

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ

### DEVELOPMENT OF METHODS FOR RESEARCHING THE PERFORMANCE PROPERTIES OF ARTIFICIAL LEATHER

УДК 675.92.01

**В.Д. Борозна\*, А.Н. Буркин**

*Витебский государственный технологический  
университет*

<https://doi.org/10.24411/2079-7958-2018-13501>

**V. Borozna\*, A. Burkin**

*Vitebsk State Technological  
University*

#### РЕФЕРАТ

*ИСКУССТВЕННЫЕ КОЖИ, ЭКСПЛУАТАЦИОН-  
НЫЕ СВОЙСТВА, МЕТОДИКА, КАЧЕСТВО*

*Статья посвящена разработке методики оценки эксплуатационных свойств искусственных кож в широком диапазоне температур и установки, позволяющей проводить исследования материалов на многоцикловое нагружение с учетом технологических и эксплуатационных воздействий.*

*Предложенный подход к оценке эксплуатационных свойств искусственных кож позволяет имитировать различные условия носки за счет изменения скорости и угла нагружения и учитывать технологические воздействия, а также методика позволяет оценить и прогнозировать эксплуатационные свойства искусственных кож на стадии входного контроля производства. Проведены исследования эксплуатационных свойств искусственных кож по разработанной методике оценки. Установлено, что исследованные материалы обладают недостаточной динамической устойчивостью.*

*Объект исследований – искусственные кожи немецкого производства Met lack т-синий и Met lack бордо.*

*Использованный метод – метод комплексной оценки качества.*

*Результаты работы – разработана методика оценки эксплуатационных свойств искусственных кож в широком диапазоне температур*

#### ABSTRACT

*ARTIFICIAL LEATHER, PERFORMANCE PROPER-  
TIES, QUALITY, METHODOLOGY*

*Artificial leather is widely used in shoe industry. Artificial leather is exposed to various influences while wearing shoes. Existing methodology do not allow to evaluate the performance properties.*

*This article describes a new method to assess the performance properties of artificial leather. Method takes into account technological and exploitative influence.*

*The article presents the results of a research of the performance properties of artificial leather. The objects of the study were artificial leather with a three-layer structure.*

\* E-mail: [wilij@mail.ru](mailto:wilij@mail.ru) (V. Borozna)

*с учетом технологических и эксплуатационных воздействий.*

*Область применения результатов – обувная промышленность.*

*Научная новизна работы заключается в том, что предложенная в ней методика оценки эксплуатационных свойств искусственных кож позволяет проводить исследования эксплуатационных свойств материалов с учетом технологических и эксплуатационных воздействий.*

На современном этапе экономического развития, характеризующегося возрастающими требованиями потребителя и глобализацией рынков, решение задач повышения качества и конкурентоспособности продукции приобретает первостепенное значение. Для повышения качества выпускаемой продукции утверждена государственная программа «Комплекс мер на 2016–2020 годы по стимулированию внедрения в экономику страны передовых методик и современных международных систем управления качеством». Одним из главных направлений принятой для реализации программы является совершенствование на основе современных подходов к разработке и производству качественной и конкурентоспособной продукции. Решение поставленных задач невозможно без применения научно-обоснованных требований и современных методик, позволяющих оценивать технологические и эксплуатационные свойства материалов.

Искусственные кожи (ИК) достаточно широко применяются в производстве обуви. Объем производимой обуви с верхом из ИК в Республике Беларусь планируют увеличить к 2020 году на 2–3 млн пар в год, что составит 15–20 % в общем объеме выпуска обуви в Беларуси. Однако выбор ИК для наружных деталей верха обуви продолжает оставаться сложной задачей, так как отечественная промышленность не производит мягкие ИК, а применение современных импортных материалов для производства деталей верха обуви сдерживается недостатком сведений об их структуре, технологических и эксплуатационных свойствах.

