

МНОГОСЛОЙНЫЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ ТЕКСТИЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ ОДЕЖНОГО И ГАЛАНТЕРЕЙНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

MULTILAYER COMPOSITE TEXTILE MATERIAL FOR CLOTHING AND HABERSHINERY PURPOSE

Ю.И. Марущак, Н.Н. Ясинская
Yu.I. Marushchak, N.N. Yasinskaya

Витебский государственный технологический университет (Республика Беларусь)
Vitebsk State Technological University (Republic of Belarus)
E-mail: tonk.00@mail.ru, yasinskayaNN@rambler.ru

Разработана технология формирования полиуретанового покрытия на тканой основе (экокожа). Получены теоретико-экспериментальные и графические зависимости физико-механических свойств экокож от условий формирования полимерного покрытия (кратность вспененной полиуретановой композиции, продолжительность сушки). Разработана номенклатура показателей качества для экокож одежного и галантерейного назначения, в соответствии с которой исследованы физико-механических свойства. Установлено, что материалы устойчивы к действию пониженных (-20°C) и повышенных температур (до $+70^{\circ}\text{C}$). Получены экспериментальные данные влияния многократных мокрых обработок на эксплуатационные свойства экокож по результатам которых выработаны рекомендации по эксплуатации.

Ключевые слова: экокожа, полиуретан, мокрые обработки, физико-механические свойства, прогнозирование, воздействие температур, эксплуатационные свойства.

A technology has been developed for the formation of a polyurethane coating on a woven base (eco-leather). Theoretical, experimental and graphical dependences of the physical and mechanical properties of eco-leather on the conditions of formation of the polymer coating (multiplicity of polyurethane foam composition, drying duration) were obtained. A nomenclature of quality indicators for eco-leather for clothing and haberdashery purposes has been developed, in accordance with which the physical and mechanical properties have been studied. It has been established that the materials are resistant to low (-20°C) and elevated temperatures (up to $+70^{\circ}\text{C}$). Experimental data were obtained on the influence of repeated wet treatments on the performance properties of eco-leathers, based on the results of which recommendations for operation were developed.

Keywords: eco-leather, polyurethane, wet processing, physical and mechanical properties, forecasting, temperature effects, performance properties.

Главным направлением развития текстильной и легкой промышленности является создание инновационных материалов и изделий с улучшенными потребительскими и эксплуатационными характеристиками. Широкие возможности в этом направлении лежат в переходе к многослойным структурам, в том числе композиционным текстильным материалам. Особое место среди таких материалов занимают текстильные структуры с полимерными покрытиями (полиуретановые, ПВХ, полиамидные, полиэтиленовые). В частности, искусственные кожи, покрытие которых формируется посредством пропитки волокнистой основы или нанесением полимера на поверхность основы. Большинство искусственных кож с покрытием из высокомолекулярных соединений не обеспечивают материалу необходимых гигиенических показателей и физико-механических свойств, поскольку на поверхности образуется пленка полимера, перекрывающая поры текстильного материала, делая его непроницаемым для воздуха, пара и влаги. В настоящее время технологии производства искусственных кож совершенствуются и все большую популярность приобретают экокожи, которые представляют собой композиционные материалы, образованные сочетанием двух слоев. В качестве основы используется тканый материал, второй слой, лицевой – полиуретановое покрытие. Применение полиуретана обусловлено его свойствами: благодаря своей молекулярной структуре он обладает как прочностью, так и эластичностью, что является уникальным свойством. В отличие от винила он не требует

добавления пластификаторов, готовый материал с таким покрытием не растрескивается и не отслаивается.

Ранее в Республике Беларусь подобный ассортимент текстильных материалов для пошива одежды и галантерейных изделий импортировался из-за рубежа, в основном из Китая и Турции. В рамках совместного с ОАО «Барановичское производственное хлопчатобумажное объединение» (далее – БПХО) инновационного проекта «Создание и внедрение технологии нанесения покрытий на хлопчатобумажные ткани различного назначения» авторами и представителями предприятия разработана и внедрена технология [1] и выпущены опытные партии инновационной продукции – тканей с полиуретановым покрытием (экокожа).

