

## РАЗРАБОТКА НОМЕНКЛАТУРЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И ОЦЕНКА СВОЙСТВ ЭКОКОЖ

### DEVELOPMENT OF QUALITY INDICATORS NOMENCLATURE AND EVALUATION OF ECO-LEATHER PROPERTIES

Ю.И. МАРУЩАК, Н.Н. ЯСИНСКАЯ, И.А. ПЕТЮЛЬ

YU.I. MARUSHCHAK, N.N. YASINSKAYA, I.A. PETYUL

(Витебский государственный технологический университет, Беларусь)

(Vitebsk State Technological University, Belarus)

E-mail: tonk.00@mail.ru, yasinskaynn@rambler.ru, petyul@inbox.ru

*В статье рассмотрены инновационные материалы – ткани с PU покрытием (экокожи) одежного назначения (Беларусь). Проведенный анализ научной литературы позволил установить перечень стандартов, регламентирующих требования к подобным материалам, однако предлагаемые номенклатуры показателей качества являются устаревшими и недостаточными. В целях совершенствования нормативного обеспечения проведена экспертная оценка технологических, потребительских и эксплуатационных свойств экокож одежного назначения, на основании которой выявлены наиболее значимые характеристики. По результатам составлена номенклатура показателей качества, в соответствии с которой проведены исследования по оценке физико-механических свойств экокож белорусского производства. Полученные данные позволяют сделать вывод, что ткани с PU покрытием, производимые по современной технологии, успешно заменяют кожи натурального происхождения. Результатом работы является проект технических условий "Ткани одежные с полиуретановым покрытием", который позволит производить контроль выпускаемой продукции и обеспечит возможность оценить соответствие отечественных тканей с покрытием передовым зарубежным аналогам.*

*The article discusses innovative materials – fabrics with PU coating (eco-leather) for clothing purposes (Belarus). The analysis of the scientific literature made it possible to establish a list of standards regulating the requirements for such materials, however, the proposed nomenclature of quality indicators are outdated and inaccurate. In order to improve regulatory support, an expert assessment of technological, consumer and operational properties of eco-leather for clothing purposes was carried out, on the basis of which the most significant characteristics were identified. Based on the results, a nomenclature of quality indicators was compiled, on the basis of which studies were conducted to assess the physical and mechanical properties of eco-leather of Belarusian production. The data obtained allow us to conclude that PU-coated fabrics produced using modern technology will successfully replace natural leather. The result of the work is a draft of the technical specifications "Clothing fabrics with polyurethane coating", which will allow monitoring of manufactured products and will provide an opportunity to assess the compliance of domestic fabrics with the coating with advanced foreign analogues.*

**Ключевые слова:** экокожа, ткань, полиуретановое покрытие, номенклатура показателей, качество, физико-механические показатели, гигиенические показатели, технические условия.

**Keywords:** eco-leather, fabric, polyurethane coating, nomenclature of indicators, quality, physical and mechanical indicators, hygienic indicators, technical conditions.

### *Введение*

В последние годы в легкой промышленности особую актуальность приобретают многофункциональные текстильные материалы, которые обладают комплексными свойствами. Одной из распространенных и экономически выгодных технологий получения таких материалов является нанесение полимерных композиций с различными свойствами на текстильные полотна (ткань, трикотаж, нетканые материалы) [1], [2].

Сегодня полимерные покрытия широко используются при изготовлении текстильных материалов технического и бытового назначения, а также изделий легкой промышленности, полностью или частично заменяя натуральные. Одним из наиболее распространенных полимеров для формирования функциональных покрытий является полиуретан (далее – PU). Полиуретановые композиции приобрели популярность благодаря своей устойчивости к старению, высокой стойкости к воздействию окружающей среды и низкой температуре стеклования, которая, по сути, является нижней точкой морозостойкости для эластомеров.

