

Разработка чехлов для лыжных ботинок из композиционных многофункциональных материалов

Д.К. Панкевич^а, Н.В. Ульянова

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

^аE-mail: dashapan@mail.ru

Аннотация. Объектом исследования являются утепляющие чехлы для лыжных ботинок. В статье рассмотрены основные требования к чехлам для лыжных ботинок, отражены результаты испытаний композиционных материалов, применяемых для их изготовления. Проведен анализ полученных экспериментальных данных и выбраны наиболее прочные, износостойкие, теплозащитные и водонепроницаемые материалы. Разработаны модельные конструкции двух вариантов чехлов и предложена раскладка лекал и технологическая карта обработки моделей чехлов.

Ключевые слова: чехлы для лыжных ботинок, мембранные материалы, водонепроницаемость, износостойкость, теплопроводность, конструкция, технология.

Development of Ski Boot Covers from Composite Multifunctional Materials

D. Pankevich^a, N. Ulyanova

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

^aE-mail: dashapan@mail.ru

Annotation. The object of the research is ski boot insulating covers. The article discusses the basic requirements for ski boot covers, reflects the test results of composite materials used for their manufacture. The analysis of the obtained experimental data is carried out and the most durable, wear-resistant, heat-shielding and waterproof materials are selected. Model designs of two variants of covers have been developed and a layout of patterns and a flow chart for processing models of covers have been proposed.

Key words: ski boot covers, membrane materials, construction, waterproofness, wear resistance, thermal conductivity, design, technology.

Лыжные гонки представляют собой тот вид спорта, где важную роль играет экипировка. Спортсмены прибегают к использованию приспособлений и аксессуаров, позволяющих чувствовать себя на трассе более комфортно. Для обеспечения теплового комфорта при низких температурах используют чехлы для лыжных ботинок. Согласно обзору, представленному в источниках [1-3], тепловой комфорт в лыжных ботинках без утепляющих чехлов возможен лишь до минус 10 °С, тогда как соревновательно-тренировочный процесс лыжника возможен и при более низких температурах. Использование лыжником при пониженной температуре воздуха дополнительных теплых носков ухудшает положение стопы в ботинке, приводит к ее сдавливанию и еще большему охлаждению, поэтому неприемлемо. В связи с этим более рациональным является утепление за счет применения наружных чехлов.

Анализ ассортимента чехлов для лыжных ботинок показал, что на белорусском рынке спортивной

экипировки представлены только зарубежные производители таких изделий. Потребитель в основном имеет возможность приобрести импортные чехлы через интернет-магазин.

Таким образом, расширение ассортимента, разработка конструкции и технологии изготовления и подбор соответствующих назначению материалов для создания конкурентоспособного отечественного продукта на рынке спортивной экипировки является актуальной задачей импортозамещения. Рациональный выбор материалов, режимов их обработки и конструктивного решения чехлов для лыжных ботинок является целью данной работы.

Требования, предъявляемые к материалам чехлов для лыжных ботинок, обусловлены их назначением. В процессе эксплуатации чехлы подвержены действию низкой температуры, мощного потока охлажденного воздуха, повышенного трения о снег и ледяной наст при высокой скорости движения, воздействию влаги растаявшего снега. Поэтому материалы для их изготовления должны обладать

оптимальным сочетанием высокого уровня показателей следующих свойств: тепловое сопротивление, износостойкость, ветрозащита, прочность, надежность в условиях пониженной температуры, водонепроницаемость.

Для реализации цели работы выбраны многофункциональные композиционные материалы, содержащие мембранный слой. Эти материалы обладают высоким уровнем потребительских свойств: ветрозащитой, водонепроницаемостью, водоотталкиванием, прочностью, устойчивостью к истиранию по плоскости и по сгибу. Они при низкой поверхностной плотности и малой толщине значительно превосходят однослойные текстильные материалы по уровню всех перечисленных показателей [4]. Новым и очень перспективным ассортиментом являются мембранные материалы,

выработанные на трикотажной текстильной основе. Они обладают еще и растяжимостью, благодаря чему становятся востребованными в производстве широкого ассортимента изделий легкой промышленности.

В соответствии с назначением изделия была разработана программа испытаний, включающая перечень приоритетных показателей свойств материалов и установленные по результатам аналитического обзора литературы рекомендуемые значения этих показателей.

Характеристика образцов представлена в таблице 1. Образцы представляют собой объемное сочетание трех слоев: трикотажного лицевого слоя, полимерной мембраны и трикотажного изнаночного слоя. Скрепление слоев между собой – точечное, выполненное клеевым методом.

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Наименование показателя, единицы измерения	Значение для образцов				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	
Состав текстильных слоев, %	ПЭ 100	ПЭ 100	ПЭ 92, ПУ 8	ПЭ 100	
Число петельных рядов в 100 мм:	наружный слой	290	200	180	210
	внутренний слой	210	100	140	140
Число петельных столбиков в 100 мм:	наружный слой	200	200	180	270
	внутренний слой	180	160	164	180
Состав мембранного слоя, %	ПУ	ПУ	ПУ	ПУ	
Поверхностная плотность, г/м ²	305	284	328	239	

Изображение лицевой, изнаночной стороны и поперечного среза исследуемых материалов представлено на рисунке 1. В верхней части каждого изображения представлены последовательно фото лицевой и изнаночной стороны материала. А в нижней – фото поперечного среза.

Программа испытаний представлена в таблице 2. При составлении программы использовали наиболее жесткие нормы, установленные для материалов, предназначенных для специальной одежды и обуви, поскольку требования к чехлам на лыжные ботинки не разработаны и нормативной базой пока не обеспечены. Ориентировались на нормы, установленные для изделий, защищающих от пониженных температур, от механических повреждений и от воды. Подбирали методы испытаний, позволяющие выявить высокий уровень показателей свойств.

При исследовании свойств образцов материалов использовали следующие методики.

Устойчивость материалов к истиранию по плоскости характеризуется числом циклов вращения головки прибора, выдерживаемых материалом до его разрушения (разрушение 1–2 нитей лицевого слоя). Устойчивость к истиранию определяли с помощью прибора ДИТ-М согласно ГОСТ 29104.17-91 «Ткани технические. Метод определения стойкости к истиранию по плоскости» в результате истирания

жестким абразивом (наждачная бумага). Выбор метода обусловлен наиболее жесткими режимами испытаний.

В качестве показателя теплозащитных свойств использовали тепловое сопротивление материала. Методика предполагает исследование данного показателя в условиях теплообмена с окружающим воздухом и изложена в источнике [5]. При проведении испытания использовали следующее оборудование:

- камера для испытания на воздействие температуры и влажности YTN-408-40-IP (Китай);
- источник питания GW Instek GPS-73030DD;
- цифровой регистратор температуры производства «ЕвроПрибор», датчик температуры;
- нагревательный элемент (вольфрамовый цилиндр длиной $l = 12$ см, диаметром $d = 2$ см, массой $m = 129,7$ г, с удельной теплоемкостью $c = 134$ Дж/кг·°С).

В основу предлагаемого метода положен принцип нестационарного теплового режима. Его сущность заключается в определении времени охлаждения нагретого тела, изолированного от окружающей среды испытуемым материалом. Для проведения испытания были подготовлены пробы из материалов в виде прямоугольных конвертов размером 200×150 мм. Датчик температуры закрепляли на нагревательном элементе, который помещали внутрь прямоугольного конверта и запаковывали с

помощью зажима. Затем исследуемый объект закрепляли на стойке в климатической камере. Опыт проводили при температуре +20 °С и влажности 65 % согласно методике [5]. Цилиндр нагревали до 55 °С от источника питания, после чего источник

питания отключали и фиксировали время охлаждения цилиндра до 45 °С. По результатам испытания рассчитывали величину теплового сопротивления материала.

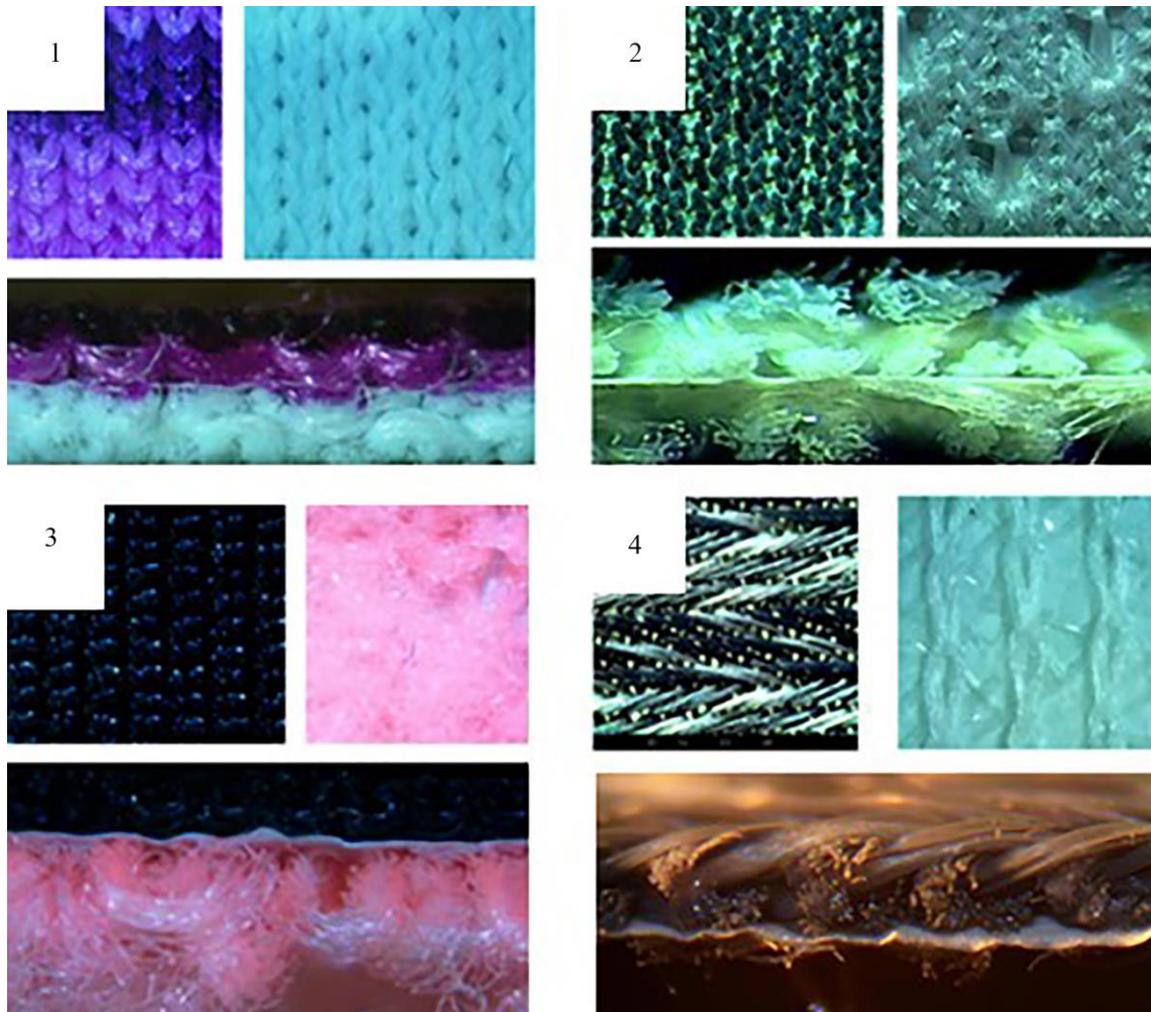


Рисунок 1 – Фото образцов материалов

Таблица 2 – Программа испытаний

№ п/п	Наименование показателя, ед. измерения	Обозначение источника, устанавливающего требования	Рекомендуемое значение	Обозначение стандарта на метод испытания или источника литературы, содержащего его описание
1	2	3	4	5
1	Устойчивость к истиранию, циклы	ТР ТС 019	не менее 350	ГОСТ 29104.17-91
2	Тепловое сопротивление, м ² ·°С/Вт	ТР ТС 019	0,5*	[5]
3	Водонепроницаемость, МПа	ГОСТ Р 57514-2017	не менее 0,02	ГОСТ 413-91
4	Водонепроницаемость после многоциклового изгиба при пониженной температуре, МПа	-	наибольшая	[6]

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5
5	Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$	ТР ТС 019	наименьшая, но не более 40	ГОСТ 12088-77
6	Разрывная нагрузка, Н	ТР ТС 019	не менее 400 Н	ГОСТ 30303-95
7	Разрывная нагрузка после многоциклового изгиба при пониженной температуре, Н	-	наибольшая	[7]

При определении водопроницаемости использовали прибор, разработанный на кафедре «Товароведение и техническое регулирование» УО «ВГТУ», который позволяет создавать и поддерживать в измерительной ячейке высокое гидростатическое давление, обеспечивая в процессе испытания горизонтальное, без прогиба, положение образца. В приборе используется измерительная ячейка малого диаметра, проникание воды констатируется датчиком-водоснимателем со светозвуковым сигналом [6].

Водонепроницаемость определяли на элементарных пробах материалов прямоугольной формы размерами не менее 50 мм × 50 мм до и после испытания на многоциклового изгиб при пониженной температуре воздуха.

Для моделирования многоциклового изгиба в условиях пониженных температур использовали установку, разработанную в УО «ВГТУ». Установка представляет собой флексометр типа ИПК-2М, установленный внутри климатической камеры УТН-408-40-1Р. Методика испытания предполагает моделирование эксплуатационных механических нагрузок в климатической камере при воздействии на материалы любого заданного количества циклов изгиба или растяжения в

диапазоне температур от минус 40 °С до плюс 150 °С при различной влажности в соответствии с назначением материала [7]. Для проведения испытания образцы размером 50 мм × 90 мм располагали в зажимах рабочего блока. В климатической камере задавали температуру минус 15 °С. По достижении заданных параметров включали флексометр. Испытание заканчивали по истечении времени, обеспечивающего 100 000 циклов. Скорость воздействия устанавливали (120±5) циклов в минуту.

Разрывную нагрузку определяли вдоль направления петельного столбика лицевого слоя материалов на разрывной машине Electronic Universal Testing Machine TIME WDW-20E (Китай) по ГОСТ 30303-95 «Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение разрывной нагрузки и удлинения при разрыве» с изменением размера образцов. Зажимная длина образцов составила 40 мм, скорость опускания нижнего зажима 100 мм/мин. Малый размер образцов обусловлен необходимостью проведения испытания после многоциклового изгиба при пониженной температуре воздуха. Результаты исследования свойств материалов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты испытаний

Наименование показателя, единицы измерения	Значение для образцов			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Устойчивость к истиранию, циклы	100	150	120	460
Тепловое сопротивление, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$	0,45	0,38	0,52	0,48
Водонепроницаемость, МПа	0,08	0,09	0,12	0,4
Водонепроницаемость после многоциклового изгиба при пониженной температуре, МПа	менее 0,01	менее 0,01	0,02	0,14
Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\text{с}$	менее 2,5	менее 2,5	менее 2,5	менее 2,5
Разрывная нагрузка, Н	390	425	388	570
Разрывная нагрузка после многоциклового изгиба при пониженной температуре, Н	338	400	390	560

По результатам исследования свойств материалов для изготовления чехлов выбран образец № 4, поскольку он обладает наиболее высоким уровнем показателей приоритетных свойств, износостоек, сохраняет прочность и водонепроницаемость после многоциклового изгиба при пониженной температуре воздуха, характеризуется достаточным

уровнем теплового сопротивления. Из предложенных видов материалов авторами разработаны две модели чехлов для лыжных ботинок, конфигурация деталей кроя которых представлена на рисунке 2.

Практически все детали чехлов имеют сложную форму, что влияет на расход материала. В существующей нормативной документации для обуви

не предусмотрена зависимость изменения процента межлекальных отходов от числа комплектов лекал и конфигурации раскраиваемых деталей чехлов. Предложено выполнить раскладку методом «по типу гнезда», широко распространенным в обувном производстве, где интуитивно определяется плотность каждого «гнезда» и варианты размещения деталей в раскладке. Раскладка выполнялась для двух пар чехлов (рис. 2). При ее выполнении учитывалось направление петельного столбика лицевого слоя композиционного материала. Технологическая карта обработки разработанных моделей чехлов представлена на рисунке 3.

Технология изготовления предложенных моделей чехлов относительно проста, но потребовала соблюдения ряда правил, учитывающих специфические свойства композиционных материалов. Пошив опытных образцов чехлов для лыжных ботинок выполнялся в лаборатории кафедры «Конструирование и технология одежды и обуви» УО «ВГТУ».

Соединение деталей чехлов выполнялось на универсальной швейной машине двухниточного челночного стежка иглой № 70 с заточкой острия КН швейными нитками № 120 с частотой 22 стежка в 5 см строчки, поскольку такие режимы обеспечивают

получение износостойкого ниточного соединения, что способствует сохранению целостности и товарного вида изделия при эксплуатации [8].

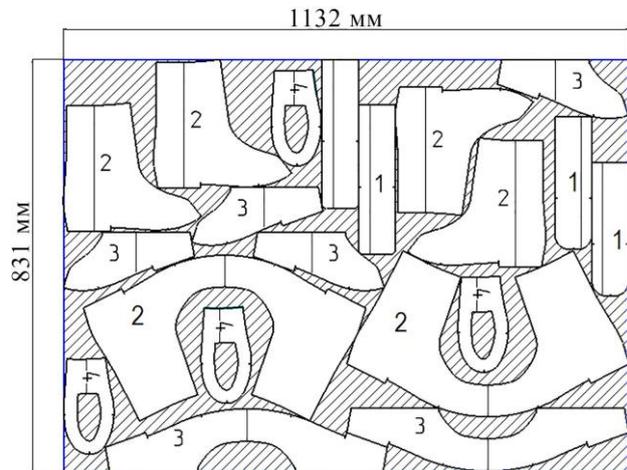


Рисунок 2 – Раскладка лекал моделей чехлов для лыжных ботинок:

- 1 – центральная деталь голенища, 2 – голенище,
- 3 – накладка, 4 – подносочник

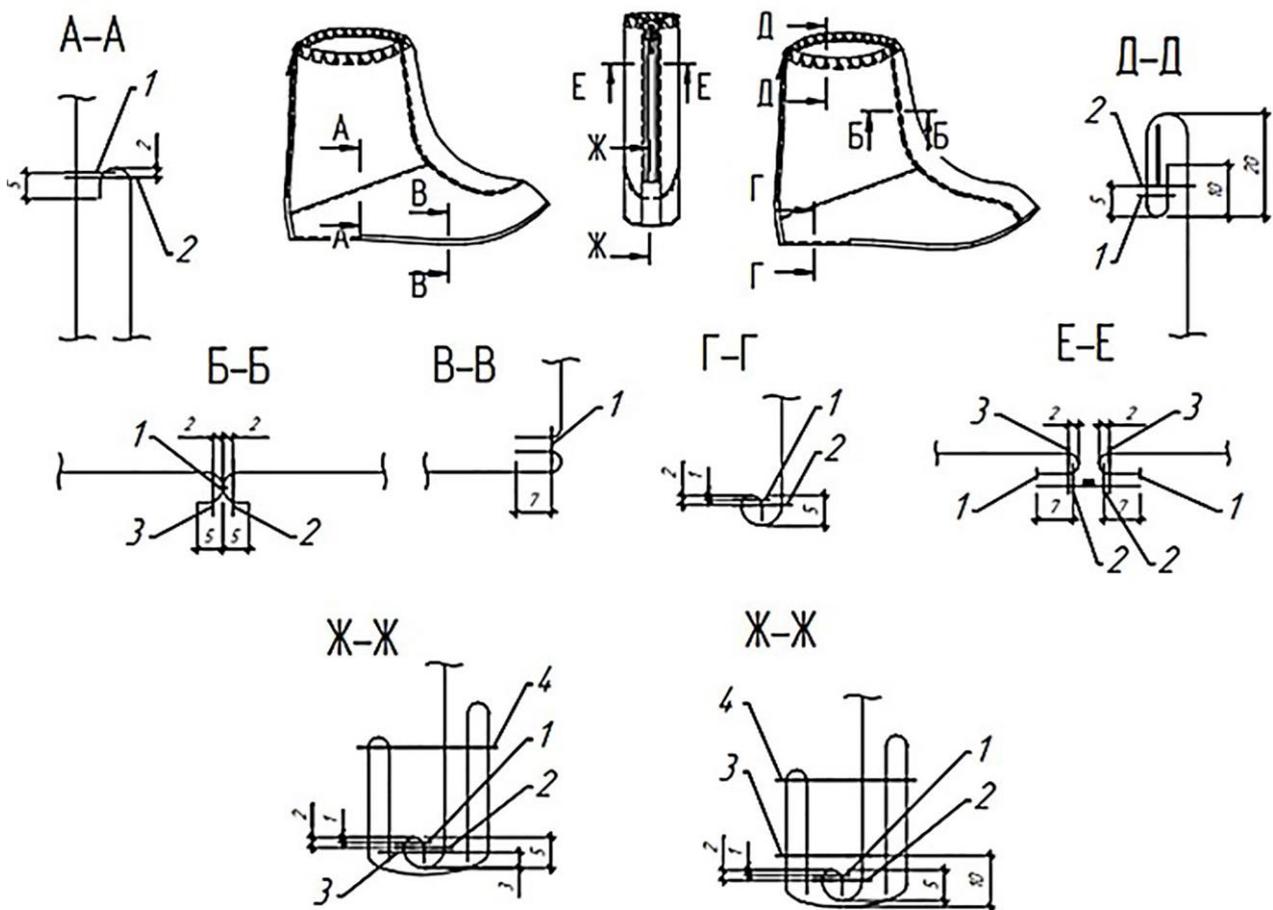


Рисунок 3 – Технологическая карта обработки моделей чехлов для лыжных ботинок

Наработанные образцы моделей чехлов для лыжных ботинок переданы для экспериментальной носки, задачей которой является проверка результатов исследования по установлению уровня защитных свойств и надежности материала чехлов,

а также изучение соответствия их конструкции условиям эксплуатации. В случае положительных результатов носки методику исследования свойств материалов можно рекомендовать для внедрения в производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Триченко, В. А. Лыжный спорт в Республике Беларусь : учеб.-метод. материалы / В. А. Триченко, О. А. Манкевич. – Могилев : МГУ имени А. А. Кулешова, 2016. – 100 с.
2. Коваль, В. И. Гигиена физического воспитания и спорта : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. И. Коваль, Т. А. Родионова. – 2-е изд, стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013. – 320 с.
3. Москаленко, Н. Г. Проектирование одежды для экстремальных видов спорта : монография / Н. Г. Москаленко, Е. В. Розанова. — Благовещенск : АмГУ, 2012. – 172 с.
4. Буркин, А. Н. Гигиенические свойства мембранных текстильных материалов : монография / А. Н. Буркин, Д. К. Панкевич ; под общ. ред. А. Н. Буркина. – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 190 с.
5. Петюль, И. А. Исследование суммарного теплового сопротивления пакетов материалов альтернативными методами / И. А. Петюль, В. В. Сапёлко // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2019. – № 1 (36). – С. 68–80.
6. Прибор для определения водонепроницаемости материалов методом гидростатического давления : полез. модель ВУ10690 / Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин, Р. С. Петрова, В. Д. Борозна. – Оpubл. 30.06.2015.
7. Установка для испытания эластичных полимерных материалов : полез. модель ВУ12574 / А. Н. Буркин [и др.]. – Оpubл. 30.04.2021.
8. Панкевич, Д. К. Эксплуатационные свойства ниточных соединений мембранных материалов на трикотажной основе / Д. К. Панкевич, И. А. Буланчиков // Технологии и качество. – 2021. – № 2 (52). – С. 25–39.

REFERENCES

1. Trichenko, V. A. Skiing in the Republic of Belarus : study guide. Materials / V. A. Trichenko, O. A. Mankevich. – Mogilev : Moscow State University named after A. A. Kuleshov, 2016. – 100 p.
2. Koval, V. I. Hygiene of physical education and sports : a textbook for students institutions of higher prof. education / V. I. Koval, T. A. Rodionova. – 2nd ed., erased. – M. : Publishing Center "Academy", 2013. – 320 p.
3. Moskalenko, N. G. Designing clothes for extreme sports : monograph / N. G. Moskalenko, E. V. Rozanova. – Blagoveshchensk : AmGU, 2012. – 172 p.
4. Burkin, A. N. Hygienic properties of membrane textile materials : monograph / A. N. Burkin, D. K. Pankevich ; under total ed. A. N. Burkina. – Vitebsk : EE "VGTU", 2020. – 190 p.
5. Petyul, I. A. Study of the total thermal resistance of packages of materials by alternative methods / I. A. Petyul, V. V. Sapelko // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. – 2019. – № 1 (36). – P. 68–80.
6. A device for determining the water resistance of materials by the method of hydrostatic pressure : useful model BY10690 / D. K. Pankevich, A. N. Burkin, R. S. Petrova, V. D. Borozna. – Published 06/30/2015.
7. Installation for testing elastic polymeric materials : Useful model BY12574 / A. N. Burkin [et al.]. – Published 04/30/2021.
8. Pankevich, D. K. Operational properties of thread connections of membrane materials on a knitted basis / D. K. Pankevich, I. A. Bulanchikov // Technologies and quality. – 2021. – № 2 (52). – P. 25–39.

SPISOK LITERATURY

1. Trichenko, V. A. Lyzhnyj sport v Respublike Belarus' : ucheb.-metod. materialy / V. A. Trichenko, O. A. Mankevich. – Mogilev : MGU imeni A. A. Kuleshova, 2016. – 100 s.
2. Koval', V. I. Gigiena fizicheskogo vospitanija i sporta : uchebnik dlja stud. uchrezhdenij vyssh. prof. obrazovaniija / V. I. Koval', T. A. Rodionova. – 2-e izd, ster. – M. : Izdatel'skij centr «Akademija», 2013. – 320 s.
3. Moskalenko, N. G. Proektirovanie odezhdy dlja jekstremal'nyh vidov sporta : monografija / N. G. Moskalenko, E. V. Rozanova. – Blagoveshhensk : AmGU, 2012. – 172 s.
4. Burkin, A. N. Gigienicheskie svojstva membrannyh tekstil'nyh materialov : monografija / A. N. Burkin, D. K. Pankevich ; pod obshh. red. A. N. Burkina. – Vitebsk : UO «VGTU», 2020. – 190 s.
5. Petjul', I. A. Issledovanie summarnogo teplovogo soprotivlenija paketov materialov al'ternativnymi metodami / I. A. Petjul', V. V. Sapelko // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2019. – № 1 (36). – S. 68–80.
6. Pribor dlja opredelenija vodonepronicamaosti materialov metodom gidrostatičeskogo davlenija : polez. model' BY10690 / D. K. Pankevich, A. N. Burkin, R. S. Petrova, V. D. Borozna. – Opubl. 30.06.2015.

7. Ustanovka dlja ispytaniya jelastichnyh polimernyh materialov : polez. model' BY12574 / A. N. Burkin [i dr.]. – Opubl. 30.04.2021.

8. Pankevich, D. K. Jekspluacionnye svojstva nitochnyh soedinenij membrannyh materialov na trikotazhnoj osnove / D. K. Pankevich, I. A. Bulanchikov // Tehnologii i kachestvo. – 2021. – № 2 (52). – S. 25–39.

Статья поступила в редакцию 30.10.2021