Ткани с полимерным покрытием используются в различных отраслях промышленности. В основном это технические и обувные материалы. Однако эксплуатационные и потребительские свойства, влияние внешних факторов на свойства таких материалов, а также прогнозирование физико-механических свойств в зависимости от условий формирования полимерного покрытия изучены недостаточно. Следует учитывать, что в Республике Беларусь создание материала находится на стадии становления и развития, и технология нанесения покрытий нуждается в совершенствовании. Цель работы – оценка эксплуатационных и потребительских свойств экокож, установление закономерностей изменения свойств под действием внешних факторов с учетом условий эксплуатации готовых изделий, а также разработка методов прогнозирования физико-механических свойств в зависимости от условий формирования полимерного покрытия. Актуальность работы подтверждается тем, что выполнялась в соответствии с заданием ГПНИ 8.4.2.1 «Создание армирующих текстильных структур с заданными свойствами и технологии формирования многофункциональных композиционных материалов с использованием отечественной сырьевой базы» подпрограммы «Многофункциональные и композиционные материалы» государственной программы научных исследований «Материаловедение, новые материалы и технологии» на 2021-2025 годы.

В качестве объектов исследования выбраны образцы экокож, полученные в производственных условиях «БПХО». Исследуемые материалы представляют собой композиты, образованные сочетанием двух слоев. В качестве основы использовали хлопчатобумажную ткань полотняного переплетения поверхностной плотностью 166,0 г/м². Второй слой, лицевой – микропористое полиуретановое покрытие (СНТ, Германия). Наличие пор обусловлено механическим вспениванием полимерной композиции перед нанесением, что позволяет повысить качество продукции, придать ей новые эксплуатационные свойства, а также получить значительный экономический эффект. Характеристики полиуретановой дисперсии: массовая доля сухого остатка 40±2 %, динамическая вязкость при (25,0±0,1)°С не более 100 мПа·с, ионный характер – анионный, показатель активности водородных ионов 8,0-9,0 ед. рН. Нанесение полимерного покрытия осуществлялось на сушильно-ширильной машине шаберным способом (рис. 1). Способ сушки – конвективный. Температура в сушильной камере устанавливалась по секциям (60-100°С). Температура фиксации – 130°С.

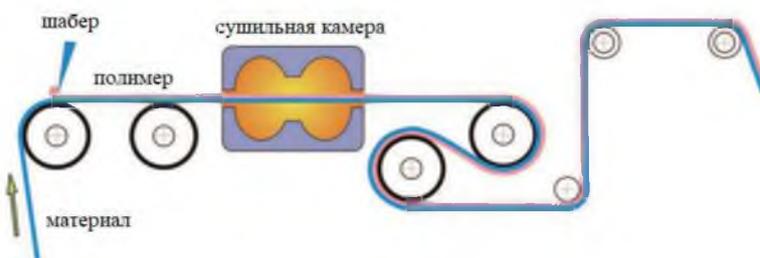


Рис. 1. Схема процесса нанесения полиуретанового покрытия

С целью прогнозирования свойств материала и оптимизации процесса нанесения покрытия проведены экспериментальные исследования влияния кратности пены полиуретановой композиции и продолжительности сушки на физико-механические свойства готового материала. Эксперимент проводился по матрице Коно с двумя повторностями в

каждой серии опытов. Для определения количества опытов проводили пробную серию дублирующих опытов и определяли минимально необходимое количество повторов [2]. Входные параметры: время сушки варьировали от 4 до 10 минут, интервал варьирования – 3, кратность от 1,25 до 1,75, интервал варьирования – 0,25. Выходные параметры: воздухопроницаемость, устойчивость лицевого покрытия к истиранию, паропроницаемость, жесткость. В результате обработки экспериментальных данных в программе Statistica for Windows получены теоретико-экспериментальные и графические зависимости (рис. 2) эксплуатационных свойств экокож от технологических режимов их получения, позволяющие выявить области рациональных решений при выборе эксплуатационных свойств в соответствии с требованиями заказчика [3].

