

ФОРМОУСТОЙЧИВОСТЬ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ ВЕРХА ДЛЯ ВОЙЛОЧНОЙ ЗАТЯЖНОЙ ОБУВИ

SHAPE STABILITY OF UPPER SHOE MATERIAL PACKAGES FOR FELT LASTING SHOES

УДК 685.31

И.Н. Леденева*

*Российский государственный университет
им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)*

<https://doi.org/10.24412/2079-7958-2023-1-9-17>

I. Ledeneva*

*Russian State University named after A.N. Kosygin
(Technology. Design. Art)*

РЕФЕРАТ

*ВОЛОКНИСТЫЙ СОСТАВ, ВОЙЛОК, ОБУВЬ,
ХАОТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА, ПОДКЛАДКА*

Объектом исследования данной работы являются материалы валяльно-войлочные и используемые для подкладки обуви: кожа, искусственный мех, байка, ткани с мембранным покрытием.

Предметом исследования являются физико-механические свойства войлоков для верха обуви и пакетов материалов.

Основная цель работы заключается в изучении влияния волокнистого состава войлока и типа подкладки на свойства пакетов верха обуви из материалов с хаотической структурой. В процессе исследования было оценено влияние подкладки на формоустойчивость верха обуви из тонких войлоков. Также был проведен анализ полученных результатов, который позволил сделать выводы о целесообразности применения альтернативного технического тонкошерстного войлока в производстве обуви. В ходе исследования было установлено влияние подкладочных материалов, изготовленных из войлока разного волокнистого состава, на формуемость, формоустойчивость и технологические параметры выполнения обтяжно-затяжных операций верха обуви. Это позволяет прогнозировать поведение обуви с верхом из войлоков на подкладке в зависимости от назначения и сроков эксплуатации.

ABSTRACT

FIBER COMPOSITION, FELT, SHOES, CHAOTIC STRUCTURE, LINING

The object of the research is felt materials and those used for shoe lining: leather, faux fur, baize, fabrics with a membrane coating.

The subject of the study is the physical and mechanical properties of felts for the shoe upper and material packages.

The main goal of the work is to study the effect of the fibrous composition of the felt and the type of lining on the properties of the shoe upper packages made of materials with a chaotic structure. In the course of the study, the influence of the lining on the shape stability of the shoe upper made of thin felts was evaluated. The analysis of the results was also carried out, which made it possible to draw conclusions about the feasibility of using an alternative technical fine-wool felt in the production of shoes. In the course of the study, the influence of lining materials made from felt of different fibrous composition on the formability, dimensional stability; technological parameters for performing tightening and lasting operations of the shoe upper were determined. This enables to predict the behavior of shoes with felt uppers on the lining, depending on the purpose and service life.

The purpose of the research is to ensure that, when developing a technology for manufacturing shoes from materials with an anisotropic chaotic

* E-mail: i.n.ledeneva@gmail.com (I. Ledeneva)

Результаты проведенных исследований будут использованы при разработке технологии изготовления обуви из материалов с анизотропной хаотической структурой, обеспечивая требования параметров адресного проектирования технологического процесса

structure, using digitalization, requirements of the parameters of the targeted design of the technological process are followed, considering the purpose of the shoe, the season and the conditions of its use. The results of this study are intended for use in the footwear industry.

Одной из целей промышленной политики Российской Федерации является формирование высокотехнологичной, конкурентоспособной промышленности, обеспечивающей переход экономики государства от экспортно-сырьевого типа развития к инновационному, который, отнюдь не предполагает отказ от национальных традиций, в том числе в части удовлетворения всевозрастающих потребностей населения в модной, качественной и современной обуви. Одновременно с этим набирают обороты устойчивые технологии и осознанное потребление. Этим требованиям вполне отвечают валяльно-войлочные материалы, обладающие хаотической структурой, обеспечивающей комплекс уникальных гигиенических свойств обуви, способной сохранить здоровье потребителя. С учетом развития современной техники и технологий такая обувь может удовлетворить самых взыскательных потребителей не только бытовой, но и специальной войлочной обуви стратегического назначения. Проблема изготовления изделий из нетканых материалов анизотропной хаотической структуры волновала ученых в разное время в разной степени. Степень актуальности темы исследования зависела, в том числе от страны и региона.

