

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИГОДНОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ КОЖ К ФОРМОВАНИЮ ВЕРХА ОБУВИ

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE FITNESS OF ARTIFICIAL SKINS FOR SHAPING THE UPPER

УДК 685.34.017

А.П. Дмитриев*, В.Д. Борозна, А.Н. Буркин

Витебский государственный технологический университет

<https://doi.org/10.24412/2079-7958-2021-1-63-71>

A. Dmitriev*, V. Borozna, A. Burkin

Vitebsk State Technological University

РЕФЕРАТ

ИСКУССТВЕННАЯ КОЖА, ДЕФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА, КАЧЕСТВО, ФОРМОВАНИЕ, КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА, ВЕРХ ОБУВИ

Статья посвящена проведению сравнительного анализа пригодности искусственных кож к формированию верха обуви по разработанной методике получения комплексной оценки деформационных свойств.

Объект исследований – импортные искусственные кожи, применяемые в заготовках верха обуви внутреннего способа формования.

Результаты работы – получена оценка степени пригодности искусственных кож с различным видом основы к формированию верха обуви по значению комплексного оценочного показателя их деформационных свойств.

Область применения результатов – обувная промышленность.

Научная новизна работы заключается в том, что на основе перечня показателей деформационных и формовочных свойств получены значения комплексного показателя деформационных свойств двухслойных искусственных кож с различной основой, что позволяет на этапе подготовки производства оценить степень их пригодности к формированию верха обуви внутренним способом.

ABSTRACT

ARTIFICIAL LEATHER, SHAPING, QUALITY, METHOD, SHOE TOP

The article is devoted to a comparative analysis of the suitability of artificial leathers for shaping the upper of a shoe according to the proposed method for assessing deformation properties.

The object of research is natural and artificial leather used for the production of shoes by the internal molding method.

Results of the work – a comparative analysis of the suitability of artificial leathers for forming the upper of a shoe is presented according to the developed method for assessing deformation properties.

The field of application of the results is the shoe industry.

The scientific novelty of the work lies in the fact that the list of indicators that should be taken into account when obtaining a comprehensive assessment of the deformation properties of materials is substantiated, namely: tensile strength, elongation at a stress of 10 MPa, tensile coefficient and uniformity coefficient. The latter will make it possible to determine the degree of suitability of materials for molding, as well as the acquisition and preservation of the shape of the shoe in the process of its exploitation.

В последнее время в отечественной обувной промышленности увеличиваются объёмы выпуска обуви низкого ценового сегмента, в заготовках верха которых широкое применение получили импортные искусственные кожи

(ИК). Однако дефицит, а иногда и полное отсутствие сведений об их физико-механических свойствах, структуре и сырьевом составе не позволяют производителям обуви обеспечить необходимый уровень качества. Часто выбор

* E-mail: dmitriev203509@gmail.com (A. Dmitriev)

материала искусственного происхождения для верха обуви диктуется лишь наличием у них определённых «эстетических» свойств, разнообразных внешних эффектов, чаще всего наличие внешней кожеподобности, в ущерб упругоэластическим и прочностным свойствам. Поэтому при носке обуви внешний вид искусственных материалов сравнительно быстро ухудшается, а обувь теряет свою форму. В связи с этим исследование физико-механических свойств ИК для верха обуви имеет большое значение, а учет их деформационных свойств позволит производителям обуви более эффективно реализовать процесс формования заготовок верха обуви и тем самым улучшить потребительские свойства и качество выпускаемых изделий из них. Выбор ИК для наружных деталей верха обуви продолжает оставаться сложной задачей даже для белорусских лидеров обувного производства (ООО «Управляющая компания холдинга «Белорусская кожевенно-обувная компания «Марко», ООО «Белвест» и др.), поскольку отечественная промышленность искусственных кож для верха обуви пока не выпускает, а производители современных импортных материалов не предоставляют научно верифицируемых сведений о технологии их изготовления (составляет ноу-хау), структуре, технологических и эксплуатационных свойствах. Кроме того, существующий подход к оценке пригодности ИК к использованию для верха обуви на этапе входного контроля не учитывает конструктивные особенности обуви, технологические и эксплуатационные воздействия на материалы верха, что приводит к снижению качества выпускаемой продукции [1–3].

