

ВЛИЯНИЕ МНОГОКРАТНЫХ СТИРОК НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭКОКОЖ

Ю.И. Марущак, Н.Н. Ясинская

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

При воздействии стирок и иных внешних факторов происходит старение текстильного материала, что негативно отражается на физико-механических свойствах и приводит к уменьшению срока эксплуатации изделия. В работе отражены результаты исследований влияния многократных стирок на физико-механические свойства экокож с полиуретановым покрытием. Образцы подвергались 5, 10 и 15 стиркам в стиральной машине барабанного типа с использованием моющего средства «Бонус» для деликатных тканей белорусского производителя ОАО «БЗПИ» по 30 минут при температуре 40 °С. После каждой стирки образцы подвергались полосканию 5 минут и отжиму вручную без скручивания, и сушке. После завершения каждой стирки и сушки элементарные пробы выдерживали в стандартных климатических условиях в расправленном виде. По результатам исследований установлено, что окраска белорусских экокож устойчива к действию стирок. В процессе стирок материал подвергается комплексному воздействию физико-механических и химических факторов, что приводит к уплотнению структуры тканой основы в результате набухания волокон, что влечёт за собой усадку материала и, как следствие, постепенное снижение воздухопроницаемости и истираемости. Зависимость воздухопроницаемости экокож от количества стирок с высокой степенью достоверности аппроксимации описывается логарифмическим законом. Влияние стирок на изменение линейных размеров исследуемых материалов по утку минимально – усадка не превышает 1 %. Все исследуемые образцы экокож имели наибольшую усадку в направлении основы 0,6–5,2 %.

По результатам исследований составлены рекомендации по режиму стирки экокож с полиуретановым покрытием. Рекомендуется стирка в стиральных машинах барабанного типа при температуре 40 °С 30–60 минут. В качестве моющего рекомендуется применять средство «Бонус» производства ОАО «БЗПИ». Рекомендуется ручной отжим без скручиваний, сушка на ровной поверхности, без попадания прямых солнечных лучей.

Ключевые слова: устойчивость окраски; стирка; полиуретановая композиция; экокожа; воздухопроницаемость; усадка; стойкость к истиранию.

Информация о статье: поступила 19 июня 2023 года.

Статья подготовлена по материалам доклада Международной научно-технической конференции «Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI–2023)».

INFLUENCE OF REPEATED WASHING ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF ECOLEATHER

Yulia I. Maruschak, Natallia N. Yasinskaya

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

ABSTRACT

Exposure to washing and other external factors induces aging in textile materials, adversely affecting their physical and mechanical properties and consequently reducing their lifespan. The study reflects the results of

investigation into the impact of repeated washing on the physical and mechanical properties of eco-leather with a polyurethane coating. The samples underwent 5, 10 and 15 wash cycles in a drum-type washing machine using the "Bonus" detergent for delicate fabrics, produced by the Belarusian manufacturer "BZPI", for 30 minutes at a temperature of 40 °C. Following each wash, the samples were rinsed for 5 minutes, hand-wrung without twisting, and dried. Upon completion of each washing and drying cycle, the elemental samples were stored in standard climatic conditions in a straightened form. The research findings confirmed that the coloring of Belarusian eco-leather is resistant to washing. During the washing process, the material is affected by a combination of physical, mechanical and chemical factors, resulting in the compaction of the structure of the woven base due to fiber swelling. This entails shrinkage of the material and, consequently, a gradual decrease in air permeability and abrasion. The dependence of the breathability of eco-leather on the number of washes is described with a high degree of approximation reliability by a logarithmic law. The influence of washing on the alteration in the linear dimensions of the materials under study is minimal – shrinkage does not exceed 1 %. All studied eco-leather samples exhibited the greatest shrinkage in the direction of the base, ranging from 0.6 to 5.2 %.

Based on the research outcomes, recommendations were formulated for the washing regime of eco-leather with a polyurethane coating. It is advised to wash in drum-type washing machines at a temperature of 40 °C for 30–60 minutes. It is recommended to use the "Bonus" product, produced by "BZPI" Company, as a detergent. Hand-squeezing without twisting, followed by drying on a flat surface away from direct sunlight, is also recommended.