Известно, что на основе полиуретановых покрытий возможно получение материала *экокожа* [3...5]. Анализ научных работ выявил, что трактовка термина *экокожа* различна. За этим названием может скрываться, например, полимерное покрытие, нанесенное на натуральный спилок, или же композитное полотно, где в качестве основы используется текстильное полотно, а в качестве матрицы – полимерное покрытие (PU, ПВХ). В целом этот материал может иметь множество разновидностей и прежде всего потому, что нет единого общемирового определения термина *экокожа*. Бекашева А.С. подразумевает под экокожей

материал, полученный в результате нанесения полимерной пленки на хлопковую основу [3]. В рамках данной работы используется трактовка Бекашевой А.С. [3] с некоторым дополнением – в качестве полимерной пленки используется полиуретановая композиция.

Полиуретан в отличие от винила не требует добавления пластификаторов, поэтому готовый материал с таким покрытием не растрескивается и не отслаивается, а остается мягкий и эластичный в течение всего времени эксплуатации. Главным преимуществом текстильных материалов с PU покрытием является полное отсутствие выделения химических веществ при эксплуатации, по своим характеристикам этот современный материал ни в чем не уступает натуральной коже, благодаря чему его и называют экокожей [3]. За последнее столетие экологическое сознание значительно возросло. Потребители стали более бдительными и учитывают экологические и токсикологические аспекты товаров и изделий, которые они используют в повседневной жизни. Соответственно аспект производства текстильных изделий без воздействия на экологический баланс является важным направлением деятельности.

Ткани с нанесенным на них полимерным покрытием, имитирующие натуральную кожу, стали популярным материалом для производства одежды, галантерейных изделий и обивки мебели. Однако для пошива изделий материал в основном импортируется из Китая и Турции. Высокий уровень конкуренции влечет за собой стремление белорусских предприятий к постоянной модернизации. Внедрение инноваций позволит повысить конкурентоспособность предприятий и отказаться от импортируемых товаров в пользу отечественной продукции. На сегодняшний день

на ОАО "Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение" (далее – ОАО "БПХО") (Беларусь) освоена технология и выпущены опытные партии инновационной продукции – тканей с полиуретановым покрытием, которые по своим свойствам похожи на натуральные кожи. В Республике Беларусь создание данного материала находится на стадии становления и развития, соответственно информация о физико-механических свойствах таких материалов изучена не до конца, а национальные стандарты на подобный материал отсутствуют. Вследствие этого определение показателей качества, проведение исследований по оценке физико-механических свойств тканей с PU покрытием и на основе полученных данных разработка нормативной документации является одним из актуальных направлений текстильного материаловедения и развития отечественной легкой промышленности.

#### *Объект и методы исследований*

В качестве объектов исследования выбраны опытные образцы тканей с полиуретановым покрытием, полученные в производственных условиях ОАО "БПХО". Исследуемые образцы представляют собой композиты, образованные сочетанием двух слоев (рис. 1 – структура ткани с полимерным покрытием).

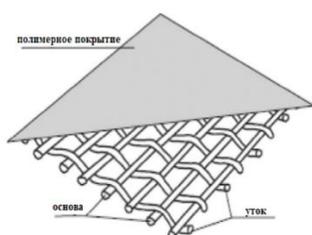


Рис. 1

В качестве основы использовали хлопчатобумажное полотно поверхностной плотностью 166,0 г/м<sup>2</sup>. В качестве полимерного покрытия использовали вспененную полиуретановую композицию, обладающую высокой износостойкостью, морозостойкостью и малым удельным весом (СНТ, Германия).

Нанесение покрытия осуществлялось в два этапа: основное и финишное. Нарработка

опытных образцов проводилась на сушильно-ширильной машине с узлом покрытия ф. "YAMUNA" (Индия). Нанесение полиуретанового покрытия осуществляется шаберным способом, который основан на удалении с поверхности ткани избытка полимерной массы при помощи шабера (ножа).

Для изучения морфологии поверхности исследуемых образцов проведена микроскопия поверхности и поперечного среза в отраженном свете с помощью исследовательского микроскопа Альтами МЕТ 5Т, оснащенного видеоокулярном и программным обеспечением для просмотра и работы с изображением на компьютере. Данные оптической микроскопии представлены на рис. 2.