В нормативной базе Республики Беларусь для оценки технологических свойств ИК имеется только один стандарт ГОСТ 17316-71 «Кожа мягкая искусственная. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве» и нет ни одного технического нормативного правового акта (ТНПА) на нормируемые значения показателей их деформационных и формовочных свойств. Регламентируемые в этом ТНПА показатели физико-механических свойств недостаточно информативны, так как не позволяют в полной мере оценить способность материалов к сложному технологическому процессу формования верха обуви. Поэтому назрела острая необ-

ходимость в разработке дополнительных легко воспроизводимых и более информативных показателей свойств материалов, оценивающих их способность принимать и сохранять форму, а значит и определять степень пригодности к формованию заготовок верха обуви. При этом следует также учитывать наличие и возможности приборной базы обувных предприятий. Особое внимание при разработке новых нормативных показателей также необходимо обратить на возможность достаточно простого и наименее затратного получения в условиях непосредственного производства и как при их использовании повысится качество выпускаемой обуви. Таким образом, цель данной работы заключается в выборе наиболее важных показателей деформационных и формовочных свойств ИК для получения комплексной оценки их деформационных свойств, позволяющей провести сравнительный анализ степени пригодности к формованию верха обуви уже на этапе подготовки производства.

Проведенные авторами исследования физико-механических свойств ИК, применяемых при производстве деталей верха обуви на обувных предприятиях Концерна «Беллепром», показали существенное различие показателей их свойств с аналогичными показателями натуральных кож (НК), в качестве заменителей которых они выступают.

В настоящей работе представлены исследования возможности использования в заготовках верха обуви внутреннего способа формования двухслойных ИК, полученных нанесением слоя полиуретанового покрытия на нетканый материал (ИК НТ) или ткань (ИК Т), сравнительный анализ их деформационных свойств между собой и в сравнении с НК.

Исследованиям были подвергнуты образцы ИК Т: RUGAN (Турция), Met-lack (Германия) и «Лак обувной 140» (Россия), представляющие собой двухслойный материал, состоящий из тканевой основы линейной плотности нитей от 10 до 55 **текс**, содержащих смесь хлопковых и полиэфирных волокон и полиуретанового покрытия основы с отделочным слоем из полиуретанового лака; Бирюза 3763 (Германия), которая не имеет отделочного лакового слоя; ИК Т JAWA, ETNA, RUGAN MUSTANG (Турция), которые также не имеют отделочной пленки, однако их ткане-

вая основа пропитана раствором полиуретана; а также ИК НТ VECTRA, ASTRO и POLO (Турция), представляющих собой нетканую иглопробивную основу из полиэфирных волокон и тонкого хлопкового начёса, покрытую гладкой полиуретановой плёнкой. Сравнение проводилось с НК – эластичной яловкой хромового метода дублирования. В таблице 1 представлены усредненные значения по физико-механическим показателям для НК, которая использовалась на предприятиях концерна «Беллепром».

В таблице 1 представлены основные показатели физико-механических свойств некоторых из указанных материалов, полученные одноосным растяжением элементарных проб в продольном (В) и поперечном (П) направлениях по

ГОСТ 17316-71.

Так как ИК используются как заменитель НК в заготовках верха обуви, то анализ их физико-механических свойств проведён по ГОСТ 939-94 «Кожа для верха обуви. Технические условия». Указанный выше стандарт нормирует следующие показатели для НК:

- толщина в пределах 0,90–1,63 *мм*;
- коэффициент равномерности по удлинению не менее 70 % для нубука и велюра; не менее 60 % для всех остальных видов НК;
- предел прочности не менее 13–18 *МПа* для различных видов НК;
- относительное удлинение при напряжении 10 *МПа* в пределах 20–40 % для велюра и нубука; 15–35 % для всех остальных видов НК.