Анализируя данные по возврату обуви с вер-

хом из ИК на предприятиях концерна «Беллегпром», можно заметить существенный объем возврата обуви клеевого метода крепления по дефекту «разрушение ИК». За 2016 г. и 2017 г. данный дефект составил 48 % и 36 % соответственно от общего количества дефектов по возврату данного вида обуви клеевого метода крепления. Возникновение такого дефекта является из-за неправильного подбора ИК для верха обуви без учета их технологических и эксплуатационных свойств на этапе входного контроля. Разработанные ранее методы оценки технологических и эксплуатационных свойств не дают возможности оценить технологическую пригодность и прогнозировать эксплуатационные свойства ИК. Поэтому требуется разрабатывать методики исследования свойств ИК, позволяющие дать объективную оценку свойств материалов [1].

При разработке любой методики, связанной с комплексной оценкой свойств материалов для изделий легкой промышленности, приходится решать две проблемы:

- первая связана с приближением характера воздействия на материал по технологическим и эксплуатационным признакам;
- вторая связана с наличием ТНПА на подобные виды исследований, но которые, как правило, далеки от характера технологических и эксплуатационных воздействий или вообще их не учитывают.

В настоящее время существует ряд стандартов для оценки эксплуатационных свойств ИК: ISO 7854:1995 «Ткани с резиновым или пластиковым покрытием. Определение стойкости к разрушению при многократном изгибе» [2];

ГОСТ 13868-74 «Кожа хромовая для верха обуви. Метод определения устойчивости покрытия к многократному изгибу» [3]; ГОСТ 8978-2003 «Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения устойчивости к многократному изгибу» [4]; ГОСТ 20876-75 «Кожа искусственная. Метод определения морозостойкости в динамических условиях» [5]; ГОСТ 15162-82 «Кожа искусственная и синтетическая и пленочные материалы. Метод определения морозостойкости материалов в статических условиях» [6]; ГОСТ 28789-90 «Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Испытание на изгиб при низкой температуре» [7].

Однако данные стандарты позволяют проводить испытания только в лабораторных условиях при нормальных условиях окружающей среды (температура  $(20 \pm 2)$  °C и относительной влажности  $(65 \pm 5)$  %) и не позволяют программировать условия изменения температуры и влажности при длительных испытаниях, изменять скорость нагружения и угол изгиба образцов. Стандарты, связанные с испытанием при низких температурах, не позволяют имитировать биомеханические воздействия стопы на материал изделия.

Для оценки технологической пригодности ИК в нормативной базе Республики Беларусь существует один стандарт ГОСТ 17316-71 «Кожа мягкая искусственная. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве» и нет ни одного стандарта на нормируемые значения показателей [8]. Регламентируемые в ТНПА показатели физико-механических свойств недостаточно информативны, так как не позволяют в полной мере оценить способность материалов к сложному технологическому процессу формования верха обуви [9].

В работах А. П. Дмитриева предложен целый комплекс физико-механических показателей для оценки формовочных свойств и пригодности материалов к формованию [10–12]. Данные критерии позволяют оценить формовочные свойства и технологическую пригодность, однако определение их – довольно длительный процесс, что затрудняет применение предложенных авторами методик при входном контроле на предприятии.

В дальнейшем авторами статей [13–18] были предложены методики оценки технологической

пригодности ИК при одноосном или двухосном растяжении, позволяющие учитывать конструктивные особенности верха обуви и воздействия технологических факторов. Предлагается новый подход в последовательном изучении технологических и эксплуатационных свойств на основе разработанных методик оценки технологических свойств ИК с последующим исследованием их эксплуатационных свойств. Данный подход позволит на этапе входного контроля производства изделий оценить технологическую пригодность и прогнозировать эксплуатационные свойства ИК.

Цель данной работы заключается в разработке методики оценки эксплуатационных свойств ИК при динамическом нагружении в широком диапазоне температур.

В основу разработанной методики положены стандарты ГОСТ 13868-74 «Кожа хромовая для верха обуви. Метод определения устойчивости покрытия к многократному изгибу» и ISO 7854:1995 «Материалы текстильные с каучуковым или полимерным покрытием. Определение устойчивости к повреждению при многократном изгибе» [2, 3].

С целью устранения указанных выше недостатков была спроектирована и изготовлена установка для оценки эксплуатационных свойств ИК и встроена в климатическую камеру, которая легко вынимается из нее в случае необходимости выполнения других испытаний.