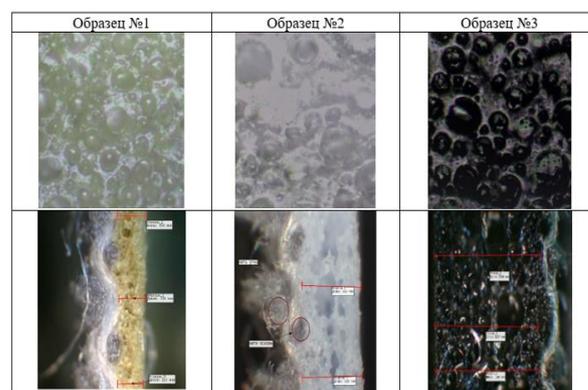


Рис. 2

На поверхности материала видны микрорпоры, равномерно распределенные по всей поверхности, что свидетельствует о воздухопроницаемости материала. С помощью инструментов "отрезок" программного обеспечения определена толщина полимерного покрытия и всего исследуемого материала. Усреднённые результаты замеров представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Толщина полимерного покрытия, мм			Толщина всего материала, мм		
Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №1	Образец №2	Образец №3
0,22	0,61	1,13	0,47	0,88	1,35

Анализ литературных источников и научно-технической документации пока-

зал, что на сегодняшний день отсутствуют национальные стандарты, устанавливающие требования к тканям с полиуретановым покрытием (экокожа) одежного назначения. Большинство исследователей относят тканые текстильные материалы, покрытые полимерным слоем, к искусственным кожа [3...6]. Стандартами на подобные материалы являются:

– ГОСТ 28461 "Кожа искусственная одежная. Общие технические условия" [7];

– ГОСТ Р 56621 "Кожа искусственная одежная. Общие технические условия" [8].

Однако существующие номенклатуры показателей качества являются устаревшими и недостаточными, поскольку современные экокожи обладают новыми, улучшенными свойствами, которые отличаются от характеристик материалов, изготавливаемых в 90-х годах. Актуальным является совершенствование нормативной базы для оценки качества экокож одежного назначения в направлении уточнения номенклатуры показателей качества с учетом требований, установленных в рассматриваемых стандартах. На основании разработанной номенклатуры будет возможным разработка технических условий, которые позволят производить контроль выпускаемой продукции и обеспечат возможность оценить соответствие отечественных тканей с покрытием передовым зарубежным аналогам.

С учетом требований, предъявляемых к подобным материалам [7], [8], составлен перечень показателей. Некоторые характеристики, например индекс токсичности, содержание свободного формальдегида и т.д., не были включены в перечень для оценки, поскольку их соответствие нормам подразумевается обязательным соблюдением требований ТР ТС 017/2011 "О безопасности продукции легкой промышленности" [9].

Для выявления наиболее значимых показателей качества экокожи одежного назначения (юбки, брюки, жилеты, пиджаки) проведен опрос специалистов предприятий легкой промышленности. Экспертам предлагалось дать ранговую оценку заранее определенного количества показате-

телей. Для оценки предложены следующие показатели качества:  $X_1$  – прочность на продавливание,  $X_2$  – водопаропроницаемость,  $X_3$  – стойкость к растрескиванию при низких температурах,  $X_4$  – коэффициент паропроницаемости,  $X_5$  – устойчивость окраски к стирке,  $X_6$  – устойчивость окраски к трению,  $X_7$  – воздухопроницаемость,  $X_8$  – масса 1 м<sup>2</sup>,  $X_9$  – разрывная нагрузка и разрывное удлинение,  $X_{10}$  – жесткость,  $X_{11}$  – прочность связи полимерного покрытия с основой,  $X_{12}$  – устойчивость к многократному изгибу,  $X_{13}$  – сопротивление раздиранию,  $X_{14}$  – водоупорность,  $X_{15}$  – величина прогиба от многократного растяжения [10...12]. На рис. 3 представлено распределение значимости показателей качества экокожи одежного назначения.