Таблица 1 – Основные показатели физико-механических свойств ИК и НК

Материал	Артикул	Толщина <i>h</i> , <i>мм</i>	Поверхностная плотность, ρ_s , $г/м^2$	Прочность или разрывная нагрузка R_p , <i>H</i>		Относительное удлинение при разрыве ϵ_p , %		Предел прочности σ , <i>МПа</i>		Коэффициент равномерности по ϵ_p , %	Относительное удлинение при 10 <i>МПа</i> , ϵ_p , %		Условный модуль упругости E_{yr} , <i>МПа</i>	
				В	П	В	П	В	П		В	П		
ИК-НТ	ASTRA 521	1,57	633	219	369	26	25	7	12	0,96	-	21	27	47
	VECTRA 901	1,63	567	292	330	33	34	9	10	0,97	-	33	27	30
	POLO 901	1,38	600	281	313	39	30	10	11	0,77	38	26	26	37
ИК-Т без пропитки основы	Бирюза 3763	1,15	567	411	438	20	39	18	19	0,43	9	25	84	47
	Met-lack, бордо	1,05	467	293	397	20	34	14	19	0,59	14	20	70	56
	Лак обувной 140	1,04	566	296	321	21	38	14	15	0,47	12	28	78	41
ИК-Т с пропиткой основы	RUGAN 001	1,08	516	400	405	33	33	18	19	1,00	19	23	56	56
	RUGAN MUSTANG 901	1,10	483	313	283	30	34	14	13	0,88	21	25	48	38
	ETNA 317	1,12	483	245	296	29	36	11	13	0,81	24	26	38	37
НК	Яловка	1,30	435	348	347	58	46	14	14	0,80	32	35	22	30

Установлено, что все исследованные ИК по толщине и поверхностной плотности удовлетворяют параметрам материалов, которые обычно используются для изготовления наружных деталей обуви.

Диапазон предела прочности указанных ИК достаточно широк от 7 до 18 **МПа** в продольном и от 10 до 19 **МПа** в поперечных направлениях. Однако нормативу по данному показателю не удовлетворяют ASTRA 521, VECTRA 901 и POLO 901, а также ETNA 317 в продольном направлении. Исследованные материалы в своём большинстве изотропны. Не удовлетворяют требованию ТНПА по показателю «равномерность удлинения»: Бирюза 3763, Met-lack, а также Лак обувной 140 (однако по значению коэффициента равномерности по разрыву последние из них можно считать изотропными материалами).

По показателю «относительное удлинение при напряжении 10 **МПа**» в поперечном направлении все исследованные материалы, кроме ASTRA 521, VECTRA 901, Бирюза 3763, Met-lack, бордо и Лак обувной 140, в продольном направлении соответствуют требованию ГОСТ 939-94.

Большинство ИК обладают повышенной упругостью, а значит, будут обладать и худшей по сравнению с НК формуемостью, что в свою очередь может привести к недостаточной формоустойчивости обуви при её хранении и носке.

Таким образом, руководствуясь принципом аналогии, следует отметить, что по своим отдельным характеристикам приближается к НК только незначительное количество исследованных ИК, такие как RUGAN 001, RUGAN MUSTANG 901 и 1,1 ETNA 304.

Однако произвести достаточно объективную оценку степени пригодности материалов к формированию верха обуви по отдельным перечисленным выше показателям нельзя. Следует рассматривать их в комплексе, то есть определить комплексную оценку способности обувных материалов к формированию.

