

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 685.34.03:685.34.072

**ДМИТРИЕВ
АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ**

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИОННЫХ
СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ ДЛЯ ОБУВИ
ВНУТРЕННЕГО СПОСОБА ФОРМОВАНИЯ**

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук
по специальности 05.19.01 – материаловедение производств текстильной
и лёгкой промышленности (технические науки)

Витебск, 2019

Работа выполнена в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет»

- Научный руководитель: **Буркин Александр Николаевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Техническое регулирование и товароведение» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».
- Официальные оппоненты: **Шустов Юрий Степанович**, доктор технических наук, профессор, действительный член Российской и Международной инженерной академии, заведующий кафедрой материаловедения и товарной экспертизы Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский государственный университет им. С. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)»;
Томашева Рита Николаевна, кандидат технических наук, доцент, декан факультета производственных технологий учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».
- Оппонирующая организация: Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие «Центр научных исследований лёгкой промышленности», г. Минск, Республика Беларусь.

Защита состоится 21 мая 2019 г. в 10.00 на заседании совета по защите диссертаций К 02.11.01 в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» по адресу:
210038, г. Витебск, Московский проспект, 72.
E-mail: vstu@vitebsk.by

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Витебский государственный технологический университет».
Автореферат разослан «___» апреля 2019 года.

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

Г. В. Казарновская

ВВЕДЕНИЕ

В комплексной системе управления качеством обуви большая роль принадлежит качеству используемых материалов, так как их доля в себестоимости обуви составляет до 80 %. Качество и ассортимент применяемых материалов существенно влияют на внешний вид, потребительские свойства и технологию производства обуви.

При производстве обуви в Республике Беларусь широкое применение получили мягкие искусственные кожи (ИК) зарубежного производства, так как отечественная промышленность такие материалы не производит. Наиболее широко для верха обуви применяют ИК на текстильной основе (ИК Т). Сочетание текстильной основы, обладающей удовлетворительными формовочными, механическими и гигиеническими свойствами, с полимерной плёнкой, придающей материалу водостойкость, износостойкость и пластичность, а также высокие эстетические характеристики, позволяет использовать ИК как заменитель натуральной кожи (НК). Более широкое использование ИК Т в заготовках верха обуви, которые призваны восполнить имеющийся дефицит НК, ограничено, в том числе и из-за недостатка сведений об их способности формоваться.

Одним из способов формования является беззатяжный внутренний способ формования, при котором заготовка деформируется неравномерно, что определяется не только видом, конструкциями формующей колодки и заготовки верха обуви, но и свойствами используемых материалов.

Диссертация посвящена изучению возможности улучшения потребительских свойств обуви внутреннего способа формования путём научно обоснованного подбора ИК для верха обуви по их деформационным и формовочным свойствам.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с крупными научными программами (проектами) и темами. Тема диссертационной работы включена в тематику научно-исследовательской работы кафедры «Техническое регулирование и товароведение» УО «ВГТУ» ВПД 057 «Разработка и совершенствование методов, методик и средств для оценки качества продукции лёгкой промышленности» (ГР № 20064323), ВПД 078 «Оценка свойств материалов и изделий лёгкой и текстильной промышленности» (ГР № 20120313) и соответствует целям и задачам, сформулированным в комплексной программе развития легкой промышленности Республики Беларусь на 2011–2015 годы с перспективой до 2020 года (протокол № 9 от 1 марта 2011 г. заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь). Одним из главных направлений программы являются научные исследования в области производства кожи, изделий из кожи и производства обуви.

Диссертационная работа выполнялась в рамках Г/Б НИР ИФ концерна «Беллеглапром»: Г/Б НИР 415 ИФ «Исследование и комплексная оценка свойств материалов верха обуви сферическим растяжением для научно-обоснованного

подбора материалов в изделии» (ГР № 20081194), Г/Б НИР 377 «Разработка методики исследования формовочных свойств современных материалов для верха обуви» (ГР № 20100564) и задания 6.29 «Теоретические и экспериментальные методы оценки и прогнозирования свойств искусственных кож» Г/Б НИР338-6.29 ГПНИ «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии» (ГР № 20163068).

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является повышение качества обуви внутреннего способа формования путём рационального выбора на этапе подготовки производства материалов для деталей верха по критериям оценки их деформационных свойств.

В соответствии с указанной целью в работе решались следующие основные задачи:

- определить оптимальный комплекс показателей физико-механических свойств, определяющий пригодность ИК к формованию верха обуви;
- разработать оценочные показатели качества ИК для определения степени их пригодности к формованию верха обуви внутренним способом на этапе подготовки производства;
- разработать методы и средства получения комплексной оценки деформационных свойств материалов двухосным растяжением;
- выполнить исследования структуры, деформационных и формовочных свойств ИК Т, применяемых для деталей верха обуви;
- разработать рекомендации по практическому использованию результатов работы.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- предложен комплекс показателей деформационных и формовочных свойств, определяющий способность материалов к формованию верха обуви;
- впервые разработаны система оценочных показателей и новая методика получения комплексной оценки деформационных свойств, позволяющие на этапе подготовки к производству определить степень пригодности ИК Т к формованию верха обуви внутренним способом;
- получены уравнения для определения величин деформаций в зависимости от параметров и высоты подъёма продавливающего пуансона в виде тел вращения, которые могут быть использованы при разработке новых устройств и приборов, определяющих в лабораторных условиях технологическую способность материалов формоваться внутренним способом;
- разработаны приспособления, устройство и измерительный комплекс для изучения деформационных и формовочных свойств ИК Т двухосным растяжением, позволяющие расширить возможности исследовательской базы определения качества материалов верха обуви.

Положения, выносимые на защиту.

Комплекс показателей деформационных и формовочных свойств материалов, позволяющий на этапе подготовки производства эффективно определить их пригодность к формованию верха обуви.

Оценочные показатели деформационных, формовочных свойств материалов и на их основе комплексная оценка деформационных свойств ИК Т с целью научно-обоснованного выбора ИК для верха обуви внутреннего способа формования.

Математические зависимости деформации ИК от толщины материала, высоты подъёма пуансона и геометрических параметров продавливающего устройства, описывающие процесс деформирования материалов различными частями обувной колодки при формовании верха обуви внутренним способом.

Новые устройства и методики для определения комплекса показателей деформационных и формовочных свойств ИК двухосным растяжением.

Рекомендации по применению ИК Т в заготовках верха обуви внутреннего способа формования, разработанные на основе комплексной оценки их деформационных свойств.

Личный вклад соискателя.

Соискателем лично:

- произведён анализ методик оценки формуемости обувных материалов и проведены исследования физико-механических свойств и структуры ИК Т для верха обуви;

- определён комплекс показателей физико-механических свойств, который определяет способность материалов формоваться;

- разработаны система оценочных показателей и комплексная оценка деформационных свойств материалов для определения степени пригодности ИК Т к формованию верха обуви внутренним способом;

- получены математические модели деформирования материалов двухосным растяжением поверхностями тел вращения;

- разработаны устройства и приспособления для определения двухосным растяжением показателей свойств материалов верха обуви, определяющих их способность к формованию внутренним способом;

- экспериментально получены показатели физико-механических свойств ИК Т одноосным и двухосным растяжением;

- выполнены работы по изучению неравномерности деформирования ИК Т для определения способа и направления формообразования заготовки верха обуви из них;

- разработаны методики оценки способности материалов к формованию внутренним способом одноосным и двухосным растяжением.

Автор принимал непосредственное участие в постановке задач исследования, в подготовке научных публикаций и патентовании разработок, в интерпретации экспериментальных данных.