Значительный вклад в изучение нетканых текстильных материалов, в том числе войлока, внесли зарубежные ученые такие, как Aksakal B. [1], Bao, M.; Lou, X.; Zhou, Q.; Dong, W.; Yuan, H.; Zhang, Y. [2], Mäkelä M.A., Laamanen T., C. Little, M. El-Sharif, M.J. Nopher, Bereck K. R. Среди российских ученых, которым принадлежит формирование современных представлений о проектировании структуры и оценке свойств текстильных материалов таких, как Г.Н. Кукин, Б.А. Бузов, А.П. Жихарев, В.Ю. Мишаков, Е.А. Кирсанова, К.Э. Разумеев и др. Ф.И. Кузьмичев, А.Н. Семенова, З.А. Мулюкина, А.М. Фатхуллина исследовали свойства валяной обуви, а О.Н. Рыбакова, А.С. Ол-

дырева, Д.Н. Симачев, Б.П. Зарицкий внесли свой вклад в исследование обуви с верхом из листового войлока. Немаловажное значение имеют форма, размеры, физико-механические свойства и взаимодействие структурных элементов. Определенные трудности представляет математическое и геометрическое моделирование нетканых полотен, что связано в основном с извитостью волокон и относительно хаотическим их расположением в материале.

Учитывая всевозрастающий спрос потребителей на войлочную обувь, а также необходимость повышения значимости России и продвижения национальных обувных материалов в условиях сложной геополитической обстановки, актуальность исследования свойств валяльно-войлочных материалов не оставляет сомнений.

Однако потребностям молодежи в красивой эстетичной и эксклюзивной обуви традиционные валенки не отвечают, поэтому изготовление модной, современной обуви может обеспечить современная технология производства ее из листового войлока затяжным способом на обувных колодках. Однако войлочная затяжная обувь не лишена определенных недостатков, например низкая формоустойчивость, особенно при применении войлока толщиной ниже 4 мм. С подобной проблемой столкнулись производители российской обувной компании АО «Егорьевск-обувь», чья обувь из войлока пользуется заслуженной популярностью не только у детей, но и у взрослых. Одним из факторов, влияющих на формоустойчивость обуви, является хаотическая структура войлока, который может содержать различные виды волокон. Это делает его особенно непредсказуемым в использовании для создания обуви. В то же время, выбор правильной подкладки может значительно повлиять на конечный результат.

В настоящее время затылочная обувь изготавливается из войлока, в состав которого входит высококачественная мериносовая шерсть, поставляемая из Австралии.

Учитывая положение России в условиях санкций, а также Указ Президента Российской Федерации от 8 марта 2022 г. № 100 «О применении в целях обеспечения безопасности Российской Федерации специальных экономических мер в сфере внешнеэкономической деятельности», об импортозамещении, актуально исследовать свойства технического тонкошерстного войлока, близкого по составу обувному, но состоящего из овечьей шерсти отечественного производства. Но прямая замена обувного войлока альтернативным техническим невозможна вследствие его низкой формоустойчивости, поэтому необходимо искать пути решения данной проблемы.

Тематике исследования формоустойчивости обуви посвящены работы таких учёных, как Ю. П. Зыбин, В. А. Фукин, В. Е. Горбачик и др. Тем не менее, проблема формоустойчивости обуви актуальна и сегодня, так как, несмотря на существенные изменения в технологии производства обуви и применении современного оборудования, отечественное обувное производство не обладает данными о свойствах современных материалов и возможности замены традиционных [3].

Заготовка верха обуви из войлока, как и из других обувных материалов, может быть не только одно-, но и многослойной. Однако традиционные подкладочные материалы, повышая формоустойчивость, существенно снижают теплозащитные свойства, по показателям которых войлочная обувь не имеет аналогов для эксплуатации в холодный период.