Для определения степени пригодности материалов, в том числе ИК, к формированию деталей верха обуви на входном контроле качества, обеспечивающей необходимую формоустойчивость обуви, авторами предложено использовать семь показателей деформационных и

формовочных свойств. Из опыта применения в промышленности различных натуральных и искусственных материалов отечественного и зарубежного производства, анализа литературных источников, проведённых лабораторных испытаний установлены номинальные значения выбранных показателей. Методика получения такой оценки впервые приведена в работе [4]. В комплекс показателей входят:

- относительное удлинение при разрыве (ϵ_p), которое должно быть не менее 20 %, так как должно достаточно превосходить максимального удлинения при формовании;
- относительное удлинение при напряжении 10 **МПа** (ϵ) считается достаточным, если его значение принадлежит интервалу от 15 до 19 %;
- коэффициент растяжимости (A) должен быть в пределах 8–30 %/100 **H**;
- коэффициент поперечного сокращения (μ) по своему значению должен быть близок к единице;
- коэффициент формоустойчивости (K_ϕ) должен быть не менее 0,75;
- коэффициент соотношения остаточной и упругой деформации (K_d) должен быть близок к 0,67;
- коэффициент сохранения прочности при максимально возможной деформации заготовки в процессе формирования (K_n) считаем номинальным, если его значение не менее 0,7.

Значения четырёх последних коэффициентов определяются при 15 %-м относительном удлинении образцов, так как деформация заготовки верха обуви при внутреннем способе формирования не превышает 15 %.

По полученным значениям указанных показателей рассчитываются безразмерные равнозначные коэффициенты K_i ($i = \overline{1;7}$), которые могут принимать значения от 0 до 1. Комплексная оценка пригодности материалов к формированию верха обуви как коэффициент определяется их средним геометрическим:

$$K_k = \sqrt[7]{\prod_{i=1}^7 K_i} . \quad (1)$$

Оценочный показатель $K_k = 1$, если относительное удлинение при разрыве ϵ_p составляет не

менее 20 % и $K_1 = 0$, если ε_p меньше 20 %, так как в этом случае материал непригоден к формованию.

Значение оценочного показателя K_2 находим по формуле

$$K_2 = \frac{17 - |\varepsilon_i - 17|}{17}, \quad (2)$$

так как отклонение относительного удлинения ε_i при напряжении 10 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 принимает значение, равное 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 рассчитываем соответственно по формулам (3) и (4):

$$K_3 = \frac{8 - |A - 8|}{8}, \quad (3)$$

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

Величину K_4 вычисляем по значению коэффициента поперечного сокращения μ , используя формулу:

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

Значение оценочного показателя K_5 равно значению коэффициента формоустойчивости K_ϕ , а значение K_6 рассчитывается по значению коэффициента соотношения остаточной и упругой деформации K_d , по формуле:

$$K_6 = \frac{0,67 - |K_d - 0,67|}{0,67}, \quad (6)$$

так как K_d должен быть равен 0,67.

Оценочный показатель K_7 равен коэффициенту сохранения прочности K_H при максимальной деформации заготовки в процессе формования.

Значения указанных коэффициентов приведены в таблице 2, а значения комплексного показателя деформационных свойств ИК и НК представлены в таблице 3.

На рисунке 1 представлена диаграмма значений комплексного оценочного показателя деформационных свойств исследованных материалов.

В качестве оценки степени пригодности материалов к формованию по значению комплексного коэффициента деформационных свойств материалов используем метод Харрингтона, который представляет собой ранжирование уровня качества от 0 до 1 по четырём градациям оценки: отлично, хорошо, удовлетворительно и плохо. Оценка, по которой принимается решение о пригодности материала к формованию верха обуви, определяется по безразмерной шкале желательности при следующих значениях K_K : 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 [5].

Таким образом, более высоким значением комплексного показателя обладают ИК Т с пропиткой основы, ниже у ИК Т без пропитки основы и наиболее низкое значение имеют ИК НТ, которые следует оценить как «плохой» материал для верха обуви, и поэтому могут быть использованы лишь в неотвественных деталях заготовки верха. Более высокие значения K_K у ИК Т объясняются свойствами тканой основы и особенно наличием её пропитки, что повышает их формовочные свойства.