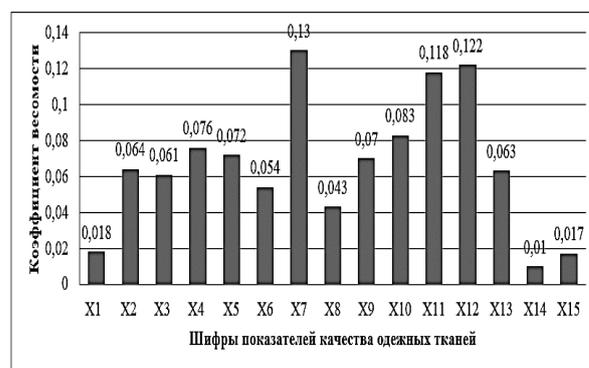


Рис. 3

Для оценки согласованности мнений экспертов определялся коэффициент конкордации  $W$ , который составил 0,86. Оценка значимости коэффициента  $W$  с помощью критерия Пирсона показала, что коэффициент конкордации значим с вероятностью не менее 0,99. Анализ результатов экспертной оценки позволил установить наиболее значимые показатели качества для экокожи с PU покрытием одежного назначения. К их числу относятся показатели с шифрами:  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_7$ ,  $X_9$ ,  $X_{10}$ ,  $X_{11}$ ,  $X_{12}$ . Как видно, для рассмотренной группы материалов эксперты прежде всего выбирают показатели, определяющие прочностные характеристики и эластичность материалов. Обобщив результаты, составили номенклатуру показателей качества.

Испытания по определению основных характеристик исследуемых тканей с PU покрытием проводились на основании разработанной номенклатуры показателей качества. Перед испытанием образцы вы-

держивали в климатических условиях по ГОСТ 10681 не менее 24 ч. В табл. 2 представлены результаты определения физико-механических свойств экокож с PU покрытием и методики испытаний.

Т а б л и ц а 2

Показатель	Значения показателей			Метод испытаний
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	
Разрывная нагрузка Н, основа/уток	1213/759	1253/788	770/619	ГОСТ ISO 1421 (метод 1)
Разрывное удлинение, %, основа/уток	16.5/23.5	18/25.5	11.5/25.5	ГОСТ ISO 1421 (метод 1)
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> ·с	38.7	43.9	64.7	ГОСТ 12088
Коэффициент паропроницаемости, мг/см <sup>2</sup> ·ч	15.0	14.0	13.4	Метод "стаканчики"
Устойчивость окраски к стирке, балл	5	5	5	ГОСТ 9733.4
Жесткость, мкН·см <sup>2</sup> , основа/уток	9393/14674	22940/38456	70999/58659	ГОСТ 10550-93 (консольный метод)
Прочность связи пленочного покрытия с основой, даН/см	–	–	–	ГОСТ 17317
Устойчивость к многократному изгибу, число изгибов	15000	15000	15000	ГОСТ ISO 5402-1

Для исследования паропроницаемости материалов выбран гравиметрический метод, реализованный с помощью испытательного комплекта "Sampler 2000", прилагающегося к анализатору влажности "Radwag" М-50 [13], [14]. Коэффициент паропроницаемости определяли расчетным методом как отношение массы водяных паров, прошедших через пробу материала, к площади образца материала и времени испытания (традиционный метод "стаканчики"). Для определения устойчивости окраски исследуемых тканей с полиуретановым покрытием к стирке использовали режим "Стирка 1" с применением мыла олеинового текстильного 0,005 г/см<sup>3</sup> при температуре 40 °С в течение 30 минут. Многоциклового изгиб образцов выполнялся с помощью флексометра ИПК-2М, установленного в климатической камере УТН-408-40-1Р. При определении прочности связи пленочного покрытия с основой в соответствии с ГОСТ 17317-88, если пробы не поддаются расслаиванию, испытание не проводят и в протоколе испытания следует указать: "Материал не расслаивается".

#### Результаты и обсуждение

Текстильные изделия с покрытием, такие, как экокожа, приобретают свойства материалов, из которых они изготовлены. Прочность ткани с покрытием является прежде всего функцией характеристики "усилие-удлинение" отдельных нитей. Несмотря на одинаковую плотность нитей основы и утка, характеристики ткани в двух взаимно перпендикулярных направлениях различны. Это вызвано различной степенью искривления нитей основы и утка в системе переплетения ткани в связи с их неодинаковым натяжением как в ткацком процессе, так и в процессе нанесения покрытия. Таким образом, обработанная ткань характеризуется различием удлинений в направлениях основы и утка. Те же технологические причины обуславливают и анизотропию прочности ткани: уточные нити при растяжении испытывают более значительные поперечные усилия, что несколько снижает их эффективную прочность по сравнению с нитями основы.

Более высокая прочность на разрыв достигается за счет обеспечения некоторой подвижности волокон и нитей внутри

структуры. Когда покрытие наносится поверх ткани, степень возможной подвижности внутри структуры почти всегда снижается. В результате PU покрытие снижает прочность тканей на разрыв.

По справочным данным, в большинстве случаев воздухопроницаемость кожи с лицевым покрытием находится в пределах 10-100  $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$ . Выше ее значения присущи козам с белковыми покрытиями, низкие – в равной мере козам с нитроцеллюлозными и акриловыми покрытиями. Существуют кожи с лицевым покрытием, совершенно не пропускающие воздух. По результатам исследований установлено, что воздухопроницаемость опытных образцов находится в числовом диапазоне для кож с покрытием, что говорит о достаточно хорошей воздухопроницаемости исследуемой экокожи. Образец №3 обладает лучшей воздухопроницаемостью, что соответствует требованиям технического регламента ТР ТС 017. Данное явление обусловлено более рыхлой структурой образца.

На рис. 4 представлены кинетические кривые паропрооницаемости исследуемых экокож с PU покрытием.

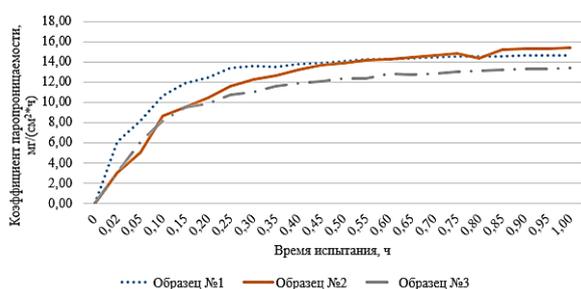


Рис. 4

Анализируя полученные графики (рис. 4), можно сделать вывод, что с увеличением толщины и плотности ткани (большая толщина полимерного покрытия) происходит снижение паропрооницаемости всего материала. В первый период испытания (20 минут) наблюдается повышение коэффициента паропрооницаемости, что свидетельствует об интенсивном заполнении пористой структуры материала парами влаги. В последующий промежуток време-

ни увеличение показателей коэффициента паропрооницаемости происходит менее динамично, а различия в показателях коэффициента паропрооницаемости разных образцов менее выражены. Дать оценку полученным результатам исследования затруднительно, так как невозможно провести объективные сравнения паровыводящих свойств разных материалов ввиду отсутствия общепринятой методики определения показателей паропрооницаемости [13], [14]. Паропрооницаемость для разных кож составляет от 0,5 до 11,6  $\text{мг}\cdot\text{см}^2/\text{ч}$ . Например, паропрооницаемость хромовых кож без покрытий достигает 7-11,6  $\text{мг}\cdot\text{см}^2/\text{ч}$ , лаковых кож – 1,1  $\text{мг}\cdot\text{см}^2/\text{ч}$ . Анализируя данные табл. 2, отметим, что опытные образцы с PU покрытием обладают лучшей паропрооницаемостью, чем, например, лаковые и хромовые кожи с покрытием, что дает преимущество исследуемому материалу перед некоторыми видами кож.

Согласно данным табл. 2 ткани с полиуретановым покрытием устойчивы к воздействию стирок, окраска не изменила оттенка для всех исследуемых образцов. Жесткость экокож с PU покрытием зависит от толщины полимерного покрытия. У образца №1, имеющего наименьшую толщину, наблюдается минимальная жесткость, а у образца №3, имеющего наибольшую толщину, – большая жесткость.

При определении прочности связи пленочного покрытия с основой для облегчения расслаивания пробу на несколько миллиметров с края погружали в растворитель, ослабляющий прочность связи между слоями. Так как пробы не поддаются расслаиванию, делаем заключение, что материал не расслаивается.

При определении устойчивости к многократному изгибу образцы контролировали после воздействия 500, 1000, 5000, 10000, 15000 циклов. По результатам исследования выявлено, что образцы с полиуретановым покрытием хорошо выдерживают многократный изгиб в нормальных условиях.

На основании разработанной номенклатуры показателей качества и информации о физико-механических свойствах тканей с PU покрытием, полученной в ходе данного исследования, составлен проект технических условий "Ткани одежные с полиуретановым покрытием".

В разделе "Технические требования" устанавливаются обязательные показатели продукции и их нормируемые значения, которым должна соответствовать продукция, представленная в ТУ (табл. 3 – физико-механические показатели тканей с покрытием одежного назначения).

Т а б л и ц а 3

Наименование показателя	Значение показателя	Методы испытаний
Жесткость, мкН·см <sup>2</sup> , не более: в продольном направлении в поперечном направлении	25000 20000	ГОСТ 10550-93
Разрывная нагрузка, даН, не менее: в продольном направлении в поперечном направлении	15,0 10,0	ГОСТ 3813-72
Прочность связи пленочного покрытия с основой, даН/см (кгс/см), не менее	0,3	ГОСТ 17317-88
Устойчивость к многократному изгибу, число изгибов, не менее	3000	ГОСТ 13868-74

На сегодняшний день требования безопасности текстильной продукции должны соответствовать ТР ТС 017/2011. Здесь отмечается, что текстильные материалы характеризуются показателями биологиче-

ской и химической безопасности. В связи с этим данные пункты отражены в ТУ (табл. 4 – нормы биологических показателей тканей с покрытием одежного назначения).

Т а б л и ц а 4

Наименование показателя	Значение показателя	Методы испытаний
Воздухопроницаемость, дм <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·с), не менее	20	ГОСТ 12088-77
Устойчивость окраски к стирке, балл, не менее	3	ГОСТ 9733.4-83
Устойчивость окраски к сухому трению, балл, не менее	3	ГОСТ 9733.27-83
Уровень напряженности электростатического поля на поверхности материалов, кВ/м, не более	15	СанПиН 9-29.7-95
Интенсивность запаха продукции в естественных условиях, балл, не более	2	Инструкция №1.1.10-1296

Под биологической безопасностью подразумевается состояние продукции, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда здоровью или угрозой жизни потребителя.

На сегодняшний день проект технических условий "Ткани одежные с полиуретановым покрытием" согласован с производителем продукции и подлежит государственной регистрации.

## В Ы В О Д Ы

Проведенный анализ научной документации выявил, что в настоящее время отсутствуют национальные стандарты, рас-

пространяющиеся на ткани с полиуретановым покрытием одежного назначения, а существующие межгосударственные стандарты содержат устаревшую и недостаточную для современных экокож номенклатуру показателей качества.

В результате опроса специалистов предприятий легкой промышленности разработана номенклатура показателей качества и определены наиболее значимые из них для материалов одежного назначения. Оценка качества нового материала по всему предложенному перечню даст полное представление о качественных характеристиках экокожи.

Исследованы физико-механические и гигиенические показатели инновационных экокож белорусского производства. Доказано, что ткани с PU покрытием, производимые по современной технологии, приближены по свойствам к натуральным козам, не уступают по качеству зарубежным аналогам и успешно заменяют кожи натурального происхождения при изготовлении изделий легкой промышленности. По результатам исследований разработан проект технических условий "Ткани одежные с полиуретановым покрытием", который позволит производить контроль выпускаемой продукции и обеспечит возможность оценить соответствие отечественных экокож передовым зарубежным аналогам.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ясинская Н.Н., Ольшанский В.И., Коган А.Г. Композиционные текстильные материалы. Витебск: ВГТУ, 2015.
2. Бузов Б.А., Румянцев Г.П. Материалы для одежды. Ткани. М.: ФОРУМ, 2012.
3. Бекашева А.С. Характеристики и свойства экокожи – материала, имитирующего натуральную кожу // Вестник Казанского технологического университета. 2015. №16. С.134...136.
4. Вишневецкая О.В. Современные методы нанесения покрытия на текстиль // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №18. С. 69...72.
5. Chen Y., Lloyd D.W. Mechanical Characteristics of Coated Fabrics // Journal of the Textile Institute. 1995. №86. P. 690...700.
6. Bridgens B.N., Gosling P.D. NURBS representation of coated woven fabric behaviour // Conference Proceedings of the sixth conference on Computational structures technology. 2002. P. 219...221.
7. ГОСТ 28461-90. Кожа искусственная одежная. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2005.
8. ГОСТ Р 56621-2015. Кожа искусственная одежная. Общие технические условия. М.: Стандартинформ, 2016.
9. ТР ТС 017/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности продукции легкой промышленности. Принят решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 876 // Справочная правовая система "КонсультантПлюс". Дата обращения 04.01.2023.
10. Панкевич Д.К. Оценка эксплуатационных свойств композиционных слоистых текстильных материалов для водозащитной одежды: дис. ... канд. техн. наук: 05.19.01. Витебск: ВГТУ, 2017.