В качестве аналога для разработки установки был взят флексометр Балли, исходя из следующих соображений:

- во-первых, он позволяет обеспечить процесс складкообразования, подобный тому, который происходит в пучковой части союски обуви;
- во-вторых, это стандартизованный метод, и приборы типа ИПК-2М имеются на предприятиях, а также выпускаются широко за рубежом [19].

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

- 1) отбор образцов и имитация на них технологических режимов;
- 2) подготовка проб и установки для оценки эксплуатационных свойств ИК к проведению испытаний;

3) проведение испытаний на многоцикловое нагружение;

4) определение показателей оценки эксплуатационных свойств ИК;

5) определение комплексного показателя свойств ИК.

Отбор образцов осуществляют не ближе 100 мм от края рулона по ГОСТ 17316-71. Образцы вырезают размерами (140x200) мм для имитации одноосного растяжения либо диаметром 180 мм при двухосном растяжении. Далее в лабораторных условиях имитируют технологический процесс формования заготовки верха обуви внутреннего способа формования, который включает следующие технологические операции:

1) предварительное формование носочной части на машине модели 50/2R фирмы «Matic», на которой пакет верха сначала в носочной части пластифицируется в течение 10 с при температуре 120 °С, а затем заготовка помещается в зазоры между пластинами и разогретый до 150 °С горячий пуансон, вдавливаясь в заготовку, формирует носочную часть;

2) увлажнение заготовки верха паром при температуре (100–120) °С в течение 1–1,5 минуты с последующим одеванием заготовки на колодку с деформацией материала на 15 %;

3) влажно-тепловая обработка материала на машине SAVE-2000 с следующими температурными режимами: влажным горячим воздухом –  $t = 65\text{--}75$  °С,  $\varphi = 96 \pm 1$  %,  $\tau = 1$  мин; сухим горячим воздухом –  $t = 100\text{--}140$  °С,  $\tau = 3\text{--}5$  мин; охлаждение –  $t = 20\text{--}25$  °С,  $\tau = 1\text{--}2$  мин.

После имитации технологического воздействия вырубают элементарные пробы специальными резаками в форме прямоугольника размером (45±70) мм в продольном и поперечном направлении в количестве не менее шести проб по каждому из них. Проверяют поверхность проб на наличие механических повреждений. Элементарные пробы кондиционируют при относительной влажности воздуха (65±5) % и температуре (20±2) % не менее 24 ч.

Подготавливают к испытанию климатическую камеру УТН-408-40-1Р. Проведение испытаний ИК на установке происходит следующим образом: рабочий блок флексометра установки помещают в климатическую камеру. В зажимы

закрепляют пробы. С помощью программного обеспечения климатической камеры устанавливают температурные режимы. После задания условий испытания включают климатическую камеру и ждут установление необходимого режима. После чего включают установку и производят многоцикловое нагружение проб. Испытания на многоцикловое нагружение проводят при в широком диапазоне температур от -40 °С до +150 °С и относительной влажности воздуха от 20 % до 98 %. Режим испытания выбирается в зависимости от цели исследований или они указаны в нормативной документации на материал.

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

Привод для испытания на многоцикловых нагружений состоит из основания, на котором установлен электродвигатель 1, и шкив 2, 3. Электродвигатель 1 с помощью ременной передачи 4 передает движение валу 5. Вращательное движение упора 6 создает качательное движение ролика поворотного вала 8 и поворотного вала 7. Поворотный вал 7 передает движение валу, на котором закреплены зажимы пульсатора. Кинематическая схема привода представлена на рисунке 1. Установка для оценки эксплуатационных свойств ИК позволяет:

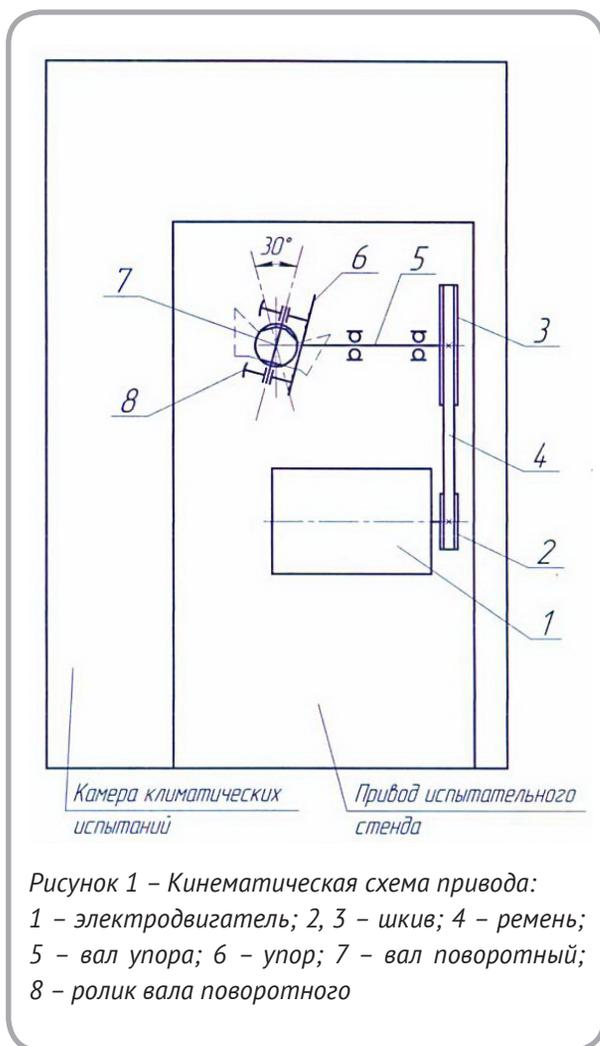
1) проводить длительные исследования материалов при заданной температуре и влажности, что обеспечивает имитацию различных воздействий окружающей среды;

2) изменять скорость нагружения за счет изменения частоты вращения поворотного вала, уменьшая время проведения испытаний, а также имитировать интенсивность воздействий на материал изделия (например, ходьба или бег);

3) изменять угол нагружения, тем самым имитировать разные условия эксплуатации.

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

Для оценки эксплуатационных свойств ИК



определяем следующие показатели:

- относительный показатель наличия трещин,  $T$ ;
- коэффициент потери прочности,  $K_{II}$ .

Относительный показатель наличия трещин позволяет нам оценить визуальные изменения, происходящие с материалом после многоцикловых нагружений, и дать оценку внешнему виду материала.

Относительный показатель наличия трещин рассчитываем по формуле (1)

$$T = \frac{q_i}{q_{баз}} \quad (1)$$

где  $q_{баз}$  – значение показателя наличия трещин контрольного образца, принимаемое равным 4, как наилучшее значение;  $q_i$  – значение показателя

наличия трещин  $i$ -го образца.

Оценку повреждений поверхности образцов производят с помощью луп типа ЛП1–2,5\*, ЛП1–4\*, соответствующих ГОСТ 25706–83 «Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования» или других с увеличением 10\*.

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

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

Коэффициент потери прочности рассчитываем по формуле (2)

$$K_{II} = \frac{P_i}{P_p} \quad (2)$$

где  $P_i$  – разрывная нагрузка  $i$ -го образца после многоциклового нагружения,  $H$ ;  $P_p$  – разрывная нагрузка контрольных образцов,  $H$ .

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

Определение коэффициента потери прочности при двухосном растяжении проводят на запатентованных устройствах «Универсальное устройство к разрывной машине для оценки деформационных свойств материалов при двухос-

ном растяжении» или «Устройство к разрывной машине для оценки свойств материалов верха обуви сферическим растяжением» [20, 21]. Внешний вид универсального устройства к разрывной машине для оценки деформационных свойств материалов при двухосном растяжении представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Универсальное устройство к разрывной машине для оценки деформационных свойств материалов при двухосном растяжении

Универсальное устройство к разрывной машине для оценки деформационных свойств материалов при двухосном растяжении было разработано в целях исследования релаксационных процессов в материалах, а устройство к разрывной машине для оценки свойств материалов верха обуви сферическим растяжением разработано для проведения исследований на предприятиях. Устройства позволяют проводить испытания на различных диаметрах пуансона в зависимости от использованных тел вращения.

