

ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА УРОВЕНЬ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С МЕМБРАНОЙ

Д.К. Панкевич, Е.И. Ивашко

Учреждение образования «Витебский государственный
технологический университет»

Композиционные текстильные материалы (КТМ) с мембранным слоем обладают уникальным сочетанием потребительских свойств: высоким уровнем паропроницаемости, ветрозащиты и водонепроницаемости. КТМ для водонепроницаемой одежды средней ценовой категории вырабатываются на текстильной основе с применением гидрофильных полиуретановых монолитных или пористых мембранных слоев [1], гидрофобных микропористых полиуретановых слоев или их комбинаций, нанесенных на текстильную основу различными способами. КТМ для водонепроницаемой одежды могут быть двухслойными и многослойными. Если один из слоев очень тонкий по сравнению с остальными либо нанесен дискретно в виде полос, штрихов или рисунка, его принято указывать как половину слоя [2]. Для улучшения износостойкости мембранных слоев их поверхность иногда модифицируют микрочастицами-слоистых силикатов, органоглин, микроволокнами [3]. Условия эксплуатации текстильных материалов для одежды таковы, что материалы подвергаются небольшим по величине многократным механическим и физико-химическим воздействиям, которые очень редко доводят материал до разрушения. Возникающие при этом глубокие структурные изменения приводят к появлению нежелательных дефектов и, как следствие, к изменению уровня свойств материалов [4].

Композиционным текстильным материалам с мембранным слоем присущ изначально высокий уровень водонепроницаемости. Неизвестно, насколько он стабилен в процессе эксплуатации изделий из них, неясно также, какое именно воздействие больше всего влияет на способность мембранных материалов сохранять начальный уровень водонепроницаемости неизменным. Стирка ухудшает защитные свойства КТМ с мембраной. Это связано с тем, что на поверхности большинства изделий из данных материалов нанесены гидрофобизирующие

пропитки, которые в процессе неоднократных стирок вымываются. Также негативными факторами для КТМ с мембранным слоем являются агрессивная механическая сушка и ПАВ, содержащие хлор. В источниках [5, 6] приведены результаты исследований влияния стирки на свойства мембранных материалов. Выявлено, что КТМ, содержащие гидрофильную полиуретановую мембрану, проявляют невысокую стабильность уровня водонепроницаемости после стирки [5], а КТМ с тонким мембранным микропористым гидрофобным слоем обладают более стабильным уровнем свойств [6]. Для характеристики свойств мембранных КТМ принято указывать не только значение показателя водонепроницаемости, но и уровень этого показателя после 10 стирок, либо количество стирок, после которого уровень водонепроницаемости материала соответствует начальному. Однако показатель стабильности уровня водонепроницаемости после воздействия многоцикловых механических нагрузок не предусмотрен, хотя снижение водонепроницаемости под действием таких нагрузок для КТМ различных структур может достигать 60% от начального уровня за несколько сотен тысяч циклов [7].

Национальный стандарт Российской Федерации «Ткани с резиновым или полимерным покрытием для водонепроницаемой одежды. Технические условия» [8] устанавливает требования к тканям с покрытием, проницаемым и непроницаемым для водяного пара, подходящим для изготовления водонепроницаемой одежды. В стандарте установлены нормы минимального уровня водонепроницаемости после воздействия изгибания, старения и истирания, а также изложены методы испытаний.

Лабораторные установки, используемые для исследования эксплуатационных свойств материалов, весьма разнообразны и различаются по условиям и видам нагружения, а также количеству одновременно моделируемых факторов воздействия и одновременно испытываемых образцов. Для материалов, имеющих полимерный слой, стандартными являются испытания на устойчивость к многократному изгибу, при которых материал подвергается сложному пространственному изгибу, формируя «бегущую складку», изменяющую свое положение в процессе испытания [9]. Для испытания на устойчивость к истиранию по методике Мартиндейла образцы подвергаются воздействию абразивных материалов при заданном давлении по траекториям, описываемых фигурами Лиссажу [10].

В Республике Беларусь отсутствует нормативная база оценки эксплуатационных свойств КТМ, содержащих мембранный слой, в связи с этим актуальной является задача подбора таких способов лабораторного моделирования эксплуатационного износа, при которых становится возможным воссоздание условий эксплуатации материалов доступными стандартными методами и средствами. Решением может быть последовательное применение методов оценки устойчивости материалов для одежды к воздействию различных факторов с обеспечением преемственности испытаний, обусловленной неразрушающими методами контроля и размерами образцов.

