

нормируемые значения показателей для материалов, которые наиболее широко используются при производстве деталей низа обуви.

В таблице 1 приведены средние значения результатов испытаний по каждому материалу, а также нормируемые значения показателей для некоторых материалов, используемых для изготовления деталей низа обуви.

Таблица 1 – Результаты испытаний образцов композиционных подошвенных пластин, нормируемые значения показателей

Состав материала	Условная прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Относительная остаточная деформация после разрыва, %	Твердость, усл. ед.
Материал 1 100% ПУ	9,50	437,67	23,48	66
Материал 2 86% ПУ; 14% Кожа	7,27	355,00	21,45	71
Материал 3 79% ПУ; 21% Кожа	6,85	271,67	18,57	73
Материал 4 72% ПУ; 28% Кожа	6,72	194,67	15,32	76
Материал 5 59% ПУ; 41% Кожа	5,38	145,50	12,16	81
Материал 6 55% ПУ; 45% Кожа	5,05	124,83	10,45	83
Материал 7 50% ПУ; 50% Кожа	4,52	116,17	10,27	84
Материал 8 45% ПУ; 55% Кожа	4,27	94,50	6,25	88
Материал 9 40% ПУ; 60% Кожа	3,68	95,00	6,27	90
Резина для низа обуви	2,0, не менее	160, не менее	25, не более	60-80
ТЭП	2,0, не менее	280, не менее	20, не более	45-70
ПУ	5,0, не менее	400, не менее	25, не более	55-75

При увеличении процентного содержания отходов натуральной кожи в составе композиций значения всех показателей падают. При содержании натуральной кожи от 0 до 45% условная прочность при растяжении варьируется от 9,5 до 5,05 МПа, относительное растяжение при разрыве – от 437,67-124,83%, относительная остаточная деформация после разрыва – 23,48-10,45%, твердость – 66-83 усл. ед.

Важным показателем для подошвенных материалов является сопротивление истиранию. Испытания по этому показателю будут дополнительно проводиться.

Таким образом, на основании данных результатов испытаний было установлено, что ряд образцов подошвенных композиционных материалов из отходов ПУ и натуральной кожи по исследуемым показателям соответствуют нормам, установленным для других материалов из чистого сырья, таких как полиуретан, ТЭП, подошвенная резина, предназначенных для изготовления деталей низа обуви. При этом в композиционных материалах из отходов содержание отходов натуральной кожи не должно превышать 50%. В этом случае численные значения всех показателей находятся в пределах допустимых значений, а значит, такие материалы можно успешно применять для изготовления подошвенных материалов, а также материалов для ремонта обуви в качестве профилактики.

УДК 677.017.63

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА ПАРОПРОНИЦАЕМОСТЬ И ВОДОПОГЛОЩЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ СЛОИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Асс. Панкевич Д.К., д.т.н., проф. Буркин А.Н., ст. преп. Лобацкая О.В., к.т.н., доц. Лобацкая Е.М.*

*Витебский государственный технологический университет*

Композиционные слоистые материалы (КСМ) для одежды, содержащие мембранный слой, находят все более широкое применение в швейной промышленности. Они представляют собой объемное сочетание текстильных и полимерных слоев с четкой границей раздела между ними. Областью применения таких материалов является производство водозащитной бытовой, специальной одежды и одежды для спорта и активного отдыха. Мембраны, входящие в состав композита, значительно улучшают потребительские

свойства материалов за счет того, что являются барьером для атмосферных осадков, но проницаемы для парообразной влаги. Показатель паропроницаемости композита является основным при установлении уровня гигиеничности материала. Высокий уровень паропроницаемости является признаком качества и комфортности мембранного материала.

В процессе эксплуатации КСМ контактируют с водой и могут поглощать некоторое её количество. Различные слои КСМ по-разному реагируют на воду: в то время как один слой может набухать и увеличиваться в размерах при контакте с водой (гидрофильный), другой слой (гидрофобный) остается неизменным, что отрицательно сказывается на сохранении структуры материала. Свойство водопоглощения нежелательно для КСМ.

Цель исследования - выявление зависимости паропроницаемости и водопоглощения КСМ, содержащих мембранный слой, от структурных характеристик материалов.

Исследованию подвергались композиционные слоистые материалы, содержащие мембранный слой, имеющие различную структуру. Микроскопия срезов образцов проводилась методом темного поля в отраженном свете металлографическим микроскопом. Изображение с цифровой фотокамеры микроскопа обрабатывалось с помощью пакета прикладных программ. Характеристика КСМ представлена в таблице 1.

Волокнистый состав текстильных слоев образцов №6, №11 - полиэфир + хлопок, а остальных – полиэфир.