Предложено дублирование войлочных деталей верха подкладкой при условии, что такой материал не будет снижать показатели теплозащитных свойств обуви. Целью данной научной работы является определение степени влияния волокнистого состава войлока и вида подкладки на свойства пакета материалов для верха обуви из материалов с хаотической структурой. Для достижения поставленной цели поставлены и решены следующие задачи: выбраны два вида войлока, волокнистый состав которых включает шерстяные волокна разного качества: обувной

(шерсть овечья натуральная тонкая – 50 %, меховые отходы и регенерированная шерсть – 50 %) ОСТ 17-531-75 (**B₁**) и технический (шерсть овечья натуральная мытая тонкая и полутонкая – 75 %, гребенные очесы и меховые отходы 25 %) ГОСТ 11025-78 (**B₂**) [5, 6]. Волокнистый состав войлока является ключевым фактором для свойств обуви, однако его эффект может быть существенно изменен за счет выбора подходящей подкладки. Для материалов подкладки обуви с верхом из войлока выбраны наиболее распространенные подкладочные обувные материалы, в том числе инновационные, с мембраной в структуре; выбраны стандартные методы исследования одноциклового и полуциклового свойств объектов исследования [4] с целью оценить влияние подкладки на физико-механические свойства обуви. В работе проанализированы полученные результаты и сделаны выводы о целесообразности применения альтернативного обувному технического тонкошерстного войлока. Оценено влияние подкладки на формоустойчивость обуви из тонких войлоков.

В работе исследованы войлоки и пакеты материалов заготовки верха обуви из войлока, дублированного подкладкой из кожи подкладочной ГОСТ 940-81, бязи с термопластичным слоем ГОСТ 19196-93, байки подкладочной ГОСТ 11696-76, искусственного меха тканепошивного подкладочного ОСТ 17-793-79, мембранных материалов Retor и On-Steam производства Magon (Германия). Материалы с мембранным покрытием в дальнейшем планируется заменить российскими аналогами. При выборе мембранных материалов руководствовались результатами ранее выполненных исследований [7–10]. Шифры исследованных однослойных материалов и пакетов представлены в таблице 1.

Ранее выполненные исследования позволяют выдвинуть гипотезу изменения технологических и эксплуатационных свойств войлока в зависимости от его структуры и типов шерстяных волокон, входящих в его состав. При производстве и эксплуатации обуви из войлоков разного состава из волокон шерсти, обладающих разной степенью извитости, длиной и другими характеристиками, она выдерживает растяжение, сжатие, различные режимы температурно-влажностного воздействия. Вследствие этого, возможно,

Таблица 1 – Шифры объектов исследования

Шифр объекта	Характеристика объекта
V ₁	Войлок обувной ОСТ 17-531–75 (Россия)
V ₂	Войлок технический ГОСТ 11075–78 (Россия)
Кожа	Кожа подкладочная ГОСТ 940-81 (Россия)
Бязь	Бязь с термопластичным слоем ГОСТ 19196-93 (Россия)
Байка	Байка подкладочная ГОСТ 11696-76 (Россия)
Мех	Искусственный мех ОСТ 17-793-79 (Россия)
Retor	Мембранный материал Retor (Mogon, Германия)
On-Steam	Мембранный материал On-Steam (Mogon, Германия)
V ₁ /кожа	Войлок обувной, дублированный кожей подкладочной
V ₁ /бязь	Войлок обувной, дублированный бязью с термопластичным слоем
V ₁ /байка	Войлок обувной, дублированный байкой подкладочной
V ₁ /мех	Войлок обувной, дублированный мехом искусственным
V ₁ /Retor	Войлок обувной, дублированный мембранным материалом Retor
V ₁ /On-Steam	Войлок обувной, дублированный мембранным материалом On-Steam
V ₂ /кожа	Войлок технический, дублированный кожей подкладочной
V ₂ /бязь	Войлок технический, дублированный бязью с термопластичным слоем
V ₂ /байка	Войлок технический, дублированный байкой подкладочной
V ₂ /мех	Войлок технический, дублированный мехом искусственным
V ₂ /Retor	Войлок технический, дублированный мембранным материалом Retor
V ₂ /On-Steam	Войлок технический, дублированный мембранным материалом On-Steam

происходит неравномерное неконтролируемое распрямление или набухание одних волокон, скручивание и усадка других, что и влияет на изменение физико-механических свойств материала, о чем свидетельствуют многочисленные исследования [11, 12].