11. Vesna M.P.M., Zenun S. Mechanical Properties of Polyurethane Coated Knitted Fabrics // Fibres and Textiles in Eastern Europ. 2013. №100 (4). P.86...91.
12. Zhang Y., Zhang Q. Mechanical properties of polyvinylchloride-coated fabrics processed with Pre-contraint (R) technology // Journal of Reinforced Plastics and Composites. 2021. №31 (23). P. 1670...1684.
13. Панкевич Д.К., Лобацкая Е.М. Исследование паропроницаемости водозащитных композиционных слоистых материалов // Новое в технике и технологии в текстильной и легкой промышленности. Витебск: ВГТУ, 2015. С. 79...81.
14. Дрозд М.И., Марцинкевич Т.Ф., Михалко М.Н. Оценка паропроницаемости трикотажных бельевых полотен // Вестник Витебского государственного технологического университета. 2012. № 23 (2). С. 34.

#### REFERENCES

1. Yasinskaya N.N., Olshansky V.I., Kogan A.G. Composite textile materials. Vitebsk: VSTU, 2015.
2. Buzov B.A., Rummyantsev G.P. Materials for clothing. Fabrics. M.: FORUM, 2012.
3. Bekasheva A.S. Characteristics and properties of eco-leather – a material imitating natural leather // Bulletin of the Kazan Technological University. 2015. №16. P.134...136.
4. Vishnevskaya O.V. Modern methods of coating on textiles // Bulletin of Kazan Technological University. 2016. №18. P.69...72.
5. Chen Y., Lloyd D.W. Mechanical Characteristics of Coated Fabrics // Journal of the Textile Institute. 1995. №86. P. 690...700.
6. Bridgens B.N., Gosling P.D. NURBS representation of coated woven fabric behaviour // Conference Proceedings of the sixth conference on Computational structures technology. 2002. P. 219...221.
7. GOST 28461-90. Artificial leather clothing. General technical conditions. M.: Standartinform, 2005.
8. GOST R 56621-2015. Artificial clothing leather. General technical conditions. M.: Standartinform, 2016.
9. TR CU 017/2011. Technical regulations of the Customs Union. On the safety of light industry products, adopted by the decision of the Customs Union Commission dated 09.12.2011 №876. The legal system "ConsultantPlus". Yes-the date of the appeal 04.01.2023.
10. Pankevich D.K. Evaluation of the operational properties of composite layered textile materials for waterproof clothing: dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.19.01. Vitebsk: VSTU, 2017.
11. Vesna M.P.M., Zenun S. Mechanical Properties of Polyurethane Coated Knitted Fabrics // Fibers and Textiles in Eastern Europ. 2013. №100 (4). P. 86...91.
12. Zhang Y., Zhang Q. Mechanical properties of polyvinyl chloride-coated fabrics processed with Pre-contraint (R) technology // Journal of Reinforced Plastics and Composites. 2021. №31 (23). P. 1670...1684.

13. Pankevich D.K., Lobatskaya E.M. Investigation of vapor permeability of waterproof composite layered materials // New in engineering and technology in textile and light industry. Vitebsk: VSTU, 2015. P. 79...81.

14. Drozd M.I., Martsinkevich T.F., Mikhalko M.N. Evaluation of vapor permeability of knitted linen

cloths // Bulletin of the Vitebsk State Technological University. 2012. No. 23 (2). P. 34.

Рекомендована кафедрой экологии и химических технологий ВГТУ. Поступила 27.02.23.

---