Апробация результатов диссертации. Основные результаты диссертационной работы были доложены и опубликованы в материалах и тезисах докладов на международных и республиканских конференциях: «Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности» (Могилёв, 2008, 2009), «Инженерно-педагогическое образование в XXI веке» (Минск, 2008), «Проблемы инженерно-педагогического образования в Республике Беларусь» (Минск, 2009), «Новое в

технике и технологии текстильной и лёгкой промышленности» (Витебск, 2009), «Актуальные проблемы современного товароведения» (Гомель, 2010), «Инновационные и наукоёмкие технологии в лёгкой промышленности» (Москва, 2010), «Инновации в науке, промышленности и образовании» (Витебск, 2010), «Новое в технике и технологии текстильной и лёгкой промышленности» (Витебск, 2011), «Актуальные проблемы прочности» (Витебск, 2010, 2012), «Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость» (Минск, 2012), «Теоретические знания – в практические дела» (Омск, 2012), «Качество товаров: теория и практика» (Витебск, 2012), «Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов» (Могилёв, 2014), «Союз науки и практики: актуальные проблемы и перспективы развития товароведения» (Гомель, 2016), интернет-конференции «Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2013» (Praha, 2013), а также на научно-технических конференциях преподавателей и студентов УО «ВГТУ» (Витебск, 2009–2012, 2015–2018).

Опубликованность результатов диссертации. По результатам исследований опубликовано 39 печатных работ, в том числе 4 – в научных изданиях, включённых в перечень изданий, утверждённых ВАК РБ. Получен патент Республики Беларусь на изобретение. Общий объём опубликованных материалов составляет 9,27 авторского листа; в том числе объём публикаций, соответствующих п. 18 Положения о присуждении учёных степеней и присвоения учёных званий в Республике Беларусь – 1,38 авторского листа.

Структура и объём диссертации. Диссертация содержит введение, общую характеристику работы, четыре главы, заключение, библиографический список и приложения. Работа изложена на 279 страницах, включает 64 рисунка, 37 таблиц, 60 формул и 24 приложения (90 страниц). В работе использовано 186 библиографических источников.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, определены цель и задачи исследования, сформулированы основные положения, выносимые на защиту, отмечена научная новизна и практическая значимость результатов работы.

В первой главе выполнен анализ литературных источников, посвящённых вопросам формования верха обуви, изучены ассортимент и характеристики обуви внутреннего способа формования и современных материалов, применяемых в заготовках верха. В главе проанализированы методы и средства определения физико-механических свойств материалов, исследования их структуры, проведен анализ способов придания плоским материалам пространственной формы, отмечена важность процесса формования верха в формировании потребительских свойств обуви, изучены особенности формования верха обуви внутренним способом.

Существенный вклад в изучение вопросов, связанных с получением устойчивой формы верха обуви, внесли работы Зыбина А.Ю., Куприянова М.П., Жарова А.Н., Комисарова А.И., Калиты А.Н., Кравченко А.Д., Воронова Н.Ф. и других.

Анализ литературных источников показал, что в большинстве работ изложены результаты исследований влияния режимов формования на качество обуви и лишь небольшое число работ посвящено решению проблемы выбора материалов по степени их пригодности к формованию. Важнейшим фактором, определяющим эффективность процесса формования верха, является наличие у материалов, применяемых в заготовках верха обуви, необходимых для формования свойств. Такие свойства авторы исследований и ТНПА рекомендуют определять различными показателями, получаемыми при помощи различных приборов и устройств. В настоящее время не существует единого комплексного подхода к решению проблемы выбора на входном контроле материалов по степени их пригодности к формованию верха обуви [5].

На основе проведенного анализа сформулированы цель и основные задачи исследований.

Вторая глава посвящена выбору, обоснованию объектов и методов исследования структуры и физико-механических свойств материалов, а также разработке новых средств и методик исследования двухосным растяжением деформационных и формовочных свойств материалов.

В качестве объектов исследований выбраны применяемые в заготовках верха отечественной обуви импортные двухслойные ИК Т, состоящие из пористого полимерного слоя и тканевой основы полотняного переплетения с фазой строения от 4 до 6. Тканая основа ИК Т имеет линейную плотность нитей от 10 до 55 текс, в состав которых входят полиэфирные волокна и тонкий хлопковый начёс. У ИК Т JAWA, RUGAN MUSTANG, FOCA, ETNA (Турция) основа пропитана связующим полимером, а ИК Т RUGAN 224 (Турция), Бирюза 3763, Metlack (Германия), Лак обувной/140 (РФ) пропитки основы не имеют. Выбранные материалы не являются термопластичными. Макропористый полимерный слой ИК Т, основой которого является полиуретан с некоторыми добавками, содержащимися в основном в отделочном его слое, имеет корпускулярную структуру с макропорами от 20 до 50 мкм. Исследования структуры ИК проводились с помощью стереомикроскопа BS-3040 с цифровой камерой-планшетом для микроскопии BLS-350. Для сравнения с ИК Т также исследованы широко используемые для верха обуви НК: Nappa 2, Nappa 3 (Великобритания) и Русская кожа [4].

Под деформационными свойствами ИК Т для верха обуви понимают полуцикловые характеристики, показатели которых получают одноосным растяжением рабочих проб, а под формовочными свойствами следует понимать деформационные свойства, определяющие способность материалов принимать при формовании форму поверхности обувной колодки без складок и разрушения с последующим сохранением приобретённой формы, то есть одноцикловые характеристики.

В таблице 1 приведены показатели деформационных свойств некоторых из исследованных материалов.

Таблица 1 – Показатели деформационных свойств материалов

Материал		Разрывная нагрузка P_R , Н		Удлинение при разрыве ε_R , %		Предел прочности σ_R , МПа		Коэффициент равномерности по ε_R	Удлинение ε_1 при 9,81 МПа, %	
		В	П	В	П	В	П		В	П
ИК Т	JAWA 001	376	327	22	26	17	15	0,85	13	19
	FOCA 330	278	308	29	42	12	13	0,69	24	30
	ETNA 304	339	298	30	33	14	12	0,91	22	27
	RUGAN MUSTANG	313	283	30	34	14	13	0,88	21	25
	RUGAN 224	368	457	32	35	16	19	0,91	21	25
	Бирюза 3763	411	438	17	39	18	19	0,43	9	25
Met lack, бордо	293	397	20	34	14	19	0,59	14	20	
НК	Нарра 2	221	282	48	42	12	15	0,88	47	33
	Русская кожа	442	451	62	49	15	16	0,77	42	31
Нормируемое значение		≥ 25	≥ 300	≥ 6	≥ 18	$\geq 13-18^*$		$\geq 0,6^*$	15–40*	

Примечания: растяжение образцов 20×100 мм вдоль (В) и поперёк (П) рулона ИК или хребтовой линии НК;
* – показатели свойств, нормируемые для НК.

Исследованные ИК Т являются изотропными материалами, однако по показателю «равномерность удлинения» многие ИК турецкого производства, а также все исследованные ИК немецкого и российского производства не удовлетворяют требованию стандарта для НК, поэтому при их использовании в деталях верха обуви. Установлено, что только 10 % из исследованных ИК 30 артикулов имеют показатели деформационных свойств не ниже нормируемых значений для НК. Для дальнейших исследований выбраны ИК Т 15 артикулов.

Для получения показателей формовочных свойств материалов для верха обуви следует использовать методы и устройства, имитирующие процесс формования частями обувной колодки, то есть двухосное растяжение образцов материалов поверхностями жёстких пуансонов.

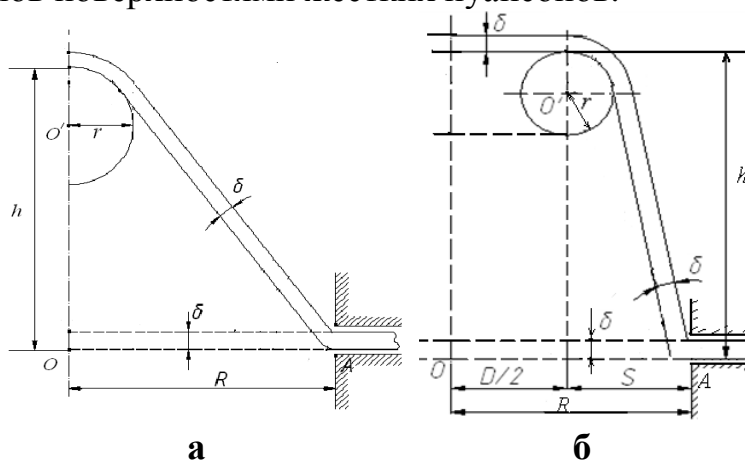


Рисунок 1 – Схемы деформирования круговых образцов материалов сферой (а) и тором (б)

Для оценки деформационных свойств материалов совместно с Буркиным А.Н. и Семашко М.В. разработана методика (рис. 1) расчёта величин относительной меридиальной деформации с учётом геометрических параметров устройств для продавливания плоских образцов в виде круга радиусом R (мм) и высоты подъёма h (мм) продавливающего пуансона в виде сферы и тора.