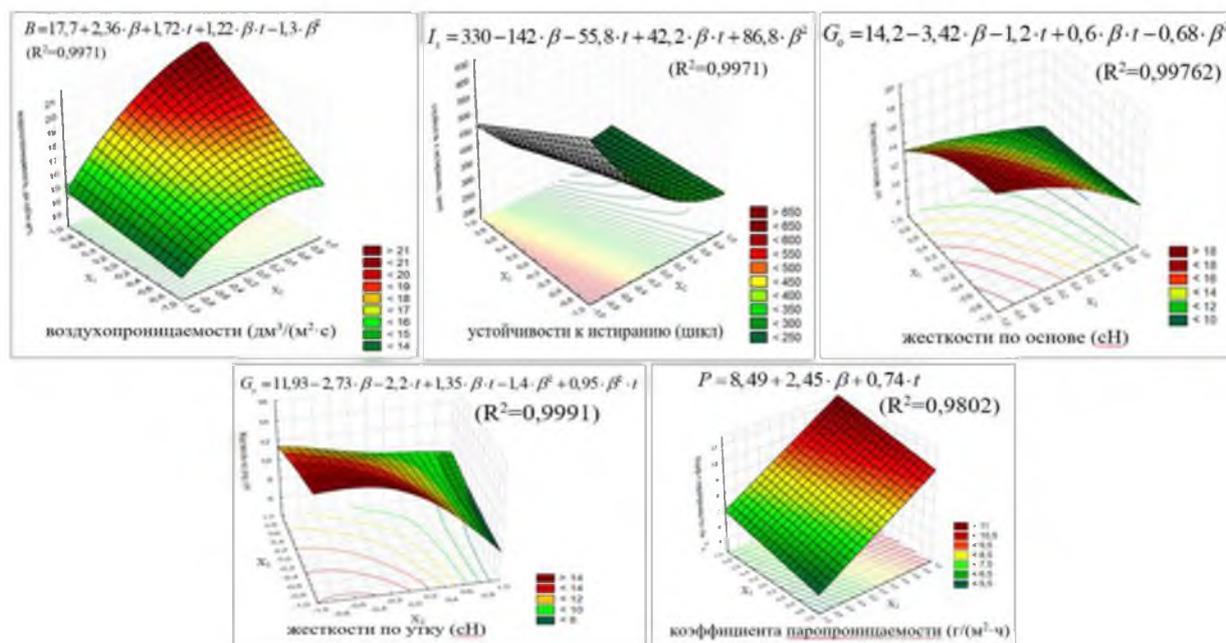


Рис. 2. Графические зависимости показателей от кратности пены и продолжительности сушки

Экспериментальные данные по воздухопроницаемости и устойчивости к истиранию, аппроксимируются моделями второго порядка, характеризующими минимальные и максимальные значения параметров в исследованном диапазоне влажного привеса. Показатель жесткость по утку имеет сложный характер взаимосвязи со свойствами пены и длительности сушки – неполные модели третьего порядка, однако очевидно, что с увеличением кратности пены жесткость материала снижается одновременно в двух направлениях (по основе и утку). Данные коэффициента паропроницаемости описываются линейной зависимостью от анализируемых факторов. Для получения образцов с высоким показателем воздухопроницаемости кратность пены должна составлять 1,75, а время сушки – 10 минут. Выбор значений технологических параметров на верхней границе варьирования позволит также повысить коэффициент паропроницаемости и снизить жесткость материала по основе и утку. Однако при этом снижается стойкость к истиранию до 300 циклов. С увеличением кратности пены уменьшается объем жидкости в ней, что приводит к уменьшению жесткости материала, улучшению его паро- и воздухопроницаемости. Полученные зависимости [3] можно рекомендовать при производстве тканей с полиуретановым покрытием (экокож) в зависимости от области их применения и требований заказчика.

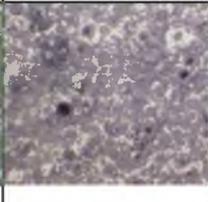
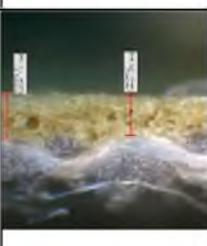
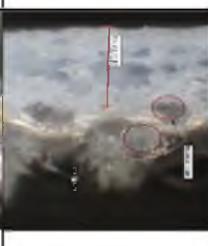
Требования к качеству экокож не регламентированы, а показатели качества искусственных кож, устанавливаемые ТНПА являются устаревшими и требуют дополнения, поскольку современные материалы с покрытием обладают новыми, улучшенными свойствами. В соответствии с этим авторами разработана номенклатура показателей качества

для экокож одежного и галантерейного назначения на основе экспертного опроса специалистов предприятий текстильной и легкой промышленности УО «ВГТУ» [4].

Для оценки качества текстильных материалов с покрытием проведены исследования потребительских и эксплуатационных свойств на основе разработанной номенклатуры показателей качества. В таблице 1 представлены результаты измерений.

Таблица 1

Потребительские и эксплуатационные свойства экокож

Показатель	Значения показателей			Методика
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	
1	2	3	4	5
Толщина всего материала, мм	0,47	0,88	1,35	микроскоп Альтами МЕТ 5Т
Толщина полимерного слоя, мм	0,22	0,61	1,13	
Разрывная нагрузка, Н основа/уток	1213/759	1253/788	770/619	ГОСТ ISO 1421
Разрывное удлинение, % основа/уток	16,5/23,5	18/25,5	11,5/25,5	
Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² ·с	38,7	43,9	64,7	ГОСТ 12088
Коэффициент паропроницаемости, мг/см ² ·ч	15,8	15,4	16	Гравиметри- ческий метод [1]
Жесткость, сН основа/уток	14,7/12,8	18,5/16,7	21,1/18,1	ГОСТ 8977
Микрофотографии поверхности				микроскоп Альтами МЕТ 5Т
Микрофотографии срезов				

По результатам установлено, что воздухопроницаемость опытных образцов является достаточно хорошей в сравнении с другими искусственными кожами, не пропускающими воздух. Результаты показали, что в первый период испытания (20 минут) происходит повышение коэффициента паропроницаемости, в течение которого происходило интенсивное заполнение пористой структуры материала парами влаги. В последующий промежуток времени увеличение показателей коэффициента паропроницаемости происходит менее динамично, а различия в показателях разных образцов менее выражены. Опытные образцы с PU покрытием обладают лучшей паропроницаемостью, чем, например, лаковые и хромовые

кожи с покрытием, что дает преимущество исследуемому материалу перед некоторыми видами кож.

Для исследования влияния пониженных и повышенных температур на физико-механические свойства эконож часть образцов подвергалась 10-ти циклам воздействия «замораживание – оттаивание» при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, а часть образцов – «нагревание-охлаждение» при $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Интервалы заморозки/нагревания и оттаивание/охлаждение составили 8 часов. Выбор температур и интервалов определены в результате анализа научной литературы, посвященной исследованиям в данной области [5]. На рис. 3 представлены диаграммы, отражающие результаты измерения разрывной нагрузки и разрывного удлинения эконож.

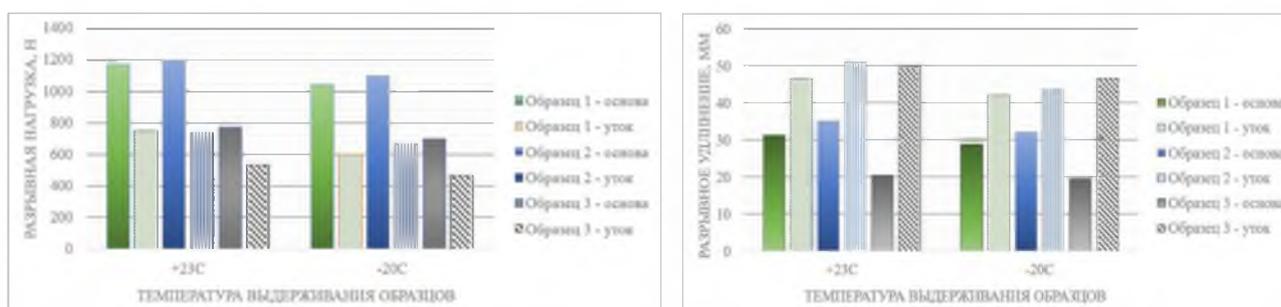


Рис. 3. Разрывная нагрузки и разрывное удлинение эконож

В условиях пониженных температур ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) значения разрывной нагрузки и разрывного удлинения снижаются. При понижении температуры движения молекулярных сегментов замораживаются, и материал становится жестким, с малым удлинением при разрыве. Результаты исследований показали, что снижение температуры до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ не является критичным и числовые значения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве находятся в диапазоне допустимых. Влияние пониженной температуры не оказывает существенного влияния на воздухопроницаемость, значение показателя варьируется в рамках нормы. Падение коэффициента паропроницаемости для образцов не превышает 7%. Поверхность образцов устойчива к одновременному действию пониженных температур и многократного изгибу.

Повышение температуры до $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ не оказывает существенного влияния на физико-механические свойства образцов. При нагреве образцов до $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ прочность снижается примерно на 14% для образца №1, на 20% для образца №2 и на 12% для образца №3. Наиболее негативное воздействие повышенной температуры сказывается на воздухопроницаемости, падение которой составляет около 35%. Снижение коэффициента паропроницаемости образцов составило 4-5%. Такие изменения физико-механических свойств происходят под влиянием тепла, так как происходит деструкция полимерного слоя.

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. Актуальным является изучения влияния стирок на физико-механические свойства эконож и подбор оптимального режима эксплуатации. Проведены исследования влияния стирок на окраску, истираемость лицевого покрытия, воздухопроницаемость и линейные размеры тканей с полиуретановым покрытием. Образцы подвергались 5, 10 и 15 мокрым обработкам при температуре $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. После каждой мокрой обработки образцы подвергались полосканию 5 минут и отжиму вручную без скручивания. Далее элементарные пробы выдерживали в стандартных климатических условиях в расправленном виде.

По результатам исследований установлено, что окраска отечественных эконож устойчива к действию стирок в соответствии с ГОСТ 9733.0-83. При увеличении количества стирок (до 15) снижается воздухопроницаемость и устойчивость полимерного покрытия к истиранию, что обусловлено увеличением плотности ткани-основы после мокрых обработок,

однако значение показателя находится в рамках нормы. Зависимость воздухопроницаемости экокож от количества стирок с высокой степенью достоверности аппроксимации описывается логарифмическим законом. Износостойкость тканей с полиуретановым покрытием после многократных стирок снижается в целом на 5,1-15 %. Зависимость истираемости лицевого полиуретанового покрытия материала 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 1%. Все исследуемые образцы экокож имели наибольшую усадку в направлении основы 0,6-5,2%. По результатам исследований составлены рекомендации по эксплуатации тканей с полиуретановым покрытием: ручная мокрая обработка 30-60 минут при температуре 40 °С, отжим вручную, сушка на ровной поверхности, желательно без попадания прямых солнечных лучей. В качестве чистящих средств применять бытовые порошки без содержания хлора. Оптимально применять мягкие гели для стирки. Допустима мокрая обработка с другими материалами. Глажение материала допустимо с изнаночной стороны через хлопчатобумажную ткань.

Дизайнерами кафедры «Дизайна и моды» УО «ВГТУ» отшита коллекция одежды (рис. 4) из опытной партии экокож, которая демонстрируется на многочисленных выставках Республики Беларусь и Российской Федерации, получает одобрение от технологов швейного производства, других специалистов текстильной и легкой промышленности, потребителей, а также проходит опытную носку.



Рис. 4. Коллекция одежды из экокожи

Разработанная технология формирования полиуретанового покрытия на тканой основе внедрена на предприятии «БПХО», что подтверждается актом о внедрении НИР. Разработаны и внедрены технические условия ТУ ВУ 200166488.205-2023 «Ткани одежные с полиуретановым покрытием», ТУ ВУ 200166488.204-2023 «Ткани галантерейные с полиуретановым покрытием». По результатам работы имеются акты внедрения в производство и учебный процесс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Марущак, Ю.И. Исследование влияния кратности пены и времени сушки полимерного слоя на качество экокож. – сборник материалов Всероссийской науч. конф. молодых исследователей с междун. участием. Часть 2. – М.: ФГБОУ ВО «РГУ им. А.Н. Косыгина», 2023. – С. 238-241.
2. Бойко, А.Ф. Точный метод расчета необходимого количества повторных опытов Вестник Белгородского госу-го технол-го университета им. В.Г. Шухова. – 2016, № 8. – С. 128-132.
3. Марущак, Ю.И. Исследование влияния свойств пены на потребительские свойства материалов с покрытием. – 56-ая Междун. научно-практ. конф. – Витебск, 2023. – С. 470-472.
4. Марущак Ю.И., Разработка номенклатуры показателей качества и оценка свойств экокож / журнал «Известия высших учебных заведений. ТТП» № 2 (404). – Иваново, 2023. – С. 103-111.
5. Бесшапошникова В.И., Исследование влияния низких температур на структуру и свойства мембранных тканей для одежды. – Theoretical&Applied science, №11, 2018. – С. 54-61.