч. 1. – С. 168–172.

Тезисы докладов:

19. Панченко, Е.В. Исследование влияния низких температур на формоустойчивость систем материалов / Е.В. Панченко, В.В. Махонь, С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик // Тезисы докладов ХL науч.-технич. конф. преподавателей и студентов ун-та / УО «ВГТУ» ; гл. ред. В.В. Пятов. – Витебск, 2007. – С. 122–123.

Патенты:

20. Устройство для испытания материалов верха обуви : пат. 4128 Респ. Беларусь, МПК G 01N 3/00 / С.Л. Фурашова, В.Е. Горбачик; заявитель Витеб. гос. техн. ун-т. – № и 20070524 ; заявл. 16.07.07; опубл. 30.12.07 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2007. – № 6. – С. 218.

РЕЗЮМЕ

Фурашова Светлана Леонидовна

Технологические режимы процесса формования верха обуви повышенной формоустойчивости

Надежность обуви, формоустойчивость верха обуви, релаксационные свойства, технологическая обработка, математическая модель, оптимальные режимы формования.

Объектом исследования являются современные материалы и их системы, применяемые для верха обуви, обувь клеевого метода крепления. Предметом исследования является формоустойчивость верха обуви, релаксационные свойства обувных материалов и их систем, технология процесса формования верха обуви.

Целью диссертационной работы является повышение качества обуви на основе рациональной комплектации пакетов верха обуви и разработки оптимальных технологических режимов процесса формования верха обуви повышенной формоустойчивости.

Основными методами исследования являлись методы математической статистики, математического моделирования, программирования, планирования эксперимента и оптимизации многофакторных процессов.

В результате исследований разработаны: технологические режимы процесса формования верха обуви повышенной формоустойчивости, новая методика прогнозирования формоустойчивости верха обуви; способ и устройство для исследования формоустойчивости систем материалов верха обуви; методика исследования релаксационных свойств материалов и их систем при одноосном и двухосном растяжении; автоматизированный комплекс для измерения и оценки релаксационных свойств материалов и их систем; программный продукт для обработки экспериментальных данных по релаксации усилий материалов и систем материалов. Получены новые данные о реологических свойствах современных обувных материалов и систем материалов для верха обуви. Обоснован выбор трехкомпонентного уравнения Максвелла для прогнозирования релаксационных свойств материалов и систем материалов при одноосном и двухосном растяжении.

Разработанные технологические режимы процесса формования верха обуви повышенной формоустойчивости и методика прогнозирования формоустойчивости верха обуви прошли промышленную апробацию, внедрены и используются на обувных предприятиях ОАО «Красный Октябрь» и СООО «Марко».

РЭЗІЮМЭ

Фурашова Святлана Леанідаўна

Тэхналагічныя рэжымы працэсу фармавання верху абутку павышанай формаўстойлівасці

Надзейнасць абутку, формаўстойлівасць верху абутку, рэлаксацыйныя ўласцівасці, тэхналагічная апрацоўка, матэматычная мадэль, аптымальныя рэжымы фармавання.

Аб'ектам даследавання з'яўляюцца сучасныя матэрыялы і іх сістэмы, якія выкарыстоўваюцца для верху абутку, абутак клеявога метаду мацавання. Прадметам даследавання з'яўляецца формаўстойлівасць верху абутку, рэлаксацыйныя ўласцівасці абутковых матэрыялаў і іх сістэм, тэхналогія працэсу фармавання верху абутку.

Мэтай дысертацыйнай працы з'яўляецца павышэнне якасці абутку на аснове рацыянальнай камплектацыі пакетаў верху абутку і распрацоўкі аптымальных тэхналагічных рэжымаў працэсу фармавання верху абутку павышанай формаўстойлівасці.

Асноўнымі метадамі даследавання з'яўляліся метады матэматычнай статыстыкі, матэматычнага мадэліравання, праграміравання, планавання эксперыменту і аптымізацыі шматфактарных працэсаў.

У выніку даследаванняў распрацаваны: тэхналагічныя рэжымы працэсу фармавання верху абутку павышанай формаўстойлівасці, новая методыка прагназіравання формаўстойлівасці верху абутку; спосаб і ўстройства для даследавання формаўстойлівасці сістэм матэрыялоў верху абутку; методыка даследавання рэлаксацыйных уласцівасцяў матэрыялаў і іх сістэм пры аднавосевым і двухвосевым расцягванні; аўтаматызаваны комплекс для вымярэння і ацэнкі рэлаксацыйных уласцівасцяў матэрыялаў і іх сістэм; праграмны прадукт для апрацоўкі эксперыментальных даных па рэлаксацыі намаганняў матэрыялаў і сістэм матэрыялаў. Атрыманы новыя даныя пра рэалагічныя ўласцівасці сучасных абутковых матэрыялаў і сістэм матэрыялаў для верху абутку. Абгрунтаваны выбар трохкампанентнага ўраўнення Максвела для прагназіравання рэлаксацыйных уласцівасцяў матэрыялаў і іх сістэм пры аднавосевым і двухвосевым расцягванні.

Распрацаваныя тэхналагічныя рэжымы працэсу фармавання верху абутку павышанай формаўстойлівасці і методыка прагназіравання формаўстойлівасці верху абутку прайшлі прамысловую апрацацыю, укаранены і выкарыстоўваюцца на абутковых прадпрыемствах ААТ «Чырвоны Кастрычнік» і СТАА «Марка».

SUMMARY

Svetlana Furashova

Technological conditions of forming shoe upper with higher form stability

Shoe reliability, shoe upper form stability, relaxation properties, technological processing, mathematical model, optimum forming conditions.

The object of the investigation is up-to-date materials and their systems used for shoe upper, cemented shoe. The subject of the investigation is shoe upper form stability, relaxation properties of shoe materials and their systems, technology of shoe upper forming.

The aim of the thesis is to improve shoe quality on the basis of rational completion of shoe upper stocks and to develop optimal technological conditions for forming shoe upper with higher form stability.

The principal methods of the investigation have been those of mathematical statistics, mathematical modeling, programming, experiment planning and multifactor processes optimization.

As a result of the investigation technological conditions of forming shoe upper with higher form stability; new methods to forecast shoe upper form stability; the method and the device for investigating form stability of shoe upper materials systems; methods of investigating; relaxation properties of materials and their systems in uniaxial and biaxial tension; automated complex for measuring and evaluating relaxation properties of materials and their systems; programme product for processing experimental data on weakening efforts of materials and systems of materials have been developed. New data about rheological properties of up-to-date shoe materials and materials systems for shoe upper are obtained. The grounds are given as to the choice of Maxwell threecomponent equation for forecasting relaxation properties of materials and their systems in uniaxial and biaxial tension.

The developed technological conditions of forming shoe upper with higher form stability and the methods of forecasting shoe upper form stability have received industrial approval, are introduced and used at shoe factories OJSC «Krasny Qktiabr» and JLtd «Marco».

ФУРАШОВА СВЕТЛАНА ЛЕОНИДОВНА

**«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ
ВЕРХА ОБУВИ ПОВЫШЕННОЙ ФОРМОУСТОЙЧИВОСТИ»**

Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук

Подписано в печать 06.11.09 Формат 60×90 1/16. Печать ризографическая.
Уч.-изд. л. 1.82. Усл. печ. л. 1.56. Тираж 75 экз. Заказ 453.

Отпечатано на ризографе ЦИТ УО «ВГТУ».
Лицензия № 02330/0494384 от 16.03.2009 г.
210035, г. Витебск, Московский пр-т, 72