Невысокие значения K_K для ИК Т, которые обладают лишь удовлетворительными деформационными свойствами, объясняются в основном довольно низкими значениями коэффициентов K_5 и K_6 . Так как режимы формования заготовки верха обуви существенно влияют на формоустойчивость обуви, поэтому увеличение значения комплексного показателя может быть достигнуто за счёт повышения коэффициента формоустойчивости K_5 больше чем 0,75 путём подбора оптимальных режимов формования заготовки (например, термофиксации). Величина

Таблица 2 – Значения K_i для определения комплексной оценки деформационных свойств

№	Материал	K_1		K_2		K_3		K_4		K_5		K_6		K_7	
		В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П	В	П
ИК с основой из нетканого материала															
1	ASTRA 521	1,00	1,00	0,00	0,76	1,00	1,00	0,62	0,59	0,11	0,12	0,18	0,17	0,71	0,69
2	VECTRA 901	1,00	1,00	0,00	0,06	1,00	1,00	0,61	0,53	0,09	0,11	0,16	0,20	0,79	0,76
3	POLO 901	1,00	1,00	0,23	0,47	1,00	1,00	0,5	0,51	0,12	0,09	0,19	0,14	0,68	0,61
ИК-Т без пропитки основы															
4	Бирюза 3763	1,00	1,00	0,53	0,53	1,00	1,00	0,78	0,62	0,16	0,15	0,28	0,27	0,89	0,92
5	Met lack, бордо	1,00	1,00	0,82	0,82	1,00	1,00	0,65	0,58	0,13	0,15	0,31	0,28	0,80	0,81
6	Лак обувной 140	1,00	1,00	0,71	0,06	0,66	1,00	0,70	0,61	0,11	0,12	0,21	0,22	0,81	0,80
ИК-Т с пропиткой основы															
7	RUGAN 001	1,00	1,00	0,88	0,65	1,00	1,00	0,96	0,93	0,25	0,20	0,49	0,37	0,97	0,87
8	RUGAN MUSTANG 109	1,00	1,00	0,76	0,53	0,99	1,00	0,51	0,55	0,16	0,17	0,45	0,31	0,96	0,88
9	ETNA 317	1,00	1,00	0,47	0,47	1,00	1,00	0,79	0,91	0,07	0,16	0,10	0,28	0,78	0,82
Натуральная кожа															
10	Яловка	1,00	1,00	0,12	0,06	0,56	0,43	0,69	0,83	0,35	0,39	0,74	0,93	1,18	1,06

Таблица 3 – Значения комплексного оценочного показателя деформационных свойств

№ образца материала	Материал	K_k			Среднее по группам материалов
		В	П	Среднее	
ИК с основой из нетканого материала					
1	ASTRA 521	0,00	0,48	0,24	0,27
2	VECTRA 901	0,00	0,34	0,17	
3	POLO 901	0,40	0,41	0,41	
ИК-Т без пропитки основы					
4	Бирюза 3763	0,56	0,53	0,54	0,46
5	Met lack, бордо	0,48	0,36	0,42	
6	Лак обувной 140	0,48	0,36	0,43	
ИК-Т с пропиткой основы					
7	RUGAN 001	0,72	0,63	0,67	0,62
8	RUGAN MUSTANG 109	0,60	0,54	0,57	
9	ETNA 317	0,56	0,66	0,61	
Натуральная кожа					
10	Яловка	0,38	0,40	0,39	0,39