Keywords: color fastness; washable; polyurethane composition; eco leather; air permeability; shrinkage; abrasion resistance.

Article info: received June 19, 2023.

The article was prepared based on the report of the International Scientific and Technical Conference "International Conference on Textile and Apparel Innovation ICTAI–2023".

ВВЕДЕНИЕ

Одной из важных задач текстильной промышленности является сохранение качества выпускаемых изделий, зависящее от многих факторов (условия хранения, эксплуатации, уход за изделием, физико-механические воздействия и т. д.). На сегодняшний день текстильные полотна с полимерным покрытием широко используются в различных областях. Текстильные полотна с полиуретановым микропористым покрытием получили название «экокожа», поскольку они при более экологичном процессе производства сравнимы с натуральной кожей по важнейшим для потребителя показателям. Экокожа – это особый вид материала, получаемый при нанесении вспененной полиуретановой композиции на хлопчатобумажную или хлопкополиэфирную основу [1].

В процессе эксплуатации текстильные материалы и изделия из них подвергаются различного рода загрязнениям, для устранения которых используется процесс стирок. При воздействии стирок материал подвергается комплексному воздействию физико-механических и химических факторов, что приводит к старению материала, которое негативно отражается на

физико-механических свойствах и приводит к уменьшению срока эксплуатации изделия [2, 3]. Соблюдение специальных рекомендаций по стирке, чистке и сушке позволит сохранять свойства текстильных материалов.

Изучаемая экокожа применяется в качестве материала одежного назначения (юбки, платья, брюки), а соответственно, подвергается стиркам и чисткам в процессе эксплуатации изделия. Актуальным является изучение влияния стирок на физико-механические свойства материала и подбор оптимального режима ухода. Цель исследования – разработать рекомендации по уходу за экокожами белорусского производства, позволяющие сохранить высокий уровень физико-механических свойств и внешний вид материала.

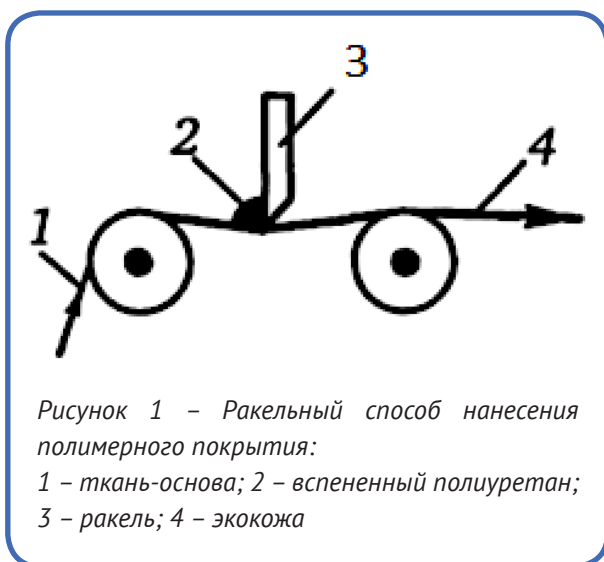
На кафедре «Экология и химические технологии» УО «Витебский государственный технологический университет» проведены исследования влияния стирок на окраску, стойкость к истиранию лицевого покрытия, воздухопроницаемость и линейные размеры текстильных материалов, содержащих полиуретановый слой (экокожа).

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования подготовлены образцы тканей с полиуретановым покрытием (экокожа) различной толщины, полученные в производственных условиях ОАО «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение». Исследуемые образцы представляют собой композиты, образованные сочетанием двух слоев. В качестве основы использовали хлопчатобумажное полотно. Для полимерного покрытия использовали препараты текстильной химии фирмы СНТ (Германия).