В рамках исследований проведен эксперимент, связанный с воздействием разного количества влаги на войлок для прогнозирования поведения войлочной обуви при ее эксплуатации в условиях повышенной влажности и изменения показателей физико-механических свойств, а также для научно-обоснованного выбора технологических режимов формования заготовки верха обуви из войлока на обувной колодке. Увлажнение материалов и пакетов проводили аналогично увлажнению заготовок в технологическом процессе (в камере с водяным туманом и относительной влажностью ≈90 %) по изменению массы образцов (с точностью, до 0,1 г).

Следует отметить, что для исследуемых материалов не установлены нормативные показатели предела прочности в технической документации, но в зависимости от проведения обтяжно-затяжных процессов во избежание разрыва верха обуви, как правило, нормируется этот показатель в зависимости от вида кож от 1,0 до 1,8 **МПа** [4]. Величины максимального напряжения для исследованных войлоков (таблица 2) остаются в допустимых пределах, определенных в технической документации для натуральных кож.

Однако некоторое снижение показателей физико-механических свойств свидетельствует о необходимости ограничений условий эксплуатации. Исходя из результатов испытаний, рекомендуется эксплуатировать войлочную обувь затяжного метода производства в условиях сухой, морозной погоды. Непродолжительное время – не более 60 минут – допускается эксплуатация в условиях воздействия влаги воздуха [13].

Таблица 2 – Влияние воздействия влаги на физико-механические свойства войлока

Шифр войлока	Влажность войлока, %	Предел прочности при растяжении σ_p , МПа	Модуль упругости E_y , МПа	Остаточная деформация $\varepsilon_{ост}$, %	Пластичность Π , %
В ₁	6	5,68	10,42	10,00	40,00
	7	5,68	10,37	10,17	40,50
	10	5,63	10,34	10,23	41,52
	15	5,60	10,28	10,31	41,59
	20	5,15	10,23	10,47	42,16
	25	5,03	10,14	10,59	43,56
	30	4,90	10,02	10,67	43,80
В ₂	6	2,97	4,41	11,50	38,00
	7	2,97	4,39	11,52	40,02
	10	2,95	4,37	11,61	41,89
	15	2,92	4,37	11,64	42,53
	20	2,91	4,36	11,78	43,28
	25	2,91	4,33	11,85	44,77
	30	2,90	4,30	11,90	45,00

Далее исследовано влияние волокнистого состава войлока и вида подкладки на формоустойчивость пакетов материалов. Для проведения исследования использованы пакеты верха обуви, состоящие из двух слоев материалов размером 200x50 мм, склеенных полиизопреновым клеем. Затем исследовали однослойные войлоки и пакеты материалов, имитирующие заготовку верха обуви из войлока и подкладочных материалов: меха, байки, кожи, бязи, и мембранных материалов On-Steam и Retor. Оценивали полцикловые и одноцикловые характеристики при нормальных условиях (ГОСТ10681-75): температуре воздуха 20±2 °С и относительной влажности воздуха 65±2 %. В таблице 3 представлены результаты испытаний тонкошерстных войлоков для верха обуви и пакетов материалов. Анализ результатов исследования показывает, что дублирующий материал в значительной степени влияет на одноцикловые характеристики. Для всех пакетов материалов предел прочности при растяжении выше исходного войлока, что свидетельствует о положительном эффекте дублирования деталей верха обуви из войлока подкладкой. Разница в показателях свойств в среднем

находится в диапазоне от 10 до 50 %. Некоторые показатели не вполне ожидаемы, что можно объяснить анизотропной хаотической структурой валяльно-войлочных материалов.

Научная новизна проведенных исследований заключается в сравнительном анализе пакетов материалов для верха войлочной обуви при использовании различных по свойствам подкладок. Установлено влияние подкладочных материалов для верха обуви из войлока разного волокнистого состава на формуемость, формоустойчивость и технологические параметры выполнения обтяжно-затяжных операций. Это, в свою очередь, позволит прогнозировать поведение обуви с верхом из войлоков на подкладке в зависимости от установленных сроков эксплуатации и назначения обуви.

Практическая ценность результатов испытаний может быть определена следующим. Величины изменения модуля упругости объектов исследования будут учтены при установлении режимов технологического процесса формования заготовки верха обуви на колодке. Например, для обеспечения высокой формоустойчивости обуви из технического войлока В₂ необходимо

Таблица 3 – Влияние волокнистого состава войлока и вида подкладки на свойства обуви из материалов с хаотической структурой

Шифр	Предел прочности при растяжении σ_p , МПа	Модуль упругости E_y , МПа	Полная деформация $\epsilon_{отн}$, %	Остаточная деформация $\epsilon_{ост}$, %	Пластичность P , %	Упругость $У$, %	Коэффициент поперечного сокращения μ
V_1	5,03	2,0	49	12	50,00	50,00	0,40
V_1 /бязь	5,00	2,5	45	19	48,60	41,40	0,21
V_1 /кожа	5,70	3,3	44	10	42,94	37,06	0,24
V_1 /байка	5,30	2,0	32	12	43,08	36,92	0,04
V_1 /мех	5,83	1,0	34	13	44,59	35,41	0,38
V_1 /Retor	6,50	1,0	30	15	40,00	30,00	0,28
V_1 /On- Steam	6,50	1,0	40	15	40,00	40,00	0,28
V_2	3,03	1,0	69	10	46,83	37,17	0,35
V_2 /бязь	3,80	2,0	48	19	42,70	47,80	0,48
V_2 /кожа	5,70	3,3	45	11	44,00	36,00	0,16
V_2 /байка	6,00	1,5	46	14	45,60	31,30	0,43
V_2 /мех	6,00	2,5	33	14	42,56	37,44	0,46
V_2 /Retor	5,00	5,0	33	11	45,60	34,40	0,46
V_2 /On- Steam	6,30	4,0	43	11	45,60	44,40	0,46

добавить в качестве укрепляющего материала бязь, что повысит модуль упругости до показателя V_1 . Однако при проектировании технологического процесса стоит учитывать, что при этом потребуется более высокое усилие формования, что приведет к повышению энергозатрат.

Таким образом, установлено, что все исследуемые подкладочные материалы удовлетворяют условиям производства войлочной обуви повышенной формоустойчивости. Ограничение в выборе подкладочного материала будет обеспечиваться контролем показателей гигиенических свойств войлочной обуви на подкладке, которые не должны снижаться более чем на 10–12 % по сравнению со свойствами однослойного войлока. Рекомендуется для получения корректных результатов эксперимента пересмотреть стандарты испытаний материалов, обладающих анизотропной хаотической структурой.

Показатели формоустойчивости обуви на подкладке из исследованных материалов улучшаются в следующем ряду для войлока обувно-

го: V_1 /бязь → V_1 /мех → V_1 /байка → V_1 /кожа → V_1 /On-
Steam → V_1 /Retor; технического: V_2 /байка → V_2 /мех → V_2 /бязь → V_2 /кожа → V_2 /Retor → V_2 /On-
Steam. Производителям войлочной затяжной обуви можно рекомендовать в качестве подкладки все исследованные материалы, поскольку их показатели формоустойчивости коррелируют со свойствами обуви из кожи. Выполненные исследования, в конечном счете, нацелены на то, чтобы при разработке технологии изготовления обуви из материалов анизотропной хаотической структуры с применением цифровизации, обеспечить требования параметров адресного проектирования технологического процесса с учетом назначения обуви, сезона и условий ее эксплуатации.

В рамках этого исследования были проанализированы материалы, используемые в производстве обуви, включая валяльно-войлочные материалы и подкладочные ткани. Были изучены их физико-механические свойства и влияние состава войлока и типа подкладки на характе-

ристики верха обуви. Исследование также охватило альтернативный технический тонкошерстный войлок и его возможность использования в производстве обуви. Результаты анализа помогут оптимизировать производственные процессы и улучшить качество обуви. В ходе исследования было выяснено, что выбор подкладочных материалов существенно влияет на формоустойчивость обуви из тонких войлоков. Для действия наилучшего эффекта рекомендуется подбирать такие материалы, которые обеспечивают максимальную поддержку и фиксацию формы изделия. Это особенно актуально для создания обуви с анизотропной хаотической структурой, которая требует более тщательного подхода к выбору подкладочных материалов.

Полученные результаты исследований могут быть использованы при проектировании и производстве обуви, особенно в условиях повышенной нагрузки на изделие. Они также пригодятся для прогнозирования поведения обуви при различных условиях эксплуатации, что позволит улучшить качество и долговечность продукции. Таким образом, результаты исследований позволяют улучшить качество и конкурентоспособность обуви на рынке, а также расширить возможности ее применения в разных сферах деятельности.

Комбинация различных материалов в виде пакета может значительно улучшить свойства обуви на основе войлока: увеличить прочность, сохранить мягкость и гибкость материала, а также снизить вероятность возникновения запаха.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Aksakal, B. (2009), The effect of temperature and water on the mechanical properties of wool fibres investigated with different experimental methods, *Fibers and Polymers*, 2009, vol. 10, Is. 5, pp. 673–680.
2. Bao, M., Zhou, Q., Dong, W., Lou, X. and Zhang, Y. (2013) Ultrasound-modulated shape memory and payload release effects in a biodegradable cylindrical rod made of chitosan-functionalized plga microsphere, *Biomacromolecules*, 2013, режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23675980/> (дата доступа: 18 апреля, 2023 года).
3. Горбачик, В. Е., Максина, З. Г., Загайгора, К. А. (2006), Рациональная комплектация верха обуви, как фактор повышения качества и ресурсосбережения, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2006, С. 135–136.
4. Кирсанова, Е. А., Шустов, Ю. С., Куличенко, А. В., Жихарев, А. П. (2013), *Материаловедение* (ди-

REFERENCES

1. Aksakal, B. (2009), The effect of temperature and water on the mechanical properties of wool fibres investigated with different experimental methods, *Fibers and Polymers*, 2009, vol. 10, Is. 5, pp. 673–680.
2. Bao, M., Zhou, Q., Dong, W., Lou, X. and Zhang, Y. (2013), Ultrasound-modulated shape memory and payload release effects in a biodegradable cylindrical rod made of chitosan-functionalized plga microsphere, *Biomacromolecules*, 2013, access mode: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23675980/> (access date: April 18, 2023).
3. Gorbachik, V. E., Maksina, Z. G., Zagaigora, K. A. (2006), Rational assembly of shoe uppers as a factor in improving quality and resource saving [Racionalnaya komplektaciya verha obuvi kak factor povysheniya kachestva i resursosberezheniya], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of the Vitebsk State Technological University*, 2006, pp. 135–136.

- зайн костюма): Учебник, *Вузовский учебник: ИНФРА_М*, Москва, 2013, 395 с.
5. ОСТ 17-531-75 (1975). *Войлок обувной тонкошерстный. Технические условия*, введ. 1975-11-01, Издательство стандартов, Москва, 1975, 10 с.
 6. ГОСТ 11025-78 (1978). *Войлок тонкошерстный для электрооборудования и детали из него*, введ. 1978-11-01, Издательство стандартов, Москва, 1978, 10 с.
 7. Панкевич, Д. К., Ивашко, Е. И., Кудрицкий, В. Г. (2022), Оценка свойств многослойных мембранных текстильных материалов различных структур, *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, Иваново, 2022, № 6 (402), С. 51–59.
 8. Зарицкий, Б. П., Леденева, И. Н., Гинзбург, Л. И. (2016), Априорное ранжирование факторов, влияющих на формоустойчивость обуви с верхом из войлоков, *Дизайн и технологии*, Москва, 2016, № 52(94), С. 42–49.
 9. Зарицкий, Б. П., Леденева, И. Н., Гинзбург, Л. И. (2016), Оптимальный выбор пакета материалов для повышения формоустойчивости обуви из войлока, *Дизайн и технологии*, Москва, 2016, № 55(97), С. 28–32.
 10. Леденева, И. Н., Белгородский, В. С., Севостьянов, П. А., Кирсанова, Е. А. (2023), Особенности диссипации энергии деформации в нетканом волокнистом материале, *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, Иваново, 2023, № 1 (403), С. 84–90.
 11. Белопухов, С. Л., Жарких, О. А., Дмитриевская, И. И., Шанаева, Е. А., Разумеев, К. Э. (2019), Оценка качества шерстяного волокна методом сканирующей электронной микроскопии, *Овцы, козы, шерстяное дело*, Москва, 2019, № 3, С. 42–45.
 4. Kirsanova, E. A., Shustov, Yu. S., Kulichenko, A. V., Zhikharev, A. P. (2013), *Materials Science (Costume Design): Textbook*. [Materialovedenie dizajn kostyuma: Uchebnik], *Vuzovskij uchebnik: IN-FRA_M – University textbook: INFRA_M*, Moscow, 2013, 395 p.
 5. OST 17-531-75 (1975). *Fine-wool shoe felt. Specifications* [Vojlok obuvnoj tonkosherstnyj tekhnicheskie usloviya], input. 1975-11-01, Izdatel'stvo standartov – Publishing House of Standards, Moscow, 1975, 10 p.
 6. GOST 11025-78 (1978). *Fine-wool felt for electrical equipment and details from it* [Vojlok tonko-sherstnyj dlya ehlektrooborudovaniya i detail iz nego], introduced. 1978-11-01, Izdatel'stvo standartov – Publishing House of Standards, Moscow, 1978, 10 p.
 7. Pankevich, D. K., Ivashko, E. I., Kudritsky, V. G. (2022), Evaluation of the properties of multilayer membrane textile materials of various structures [Ocenka svojstv mnogoslojnyh membrannyh tekstilnyh materialov razlichnyh struktur], *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Teknologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*, Ivanovo, 2022, № 6 (402), pp. 51–59.
 8. Zaritsky, B. P., Ledeneva, I. N., Ginzburg, L. I. (2016), A priori ranking of factors affecting the dimensional stability of shoes with felt uppers [Apriornoe ranzhirovanie faktorov vliyayushchih na formoustojchivost obuvi s verhom iz vojlokov], *Dizajn i tekhnologii – Design and Technology*, Moscow, 2016, № 52(94), pp. 42–49.
 9. Zaritsky, B. P., Ledeneva, I. N., Ginzburg, L. I. (2016), The optimal choice of a package of materials to improve the dimensional stability of felt shoes [Optimalnyj izbor paketa materialov dlya povysheniya formoustojchivosti obuvi iz vojloka], *Dizajn i tekhnologii – Design and Technology*, Moscow, 2016, № 55(97), pp. 28–32.
 10. Ledeneva, I. N., Belgorodskii, V. S., Sevostyanov, P. A., Kirsanova, E. A. (2023), Peculiarities of

12. Абдуллин, В. Ш., Хамматова, В. В., Слепнева, Е. В. (2012), Влияние моющих веществ на промывку шерстяных волокон в процессе их первичной обработки, *Вестник Казанского технологического университета*, Казань, 2012, т. 15, № 14, С. 79–81.
13. Леденева, И. Н., Рыбакова, О. Н., Захарова, А. А. (2008), Исследование изотермы сорбции технического войлока как материала для верха обуви, *Кожевенно-обувная промышленность*, Москва, 2008, № 3, С. 30–31.
11. Belopukhov, S. L., Zharkikh, O. A., Dmitrevskaya, I. I., Shanaeva, E. A., Razumeev, K. E. (2019), Assessment of the quality of wool fiber by scanning electron microscopy [Ocenka kachestva sherstyanoogo volokna metodom skaniruyushchej ehlektronnoj mikroskopii], *Ovcy, kozy, sherstyanooe delo – Sheep, goats, wool business*, Moscow, 2019, № 3, pp. 42–45.
12. Abdullin, V. Sh., Khammatova, V. V., Slepneva, E. V. (2012), Influence of detergents on the washing of wool fibers during their primary processing [Vliyanie moyushchih veshchestv na promyvku sherstyanyh volokon v processe ih pervichnoj obrabotki], *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta – Bulletin of the Kazan Technological University*, Kazan, 2012, vol. 15, № 14, pp. 79–81.
13. Ledeneva, I. N., Rybakova, O. N., Zakharova, A. A. (2008), Study of the sorption isotherm of technical felt as a material for the uppers of shoes [Issledovanie izotermoy sorbcii tekhnicheskogo vojloka kak materiala dlya verha obuvi], *Kozhevenno-obuvnaya promyshlennost' – Leather and footwear industry*, Moscow, 2008, № 3, pp. 30–31.

Статья поступила в редакцию 25. 05. 2023 г.