Целью данной статьи является выявление стабильности уровня водонепроницаемости КТМ с мембранным слоем различных структур при воздействии на них истирания, многоцикловых механических нагрузок, вызывающих растяжение и изгиб, и домашней стирки для определения наиболее агрессивного вида воздействия.

В качестве исследуемых образцов были выбраны 20 артикулов мембранных КТМ, выработанных различными способами и отличающихся по структуре, производства фирм «Taslan», «Hiroga», «Ultrex» (Республика Корея) и «SportchiefR» (Канада). Текстильный слой исследуемых материалов представлен ткаными и трикотажными полотнами, выработанными из химических волокон. Мембранный слой выполнен из полиэфируретана с различными добавками. В зависимости от применяемых добавок полиэфируретановый слой может быть губчатым микропористым, монолитным беспоровым, проявлять гидрофильность либо гидрофобность или быть комбинированным [3]. Характеристика исследуемых образцов представлена в таблице 1.

При определении водонепроницаемости методом высокого гидростатического давления, описанным в источнике [11], использовали прибор, разработанный на кафедре «Товароведение и техническое регулирование» УО «ВГТУ» [12]. С помощью данного прибора были сняты начальные показания водонепроницаемости образцов мембранных КТМ. Затем образцы подвергали процедуре изгибания на приборе ИПК-2М по методу, описанному в [9], применяя нагрузку 30 000 циклов.

Истирание исследуемых материалов осуществлялось по ГОСТ Р ИСО 5470-2-2017 «Ткани с резиновым или полимерным покрытием. Определение износостойкости» [10] при помощи прибора для испытания на устойчивость к истиранию по методике Мартиндейла с

применением в качестве абразива серошинельного сукна при нагрузке 100 циклов.

Таблица 1- Характеристики исследуемых образцов КТМ

Номер образца КТМ	Сырьевой состав текстильных слоев КТМ: основы / подкладки	Описание структуры и состава мембранного слоя*			Плотность, г/м ²	Водопроницаемость, МПа	Характеристика текстильных слоев	Количество слоев КТМ
		Гидрофобный	Гидрофильный ПУ	Поверхность модифицирована микрокапсулами				
1	ПЭ	-	п	-	217	0,01	Тканая основа саржевого переплетения	2
2	ПА	п	-	-	152	0,16	Тканая основа саржевого переплетения	2
3	ПЭ	п	-	-	140	0,15	Тканая основа полотняного переплетения	2
4	ПЭ	-	п	-	142	0,01	Тканая основа полотняного переплетения	2
5	ПЭ	п	-	-	103	0,18	Тканая основа комбинированного переплетения	2
6	ПА	-	п	-	147	0,01	Тканая основа комбинированного переплетения	2
7	ПЭ	п	-	-	116	0,15	Тканая основа комбинированного переплетения	2
8	ПЭ/ПЭ	-	м	-	148	0,18	Трикотажная основа и подкладка (ластик)	3
9	ПЭ	п	м	-	107	0,15	Тканая основа комбинированного переплетения	2,5
10	ПЭ	п	м	-	139	0,18	Тканая основа комбинированного переплетения	2,5
11	ПА/ПЭ	п	-	-	286	0,14	Тканая основа полотняного переплетения и подкладка из ворсового трикотажного полотна	3
12	ПА/ПЭ	п	-	-	202	0,12	Основа из ворсового трикотажного полотна и подкладка (ластик)	3
13	ПЭ	-	п	мод	180	0,05	Тканая основа полотняного переплетения	2,5

14	ПЭ/ПЭ	п	-	-	279	0,12	Трикотажная основа (ластик) и подкладка из версованного трикотажного полотна	3
15	ПА/ПЭ	п	-	-	295	0,16	Трикотажная основа (ластик) и подкладка из версованного трикотажного полотна	3
16	ПЭ/ПЭ	п	-	-	298	0,14	Трикотажная основа и подкладка (ластик)	3
17	ПЭ	п	м	-	117	0,16	Тканая основа комбинированного переплетения	2,5
18	ПЭ	п	-	-	137	0,18	Тканая основа полотняного переплетения	2
19	ПЭ/ПА	п	-	-	121	0,18	Тканая основа комбинированного переплетения и подкладка из основовязаного трикотажного полотна	3
20	ПЭ	-	п	мод	187	0,04	Тканая основа полотняного переплетения	2,5