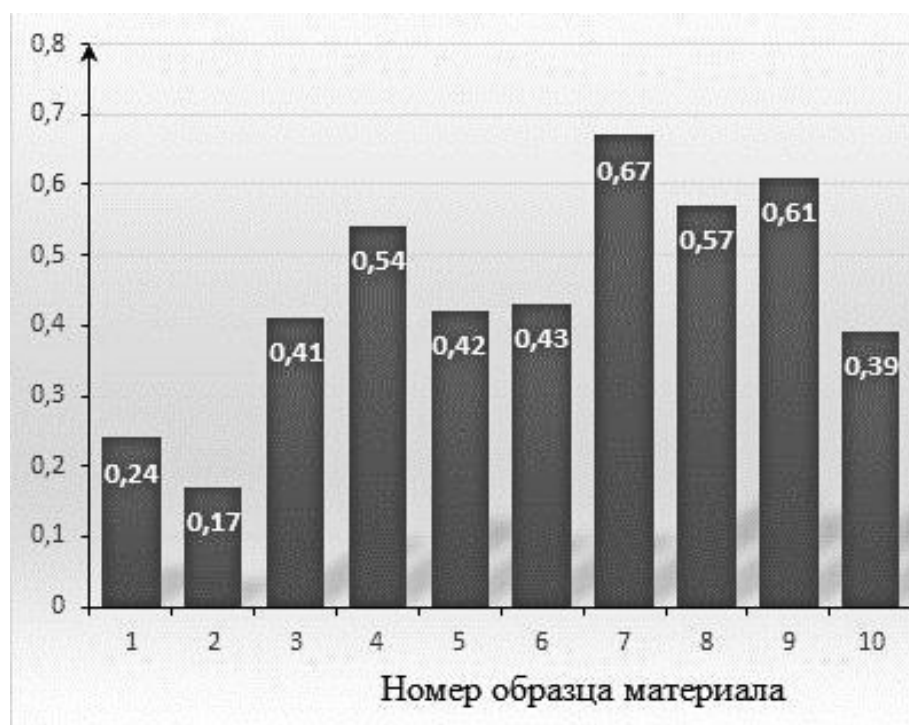


Рисунок 1 – Диаграмма значений комплексного оценочного показателя деформационных свойств материалов

коэффициента K_g может быть увеличена предварительным деформированием материала в процессе его производства или при изготовлении обуви, что приведёт к снятию излишней его пластичности, а также за счёт разработки новой технологии производства ИК Т с необходимыми свойствами.

Значение комплексного показателя выше у ИК Т, чем у НК, объясняется низкими значениями оценочного показателя K_2 , связанного с относительным удлинением НК при напряжении 10 МПа.

Таким образом, практически все исследованные ИК Т обладают лишь удовлетворительными деформационными свойствами для использования в заготовках верха обуви внутреннего способа формования. При использовании ИК Т в деталях верха следует учитывать их ориентацию в заготовке обуви, так как значения комплексного оценочного показателя деформационных свойств зависят от направления растяжения,

например, такое различие составляет 0,10 для ИК ETNA 317, и поэтому при использовании российской ИК Лак обувной 140 в деталях верха обуви, расположенных в районе союзки заготовки, следует располагать только вдоль тканевой основы.

Существенно улучшить пригодность ИК для использования в обуви внутреннего способа формования можно путём разработки технологических режимов сборки обуви, оптимальным подбором материалов в систему заготовки верха обуви, а также при производстве ИК за счёт предварительного проектирования деформационных и формовочных свойств с необходимыми для формования показателями.

Комплекс регламентируемых ТНПА показателей физико-механических свойств ИК для верха обуви, которые определяют степень их пригодности к формованию, следует дополнить показателями, которые нормируются для НК, а именно: пределом прочности, относительным

удлинением при напряжении 10 **МПа**; коэффициентом растяжимости и коэффициентом равномерности. Таким образом, для получения оценки пригодности к формованию в методику её получения из большого многообразия деформационных и формовочных свойств отобраны, на наш взгляд, только семь, которые являются наиболее информативными и легко определяемыми. Два показателя, а именно коэффициент соотношения остаточной и упругой деформации (K_d) и коэффициент сохранения прочности при максимально возможной деформации заготовки в процессе формования предложено учитывать впервые. Установлены номинальные значения указанных показателей для материалов (в том числе ИК), используемых в заготовках верха обуви внутреннего способа формования. Каждый из показателей определяет наличие у материала необходимых характеристик для успешного формования заготовки верха. Получены оценки степени пригодности ИК с различным характером основы к формованию, установлено, что исследованные ИК НТ не пригодны для использования в заготовках верха обуви, а ИК Т

являются для этого лишь удовлетворительными материалами.