Нанесение покрытия осуществлялось в два этапа: основное и финишное. Компоненты композиции вводились по порядку, согласно очередности, указанной в рецептуре. В качестве первого слоя использовали текстильно-вспомогательное вещество tubicoat KLS ECO – соединение стабильной пены для образования эффекта искусственной кожи на основе полиуретана (анионное, рН 8–9). Перед нанесением финишного слоя на химической станции отделочного цеха подготовлена композиция из текстильно-вспомогательных веществ tubicoat KL-TOP F (вязкость 20–30 dPas) и tubicoat FIX H26 (рН 5–6) [4]. Композиция применяется как верхний слой и служит для улучшения гладкости поверхности и достижения сухого грифа.

Нанесение полиуретанового покрытия осуществляется ракельным способом (рисунок 1), который основан на удалении с поверхности ткани избытка полимерной массы при помощи



ракеля (ножа).

Для исследования влияния многократных мокрых обработок на физико-механические свойства экокож использовали методику стирки по ГОСТ ISO 6330-2011 «Материалы текстильные. Методы домашней стирки и сушки для испытаний», с соблюдением требований производителей одежды из подобных материалов [5, 6].

Образцы подвергались 5, 10 и 15 стиркам в стиральной машине барабанного типа с использованием моющего средства «Бонус» [7] для деликатных тканей белорусского производителя ОАО «БЗПИ» по 30 минут при температуре 40 °С, так как не рекомендуется применять хлорсодержащие порошки для подобных материалов. После каждой стирки образцы подвергались полосканию 5 минут и отжиму вручную без скручивания и сушке. После завершения каждой стирки и сушки элементарные пробы выдерживали в стандартных климатических условиях в расправленном виде. Определение физико-механических свойств проводилось не ранее чем через 24 часа после стирки [6].

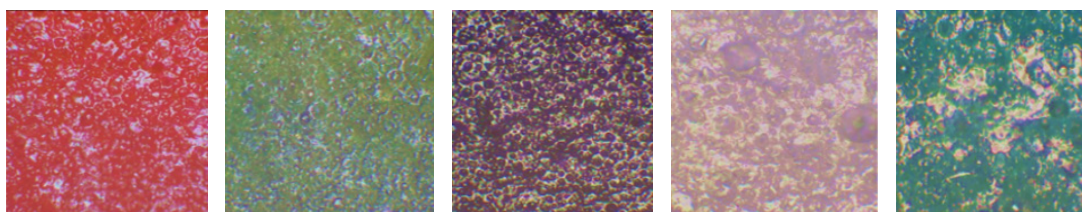
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Для измерения толщины полимерного слоя экокожи и исследования поперечного среза образцов проведена микроскопия в отраженном свете с помощью исследовательского микроскопа Альтами МЕТ 5Т. Данные оптической микроскопии представлены на рисунке 2.

На поверхности материалов видны микропоры, равномерно распределенные. Толщину полимерного слоя определяли как среднее арифметическое длин не менее 10 поперечных линий, проведенных от верхней кромки полимера до текстильной основы с одинаковым шагом. Измерения проводили поперек каждой нити основы. Определяли среднее значение [7].

Воздействие стирок на физико-механические свойства экокож определяли в соответствии со стандартными методами: устойчивость окраски к стирке – по ГОСТ 9733.4, воздухопроницаемость – по ГОСТ 12088-77, изменение линейных размеров после стирки – по ГОСТ 30157.0-95. Большая доля механического износа приходится на истирание [9, 10]. Стойкость к истиранию проверяли на приборе ДИТ-М, имеющем две

Поверхность эконож



Поперечный срез эконож



**Образец
«Розовый»**

**Образец
«Салатовый»**

**Образец
«Черный»**

**Образец
«Голубой»**

**Образец
«Зеленый»**

Рисунок 2 – Данные оптической микроскопии

головки и сменные пальцы. В качестве абразива использовали серошинельное сукно диаметром 25 мм. Испытание проводили при удельном давлении абразива на ткань, равном 1 МПа (1 кгс/см²). Испытывали эконожи при скорости вращения головки прибора 100 об/мин. За результат измерения принимали число циклов вращения головки прибора, при котором произошло видимое невооруженным глазом разрушение полимерного покрытия испытуемой пробы.