Если диаметр рабочей зоны образца материала l_0 (мм) и толщина материала δ (мм), то при продавливании

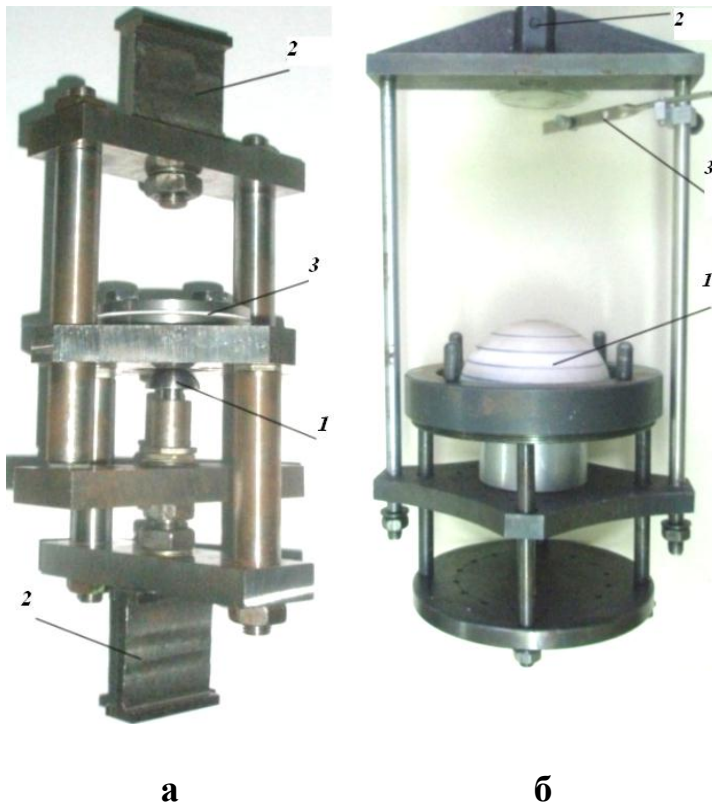
пуансоном сферической формы радиусом r (мм) (рис. 1 а) уравнение для расчёта величины относительной меридиальной деформации имеет вид:

$$\varepsilon_m = \left[\frac{2(r + \delta) \left(\arcsin \frac{r + \delta}{\sqrt{(h - R - \delta)^2 + \left(\frac{l_0}{2}\right)^2}} + \arctg \frac{2(h - r - \delta)}{l_0} \right) + 2\sqrt{h^2 - 2h \cdot (r + \delta) + \left(\frac{l_0}{2}\right)^2} - l_0}{1} \right] \cdot \frac{100}{l_0} \% \quad (1)$$

Для расчёта меридиальной деформации образца поверхностью тора, имеющего расстояние $D/2$ (мм) между осью вращения и центром описывающей тор окружности радиусом r (рис. 1 б), получено следующее уравнение:

$$\varepsilon_m = \left[\frac{D + 2(r + \delta) \left(\arcsin \frac{r + \delta}{\sqrt{(h - r - \delta)^2 + S^2}} + \arctg \frac{h - r - \delta}{S} \right) + 2\sqrt{h^2 - 2h(r + \delta) + S^2} - l_0}{1} \right] \cdot \frac{100}{l_0} \% \quad (2)$$

где $S = R - D/2$.



а **б**
Рисунок 2 – Приспособления к разрывной машине для испытания материалов верха обуви двухосным растяжением (а) и для испытания листовых материалов многоосным растяжением (б)

щих определённые части обувной колодки (на рисунке 2 наконечник 1 пуансона в виде сферы).

Уравнения (1) и (2) использованы в методике расчёта величины относительной меридиальной деформации в устройствах для изучения деформационных и формовочных свойств материалов (рис. 2) и, в отличие от ранее известных, содержат только две переменные величины: h и δ [1, 7].

Под руководством проф. Буркина А.Н. разработана методика исследования процесса деформирования материалов двухосным растяжением с помощью запатентованного универсального устройства (рис. 2 а). В отличие от существующих методик предложенная методика позволяет исследовать деформационные и формовочные свойства материалов для верха обуви на одном устройстве при продавливании образцов наконечниками пуансонов различных пространственных форм, имитирующих

С помощью зажимных устройств 2 приспособление присоединяется к испытательной машине ИМ 5158-5. Наличие у устройства съёмной кассеты 3, удерживающей отформованный образец после снятия нагрузок, позволяет моделировать процесс формования заготовок верха обуви и определять основные параметры формуемости и формоустойчивости материалов. Приспособление предназначено для входного контроля [39].

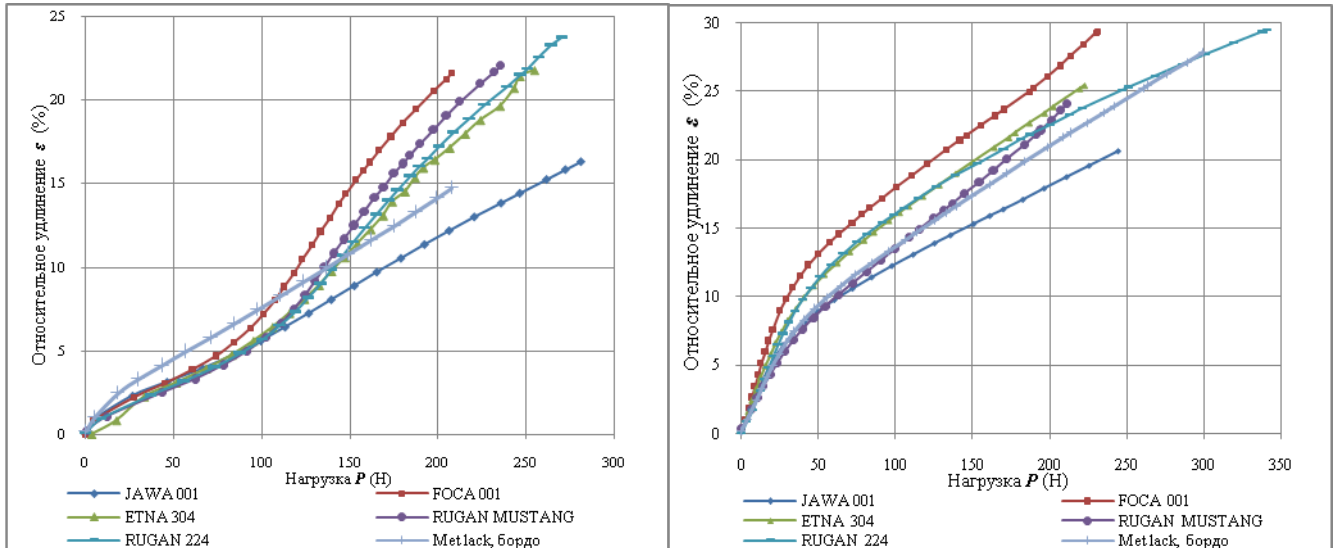
В соавторстве с Буркиным А.Н. и Буркиной О.А. для определения неоднородности деформирования материалов при формовании верха обуви разработано устройство для испытания листовых материалов многоосным растяжением (рис. 2 б), которое присоединяется к разрывной машине МР-0,5-1 с помощью стержней, вставляемых в отверстия планок 2. Наконечники 1 продавливающего пуансона выполнены из материала формующей обувной колодки и имеют соизмеримые с нею параметры (площадь рабочей области образца $\approx 10000 \text{ мм}^2$). Разработаны программные продукты нанесения на образцы материалов маск-сеток и обработки их изображений в процессе деформирования, которые получают с помощью цифрового фотоаппарата, присоединяемого к кронштейну 3. Разработанная для указанного устройства методика наиболее приближена процессу формования заготовки верха обуви раздвижной колодкой и позволяет произвести корректировку конструкции заготовок верха обуви с учётом неравномерности деформирования ИК Т при формовании [8, 9, 11].