Комплексный эксплуатационный показатель ( $K_c$ ) рассчитывается по формуле (3)

$$K_c = \sqrt{T \cdot K_{II}} \quad (3)$$

где  $T$  – относительный показатель наличия трещин;  $K_{II}$  – коэффициент сохранения прочности.

По формуле (3) рассчитываем комплексный эксплуатационный показатель и полученные безразмерные величины соотносим с интервалами: 0,00–0,63 – «плохо», 0,63–0,80 – «удовлетворительно», 0,80–1 – «хорошо», которые основываются на функции Харингтона [22].

Обработку методики проводили при нормальных условиях окружающей среды. Объем выборки составлял не менее 10–12 образцов, из которых потом вырубали не менее двух проб при одноосном растяжении и одной пробы при двухосном растяжении.

В статье представлены результаты исследования эксплуатационных свойств ИК Met lack бордо и Met lack т-синий. Образцы ИК выдержали 5 тыс. циклов нагружения на установке для оценки эксплуатационных свойств ИК при нормальных условиях окружающей среды. Внешний вид образцов ИК Met-lack т-синий и Met-lack бордо после многоциклового нагружения представлен на рисунке 3.

Расчет показателей, характеризующих эксплуатационные свойства материалов: относительного показателя наличия трещин, коэффициента потери прочности, комплексного эксплуатационного показателя – представлен в таблице 1.

Показатель «Разрывная нагрузка после многоциклового нагружения» определяли на разрывной машине РТ-250-2М с помощью устройства к разрывной машине для оценки деформационных свойств материалов при двухосном растяжении с рабочей частью образца  $\varnothing 25$  мм и со скоростью нагружения 25 мм/мин. Повреждение лицевой стороны ИК определяли визуально и присваивали балл от 1 до 4.

Анализируя полученные данные в таблице 1, можно сделать следующие выводы:

- на исследуемых образцах Met-lack т-синий в продольном и поперечном направлении появляются трещины без повреждения полимерного покрытия ИК, а у Met-lack бордо появились



Рисунок 3 – Внешний вид образцов Met-lack т-синий и Met-lack бордо

Таблица 1 – Усредненные значения показателей эксплуатационных свойств ИК при многоцикловых нагружениях

Материал	Балльная оценка наличия трещин $q_f$ , балл	Относительный показатель наличия трещин $T$	Разрывная нагрузка контрольных образцов $P_p, H$	Разрывная нагрузка после многоциклового нагружения $P_p, H$	Коэффициент потери прочности $K_{\Pi}$	Комплексный эксплуатационный показатель $K_s$
Met lack т-синий в продольном направлении	2	0,5	856	519	0,61	0,55
Met lack т-синий в поперечном направлении	2	0,5	888	840	0,95	0,72
Met lack бордо в продольном направлении	1	0,25	730	434	0,59	0,38
Met lack бордо в поперечном направлении	1	0,25	837	755	0,90	0,47

складки с разрушением полимерного покрытия;

– значения комплексного эксплуатационного показателя показывают, что исследуемые образцы ИК имеют низкие значения эксплуатационных свойств и попадают в градацию качества «плохо» и «удовлетворительно», только образцы Met-lack т-синий в поперечном направлении попадают в градацию качества «хорошо».

Анализ экспериментальных данных по оценке эксплуатационных свойств ИК позволяет сделать вывод о том, что исследованные материалы

обладают недостаточной динамической устойчивостью. Это проявляется в разрушении покрытия и снижения прочности основы ИК.

Таким образом, разработана методика оценки эксплуатационных свойств ИК в широком диапазоне температур и установка, позволяющая проводить исследования материалов на многоцикловое нагружение с учетом технологических и эксплуатационных воздействий.