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 1.

На рисунке 3 представлена зависимость воздухопроницаемости эконож с полиуретановым покрытием от количества стирок.

Анализируя графики, представленные на рисунке 3, можно сделать вывод, что с увеличением числа стирок воздухопроницаемость у всех образцов эконож последовательно снижается. Уменьшение величины воздухопроницаемости после пяти стирок составляет в среднем от 7,3 % до 46,7 %. После 10 стирок уменьшение данного показателя находится в пределах от 6,1 % до 21,8 %, а после 15 стирок она умень-

шается от 0,7 % до 18 %. Наиболее интенсивное уменьшение показателя воздухопроницаемости в процессе эксплуатации происходит на материалах до пяти стирок.

Модель зависимости воздухопроницаемости от количества стирок для образца № 1:

$$y = -4,323\ln(x) + 34,894 (R^2 = 0,957) . \quad (1)$$

Модель зависимости воздухопроницаемости от количества стирок для образца № 2:

$$y = -5,624\ln(x) + 22,264 (R^2 = 0,9914) . \quad (2)$$

Модель зависимости воздухопроницаемости от количества стирок для образца № 3:

$$y = -4,24\ln(x) + 14,807 (R^2 = 0,9669) . \quad (3)$$

Модель зависимости воздухопроницаемости от количества стирок для образца № 4:

$$y = -3,002\ln(x) + 23,584 (R^2 = 0,9433) . \quad (4)$$

Модель зависимости воздухопроницаемости от количества стирок для образца №5 :

$$y = -3,809\ln(x) + 20,738 (R^2 = 0,9756) . \quad (5)$$

Таблица 1 – Результаты экспериментальных исследований

Образец	Толщина PU покрытия, мкм	Количество стирок	Усадка по основе, %	Усадка по утку, %	Устойчивость окраски к стиркам, баллы
Розовый № 1	477	5	4,8	0,6	5
		10	0,4	0	5
		15	0	0	5
Салатовый № 2	416	5	3,7	0,7	5
		10	0,4	0	5
		15	0	0	5
Черный № 3	879	5	5	0,4	5
		10	0,4	0	5
		15	0	0	5
Голубой № 4	660	5	0,6	0,4	5
		10	0	0	5
		15	0	0	5
Зеленый № 5	138	5	5,2	0	5
		10	0	0	5
		15	0	0	5

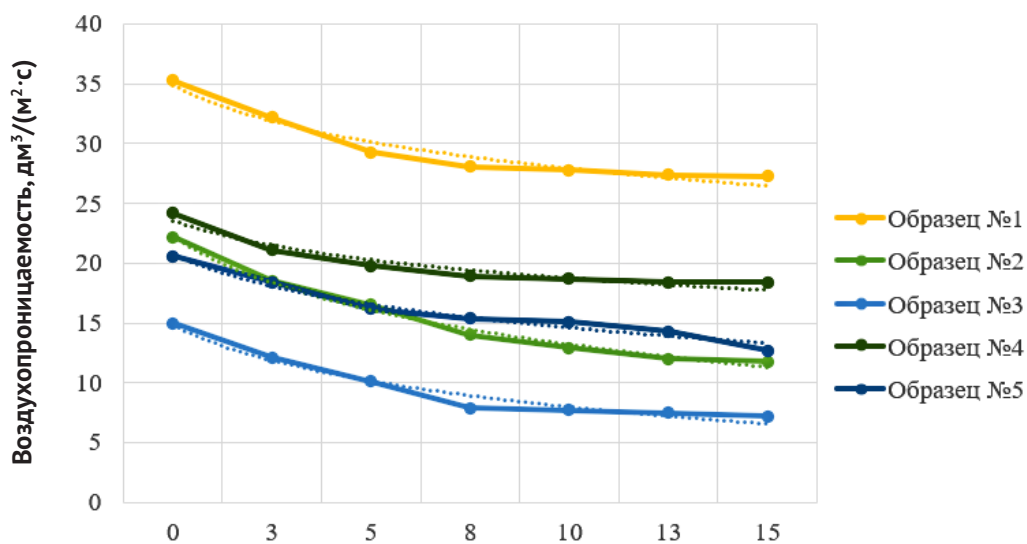


Рисунок 3 – Зависимость воздухопроницаемости от количества стирок

Зависимость воздухопроницаемости эконож от количества стирок с высокой степенью достоверности аппроксимации описывается логарифмическим законом.