В третьей главе одноосным растяжением получены дополнительные показатели физико-механических свойств ИК, которые могут быть использованы для получения комплексной оценки их деформационных свойств.

Установлено, что величина работы разрыва зависит от поверхностной плотности и характера обработки тканой основы ИК Т. Данная характеристика определяет количество энергии, затрачиваемой на разрушение материалов, причем чем она выше, тем ниже формуемость материала. Однако данный показатель не может являться критерием дальнейшей формоустойчивости обуви, так как ситуация разрыва не свойственна процессу формования заготовок верха обуви. Показатели прочностных свойств материалов, такие как удельная работа при разрыве, редко используются при анализе деформационных свойств материалов, так как в современной реологии вопросы разрушения полимеров и их деформирования рассматриваются независимо друг от друга. Для дополнительной оценки способности материала к растяжению были получены значения условного модуля упругости, который является конструктивным элементом жёсткости материалов. Известно, что чем выше у материала значения условного модуля упругости и жёсткости, тем выше способность материала сопротивляться растягивающим усилиям. Определение указанных характеристик сопряжено с определёнными сложностями и предполагает использование кроме разрывной машины специального оборудования.

Среди ИК Т наибольший интерес представляют только те, которые имеют относительное удлинение при разрыве не менее 15 %, так как при формовании верха обуви внутренним способом деформирование не превышает указанной величины.

Получены кривые зависимостей «нагрузка – относительное удлинение» при растяжении образцов ИК с рабочей зоной 20×100 мм согласно ГОСТ 17316-71 «Кожа искусственная мягкая. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве». Зависимости аппроксимировались показательной функцией вида $\varepsilon = A \cdot Q^n$, где A (%/100 Н) – коэффициент растяжимости, Q (Н) – усилие равное 0,1 нагрузки P при нагружении не превосходящем 75 % разрывной нагрузки P_p .



Вдоль тканой основы ИК Т

Поперёк тканой основы ИК Т

Рисунок 3 – Экспериментальные кривые «нагрузка - относительное удлинение»

Установлено, что вид кривых определяется структурой и способностью материалов к ориентации и при одноосном растяжении исследованных ИК Т имеет практически одинаковый характер при растяжении поперёк тканой основы.

Анализ ТНПА и работ, посвященных исследованию деформационных и формовочных свойств материалов, а также проведенные совместно с Буркиным А.Н., Петровой-Буркиной О.А. и Борозной В.Д. исследования позволили определить номенклатуру показателей, получаемых одноосным растяжением, которые позволяют определить степень пригодности материалов к формованию. В такой комплекс показателей предложено отнести: ε_p – относительное удлинение при разрыве (%); ε_i – относительное удлинение при напряжении 9,81 МПа (%); μ – коэффициент поперечного сокращения; A – коэффициент растяжимости; K_Φ – коэффициент формоустойчивости. Указанный перечень предложено дополнить новыми показателями: K_d – коэффициентом соотношения остаточной и упругой деформации и K_Π – коэффициентом сохранения прочности при максимальной деформации заготовки верха обуви [2, 4, 12].

Каждый из семи показателей деформационных и формовочных свойств определяет соответствующие единичные оценочные показатели, в виде безразмерных равнозначных коэффициентов, которые определяются следующим образом.

Оценочный показатель $K_1 = 1$, если относительное удлинение при разрыве $\varepsilon_p \geq 15\%$, так как деформация заготовки верха обуви при внутреннем способе формования не превышает 15% , а разрыва материала в процессе формования быть не должно и $K_1 = 0$, если $\varepsilon_p < 15\%$, так как материал непригоден к формованию.

Значение оценочного показателя K_2 находится по формуле

$$K_2 = \frac{17 - |\varepsilon_i - 17|}{17}, \quad (3)$$

так как отклонение относительного удлинения ε_i (%) при напряжении $9,81$ МПа от его среднего номинального значения в 17% при формовании заготовок верха обуви внутренним способом в большую или меньшую сторону недопустимо.

Оценочный показатель $K_3 = 1$, если коэффициент растяжимости A находится в пределах от 8 до $30\%/100$ Н. Если $A < 8\%/100$ Н или $A > 30\%/100$ Н, то K_3 рассчитывается соответственно по формулам:

$$K_3 = \frac{8 - |A - 8|}{8} \quad \text{или} \quad K_3 = \frac{30 - |A - 30|}{30}. \quad (4)$$

Величину K_4 вычисляем по величине коэффициента поперечного сокращения μ , используя формулу

$$K_4 = 1 - |\mu - 1|, \quad (5)$$

где $\mu = \frac{\varepsilon_{\text{п.сж.}}}{\varepsilon_{\text{п.р.}}}$, $\varepsilon_{\text{п.сж.}}$ – поперечная деформация сжатия (%), $\varepsilon_{\text{п.р.}}$ – продольная деформация растяжения (%).

Значение K_5 соответствует значению коэффициента формоустойчивости:

$$K_5 = K_{\text{ф}} = \frac{\varepsilon_{\text{ост.}}}{\varepsilon_{\text{общ.}}}, \quad (6)$$

где $\varepsilon_{\text{ост.}}$ – относительное остаточное удлинение материала при формовании (%), $\varepsilon_{\text{общ.}}$ – относительное общее удлинение материала при формовании (%).

Для материалов заготовок верха обуви его величина должна быть отличной от нуля и составлять не менее $0,75$ при оптимальных режимах формования.

Значение оценочного показателя K_6 рассчитываем исходя из установленного коэффициента соотношения остаточной и упругой деформации $K_{\text{д}}$, значение которого не должно отличаться от $0,67$, по формуле

$$K_6 = \frac{0,67 - |K_{\text{д}} - 0,67|}{0,67}, \quad (7)$$

где $K_{\text{д}} = \frac{\varepsilon_{\text{упр.}}}{\varepsilon_{\text{ост.}}}$, $\varepsilon_{\text{упр.}}$ – относительная упругая деформация (%).

Оценочный показатель K_7 равен коэффициенту сохранения прочности K_{Π} при максимальной деформации заготовки в процессе формования, то есть

$$K_7 = K_{\Pi} = \frac{P_i}{P_p}, \quad (8)$$

где P_i – прочность после предварительной деформации на величину $\varepsilon_i = 15\%$ (Н), P_p – прочность контрольного образца или разрывная нагрузка (Н).

По единичным оценочным показателям производится расчёт комплексного оценочного показателя деформационных свойств в виде коэффициента

$$K_K = \sqrt[7]{\prod_{i=1}^7 K_i}, \quad (9)$$

где K_i – единичные безразмерные и равнозначные оценочные показатели деформационных и формовочных свойств.

Комплексная оценка деформационных свойств ИК Т производится методом Харрингтона, который представляет собой ранжирование уровня качества от 0 до 1 по четырём градациям оценки. По безразмерной шкале желательности величина коэффициента K_K определяет степень пригодности ИК Т к формованию верха обуви следующим образом: 0,00–0,20 – очень плохо; 0,20–0,37 – плохо; 0,37–0,63 – удовлетворительно; 0,63–0,80 – хорошо и 0,80–1,00 – очень хорошо [3, 13].

Таблица 2 – Значения K_K для некоторых из материалов

Материал		Направление растяжения		Среднее значение K_K
		В	П	
ИК	JAWA 001	0,44	0,54	0,49
	FOCA 330	0,56	0,50	0,53
	ETNA 304	0,66	0,51	0,58
	RUGAN 224	0,59	0,48	0,53
	RUGAN MUSTANG	0,60	0,54	0,57
	Бирюза 3763	0,56	0,53	0,54
	Met lack, бордо	0,56	0,55	0,56
НК	Nappa 2	0,40	0,39	0,39
	Русская кожа	0,43	0,39	0,41

Установлено, что значения комплексного показателя деформационных свойств у исследованных одноосным растяжением ИК Т выше, чем у НК, которые широко используются отечественными производителями обуви в заготовках верха (табл. 2). Однако все исследованные ИК Т следует считать лишь удовлетворительными материалами для применения в заготовках верха обуви внутреннего способа формования, так как средние значения $K_K \in [0,37; 0,63]$.