Предложенный подход к оценке эксплуатационных свойств ИК отличается от уже извест-

ных тем, что позволяет имитировать различные условия носки за счет изменения скорости и угла нагружения и учитывать технологические воздействия, так как после изготовления обуви материал заготовки имеет уже другие свойства и структуру, а также методика позволяет оценить

и прогнозировать эксплуатационные свойства ИК на стадии входного контроля производства.

Данные отличия дают более объективную оценку эксплуатационным свойствам ИК, тем самым повышают качество и конкурентоспособность производимой обуви.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Буркин, А. Н., Шеремет, Е. А. (2017), *Формоустойчивость обуви*, Витебск, 340 с.
2. ISO 7854:1995. *Rubber- or plastics-coated fabrics – Determination of resistance to damage by flexing*, First edition 1995-08-01, Switzerland, 1995, 9 p.
3. ГОСТ 13868-74. *Кожа хромовая для верха обуви. Метод определения устойчивости покрытия к многократному изгибу*, Введ. 1971.-01.-01, ИПК Издательство стандартов, 1999, 3 с.
4. ГОСТ 8978-2003. *Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения устойчивости к многократному изгибу*, Введ. 2005.-09.-01, ИПК Издательство стандартов, Москва, 2004, 12 с.
5. ГОСТ 20876-75. *Кожа искусственная. Метод определения морозостойкости в динамических условиях*, Введ. 1979.-01.-01, Издательство стандартов, Москва, 1987, 6 с.
6. ГОСТ 15162-82. *Кожа искусственная и синтетическая и пленочные материалы. Метод определения морозостойкости материалов в статических условиях*, Введ. 1983.-07.-01, Издательство стандартов, Москва, 1999, 6 с.
7. ГОСТ 28789-90. *Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Испытание на удар при низкой температуре*, Введ. 1992.-01.-01, Стандартинформ, Москва, 2005, 7 с.
8. ГОСТ 17316-71. *Кожа искусственная мягкая. Метод определения разрывной нагрузки и*

## REFERENCES

1. Burkin, A. N., Sheremet, E. A. (2017), *Formoustojchivost' obuvi*, [Dimensional stability of shoes], Vitebsk, 340 p.
2. ISO 7854:1995. *Rubber- or plastics-coated fabrics – Determination of resistance to damage by flexing*, Vved. 1995-08-01, Switzerland, 1995, 9 p.
3. GOST 13868-74. *Chrome upper leather. Method for determination of the flexing resistance of finish*, Vved. 2005.-09.-01, IPK Izdatel'stvo standartov, Moscow, 2004, 12 p.
4. GOST 8978-2003. *Artificial leather and film. Methods for determination of stability to repeated flexing*, Vved. 2005.-09.-01, IPK Izdatel'stvo standartov, Moscow, 2004, 12 p.
5. GOST 20876-75. *Artificial leather. Determination method of low temperature test in dynamic state*, Vved. 1979.-01.-01, Izdatel'stvo standartov, Moscow, 1987, 6 p.
6. GOST 15162-82. *Artificial leather and synthetic and film materials. Methods for the determination of frostproof in static conditions*, Vved. 1983.-07.-01, Izdatel'stvo standartov, Moscow, 1999, 6 p.
7. GOST 28789-90. *Fabrics coated with rubber or plastics. Low temperature bend test*, Vved. 1992.-01.-01, Standartinform, Moscow, 2005, 7 p.
8. GOST 17316-71. *Artificial soft leather. Measuring method of tearing load and elongation of break*, Vved.1977.-01.-01, Gosudarstvennye standarty sojuza SSR, Moscow, 1973, 8 p.