На рисунке 4 представлены диаграммы зависимости стойкости к истиранию лицевого полимерного покрытия эконож от количества стирок.

После многократных стирок стойкость полимерного покрытия к истиранию уменьшается для всех образцов незначительно. Стойкость эконож с полиуретановым покрытием к истиранию после многократных стирок снижается в целом на 5,1–20 %. Зависимость стойкости к истиранию лицевого полиуретанового покрытия эконож от количества стирок с высокой степенью достоверности аппроксимации описывается линейным законом.

Влияние стирок на изменение линейных размеров исследуемых материалов по утку минимально – усадка не превышает 0,7 %. Все исследуемые образцы эконож имели наибольшую усадку в направлении основы (не более 5,5 %). После 5 стирок наблюдалось наибольшее изменение линейных размеров. Наибольшую

усадку (5,2 % по основе) имел образец № 5 (таблица 1) с наименьшей толщиной полиуретанового покрытия (138 мкм).

В процессе стирок материал подвергается комплексному воздействию физико-механических и химических факторов, что приводит к уплотнению структуры тканой основы в результате набухания волокон, что влечёт за собой усадку материала и, как следствие, постепенное снижение воздухопроницаемости и истираемости, а также способствует износу полимерного покрытия.

Оценку устойчивости окраски испытуемой рабочей пробы по изменению первоначальной окраски и закрашиванию смежных тканей проводили в соответствии с ГОСТ 9733.0-83. Оценку проводили визуальным сравнением контраста между пробами до и после испытания с контрастами серых эталонов. У образцов окраска не изменила оттенка, контраст ее с первоначальной окраской соответствует контрасту эталона 5-го балла серой шкалы для оценки изменения окраски даже после 15-й стирки.

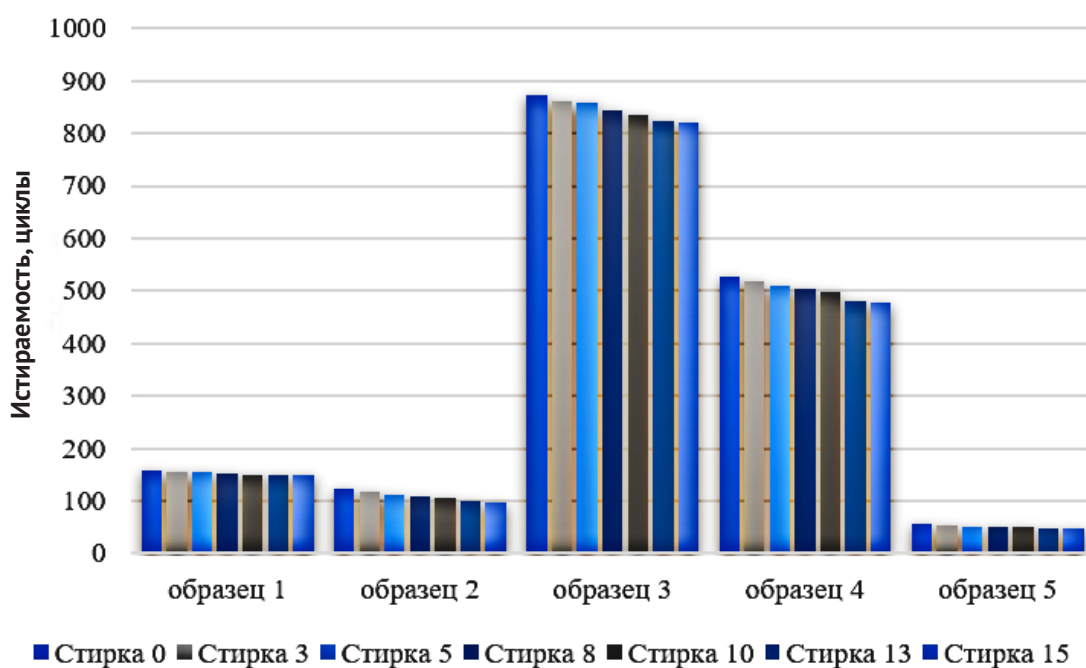


Рисунок 4 – Зависимость стойкости к истиранию от количества стирок

По результатам исследований составлены рекомендации по режиму стирки эकोкож (таблица 2).