Методика определения комплексной оценки деформационных свойств ИК Т адаптирована к имеющимся на обувных предприятиях средствам оценки деформационных и формовочных свойств материалов для верха обуви.

Четвёртая глава посвящена разработке новых методологических основ получения двухосным растяжением показателей, характеризующих формовочные

свойства ИК Т, и содержит анализ полученных с помощью разработанных устройств результатов исследований, также в ней представлены результаты внедрения работы в производство и учебный процесс.

При современных методах производства обуви внутреннего способа формирования заготовка верха подвергается растяжению объёмными элементами, а значит, происходит в основном двухосное деформирование материалов. Поэтому были проведены исследования формовочных свойств ИК деформированием образцов сферической и тороидальной поверхностями для имитации формования заготовки верха элементами раздвижной обувной колодки. Проведённые исследования максимально приближены к производственному процессу и этапам его подготовки, в том числе при оценке на входном контроле пригодности материалов к формованию внутренним способом. Нерациональный подбор материалов в систему заготовки верха обуви по показателям их формовочных свойств может привести к появлению дефектов на этапе производства, хранения и эксплуатации. При производстве – перекося деталей верха, разрыв и оттяжка ниточных швов, деформация заготовки при «посадке» на колодку. При хранении – усадка верха, приводящая к искажению «силуэта» обуви, как в процессе предпродажного, так и в процессе межсезонного хранения обуви. При эксплуатации – плохая приформовываемость обуви к стопе, особенно характерная для обуви из ИК, проводящая к болезненным ощущениям при носке из-за давления на стопу; потеря формы верха из-за низкой его формоустойчивости, проявляющаяся в появлении складок на союзке, сваливании верха и переходу обуви в другую полноту. Получение полной информации о качестве исходных материалов и их соответствии технологическим требованиям снижает риски появления указанных дефектов обуви [6].

Для проведения испытаний из каждого вида ИК Т было отобрано по 10 образцов. Образцы подвергали продавливанию (рис. 2 а) пуансонами со сменными наконечниками сферической формы радиуса 10 мм и тороидальной формы с осевым радиусом 8,5 мм и радиусом образующей тор окружности 1,5 мм. Полученные

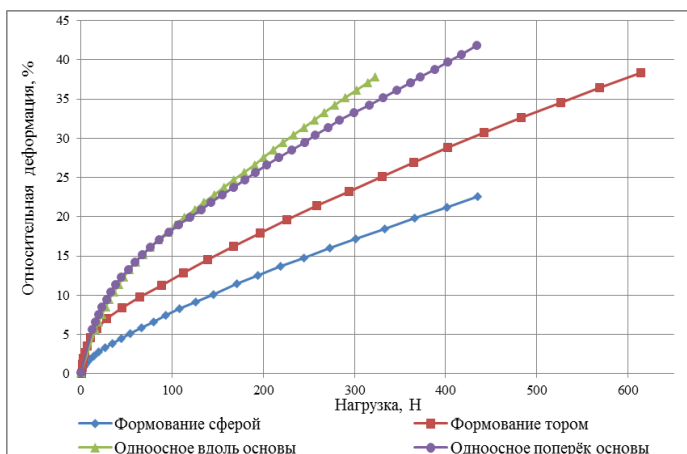


Рисунок 4 – Кривые зависимости нагрузки от деформации при двухосном и одноосном растяжениях ИК Т Бирюза 3763

графические зависимости напряжения от меридиальной деформации при продавливании материалов сферой и тором показали их идентичность (например, у ИК Т Бирюза 3763, рис. 4).

Установлена корреляционная связь между соответствующими значениями разрывных напряжений и деформаций. Выявлена корреляция между разрывным удлинением при одноосном растяжении и деформацией ИК при продавливании образцов сферой и тором (для ИК с пропитанной тканевой основой соответствующие коэффициенты корреляции $k_{сф.} = 0,77$ и $k_{тор.} = 0,86$) [29].

Установлено, что для оценки формовочных свойств материалов двухосным растяжением необходимо и достаточно трёх оценочных показателей, которые рассчитываются соответственно на основе коэффициента формоустойчивости (K_{Φ}), коэффициента соотношения остаточной и упругой деформации ($K_{Д}$) и коэффициента сохранения прочности при максимальной деформации заготовки в процессе формования ($K_{П}$).

Для определения степени пригодности ИК Т к формованию внутренним способом двухосным растяжением комплексный оценочный показатель деформационных свойств является средним геометрическим трёх оценочных показателей, рассчитываемых по формулам (7–9)

$$K_{К} = \sqrt[3]{K_5 \cdot K_6 \cdot K_7} . \quad (10)$$

Оценка деформационных свойств исследованных ИК Т двухосным растяжением показала, что они являются удовлетворительными для использования в деталях верха обуви, где преобладает двухосное растяжение (табл. 3) [12].

Таблица 3 – Значения $K_{К}$ при формовании ИК Т на сфере.

ИК Т	Основа	K_5	K_6	K_7	$K_{К}$
JAWA 001	с пропиткой	0,45	0,76	0,91	0,68
FOCA 330		0,46	0,73	1,09	0,72
RUGAN 001		0,48	0,64	1,12	0,70
RUGAN 901		0,41	0,93	1,04	0,73
RUGAN SELCUK		0,42	0,80	1,04	0,70
RUGAN MUSTANG		0,41	0,95	0,79	0,68
ETNA 304		0,23	0,43	0,97	0,46
ETNA 317		0,47	0,95	0,98	0,76
ETNA 901		0,43	0,68	0,94	0,65
BORNOVA 901		0,45	0,90	1,15	0,78
RUSTIK 901		0,41	0,77	0,85	0,65
RUGAN 224	без пропитки	0,45	0,95	1,12	0,78
Бирюза 3763		0,47	0,69	0,83	0,65
Лак обувной/140, белый		0,46	0,74	0,84	0,66
Met lack, бордо		0,47	0,37	0,82	0,52

Использование на ОАО «Красный Октябрь» методики оценки деформационных свойств импортных ИК на этапе подготовки производства полуботинок мужских с верхом из ИК моделей 847001 и 827106 (фасон колодки Kris) внутреннего способа формования позволило получить экономический эффект соответственно в размере 2 715 000 руб. и 2 473 500 руб. на 100 пар (в ценах на 24.12.2015), а также для модели 822101 в размере 367, 9 рублей на 100 пар (в ценах на 20.02.2019). Экономический эффект получен за счёт снижения возврата некачественной обуви из-за дефектов, связанных с потерей формы верха. Разработанная методика рекомендована для научно-обоснованного выбора материалов в

систему заготовок верха обуви с целью повышения качества готовой продукции. Результаты работы прошли опытно-промышленную апробацию на ряде обувных предприятий, используются в производстве обуви на ОАО «Красный Октябрь» и в результате выполнения инновационных проектов переданы Концерну «Беллег-пром» для дальнейшего использования.

Основные теоретические и практические результаты работы внедрены в учебный процесс УО «ВГТУ» в отдельных курсах материаловедения, товароведения и производственных технологий в лёгкой промышленности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

1. Определен оптимальный комплекс показателей деформационных и формовочных свойств, на основе которого разработаны и впервые научно обоснованы критерии оценки деформационных и формовочных свойств, определяющие пригодность материалов к формованию верха обуви внутренним способом [2, 11, 12, 15, 20, 28].

2. Разработана новая методика получения комплексной оценки деформационных свойств материалов, позволяющая на стадии подготовки производства выбирать ИК Т с максимальным значением комплексного показателя качества ($K_K \geq 0,37$), что даёт возможность оценить степень их технологической пригодности к формованию внутренним способом заготовок верха обуви и обеспечить эффективность процесса формования [3, 13, 16, 17, 19, 26, 36].