- удлинения при разрыве, Введ.1977-01-01, Государственные стандарты союза ССР, Москва, 1973, 8 с.
9. Буркин, А. Н. (2007), *Оптимизация технологического процесса формования верха обуви*, Витебск, 220 с.
10. Буркин, А. Н., Дмитриев, А. П., Петрова-Буркина, О. А. (2012), Разработка критериев оценки формовочных свойств материалов, *Вестник Белорусского государственного экономического университета*, 2012, № 6 (95), С. 76–83.
11. Дмитриев, А. П., Борозна, В. Д. (2012), Разработка комплексного показателя оценки способности искусственных кож к формованию внутренним способом, 45-ая Республиканской науч.-технич. конф. преподавателей и студентов посвящённой Году книги, *Материалы докладов международной научно-технической конференции*, Витебск, 2012, С. 442–444.
12. Петрова-Буркина, О. А., Дмитриев, А. П., Буркин, А. Н. (2012), Комплексная оценка способности обувных материалов к формованию внутренним способом, *Изв. вузов. Технология лёгкой промышленности*, 2012, № 1(15), С. 46–50.
13. Буркин, А. Н., Борозна, В. Д., Петрова-Буркина, О. А. (2012), Разработка универсальной методики и устройства для исследования прочности материалов сферическим растяжением, *Метрология и приборостроение*, 2012, № 4, С. 33–37.
14. Борозна, В. Д., Буркин, А. Н. (2014), Повышение показателей эргономических свойств и надёжности обуви с верхом из искусственных кож в процессе входного контроля качества материала, *Вестник Белорусского государственного экономического университета*, 2014, № 6, С. 52–57.
15. Буркин, А. Н., Борозна, В. Д. (2016), Анализ технологической пригодности материалов к
9. Burkin, A. N. (2007), *Optimizacija tehnologicheskogo processa formovanija verha obuvi* [Optimization of the technological process of molding the uppers shoe], Vitebsk, 220 p.
10. Burkin, A. N., Dmitriev, A. P., Petrova-Burkina, O. A. (2012), The development of criteria for evaluating the molding properties of materials [Razrabotka kriteriev ocenki formovochnyh svojstv materialov], *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta – Vestnik of Belarusian State Economic University*, 2012, № 6 (95), pp. 76–83.
11. Dmitriev, A. P., Borozna, V. D. (2012), Development of the complex index to evaluate the ability of artificial leather to the inner molding method [Razrabotka kompleksnogo pokazatelja ocenki sposobnosti iskusstvennyh kozh k formovaniju vnutrennim sposobom], 45-aja Respublikanskoj nauch.-tehnic. konf. prepodavatelej i studentov posvjashhjonnoj Godu knigi, *Materialy dokladov mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii*, Vitebsk, 2012, pp. 442–444.
12. Petrova-Burkina, O. A., Dmitriev, A. P., Burkin, A. N. (2012), Comprehensive assessment of the ability of shoe materials to be molded internally [Kompleksnaja ocenka sposobnosti obuvnyh materialov k formovaniju vnutrennim sposobom], *Izv. vuzov. Tehnologija ljogkoj promyshlennosti – The News of higher educational institutions. Technology of Light Industry*, 2012, № 1(15), pp. 46–50.
13. Burkin, A. N., Borozna, V. D., Petrova-Burkina, O. A. (2012), Development of a universal technique and device for studying the strength of materials by spherical stretching [Razrabotka universal'noj metodiki i ustrojstva dlja issledovanija prochnosti materialov sfericheskim rastjazheniem], *Metrologija i priborostroenija – Metrology and Instrumentation*, 2012, № 4, pp. 33–37.
14. Borozna, V. D., Burkin, A. N. (2014), Increased performance and reliability of the ergonomic

- производству обуви, *Стандартизация*, 2016, № 1, № 2, С. 52–56, С. 48–51.
16. Борозна, В. Д., Буркин, А. Н., Дмитриев, А. П. (2013), Оценка формовочных свойств материалов для заготовок верха обуви, *Ekologie. Zemepisageologie. Chcmie a chemicka technologie, Materialu IX mezinarodnivedecko–prakticka conference*, Praha, 2013, pp. 57–61.
17. Борозна, В. Д., Буркин, А. Н. (2013), Критерии пригодности материалов для верха обуви к формованию растяжением, *Perspektywi czneopracowaniasa nauka I technikami-2013, Materialy IX Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji*, Przemysl, 2013, pp. 3–9.
18. Борозна, В. Д., Радюк, А. Н. (2015), Комплексная оценка свойств искусственных кож, *Дизайн и технология*, 2015, № 50, С. 47–51.
19. Satra technology (2018), available at: <https://www.satra.com> (accessed 04 November 2018).
20. Буркин, А. Н., Петрова-Буркина, О. А., Борозна, В. Д., Дмитриев, А. П., Кукушкина, Ю. М., Окуневич, В. А. (2016), УО «Витебский государственный технологический университет», *Универсальное устройство к разрывной машине для испытания на растяжение образца материала верха обуви*, пат. ВУ 20437.
21. Буркин, А. Н., Петрова-Буркина, О. А., Борозна, В. Д., Молочко, А. Н. (2017), УО «Витебский государственный технологический университет», Частное торгово-производственное унитарное предприятие «Ильвада», *Устройство к разрывной машине для оценки свойств материалов верха обуви сферическим растяжением*, пат. ВУ 11705.
22. Адлер, Ю. П., Маркова, Е. В., Грановский, Ю. В. (1976), *Планирование эксперимента при поиске оптимальных условиях*, Москва, 279 с.
- properties of the shoe uppers of leather in the input quality control material [Povyshenie pokazatelej jergonomicheskikh svojstv i nadezhnosti obuvi s verhom iz iskusstvennyh kozh v processe vhodnogo kontrolja kachestva materiala], *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo jekonomicheskogo universiteta – Vestnik of Belarusian State Economic University*, 2014, № 6, pp. 52–57.
15. Burkin, A. N., Borozna, V. D. (2016), Analysis of the technological suitability of materials for the production of shoes [Analiz tehnologicheskoy prigodnosti materialov k proizvodstvu obuvi], *Standartizacija – Standardization*, 2016, № 1, № 2, pp. 52–56, pp. 48–51.
16. Borozna, V. D., Burkin, A. N., Dmitriev, A. P. (2013), Evaluation of the molding properties of materials for uppers shoes [Ocenka formovochnyh svojstv materialov dlja zagotovok verha obuvi], *Ekologie. Zemepisageologie. Chcmie a chemicka technologie, Materialu IX mezinarodnivedecko–prakticka conference*, Praha, 2013, pp. 57–61.
17. Borozna, V. D., Burkin, A. N., Dmitriev, A. P. (2013), Criteria of suitability of materials for shoe upper for forming by stretching [Kriterii prigodnosti materialov dlja verha obuvi k formovaniju rastjazheniem], *Perspektywi czneopracowaniasa nauka I technikami-2013, Materialy IX Miedzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji*, Przemysl, 2013, pp. 3–9.
18. Borozna, V. D., Radziuk, A. N. (2015), The complex evaluation of properties of artificial leather [Kompleksnaja ocenka svojstv iskusstvennyh kozh], *Dizajn i tehnologija – Design and technology*, 2015, № 50, pp. 47–51.
19. Satra technology (2018), available at: <https://www.satra.com> (accessed 04 November 2018).
20. Burkin, A. N., Petrova-Burkina, O. A., Borozna, V. D., Dmitriev, A. P., Kukushkina, Yu. M., Okunevich, V. A. (2016), *Vitebsk State Technological University, Universal'noe ustrojstvo k razryvnoj*

mashine dlja ispytaniya na rastjazhenie obrazca materiala verha obuvi, [Universal device to a tensile testing machine for a sample of the material of the uppers shoe], State Register of Patents of Belarus, Minsk, BY, Pat. № 20437

21. Burkin, A. N., Petrova-Burkina, O. A., Borozna, V. D., Molochko, A. N. (2017), Vitebsk State Technological University, Private trade and production unitary enterprise «Ilvada», Ustrojstvo k razryvnoj mashine dlja ocenki svojstv materialov verha obuvi sfericheskim rastjazheniem [Device to a tensile machine for the evaluation of the properties of the materials of the uppers shoe spherical stretching], State Register of Patents of Belarus, Minsk, BY, Pat. № 11705.

22. Adler, Ju. P., Markova, E. V., Granovskij, Ju. V. (1976), *Planirovanie jeksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovijah*, [Planning an experiment when searching for optimal conditions], Moscow, 279 p.

*Статья поступила в редакцию 19. 11. 2018 г.*