Абразивы и средства с содержанием хлора нельзя использовать для чистки такого материала.

ВЫВОДЫ

В результате многократных стирок у эकोкож с микропористым полиуретановым покрытием наблюдается уменьшение их воздухопроницаемости и стойкости к истиранию лицевого покрытия. Уменьшение величины воздухопроницаемости после пяти стирок составляет в среднем от 7,3 % до 46,7 %. После 10 стирок уменьшение данного показателя находится в пределах от 6,1 % до 21,8 %, а после 15 стирок она уменьшается от 0,7 % до 18 %. Наиболее интенсивное уменьшение показателя воздухопроницаемости

в процессе эксплуатации происходит на материалах до пяти стирок. Зависимость воздухопроницаемости эकोкож от количества стирок с высокой степенью достоверности аппроксимации описывается логарифмическим законом, а стойкости к истиранию – линейным. Стойкость эकोкож с полиуретановым покрытием к истиранию после многократных стирок снижается в целом на 5,1–20 %. Влияние стирок на изменение линейных размеров исследуемых материалов по утку минимально – усадка не превышает 0,7 %. Все исследуемые образцы эकोкож имели наибольшую усадку в направлении основы (не более 5,5 %). По результатам экспериментальных исследований установлено, что окраска эकोкож белорусского производства устойчива к действию стирок. Выработаны рекомендации по режиму стирки эकोкож белорусского производства.

Таблица 2 – Рекомендации по режиму стирки эकोкож

Режим стирки	Нормируемое значение
Вид стирки	В стиральных машинах барабанного типа
Температура	40 °С
Время	30–60 минут
Чистящие средства	Моющее средство «Бонус» производства ОАО «БЗПИ» Оптимально применять мягкие гели для стирки
Отжим	Вручную, без скручиваний
Сушка	На ровной поверхности желательно без попадания прямых солнечных лучей

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бекашева, А. С. (2015), Характеристики и свойства эकोкожи – материала, имитирующего натуральную кожу, *Вестник Казанского технологического университета*, 2015, № 16, С. 134–136.
2. Марущак, Ю. И., Ясинская, Н. Н., Скобова, Н. В. (2022), Исследование влияния температуры сушки на качество «экокожи», *Материалы Международной научно-практической конференции Лёгкая промышленность: проблемы и перспективы*, Омск, 2022, С. 52–57.
3. Вишневецкая, О. В. (2016), Восстановление свойств текстильных материалов с покрытием после многократных стирок, *Вестник технологического университета*, 2016, № 19, С. 101–103.
4. Марущак, Ю. И., Ясинская, Н. Н., Петюль, И. А. (2023), Разработка номенклатуры показателей качества и оценка свойств эकोкож, *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 2 (404), Иваново, 2023, С. 103–111.

5. Панкевич, Д. К., Лобацкая, Е. М., Дорошенко, Е. М. (2015), Исследование влияния стирок на свойства мембранных материалов, *Материалы Международной научно-технической конференции Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности «Инновации – 2015»*, Москва, 2015, С. 31–34.
6. ГОСТ ISO 6330-2011. *Материалы текстильные. Методы домашней стирки и сушки для испытаний*, Введ. 2012-07-01, Стандартиформ, Москва, 2013, 19 с.
7. СТБ 1669-2006. *Средства моющие синтетические. Общие технические условия*, Введ. 2007-01-01, Госстандарт, Минск, 2007, 6 с.
8. Панкевич, Д. К., Кукушкин, М. Л. (2017), Влияние многоциклового механических нагрузок на структуру водозащитных материалов с полиэфируретановой мембраной, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2017, № 1 (32), С. 99–108.
9. Бузов, Б. А., Румянцева, Г. П. (2012), *Материалы для одежды. Ткани*. – М.: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2012. – 224 с.
10. Вишневецкая, О. В. (2016), Современные методы нанесения покрытия на текстиль, *Вестник технологического университета*, 2016, № 18, С. 69–72.