3. Впервые получены математические зависимости величин деформаций от высоты подъёма пуансона, отличающиеся от ранее используемых тем, что учитывают только геометрические параметры устройств, в основу которых положен принцип продавливания плоских круглых образцов жёсткими пуансонами в виде тел вращения [1, 7, 22, 24, 34].

4. Разработаны оригинальные приспособления для изучения материалов верха обуви, позволяющие расширить возможности исследовательской базы получения оценочных показателей их деформационных и формовочных свойств [4, 5, 6, 8, 9, 31, 37, 38, 39].

5. Впервые проведены исследования деформационных и формовочных свойств современных ИК Т двухосным растяжением пуансонами в форме поверхности тора, имеющей в отличие от традиционной сферической поверхности два параметра (радиус образующей тор и расстояние до оси вращения), соотношение между которыми позволяет более точно моделировать процесс формования заготовки верха обуви отдельными частями раздвижной обувной колодки [4, 10, 14, 18, 21, 23, 25, 27, 29].

Рекомендации по практическому использованию результатов

1. Для исследования формовочных свойств полимерных материалов двухосным растяжением разработаны устройство для испытания листовых материалов, моделирующее возникающие в процессе формования деформирующие воздействия на детали заготовки верха обуви, и методика

определения степени неоднородности деформирования по площади и направлению. Использование современных методов нанесения разметки на образец, снятия в реальном времени цифрового изображения и компьютерной обработки процесса деформирования позволяет наиболее точно определить степень неравномерности распределений удлинений материалов по площади и направлению, что даёт возможность принять соответствующие конструкторско-технологические решения при проектировании деталей заготовки верха.

2. Использование разработанной методики оценки качества формовочных свойств позволяет на стадии конструкторско-технологической подготовки производства осуществить рациональный выбор материалов для верха обуви внутреннего способа формования. Использование методики позволило получить на ОАО «Красный Октябрь» экономический эффект в 367,90 руб. на 100 пар мужских полуботинок с верхом из ИК в ценах на 20.02.2019 за счёт снижения возврата некачественной обуви из-за дефектов, связанных с потерей формы верха.

3. Разработанные методики научно-обоснованного выбора материалов для верха обуви внутреннего способа формования при одноосном и двухосном растяжении используются на обувном предприятии ОАО «Красный Октябрь», что подтверждается актами производственной апробации и внедрения в производство для повышения качества обуви, а также рекомендованы к применению на других предприятиях.

Для оценки формовочных свойств ИК разработаны и изготовлены продавливающий элемент и приспособления к разрывным машинам, которые могут быть рекомендованы к использованию научно-исследовательскими лабораториями и испытательскими центрами предприятий при выборе ИК в заготовку верха обуви.

Методика расчёта величин деформаций плоских материалов на поверхностях тел вращения в зависимости от высоты подъёма деформирующего пуансона и его параметров рекомендована к использованию при проектировании исполнительных органов машин для формования верха обуви.

Дальнейшее использование результатов связано с совершенствованием нормативной базы за счёт введения дополнительных показателей формовочных свойств материалов для верха обуви: коэффициента соотношения остаточной и упругой деформации, а также коэффициента сохранения прочности при максимальной деформации заготовки в процессе формования. Это может быть реализовано не только на уровне нормативной документации предприятия, но и при совершенствовании ГОСТ 17316-71.

Основные теоретические и практические результаты диссертационной работы внедрены в учебный процесс УО «Витебский государственный технологический университет» и используются в отдельных курсах материаловедения, товароведения, технологии производства изделий текстильной и лёгкой промышленности, о чём имеются соответствующие акты.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

Статьи в научных рецензируемых журналах:

1. Дмитриев, А. П. Деформация обувных материалов на полусфере / А. П. Дмитриев, О. А. Буркина, М. В. Семашко // Вестник ВГТУ. – Витебск: УО «ВГТУ», 2008. – Вып. 14 – С. 14–20.
2. Дмитриев, А. П. Деформационные свойства искусственных кож на тканой основе / А. П. Дмитриев, А. Н. Буркин // Вестник ВГТУ. – Витебск: УО «ВГТУ», 2010. – Вып. 19 – С. 22–27.
3. Петрова-Буркина, О. А. Комплексная оценка способности обувных материалов к формованию внутренним способом / О. А. Петрова-Буркина, А. П. Дмитриев, А. Н. Буркин // Изв. вузов. Технология лёгкой промышленности. – Санкт-Петербург, 2012. – № 1 (15) – С. 46–50.
4. Дмитриев, А. П. Деформационные свойства и структура современных искусственных кож на тканой основе для верха обуви / А. П. Дмитриев, В. Д. Борозна, А. Н. Буркин / Дизайн и технологии / МГУДТ ; редкол.: В. С. Белгородский (гл. ред.) [и др.]. – Москва, 2018. – № 65 (107) – С. 29–31.

Статьи в других научных изданиях:

5. Буркин, А. Н. Анализ методик кожевенных материалов / А. Н. Буркин, А. П. Дмитриев, М. В. Семашко // Стандартизация. – 2007. – № 2 – С. 30–32.
6. Семашко, М. В. Исследование свойств современных материалов экспресс-методом / М. В. Семашко, А. П. Дмитриев, А. А. Царёва // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг : междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. ун-т экономики и сервиса ; редкол.: В. Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2008. – С. 128–130.
7. Дмитриев, А. П. Определение оптимального радиуса образца листового материала, формуемого растяжением на поверхности полушара / А. П. Дмитриев, М. В. Семашко, О. А. Буркина // Потреб. кооперация. – 2009. – № 1 (24) – С. 68–72.
8. Буркин, А. Н. Методика определения деформационных свойств листовых материалов / А. Н. Буркин, А. П. Дмитриев // Метрология и приборостроение. – 2009. – № 3 (46) – С. 45–48.
9. Дмитриев, А. П. Исследование анизотропии деформационных свойств современных материалов для верха обуви / А. П. Дмитриев // Техническое регулирование: базовая основа качества товаров и услуг : междунар. сб. науч. трудов / Южно-Рос. ун-т экономики и сервиса ; редкол.: В. Т. Прохоров [и др.]. – Шахты, 2010. – С. 156–158.
10. Дмитриев, А. П. Физико-механические свойства искусственных кож на текстильной основе для заготовок верха обуви / А. Н. Буркин, А. П. Дмитриев, М. В. Семашко, // Потреб. кооперация. – 2010. – № 2 (29) – С. 56–61.
11. Петрова-Буркина, О. А. Методы оценки свойств обувных материалов / О. А. Петрова-Буркина, В. Д. Борозна, А. П. Дмитриев, А. Н. Буркин // Компетентность. – Москва, 2012. – № 4 (95) – С. 48–53.

12. Буркин, А. Н. Разработка критериев оценки формовочных свойств материалов / А. Н. Буркин, А. П. Дмитриев, О. А. Петрова-Буркина // Вестник БГЭУ. – 2012. – №6 (95) – С. 76–83.

13. Дмитриев, А. П. Формовочные свойства искусственных кож для верха обуви / А. П. Дмитриев, В. Д. Борозна, А. Н. Буркин // Сборник научных статей и воспоминаний «Памяти В.А. Фукина посвящается». Часть 1. – Москва : МГУДТ, 2014. – С. 199–208.

Материалы конференций:

14. Дмитриев, А. П. Деформация заготовок из натуральных кож при внутреннем способе формования / А. П. Дмитриев, О. А. Буркина // Инженерно-педагогическое образование в XXI веке: материалы IV Респ. науч.-практ. конф. молод. ученых и студентов БНТУ, Минск, 17–18 апреля 2008 г.: в 2 ч. / Белорус. нац. тех. ун-т.; редкол.: С. А. Иващенко [и др.]. – Минск, 2009. – Ч. 2. – С. 45–47.

15. Дмитриев, А. П. Оценка формовочных свойств обувных материалов / А. П. Дмитриев, О. А. Буркина // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-технич. конф. молод. ученых, Могилёв, 20–21 ноября 2008 г. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Федеральное агентство по образованию, Белорус.-Рос. ун-т; редкол.: И.С. Сазонов [и др.]. – Могилёв, 2008. – С. 148.