Для определения паропроницаемости был выбран гравиметрический метод, реализованный с помощью испытательного комплекта «Sampler 2000», прилагающегося к анализатору влажности «Radwag» M-50. Устройство прибора основано на прецизионных весах с дискретностью 1 мг и сушильной камере с датчиком температуры, электроникой преобразования сигнала и цифровым дисплеем.

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Номер образца	Толщина, мм				Объемная масса, мг/мм <sup>3</sup>	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>
	общая	текстильный слой (слои)	мембрана гидрофобная	мембрана гидрофильная		
1	0,2	0,13	0,05	0,018	0,69	137
2	0,19	0,12	0,05	0,021	0,72	136
3	0,19	0,11	0,06	0,015	0,71	132
4	0,27	0,15	0,10	0,027	0,69	185
5	0,29	0,21	0,06	0,017	0,73	211
6	0,44	0,31	0,11	0,026	0,6	266
7	0,29	0,22	0,07	0,000	0,73	133
8	0,22	0,19	0,03	0,000	0,71	157
9	0,24	0,19	0,05	0,000	0,48	115
10	0,55	0,53	0,02	0,000	0,37	204
11	0,25	0,24	0,02	0,000	0,48	121
12	0,89	0,87	0,02	0,000	0,31	272

Сущность испытания сводится к тому, что до начала испытания определяют массу кондиционированного образца материала ( $M_1$ ) площадью  $s$  и массу воды в испытательной чаше ( $m_1$ ), затем герметично закрывают чашу образцом и проводят испытание при заданных условиях, снова определяют массу образца материала ( $M_2$ ) и массу воды в испытательной чаше ( $m_2$ ). Температура в камере прибора контролируется в течение всего опыта и составляет 40<sup>0</sup>С. Время испытания – 1 час. По результатам проведения испытаний определяли следующие характеристики:

Коэффициент паропроницаемости, г/м<sup>2</sup>\*24часа, по формуле 1

$$K = 24 * \frac{((M_1 + m_1) - (M_2 + m_2))}{s} \quad (1)$$

Относительная паропроницаемость, %, по формуле 2

$$П = \frac{((M_1 + m_1) - (M_2 + m_2))}{m_0}, \quad (2)$$

где  $m_0$  – масса воды, испарившейся из открытой испытательной чаши при тех же условиях.

РАЗДЕЛ 4

Для определения водопоглощения использовали стандартный метод исследования. Вырезали пробы размером 50x50 мм, взвешивали с погрешностью не более 0,001г ( $m_n$ ) и погружали в сосуд с дистиллированной водой на 1 час, накалывая на специальный стержень с иглами. Для определения минимального водопоглощения пробы слегка отжимали между слоями фильтровальной бумаги, взвешивали ( $m_b$ ) и определяли минимальное водопоглощение по формуле 3.

$$B_{\min} = \frac{100 * (m_b - m_n)}{m_n} \quad (3)$$

Результаты испытания КСМ представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования

Номер образца	Абсолютная паропроницаемость, г/(м <sup>2</sup> *24) часа	Относительная паропроницаемость, %	Водопоглощение, %
1	3558	40,6	11
2	3162	36,1	8
3	3120	35,6	9
4	2233	25,5	24
5	2003	22,9	14
6	1617	18,4	14
7	3652	41,7	3
8	2233	25,5	10
9	4508	51,4	6
10	1816	20,7	1
11	2901	33,1	28
12	1169	13,3	112

Корреляционную зависимость между показателями структуры и свойствами материала исследовали с помощью пакета прикладных программ табличного редактора Microsoft Excel. Для числа опытов N=12 при уровне значимости 0,05 критический коэффициент корреляции составит 0.576. Это значит, что модуль значения коэффициента корреляции, больший 0.576, с 95% вероятностью указывает на линейную корреляционную зависимость исследуемых массивов данных. Результат расчета парных коэффициентов корреляции между показателями структуры и паропроницаемостью (водопоглощением) представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Матрица парных коэффициентов корреляции

	Паропроницаемость	Водопоглощение	Толщина	Объемная масса
Паропроницаемость		-0,52	-0,68	0,32
Водопоглощение	-0,52		0,79	-0,57
Толщина	-0,68	0,79		-0,77
Объемная масса	0,32	-0,57	-0,77	

Как видно из таблицы 3, наибольшая корреляция исследуемых свойств наблюдается с толщиной материала. Корреляционный анализ, выполненный для выявления влияния различных слоев, составляющих толщину КСМ, на паропроницаемость и водопоглощение представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Матрица парных коэффициентов корреляции

Соотношение слоев КСМ	Толщина текстильных слоев	Толщина гидрофобного слоя мембраны	Толщина гидрофильного слоя мембраны
Паропроницаемость	-0,635	0,7	-0,60
Водопоглощение	0,79	-0,44	0,69

Исследование паропроницаемости и водопоглощения композиционных слоистых материалов позволило установить, что наибольшее влияние на эти свойства оказывает толщина материала. Корреляционный анализ структурных элементов КСМ показал, что существует отрицательная корреляционная зависимость между паропроницаемостью и общей толщиной текстильных слоев, а также положительная зависимость между толщиной гидрофобного мембранного слоя и паропроницаемостью в группе материалов, содержащих такой слой. В случае наличия гидрофильного слоя, корреляционная связь также сильная, но отрицательная.

При анализе корреляционных зависимостей водопоглощения и структурных характеристик КСМ выявлено, что толщина гидрофильного слоя прямо и положительно коррелирует с водопоглощением, так же, как и общая толщина текстильных слоев. Наблюдается средняя отрицательная корреляционная связь между толщиной гидрофобного слоя и водопоглощением.

Таким образом, для обеспечения высоких значений паропроницаемости и низких значений водопоглощения при производстве КСМ, содержащих мембранный слой, необходимо стремиться к минимизации доли текстильных слоев и доли гидрофильного слоя мембраны в общей толщине КСМ.

УДК 677.017.822

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА ПО ОЦЕНКЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ТЕКСТИЛЬНЫХ ПОЛОТЕН

*Асп. Плетяго А.М., д.т.н., проф. Буркин А.Н.*

*Витебский государственный технологический университет*

Материалы в процессе изготовления из них швейных изделий, при транспортировке и хранении, при стирке и химической чистке и, особенно, в процессе непосредственной эксплуатации изделий подвергаются воздействию комплекса различных факторов. Постепенно это воздействие вызывает изменения в микро- и макроструктуре материала, что приводит к ухудшению его внешнего вида и свойств и, в конце концов, к его разрушению, т.е. происходит процесс постепенного его изнашивания. Результат изнашивания обычно называют износом, а сопротивление материала действию разрушающих факторов - износостойкостью.

Причиной износа материалов является воздействие сложного комплекса различных факторов:

- механических;
- физико-химических;
- биологических;
- комбинированных.

К механическим факторам износа в первую очередь относятся истирание и утомление от многократных деформаций растяжения, изгиба и сжатия. Истирание материала, происходящее вследствие трения его об окружающие предметы, всегда связано с уменьшением массы материала и обычно сопровождается потерей его прочности. Утомление материала приводит к образованию не исчезающих деформаций, к расшатыванию структуры материала без существенной потери его массы. Мера износостойкости материала при механических воздействиях - количество относительной удельной работы, затраченной на его разрушение или образование пластических деформаций.

Физико-химические факторы износа - действие кислорода воздуха, света, влаги и температуры - приводят к старению материала, т. е. химическому процессу деструкции волокон. К физико-химическим факторам относятся также действие пота, стирки, химической чистки. Устойчивость материала к действию этих факторов обычно измеряется степенью потери механических свойств материалом после некоторого срока инсоляции, температурных воздействий или стирок.

К биологическим факторам износа относятся процессы гниения, вызывающие развитие различных микроорганизмов, а также повреждения, наносимые насекомыми.

Комбинированные факторы - изнашивание от совместного воздействия целого комплекса факторов: истирания, многократного растяжения, светопогоды, стирки и др.

Таким образом, разрушение различных материалов происходит в результате разнообразных механических и физико-химических воздействий, среди которых основным является истирание.

В работе были изучены существующие методы и средства оценки износостойкости текстильных полотен по показателям:

- устойчивость окраски к сухому и мокрому трению;
- стойкость к истиранию;
- пиллингуемость.

При оценке устойчивости окраски текстильных полотен к сухому и мокрому трению используют Крокметр ААТСС. Выпускается три модели прибора для автоматического или ручного тестирования: классическая модель с ручным управлением СМ-1, модель с электроприводом СМ-5 и модель вертикального вращения с ручным управлением СМ-6. Суть испытания заключается в том, что образец трущей ткани проходит предварительно заданную траекторию по поверхности испытуемого образца. По истечении заданного количества циклов трущая ткань снимается и появившийся на ней круглый отпечаток оценивается в соответствии с используемым методом испытаний.

При определении стойкости текстильных полотен к истиранию используют следующие приборы:

- ДИТ-М (х/б, льняные, шелковые, из химических волокон и нитей);
- ИТ-3М (ткани льняные и полульняные для спецодежды);
- ТИ-1М (чистшерстяные, полушерстяные ткани и одеяла, нетканые и трикотажные полотна);
- Метод Мартиндейла.

При определении пиллингуемости текстильных полотен используют следующие приборы:

- Пиллингометр конструкции ВНИИПХВ (шелковые ткани);
- ТИ-1М (шерстяные ткани и нетканые полотна);
- ПЛТ-2 (полульняные ткани);