Предложены следующие основные мероприятия по применению ИК Т в заготовках верха обуви. Низкие значения коэффициента формоустойчивости и коэффициента соотношения остаточной и упругой деформации приводят к значительному снижению комплексного оценочного показателя деформационных свойств ИК, существенно повысить значение которого предложено за счёт увеличения коэффициента формоустойчивости больше чем 0,75 путём выбора рациональных режимов формования, то есть влажно-тепловой обработкой заготовки верха обуви. Изменить в большую сторону значение оценочного показателя, рассчитанного по величине коэффициента соотношения остаточной и упругой деформации, возможно снятием излишней пластичности с помощью предварительного деформирования материала в процессе его производства или при изготовлении обуви, а также за счёт разработки новой технологии производства ИК с необходимыми свойствами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Никитина, Л. Л., Гаврилова, О. Е. (2013), Обзор развития и состояния производства искусственных кож для изделий легкой промышленности, *Вестник Казанского технологического университета*, 2013, № 21, С. 184–187.
2. Шевцова, М. В., Шеремет, Е. А. (2017), Оценка формовочных свойств искусственных кож типа «Нубук», Техническое регулирование: базовая основа качества материалов, товаров и услуг, *Сборник научных трудов*, Шахты, 2017, С. 474–480.
3. Пермовский, А. А., Романовская, Е. В., Бакулина, Н. В. (2020), Контроль управления качеством продукции на предприятии, *Московский экономический журнал*, 2020, № 1, С. 497–505.

REFERENCES

1. Nikitina, L. L., Gavrilova, O. E. (2013), Review of the development and state of production of artificial leather for light industry products [Obzor razvitija i sostojanija proizvodstva iskusstvennyh kozh dlja izdelij legkoj promyshlennosti], *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta – Kazan Technological University Bulletin*, 2013, № 21, pp. 184–187.
2. Shevcova, M. V., Sheremet, E. A. (2017), Assessment of the molding properties of artificial leather of the "Nubuck" type [Ocenka formovochnyh svojstv iskusstvennyh kozh tipa «Nubuk»], Collection of scientific. works «Technical regulation: the basic for the quality of materials, goods and services», *Sbornik nauchnyh trudov «Tehnicheskoe regulirovanie: bazovaja osnova kachestva materialov, tovarov i*

4. Борозна, В. Д., Дмитриев, А. П., Буркин, А. Н. (2021), *Деформационные свойства обувных искусственных кож*, Витебск, 254 с.
5. Подиновский, В. В., Гаврилов, В. М. (1975), *Оптимизация по последовательно применяемым критериям*, Москва, 192 с.
3. Permovskij, A. A., Romanovskaja, E. V., Bakulina, N. V. (2020), Control of product quality management at the enterprise [Kontrol' upravlenija kachestvom produkcii na predpriyatii], *Moskovskij jekonomicheskij zhurnal – Moscow Economic Journal*, 2020, № 11, pp. 497–505.
4. Borozna, V. D., Dmitriev, A. P., Burkin, A. N. (2021), *Deformacionnye svojstva obuvnyh iskusstvennyh kozh* [Deformation properties of artificial shoe leather], Vitebsk, 254 p.
5. Podinovskij, V. V., Gavrilov, V. M. (1975), *Optimizacija po posledovatel'no primenjaемым kriterijam* [Optimization according to consistently applied criteria], Moscow, 192 p.
- uslug»*, Shahty, 2017, pp. 474–480.

Статья поступила в редакцию 12. 05. 2021 г.