16. Дмитриев, А.П. Устройство для испытания деформационных свойств материалов / А.П. Дмитриев // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы междунар. науч.-технич. конф. молод. ученых, Могилёв, 25-26 ноября 2009 г. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Федеральное агентство по образованию, Белорус.-Рос. ун-т ; редкол.: И. С. Сазонов [и др.]. – Могилёв, 2009. – С. 125.

17. Дмитриев, А. П. Методика определения деформационных свойств листовых материалов / А. П. Дмитриев, Е. В. Краснякова // Сб. материалов докладов XLII науч.-технич. конф. преподавателей и студентов ун-та / УО «ВГТУ»; редкол.: В. В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2009. – С. 200–202.

18. Герасимук, И. Н. Анализ физико-механических свойств искусственных кож для верха обуви / И. Н. Герасимук, А. П. Дмитриев, Е. М. Лобацкая // Сб. материалов докладов XLIII науч.-технич. конф. преподавателей и студентов ун-та / УО «ВГТУ»; редкол.: В. В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2010. – С. 241–243.

19. Буркина, О. А. Методика исследования формовочных свойств современных материалов для верха обуви / О. А. Буркина, А. П. Дмитриев, В. В. Рубаник мл. // Научно-техническая конференция молодых учёных «Инновации в науке, промышленности и образовании». 28–29 октября 2010 года. Витебск, Беларусь : сборник материалов. – Витебск, 2010. – С. 52–57.

20. Дмитриев, А. П. Исследование свойств материалов для заготовок верха обуви внутреннего способа формования / А. П. Дмитриев, А. Н. Буркин // Актуальные проблемы современного товароведения : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 18–19 ноября 2010 г. / Белорус. торг.-экон. ун-т потреб. кооперации ; редкол.: В. Е. Сыцко [и др.]. – Гомель, 2010. – С. 10–12.

21. Буркин, А. Н. Прочность и деформационные свойства современных искусственных кож / А. Н. Буркин, А. П. Дмитриев // Актуальные проблемы прочности: материалы 50-го международного научного симпозиума, Витебск, 1 октября 2010 г.: в 2 ч. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2010. – Ч. 1. – С. 40–42.

22. Дмитриев, А. П. Формование листового материала поверхностью с двумя радиусами кривизны / А. П. Дмитриев // Материалы докладов 44-ой науч.-технич. конф. преподавателей и студентов ун-та / УО «ВГТУ»; редкол.: В. В. Пятов [и др.]. – Витебск, 2011. – С. 212–214.

23. Дмитриев, А. П. Деформационные свойства систем материалов для верха обуви / А. П. Дмитриев // Новое в технике и технологии текстильной и лёгкой промышленности : материалы международной конференции. Витебск, ноябрь 2011 г.: в 2 ч. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2011. – Ч. 2. – С. 48–50.

24. Борозна, В. Д. Определение величин деформации обувных материалов при формовании поверхностями тел вращения / В. Д. Борозна, А. П. Дмитриев // Теоретические знания – в практические дела [Текст] : Сборник научных статей XIII Международной научно-инновационной конференции аспирантов, студентов и молодых учёных с элементами научной школы «Теоретические знания – в практические дела» (16–21 апреля 2012 года). В двух частях. Ч. 2. – Омск : Филиал ФГБГОУ ВПО «МГУТУ имени К.Г. Разумовского» в г. Омске, 2012. – С. 181–183.

25. Дмитриев, А. П. Исследование деформационных свойств искусственных кож для верха обуви двухосным растяжением / А. П. Дмитриев // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. (Минск, 17–18 мая 2012 г.) : в 2 т. – Минск : БГЭУ, 2012. – Т. 1. – С. 359–360.

26. Дмитриев, А. П. Разработка комплексного показателя оценки способности искусственных кож к формованию внутренним способом / А. П. Дмитриев, В. Д. Борозна // Материалы докладов 45-ой Республиканской науч.-технич. конф. преподавателей и студентов, посвящённой Году книги. УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – С. 442–444.

27. Дмитриев, А. П. Изменение прочности искусственных кож при их предварительном деформировании / А. П. Дмитриев, В. Д. Борозна // 53 Международная научная конференция «Актуальные проблемы прочности». 2–5 октября 2012 года. Витебск, Беларусь : Ч.1. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – С. 87–89.

28. Дмитриев, А. П. Исследование формовочных свойств материалов при двухосном растяжении / А. П. Дмитриев, В. Д. Борозна // Качество товаров: теория и практика : материалы докладов Международной научно-практической конференции, Витебск, Беларусь, 15–16 ноября, 2012 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – С. 86–87.

29. Дмитриев, А. П. Сравнительный анализ деформационных свойств искусственных кож на текстильной основе при одноосном и двухосном растяжении / А. П. Дмитриев // Качество товаров: теория и практика : материалы докладов Международной научно-практической конференции, Витебск, Беларусь, 15–16 ноября, 2012 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2012. – С. 88–90.

30. Борозна, В. Д. Оценка формовочных свойств материалов для заготовок верха обуви / В. Д. Борозна, А. Н. Буркин, А. П. Дмитриев // *Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2013: material IX mezinárodní vědecko–praktická conference (27.02.2013 – 05.03.2013)*. – Díl 23. Ekologie. Zeměpis a geologie. Chemie a chemická technologie. – Praha: Publishing House «Education and Science», 2013. – S. 57–61.

31. Дмитриев, А. П. Неразрушающие методы контроля качества искусственных кож для верха обуви / А. П. Дмитриев, В. Д. Борозна, А. Н. Буркин // *Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов: материалы 5-ой междунар. науч.-техн. конф., Могилёв, 24–25 сентября 2014 г.* / М-во образования Респ. Беларусь, М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. акад. наук Респ. Беларусь, Ин-т прикладной физики НАН Респ. Беларусь, Белорусская ассоциация неразруш. контр. и техн. диагн., УП «Белгаз-промдиагностика», Белорус.-Рос. ун-т ; редкол.: И. С. Сазонов (гл. ред.) [и др.]. – Могилёв, 2014. – С. 207–209.

32. Дмитриев, А. П. Оценка качества материалов для заготовки верха обуви внутреннего способа формования / А. П. Дмитриев, В. Д. Борозна, А. Н. Буркин // *Материалы докладов 48-ой Международной науч.-технич. конф. преподавателей и студентов, посвящённой 50-летию университета. Витебск, апрель 2015 г.: в 2 т. / УО «ВГТУ»*. – Витебск, 2015. – Т. 2. – С. 276–278.

33. Дмитриев, А. П. Оценка качества формовочных свойств обувных материалов / А. П. Дмитриев // *Союз науки и практики: актуальные проблемы и перспективы развития товароведения: сб. науч. статей. междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 4 ноября 2016 г.* / редкол.: С. Н. Лебедева [и др.] ; под науч. ред. д-ра техн. наук, профессора В. Е. Сыцко и канд. техн. наук, доцента Е. В. Роциной. – Гомель : учреждение образования «Белорусский торгово-экономический университет потребительской кооперации»; 2016. – С. 25–31.

Тезисы докладов конференций:

34. Дмитриев, А. П. Математическое описание деформации материалов для верха обуви при двухосном растяжении / А. П. Дмитриев // *Тезисы докладов XLII науч.-технич. конф. преподавателей и студентов ун-та / УО «ВГТУ»* ; гл. ред. В. В. Пятов. – Витебск, 2009. – С. 38–39.

35. Дмитриев, А. П. Особенности деформационных свойств искусственных материалов для верха обуви / А. П. Дмитриев, А. Н. Буркин // *Инновационные и наукоёмкие технологии в лёгкой промышленности : сб. тезисов докладов II Междунар. науч.-практ. конф., посвящённой 80-летию университета (Москва, 3 июня 2010 г.)*. – Москва : ИИЦ МГУДТ, 2010. – С. 175–177.