* п – пористый, м – монолитный, мод – с модифицированной микрочастицами поверхностью

Для моделирования старения КТМ применяли стандартную методику, изложенную в [8], согласно которой материалы трижды подвергают стирке и высушиванию, а затем прикладывают 9 000 циклов механических нагрузок. Процедура стирки осуществлялась с помощью стиральной машины с горизонтальной осью и фронтальной загрузкой, тип А по [9]. В качестве моющего средства использовался гель для стирки спортивной одежды «Unicum» производства Российской Федерации. Режим стирки – «спортивная одежда» при температуре 30 °С и скорости отжима 600 об/мин и балласт из полиэфирного трикотажного полотна. Данный режим позволяет очищать вещи из мембранных КТМ. Согласно ГОСТ Р ИСО 6330-2014 и рекомендациям производителей КТМ процедура сушки осуществлялась на плоскости. Далее на приборе ИПК-2М исследуемые материалы подвергались 9000 циклов изгиба. После осуществления указанных действий прибором для определения уровня водонепроницаемости методом высокого гидростатического давления были получены значения водонепроницаемости после старения.

Для анализа результатов значения водонепроницаемости после воздействий отнесены к начальному уровню водонепроницаемости и пересчитаны в относительный показатель.

Данные всех экспериментов представлены на гистограммах на рисунке 1.

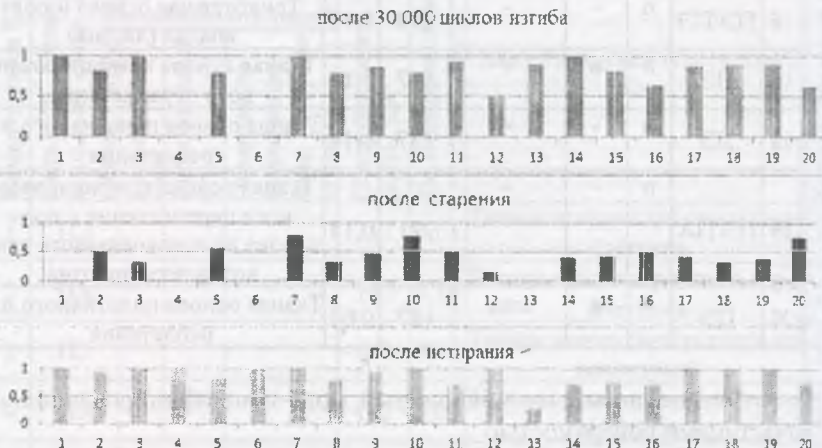


Рисунок 1 – Относительная водонепроницаемость образцов КТМ после испытаний

Анализ гистограммы результатов испытаний показывает, что моделирование старения путем совместного воздействия стирки и многоцикловых механических нагрузок является наиболее агрессивным воздействием для КТМ с мембраной и приводит у большинства образцов к потере начального уровня водонепроницаемости. Только образцы под номерами 5, 7, 10 и 20 сохранили более половины начального уровня водонепроницаемости после совместного воздействия стирки и многоцикловых механических нагрузок. Образцы под номерами 1, 4, 6, 13 потеряли свойство водонепроницаемости в результате моделирования старения. Необходимо отметить, что все эти материалы содержат гидрофильную пористую мембрану.

Воздействие истиранием в рекомендуемых стандартной методикой условиях не оказало значительного влияния на начальный уровень водонепроницаемости большинства образцов, лишь для образца №13 с гидрофильной микропористой мембраной отмечено снижение уровня

водонепроницаемости более чем наполовину. Отмечается снижение водонепроницаемости на 30% у образцов трехслойной структуры, выработанных на трикотажной основе. Это можно объяснить тем, что в отличие от КТМ на тканой основе КТМ на трикотажной основе обладают более подвижной структурой и в процессе испытания по методике Мартиндейла испытывали не только трение по поверхности, но и растяжение-сжатие. Так, например, трехслойный образец номер 19, содержащий тканую основу, а трикотажное полотно только в качестве подкладочного слоя с изнаночной стороны, отлично перенесстирание.

Многоциклового изгиба и растяжения в количестве 30000 циклов многие образцы выдержали без значительного изменения водонепроницаемости. Исключения составляют образцы под номерами 4 и 6, содержащие гидрофильную пористую мембрану, которые по окончании испытания стали пропускать воду.

Лидером по стабильности уровня водонепроницаемости стал двухслойный образец 7, содержащий гидрофобную микропористую мембрану.

Таким образом, наиболее агрессивным видом воздействия для водонепроницаемых КТМ с мембранным слоем следует считать моделирование старения путем совместного воздействия стирки и многоциклового механического нагружения. Наиболее стабильна после такого воздействия структура двухслойных КТМ с гидрофобной микропористой мембраной и КТМ с комбинированной гидрофобно-гидрофильной мембраной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Williams, J. *Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing* / Williams, J. - England ; Cambridge : The Textile Institute, 2017. – 586 p.
2. Holmes, D. A. *Waterproof breathable fabrics* / D. A. Holmes. – England ; Cambridge : The Textile Institute, 2000. – 576 p.
3. Тураев, Э. Р. Технология получения компаундов на основе полиолефинов, органических ПАВ, минеральных нано- и микродисперсных наполнителей : дис...докт. хим. наук : 02.00.11, 02.00.14 / Э. Р. Тураев. – Ташкент, 2019. – 212 с.
4. Буркин, А.Н. Гигиенические свойства мембранных текстильных материалов : монография / А. Н. Буркин, Д. К. Панкевич / под общ. ред. А. Н. Буркина. – Витебск : УО «ВГТУ», 2020. – 190 с.
5. Ибрагимов, Р.Г. Влияние стирки на мембранные материалы и способы восстановления их свойств / Ибрагимов, Р.Г. [и др.] // сб. науч.

труд. / МЦНС «НАУКА И ПРОСВЕЩЕНИЕ» ; под. ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза, 2018. – С. 46-50.

6. Панкевич, Д. К. Исследование влияния стирок на свойства мембранных материалов / Д. К. Панкевич, Е. М. Лобацкая, И. А. Дорошенко // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности «Инновации – 2015» : материалы междунар. науч.-техн. конф., Москва, 17 – 18 нояб. 2015 г. / Моск. гос. ун-т дизайна и технологии ; редкол.: В. С. Белгородский (гл. ред.) [и др.]. – М., 2015. – Ч. 2. – С. 31 – 34.

7. Панкевич, Д.К. Влияние многоциклового нагружения на водонепроницаемость мембранных материалов для одежды / Д. К. Панкевич // Модели инновационного развития текстильной и легкой промышленности на базе интеграции университетской науки и индустрии. Образование – наука – производство : сб. ст. / Казан.нац. исслед. технол. ун-т ; редкол.: Л. Н. Абуталипова, В. В. Хамматова, Т. А. Федорова. – Казань. – 2016. – С. 272 – 278.

8. Ткани с резиновым или полимерным покрытием для водонепроницаемой одежды. Технические условия: ГОСТ Р 57514-2017. – Введ. 01.04.2018. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2017. – 24 с.

9. Кожа. Определение прочности на изгиб. Часть 1. Метод с применением флексометра : ГОСТ ISO 5402-1-2014 = ISO 5402-1:2011. – Введ. 01.01.2016. – М. : Стандартинформ, 2015. – 8 с.

10. Ткани с резиновым или полимерным покрытием. Определение износостойкости. Часть 2. Прибор Мартиндейла для испытания истиранием: ГОСТ Р ИСО 5470-2-2017. – Введ. 01.03.2018. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2017. – 8 с.

11. Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение водонепроницаемости : ГОСТ 413-91 (ИСО 1420-87). – Введ. 01.07.1992. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 6 с.

12. Пат. 10690 РБ, МПК G 01N 15/08. Прибор для определения водонепроницаемости материалов методом гидростатического давления / Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин, Р. С. Петрова, В. Д. Борозна; заявители и патентообладатели Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин, Р. С. Петрова, В. Д. Борозна. - № и 20150005; заявл. 2015.01.05; опубл. 30.06.2015, Бюл. №3.

13. Материалы текстильные. Процедуры домашней стирки и сушки, применяемые для испытаний: ГОСТ Р ИСО 6330-2014. – Введ. 01.01.2016. – М. : ФГУП «Стандартинформ», 2015. – 26 с.