REFERENCES

1. Bekasheva, A. S. (2015), Characteristics and properties of eco-leather – a material that imitates natural leather [Характеристики и свойства экокочзи – материала, имитирующего натуральную кожу], *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta – Herald of Kazan Technological University*, 2015, № 16, pp. 134–136.
2. Marushchak, Yu. I., Yasinskaya, N. N., Skobova, N. V. (2022), Study of the effect of drying temperature on the quality of "eco-leather" [Исследование влияния температуры сушки на качество «экокочзи»], *Materials of the International Scientific and Practical Conference Light Industry: Problems and Prospects*, Omsk, 2022, pp. 52–57.
3. Vishnevskaya, O. V. (2016), Restoring the properties of coated textile materials after repeated washings [Восстановление свойств текстильных материалов с покрытием после многократных стирок], *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta – Herald of Technological University*, 2016, № 19, pp. 101–103.
4. Marushchak, Yu. I., Yasinskaya, N. N., Petyul, I. A. (2023), Development of a nomenclature of quality indicators and assessment of the properties of eco-leathers [Разработка номенклатуры показателей качества и оценка свойств экокочзи], *Izvestija vysshih uchebnykh zavedenij. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti – Proceedings of higher educational institutions. Textile technology*, № 2 (404), Ivanovo, 2023, pp. 103–111.
5. Pankevich, D. K., Lobatskaya, E. M., Doroshenko, E. M. (2015) Study of the influence of washing on the properties of membrane materials [Исследование влияния стирок на свойства мембранных материалов], *Materials of the International Scientific and Technical Conference Design, Technologies and Innovations in the Textile and Light Industry "Innovations – 2015"*, Moscow, 2015, pp. 31–34.
6. GOST ISO 6330-2011. *Textile materials. Home washing and drying methods for testing*, Vved. 2012-07-01, Standardinform, Moscow, 2013, 19 p.
7. STB 1669-2006. *Synthetic detergents. General technical conditions*, Vved. 2007-01-01, Gosstandart, Minsk, 2007, 6 p.
8. Pankevich, D. K., Kukushkin, M. L. (2017), The influence of high-cycle mechanical loads on the structure of waterproof materials with a polyetherurethane membrane [Влияние многоциклового механических нагрузок на структуру водозащитных материалов с полиэфируретановой мембраной], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – Vestnik of the Vitebsk State Technological University*, 2017, № 1 (32), pp. 99–108.
9. Buzov, B. A., Rumyantseva, G. P. (2012), *Materials for clothing Fabrics [Materialy dlya odezhdy. Tkani]*. – М.: FORUM, INFRA-M, 2012. – 224 p.

10. Vishnevskaya, O. V. (2016), Modern methods of coating textiles [Sovremennyye metody nanoseniya pokrytiya na tekstil'], *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta – Herald of Technological University*, 2016, № 18, pp. 69–72.

Информация об авторах

Information about the authors

Марущак Юлия Игоревна

Аспирант кафедры «Экология и химические технологии», Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь. E-mail: tonk.00@mail.ru

Ясинская Наталья Николаевна

Доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Экология и химические технологии», Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь. E-mail: yasinskaynn@rambler.ru

Yulia I. Maruschak

Postgraduate Student of the Department “Ecology and Chemical Technologies”, Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus. E-mail: tonk.00@mail.ru

Natallia N. Yasinskaya

Doctor of Science (in Engineering), Associate Professor, Chair of the Department “Ecology and Chemical Technologies”, Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus. E-mail: yasinskaynn@rambler.ru