36. Дмитриев, А. П. Анализ пригодности материалов к формованию верха обуви внутренним способом / А. П. Дмитриев // *Тезисы докладов 51-ой науч.-технич. конф. преподавателей и студентов ун-та / УО «ВГТУ»* ; гл. ред. Е. В. Ванкевич. – Витебск, 2018. – С. 238–239.

Патенты:

37. Продавливающий элемент преимущественно для контроля качества материалов и соединений верха обуви : пат. на полезную модель 4478 Респ. Беларусь, МПК G01N3/00 / А. Н. Буркин, А. П. Дмитриев, Н. В. Комлева, М. В. Се-

машко; заявитель Витебск. гос. технол. ун-т. – № u20070787; заявл. 11.12. 2007; опубл. 30.06.2008 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр. інтэлектуал. уласнасці. – 2008. – № 3 (62). – С. 212–213.

38. Устройство для испытания листовых материалов многоосным растяжением : пат. на полезную модель 5305 Респ. Беларусь, МПК G01N3/00 / А. Н. Буркин, А. П. Дмитриев, О. А. Буркина; заявители А. Н. Буркин, А. П. Дмитриев, О. А. Буркина. – № u20080730; заявл. 26.09.2008; опубл. 30.06.2009 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр. інтэлектуал. уласнасці. – 2009. – № 3 (68). – С. 211–212.

39. Универсальное устройство к разрывной машине для испытания на растяжение образца материала верха обуви : пат. на изобретение 20437 Респ. Беларусь, МПК G01N33/44 / А. Н. Буркин, О. А. Петрова-Буркина, В. Д. Борозна, А. П. Дмитриев, Ю. М. Кукушкина, В. А. Окуневич; заявитель Витебск. гос. технол. ун-т. – № a20130072; заявл. 21.01.2013; опубл. 08.06.2016 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр. інтэлектуал. уласнасці. – 2016. – № 5 (112). – С. 117.

РЕЗЮМЕ

Дмитриев Александр Петрович

Комплексная оценка деформационных свойств искусственных кож для обуви внутреннего способа формования

Искусственная кожа, деформационные свойства, формование заготовки верха обуви, комплексная оценка, формоустойчивость.

Объектом исследования являются мягкие искусственные кожи на текстильной основе для деталей верха обуви. Предметом исследования является комплекс показателей физико-механических свойств материалов, определяющих их способность к формованию.

Целью диссертационной работы является разработка комплексной оценки деформационных свойств искусственных кож для верха обуви внутреннего способа формования.

Решение поставленных задач осуществлялось с помощью инструментальных и аналитических методов, методами математической статистики, корреляционно-регрессионного анализа и математического моделирования. При проведении инструментальных исследований использовались и получили дальнейшее развитие методы физико-механических испытаний материалов. Обработка экспериментальных данных осуществлялась на ЭВМ.

В результате исследований: определён комплекс показателей, отражающих различные аспекты деформационных и формовочных свойств материалов и оценивающих их способность к формованию; установлены области их номинальных значений для материалов, применяемых в заготовках верха обуви внутреннего способа формования; разработаны и научно обоснованы оценочные показатели деформационных свойств материалов; разработана новая методика их получения, позволяющая на стадии подготовки производства оценить пригодность материала для заготовок верха обуви внутреннего способа формования и обеспечить необходимый уровень качества готовой продукции; впервые получены математические зависимости для расчёта величин деформаций при двухосном растяжении на поверхностях тел вращения. Проведены исследования деформационных и формовочных свойств искусственных кож, с использованием разработанных и запатентованных оригинальных приспособлений.

Разработанная методика внедрена и используется на обувном предприятии ОАО «Красный Октябрь».

РЭЗІЮМЭ

Дзмітрыеў Аляксандр Пятровіч

Комплексная ацэнка дэфармацыйных уласцівасцяў штучных скураў для абутку ўнутранага спосабу фармавання

Штучная скура, дэфармацыйныя ўласцівасці, фармаванне нарыхтоўкі верху абутку, комплексная ацэнка, формаўстойлівасць.

Аб'ектам даследавання з'яўляюцца мяккія штучныя скуры на тэкстыльнай аснове для дэталю верху абутку. Прадметам даследавання з'яўляецца комплекс паказчыкаў фізіка-механічных уласцівасцяў матэрыялаў, якія вызначаюць іх здольнасць да фармавання.

Мэтай дысертацыйнай працы з'яўляецца распрацоўка комплекснай ацэнкі дэфармацыйных уласцівасцяў штучных скураў для верху абутку ўнутранага спосабу фармавання.

Вырашэнне пастаўленых задач ажыццяўлялася з дапамогай інструментальных і аналітычных метадаў, метадамі матэматычнай статыстыкі, карэляцыйна-рэгрэсійнага аналізу і матэматычнага мадэлявання. Пры правядзенні інструментальных даследаванняў выкарыстоўваліся і атрымалі далейшае развіццё метады фізіка-механічных выпрабаванняў матэрыялаў. Апрацоўка эксперыментальных дадзеных ажыццяўлялася на ЭВМ.

У выніку даследаванняў: вызначаны комплекс паказчыкаў, якія адлюстроўваюць розныя аспекты дэфармацыйных і фармовачных уласцівасцяў матэрыялаў і якія ацэньваюць іх здольнасць да фармавання; устаноўлены вобласці іх намінальных значэнняў для матэрыялаў, што прымяняюцца ў нарыхтоўках верху абутку ўнутранага спосабу фармавання; распрацаваны і навукова абгрунтаваны ацэнначныя паказчыкі дэфармацыйных уласцівасцяў матэрыялаў; распрацавана новая методыка іх атрымання, якая дазваляе на стадыі падрыхтоўкі вытворчасці ацаніць прыдатнасць матэрыялу для нарыхтовак верху абутку ўнутранага спосабу фармавання і забяспечыць неабходны ўзровень якасці гатовай прадукцыі; упершыню атрыманы матэматычныя залежнасці для разліку велічынь дэфармацый пры двухосевым расцяжэнні на паверхнях цел вярчэння. Праведзены даследаванні дэфармацыйных і фармовачных уласцівасцяў штучных скураў з выкарыстаннем распрацаваных і запатэнтаваных арыгінальных прыстасаванняў.

Распрацаваная методыка ўкаранёна і выкарыстоўваецца на абутковым прадпрыемстве ААТ "Чырвоны Кастрычнік".

SUMMARY

Alexander Dmitriev

Complex Assessment for Deformation Properties of Man-Made Leathers for the Footwear Produced by Molding Inner Process

Man-made leather, deformation properties of materials, shoe upper molding, complex, stability of shape.

The research object is soft man-made leathers with knitted fabric base used for the shoe upper. The subject of this study is a set of indices of physical and mechanical properties of man-made leather with knitted fabric base for the shoe upper, which determine the ability of materials to mold.

The aim of the thesis work is to develop complex assessment of deformation properties of man-made leathers for the shoe upper produced by molding inner process.

The solution of these tasks was performed by using instrumental and analytical methods, methods of mathematical statistics, regression analysis and mathematical modeling. When conducting instrumental research methods of physical and mechanical testing of materials were used and further developed. The experimental data were processed on a PC.

The research resulted in the following: determination of a set of indices which reflect different aspects of deformation and molding properties of materials and evaluate ability to mold; measurement of ranges of their nominal values for materials used in the shoe upper produced by molding inner process; development and scientific rationale of assessment criteria of molding properties of materials; development of a new assessment method which allows to evaluate the workability of the material for the shoe upper produced by molding inner process and to ensure the necessary level of quality of finished products at the stage of design and technological pre-production; derivation of mathematical relations for the calculation of the amount of strain under biaxial tension on rotating surfaces. Strain and molding properties of modern double-layer soft man-made leathers have been investigated with the use of developed and patented unique devices.

The developed method is implemented and utilized at the footwear enterprise OAO "Krasny Oktyabr".

**ДМИТРИЕВ
АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ**

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИОННЫХ
СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ ДЛЯ ОБУВИ
ВНУТРЕННЕГО СПОСОБА ФОРМОВАНИЯ**

Автореферат диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук