

Разработка методики исследования эксплуатационных свойств композиционных слоистых материалов

А.С. Лядова^а, А.Н. Буркин

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

E-mail: ^аas.vstu@mail.ru

Аннотация. Объектом исследования являются композиционные слоистые материалы, содержащие мембранный слой, применяемые для изготовления спортивной одежды. Проведены испытания материалов при действии низких температур, определена разрывная нагрузка, удлинение при разрыве. Выявлено влияние низких температур на прочность материалов. Разработана методика исследования эксплуатационных свойств композиционных слоистых материалов.

Ключевые слова: композиционные слоистые материалы, одежда для спорта, мембранный слой.

Development of Research Methods for Performance Properties of Composite Layered Materials

A. Lyadova^а, A. Burkin

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

E-mail: ^аas.vstu@mail.ru

Annotation. The object of the research is composite layered materials containing a membrane layer used for the manufacture of sportswear. The materials being tested at low temperatures, the breaking load, elongation at break were determined. The effect of low temperatures on the strength of materials is revealed. The technique of research of operational properties of composite layered materials is developed.

Key words: composite laminates, sportswear, membrane layer.

В настоящее время для производства спортивной одежды широкое применение получили композиционные слоистые материалы (КСМ), содержащие мембранный слой [1]. Это водонепроницаемые, ветронепродуваемые, износостойкие, легкие ткани, в одежде из которых можно оставаться на открытом воздухе в мороз или при дожде. Присутствие мембранного слоя в материале позволяет защищать нижние слои одежды от намокания, вывода наружу пот и дает возможность коже дышать. Существуют различные виды мембран: беспоровые, поровые и комбинированные [2]. По морфологии мембранного слоя принято разделять губчатые или корпускулярные пористые структуры для гидрофобных полимеров и монолитные беспоровые для гидрофильных полимеров. Мембранные материалы чаще всего вырабатывают 2-слойными, 2,5-слойными и 3-слойными (2L; 2,5L; 3L). В качестве половины слоя обычно указывают ультратонкий (около 20 мкм) слой или «накат» в виде сетки, полос, штрихов, точек полимера [3].

Новые материалы зачастую требуют особого подхода к оценке их свойств. В настоящее время популярность биатлона возросла благодаря успешным выступлениям белорусских спортсменов

на мировой арене [4]. Увеличение спроса на одежду для зимних видов спорта ведет к возрастанию конкуренции на белорусском рынке спортивной одежды. Покупатель стоит перед выбором, приобрести одежду низкого качества с привлекательной ценой или высококачественные товары из высокотехнологичных материалов, отличающихся высокой стоимостью.

Создание одежды для защиты от холода в соответствии с реальными условиями ее эксплуатации является сложной научной и практической задачей, так как она должна удовлетворять требованиям, часто не совместимым друг с другом, а порой и противоречивыми. В одежде специального назначения при эксплуатации ее в экстремальных ситуациях должны сочетаться малая масса и высокие теплозащитные свойства; малая воздухопроницаемость и достаточная влажностепроводность, необходимая для обеспечения влагообмена человека с окружающей средой. Одежда должна защищать человека от поверхностного увлажнения в виде осадков и не препятствовать удалению влаги с поверхности тела, она должна одновременно защищать от охлаждения человека в состоянии покоя и не вызывать перегревания при

интенсивных физических нагрузках [5].

В работе [6] указано, что низкие температуры по-разному влияют на разрывную нагрузку и разрывное удлинение, на составные части полной деформации. В процессе исследования было выяснено, что с понижением температуры до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ разрывная нагрузка тканей возрастает, а разрывное удлинение уменьшается. Интенсивность разрывной нагрузки и разрывного удлинения неодинакова и зависит от сырьевого состава. Максимальное увеличение разрывной нагрузки (на 52 %) наблюдается в тканях, выработанных из лавсановых комплексных нитей, наименьшее (на 28 %) – в тканях из хлопчатобумажной пряжи. Наиболее резко снижается удлинение (до 30 %) ткани из комплексных капроновых нитей.

В работе [7] указано, что при понижении температуры с $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ текстильные волокна и нити существенно изменяют механические свойства. Разрывная нагрузка натуральных и химических волокон возрастает на 25–60 % (кроме хлопковых и льняных, у которых отмечается снижение разрывной нагрузки на 5–10 %), а разрывное удлинение уменьшается на 15–30 %. На текстильные материалы понижение температуры оказывает аналогичное влияние. Так, при снижении температуры до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ разрывная нагрузка для тканей из химических волокон и нитей возрастает на 35–50 %, при температуре $-15\text{...}-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ разрывная нагрузка для тканей из хлопковых волокон увеличивается на 6–10 %. Разрывное удлинение тканей при пониженных температурах уменьшается на 10–30 %. Растяжимость эластичных тканей при пониженных температурах снижается; наибольшее уменьшение показателей упругого и высокоэластического компонентов полной деформации растяжения наблюдается при температуре $-35\text{...}-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Применение композиционных слоистых материалов при активных физических нагрузках в разных погодных условиях окружающей среды ставит актуальную задачу – изучение воздействия низких температур, связанных с эксплуатацией, на прочностные и деформационные характеристики материалов.

Анализ литературных данных показал, что отсутствуют данные о процессах деформирования и нет методов исследования, учитывающих сложную, неоднородную структуру КСМ. Все это подтверждает актуальность проведения данных исследований. Стандарты [8, 9, 10, 11], связанные с испытанием материалов при низких температурах, не позволяют имитировать динамические воздействия локтевых и коленных суставов на материал изделия. Учитывая вышеизложенное, целью работы является разработка методики исследования эксплуатационных свойств композиционных слоистых материалов.

Содержание методики заключается в многоцикловом нагружении пробы из КСМ с моделированием эксплуатационных воздействий. На кафедре «Технического регулирования и товароведения» УО «ВГТУ» разработана установка

для испытания материалов для одежды и обуви, которая описана в источнике [12]. Установка оснащена изгибателем, который обеспечивает возможность одновременного испытания 12 образцов при различных условиях нагружения, и снабжена преобразователем частоты для изменения скорости нагружения образцов.

В лабораторных условиях с помощью установки для исследования эксплуатационных свойств одежды и обуви, которая помещается в климатическую камеру, были имитированы реальные эксплуатационные воздействия на материал.

Для испытаний элементарные пробы отбирают по ГОСТ 17316-71 не ближе 50 мм от края рулона и вырезают размером $50*200\text{ мм}$ не менее 5 образцов. Образцы проб кондиционируются перед испытанием при температуре $(20\pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $(65\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ не менее 24 ч. Образцы материала закрепляют в зажимы устройства для испытания материалов при многоцикловых механических нагрузках, которое находится внутри климатической камеры. Предварительно до начала испытания острые края верхних и нижних зажимов закрывают мягкими наконечниками, для защиты образцов материалов от разрушения.

Образец сгибают вдоль средней линии лицевой поверхностью внутрь и один верхний конец образца вставляют согласно разметке (рис.1) до упора в подвижный верхний зажим и закрепляют винтом (рис. 2 а). Свободный конец образца (рис. 2 б) и без натяжения закрепляют в неподвижном нижнем зажиме (рис. 2 с) [13]. После этого включают климатическую камеру и задают с помощью дисплея параметры: влажность 0 %, температура внутри климатической камеры $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Заданный режим устанавливается в течение 30–40 мин, затем включают устройство с зажимами и производят многоцикловое нагружение образцов материала. Подвижные верхние зажимы совершают возвратно-поступательное движение в вертикальной плоскости с частотой 100 циклов в минуту в течение 1 часа, что соответствует предполагаемому интервалу тренировки спортсменов. После этого, отключают устройство с зажимами и устанавливают влажно-температурные параметры: $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ и 65 % влажности, при достижении которых выдерживают заданный режим еще в течение 40–45 минут.

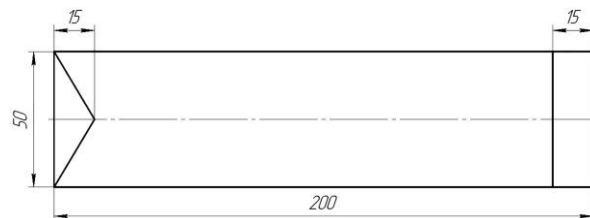


Рисунок 1 – Схема разметки образца

В качестве объекта исследования были отобраны 6 образцов материалов. Характеристика объектов исследования приведена в таблице 1.

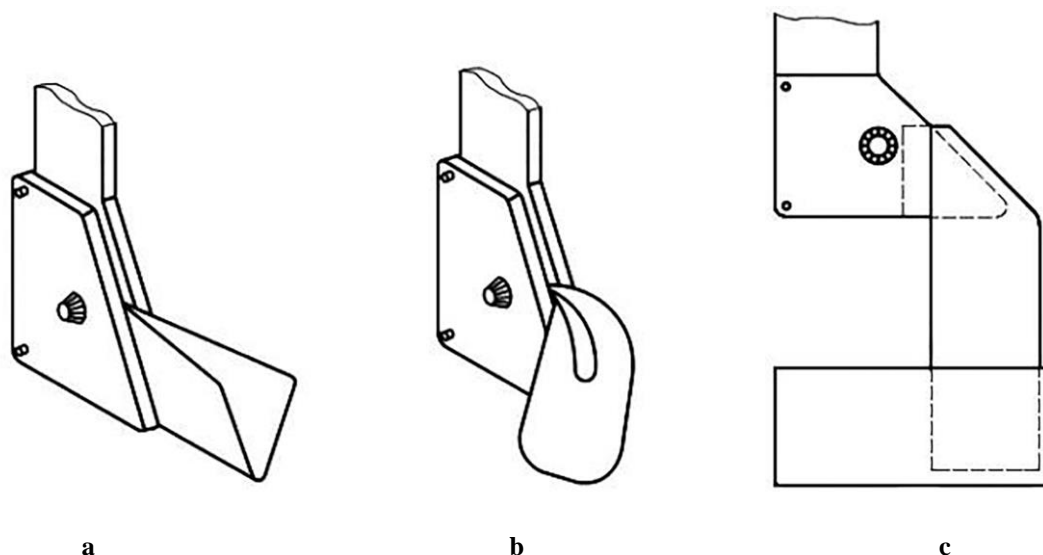


Рисунок 2 – Схема заправки образца

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Номер	Количество слоев	Состав	Толщина, мм	Поверхностная плотность, г/м	Переплетение	Страна производитель
1	2,5L	Текстиль – ПЭ, мембрана ПУ(гидрофильн)	0,19	217	Полотняное	Ultrex, Корея
2	2L	Текстиль – ПЭ, мембрана – ПУ(гидрофоб)	0,17	124	Полотняное	Ultrex, Корея
3	2L	Текстиль – ПЭ, мембрана ПУ(гидрофильн)	0,16	97	Мелкоузорчатое	Aquatex, Корея
4	2L	Текстиль – ПЭ, мембрана – ПУ(гидрофильн)	0,17	130	Мелкоузорчатое	Aquatex, Корея
5			0,18	148		
6	3L	Текстиль – ПЭ, мембрана – ПУ(гидрофильн)	0,23	361	Полотняное	Taslan, Корея

Одним из важных эксплуатационных требований, предъявляемых к одежде, является высокая прочность [14], поэтому были проведены испытания по определению разрывной нагрузки и удлинения образцов после воздействия температур в диапазоне от 0 °С до -20 °С согласно ГОСТ 3813-72.

«Материалы текстильные. Ткани штучные изделия. Методы определения разрывных характеристик при растяжении». Параметры испытаний приведены в таблице 2. Результаты разрывной нагрузки в разных температурных режимах после действия многоцикловых нагрузок приведены на рисунке 3, 4.

Таблица 2 – Параметры испытания для определения разрывных характеристик

Вид ткани	Параметры испытания	Пробы образцов
Композиционные слоистые материалы, содержащие мембранный слой	Размеры, форма, мм Зажимная длина, мм Скорость опускания нижнего зажима, мм/с Продолжительность растяжения до разрыва, с	50*200, прямоугольная 100 200 20–50

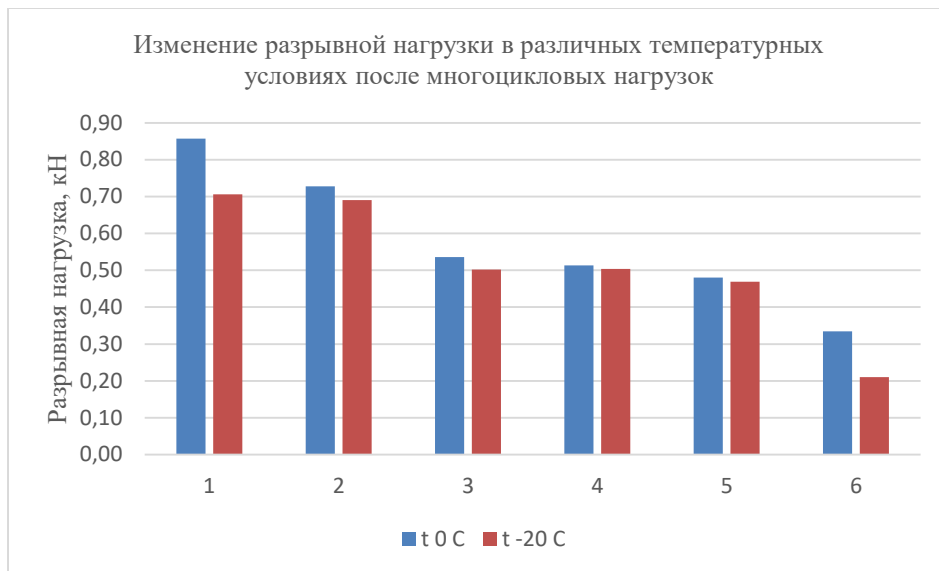


Рисунок 3 – Гистограмма разрывной нагрузки образцов после действия многоцикловых нагрузок и температур

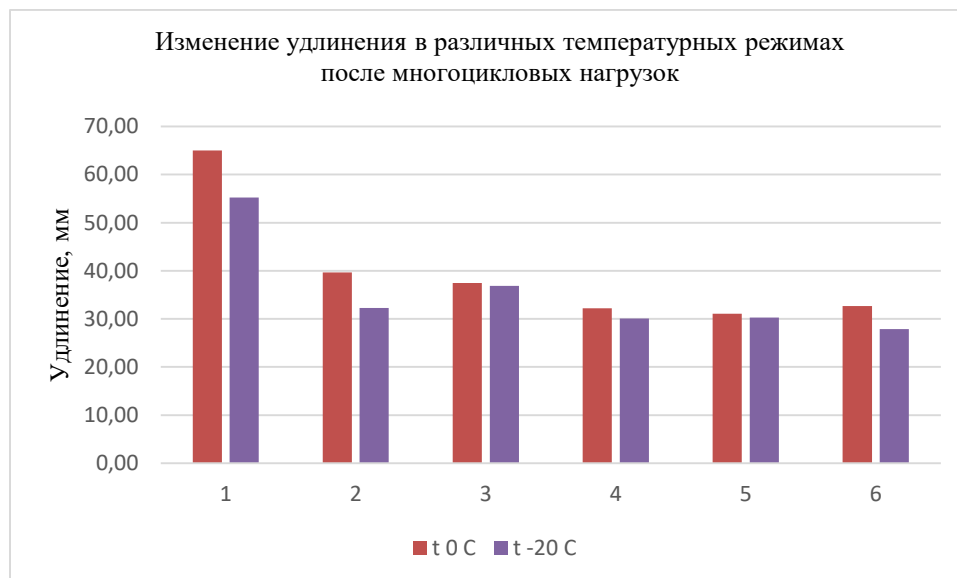


Рисунок 4 – Гистограмма удлинения образцов после действия многоцикловых нагрузок и температур

Прочность на разрыв при растяжении материалов определяли по максимальной величине прикладываемой нагрузки, при которой происходит разрыв материала, по среднему арифметическому значению испытаний пяти образцов [15]. Исследование проводили на базе кафедры

«Технологии текстильных материалов» УО «ВГТУ», с использованием разрывной машины Electronic Universal Testing Machine TIME WDW-20E (Китай), которая снабжена устройством для записи диаграмм. Параметры машины приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики разрывной машины

Тип	Универсальная испытательная машина
Диапазон измерения деформации	10мм – 800мм
Масса	<900кг
Максимальная нагрузка	<20кН
Класс точности	0,5
Способ нагрузки	электронная нагрузка
Диапазон регулировки скорости хода	0,05 мм/мин – 500 мм/мин

Анализ результатов показал, что воздействие низких температур приводит к незначительному уменьшению прочностных характеристик. Для дальнейших исследований необходимо детальное исследование структуры образцов.

Таким образом, разработана методика исследования эксплуатационных свойств композиционных слоистых материалов, проведена ее апробация.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Панкевич, Д. К. Ассортимент и свойства мембранных материалов, используемых в производстве одежды для активного отдыха и спорта / Д. К. Панкевич // Качество товаров: теория и практика : материалы докладов международной научно-практической конференции, Витебск, 15-16 ноября 2012 г. / УО "ВГТУ". – Витебск, 2012. – С. 204–206.
2. Панкевич, Д. К. Место мембранных материалов в классификации материалов для одежды / Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин, А. И. Гамульская // 15 Международная научно-инновационная конференция аспирантов, студентов и молодых исследователей с элементами научной школы "Теоретические знания – в практические дела" : сборник материалов конференции : в 2 ч. / Филиал ФГ БОУВПО "МГУТУ им. К. Г. Разумовского" в г. Омске. – Омск, 2014. – Ч. 1. – С. 84–86.
3. Буркин, А. Н. Эксплуатационные свойства текстильных материалов : монография / А. Н. Буркин, А. Н. Махонь, Д. К. Панкевич ; УО "ВГТУ". – Витебск, 2019. – 216 с.
4. Триченков, В. А. Лыжный спорт в Республике Беларусь : учебно-методические материалы / В. А. Триченков, О. А. Манкевич. – Могилев : МГУ имени А.А. Кулешова, 2016. – 100 с.
5. Молькова, И. В. Разработка пакетов материалов для одежды специального назначения и исследование их теплозащитных свойств : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук (05.19.04) / И. В. Молькова ; ИГТА. – Иваново, 2004. – 22 с.
6. Стельмашенко, В. И. Материалы для одежды и конфекционирование : учебник для студ. высш. учеб. заведений / В. И. Стельмашенко, Т. В. Розарёнова. – 2-е изд., допол. – Москва : Издательский центр «Академия», 2010. – 320 с.
7. Бузов, Б. А. Исследование материалов для одежды в условиях пониженных температур (методы и средства) / Б. А. Бузов, А. В. Никитин. – Москва : Легпромбытиздат, 1985. – 224 с.
8. ГОСТ 8978-2003. Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения устойчивости к многократному изгибу ; введ. 2005.09.01. – Москва : Издательство стандартов, 2004. – 12 с.
9. ГОСТ 20876-75. Кожа искусственная. Метод определения морозостойкости в динамических условия ; введ. 1979.01.01. – Москва : Издательство стандартов, 1987. – 6 с.
10. ГОСТ 15162-82. Кожа искусственная и синтетическая и пленочные материалы. Метод определения морозостойкости материалов в статических условиях ; введ. 1983.07.01. – Москва : Издательство стандартов, 1999. – 6 с.
11. ГОСТ 28789-90. Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Испытание на удар при низкой температуре ; введ. 1992.01.01. – Москва : Стандартинформ, 2005. – 7 с.
12. Борозна, В. Д. Разработка методики исследования эксплуатационных свойств искусственных кож / В. Д. Борозна, А. Н. Буркин // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2018. – Вып. 2 (35). – С. 7–17.
13. ГОСТ ISO 5402-1-2014. Кожа. Определение прочности на изгиб. Метод с применением флексометра ; введ. 2016.01.01. – Москва : Издательство стандартов, 2015. – 12 с.
14. Панкевич, Д. К. Влияние многоцикловых нагрузений на разрывные характеристики плащевых материалов / Д. К. Панкевич, Ю. М. Кукушкина // Материалы докладов 47 международной научно-технической конференции преподавателей и студентов / УО "ВГТУ". – Витебск, 2014. – С. 331–334.
15. Панкевич, Д. К. Применение методики многоцикловых нагрузений для оценки изменчивости физико-механических свойств водозащитного материала в процессе эксплуатации / Д. К. Панкевич, Ю. М. Кукушкина // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности : материалы докладов международной научно-технической конференции, 26-27 ноября 2014 г. / УО "ВГТУ". – Витебск, 2014. – С. 194–196.

REFERENCES

1. Pankevich, D. K. Assortment and properties of membrane materials used in the production of clothing for sports and active recreation / D. K. Pankevich // Quality of goods: theory and practice: materials of reports of international conferences. science.-pract. Conf., Vitebsk, 15-16 Nov. 2012 / Vitebsk state technol. Un-t; redcol.: A. N. Burkin [et al.]. – Vitebsk, 2012. – Pp. 204–206.
2. Pankevich, D. K. Place of membrane materials in the classification of materials for clothing / D. K. Pankevich, A. N. Burkin, A. I. Gamulskaya // Theoretical knowledge – in practical matters: collection of articles. Art. 15 int. Scientific Innov. conf. graduate students, students and young researchers with elements of a scientific school, Omsk, 2014 /

FSBEI HPE Moscow «State University of Technology. and management them. K. G. Razumovsky» Branch in Omsk. – Omsk, 2014. – Part 1. – Pp. 84–86.

3. Burkin, A. N. Operational properties of textile materials : monograph / A. N. Burkin, A. N. Mahon, D. K. Pankevich ; EI "VSTU". – Vitebsk, 2019. – 216 p.

4. Trishenkov, V. A. Skiing in the Republic of Belarus : training and methodological materials / V. A. Trachenko, O. A. Mankiewicz. – Mogilev : Mogilev state University named after A. A. Kuleshov, 2016. – 100 p.

5. Molkova, I. V. Development of packages of materials for special purpose clothes and research of their heat-protective properties : dis. on competition of a scientific degree. scientist. tap dance. Cand. technical Sciences (05.19.04) / I. V. Molkova ; IGTA, Ivanovo, 2004. – 22 p.

6. Stelmashenko, V. I. Materials for clothing and packaging : a textbook for students of higher educational institutions / V. I. Stelmashenko, T. V. Razorenova. – 2nd ed., additional. – Moscow : publishing center "Academy", 2010. – 320 p.

7. Buzov, B. A. Study of materials for clothing under low temperatures (methods and means) / B. A. Buzov, A.V. Nikitin. – M. : Legprombytizdat, 1985. – 224 p.

8. GOST 8978-2003. Artificial leather film materials. Methods for determining resistance to multiple bending; intr. 2005.09.-01. – Moscow : IPK standards Publishing house, 2004. – 12 p.

9. GOST 20876-75. Artificial leather. Method of determination of frost resistance in dynamic conditions ; intr. 1979.-01.-01. – Moscow : Publishing house of standards, 1987. – 6 p.

10. GOST 15162-82. Artificial and synthetic leather and film materials. Method of determination of frost resistance of materials in static conditions; intr. 1983.-07.-01. – Moscow : standards Publishing, 1999. – 6 p.

11. GOST 28789-90. Fabrics with rubber or plastic coating. Low temperature impact test; intr. 1992.-01.-01. – Moscow : Standartinform, 2005. – 7 p.

12. Borozna, V. D. Development of methods of research of operational properties of artificial skins / V. D. Borozna, A. N. Burkin // Bulletin of Vitebsk state technological University. – 2018. – Vol. 2 (35). – P. 7–17.

13. GOST ISO 5402-1-2014 Leather. Determination of bending strength. Part 1. Method using flexometer, Intr. 2016.-01.-01. – Moscow : publishing standards, 2015. – 12 p.

14. Pankevich, D. K. Influence of multi-cycle loads on the discontinuous characteristics of cloak materials / D. K. Pankevich, Yu. M. Kukushkina // Materials of reports 47 international scientific and technical conf. teacher and stud., Vitebsk, April 23, 2014 / Vitebsk state. technol. un-t; Editorial: E.V. Vankevich [et al.]. – Vitebsk, 2014. – P. 331–334.

15. Pankevich, D. K. Application of the multi-cycle loading technique for assessing the variability of the physicomechanical properties of a water-protective material during operation / D. K. Pankevich, Yu. M. Kukushkina // Innovative technologies in the textile and light industry: materials of international reports. scientific and technical conf., Vitebsk, November 26 – 27, 2014 / Vitebsk state. technol. un-t; Editorial: A. N. Burkin [et al.]. – Vitebsk, 2014. – P. 194–196.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pankevich, D. K. Assortiment i svojstva membrannyh materialov, ispol'zuemyh v proizvodstve odezhdy dlja aktivnogo otdyha i sporta / D. K. Pankevich // Kachestvo tovarov: teoriya i praktika : materialy dokladov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Vitebsk, 15-16 nojabrja 2012 g. / UO "VGTU". – Vitebsk, 2012. – S. 204–206.

2. Pankevich, D. K. Mesto membrannyh materialov v klassifikacii materialov dlja odezhdy / D. K. Pankevich, A. N. Burkin, A. I. Gamul'skaja // 15 Mezhdunarodnaja nauchno-innovacionnaja konferencija aspirantov, studentov i molodyh issledovatelej s jelementami nauchnoj shkoly "Teoreticheskie znanija – v prakticheskie dela" : sbornik materialov konferencii : v 2 ch. / Filial FG BOUVPO "MGUTU im. K. G. Razumovskogo" v g. Omske. – Omsk, 2014. – Ch. 1. – S. 84–86.

3. Burkin, A. N. Jekspluacionnye svojstva tekstil'nyh materialov : monografija / A. N. Burkin, A. N. Mahon', D. K. Pankevich ; UO "VGTU". – Vitebsk, 2019. – 216 s.

4. Trichenkov, V. A. Lyzhnyj sport v Respublike Belarus' : uchebno-metodicheskie materialy / V. A. Trichenkov, O. A. Mankevich. – Mogilev : MGU imeni A.A. Kuleshova, 2016. – 100 s.

5. Mol'kova, I. V. Razrabotka paketov materialov dlja odezhdy special'nogo naznachenija i issledovanie ih teplozashhitnyh svojstv : avtoref. dis. na soisk. uchen. step. kand. teh. nauk (05.19.04) / I. V. Mol'kova ; IGTA. – Ivanovo, 2004. – 22 s.

6. Stel'mashenko, V. I. Materialy dlja odezhdy i konfekcionirovanie : uchebnik dlja stud. vyssh. ucheb. zavedenij / V. I. Stal'mashenko, T. V. Rozarjonova. – 2-e izd., dopol. – Moskva : Izdatel'skij centr «Akademija», 2010. – 320 s.

7. Buzov, B. A. Issledovanie materialov dlja odezhdy v uslovijah ponizhennyh temperatur (metody i sredstva) / B. A. Buzov, A. V. Nikitin. – Moskva : Legprombytizdat, 1985. – 224 s.

8. GOST 8978-2003. Kozha iskusstvennaja iplenochnye materialy. Metody opredelenija ustojchivosti k mnogokratnomu izgibu ; vved. 2005.09.01. – Moskva : Izdatel'stvo standartov, 2004. – 12 s.

9. GOST 20876-75. Kozha iskusstvennaja. Metod opredelenija morozostojkosti v dinamicheskih uslovija ; vved. 1979.01.01. – Moskva : Izdatel'stvo standartov, 1987. – 6 s.
10. GOST 15162-82. Kozha iskusstvennajai sinteticheskaja i plenochnye materialy. Metod opredelenija morozostojkosti materialov v staticeskih uslovijah ; vved. 1983.07.01. – Moskva : Izdatel'stvo standartov, 1999. – 6 s.
11. GOST 28789-90. Tkani s rezinovym ili plastmassovym pokrytiem. Ispytanie na udar pri nizkoj temperature ; vved. 1992.01.01. – Moskva : Standartinform, 2005. – 7 s.
12. Borozna, V. D. Razrabotka metodiki issledovanija jekspluacionnyh svojstv iskusstvennyh kozh / V. D. Borozna, A. N. Burkin // Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. – 2018. – Vyp. 2 (35). – S. 7–17.
13. GOST ISO 5402-1-2014. Kozha. Opredelenie prochnosti na izgib. Metod s primeneniem fleksometra ; vved. 2016.01.01. – Moskva : Izdatel'stvo standartov, 2015. – 12 s.
14. Pankevich, D. K. Vlijanie mnogociklovyh nagruzhenij na razryvnye harakteristiki plashhevyh materialov / D. K. Pankevich, Ju. M. Kukushkina // Materialy dokladov 47 mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii prepodavatelej i studentov / UO "VGTU". – Vitebsk, 2014. – S. 331–334.
15. Pankevich, D. K. Primenenie metodiki mnogociklovyh nagruzhenij dlja ocenki izmenchivosti fiziko-mehaniceskikh svojstv vodozashhitnogo materiala v processe jekspluacii/ D. K. Pankevich, Ju. M. Kukushkina // Innovacionnye tehnologii v tekstil'noj i legkoj promyshlennosti : materialy dokladov mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, 26-27 nojabrja 2014 g. / UO "VGTU". – Vitebsk, 2014. – S. 194–196.

Статья поступила в редакцию 20.11.2019