

**ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ
НА ПАРОПРОНИЦАЕМОСТЬ МЕМБРАННЫХ ТКАНЕЙ
И ПАКЕТОВ ОДЕЖДЫ**

**THE INFLUENCE OF OPERATIONAL FACTORS
ON THE WATER VAPOR PERMEABILITY MEMBRANE FABRICS
AND CLOTHING PACKS**

В.И. БЕСШАПОШНИКОВА, Н.А. КЛИМОВА, Н.В. БЕСШАПОШНИКОВА, Н.Е. КОВАЛЕВА

V.I. BESSHAPOSHNIKOVA, N.A. KLIMOVA, N.V. BESSHAPOSHNIKOVA, N.E. KOVALEVA

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина)

(Russian State University named after A. N. Kosygin (Technologies. Design. Art),
Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin)

E-mail: vibesvi@yandex.ru

В работе исследовано влияние температуры и влажности на паропроницаемость мембранных тканей и пакетов одежды. Установлено, что при высокой влажности лучше выводят пары влаги наружу поровые мембраны. Мембраны беспоровые эффективны при относительно низкой влажности окружающей среды. При низких температурах паропроницаемость поровых мембран снижается на 47...79%, беспоровых – почти в 3 раза.

The paper studies the effect of temperature and humidity on the vapor permeability of membrane tissues and clothing packages. Found that when the humidity is high output better than a pair of moisture out of the pore of the membrane. Non-porous membranes are effective at relatively low ambient humidity. At low temperatures, vapor permeability of pore membranes is reduced by 47...79%, non-pore membranes-by almost 3 times.

Ключевые слова: текстильные материалы, паропроницаемость, мембранные ткани, пакеты одежды, температура, влажность.

Keyword: textile materials, vapor permeability, membrane fabrics, clothing bags, temperature, humidity.

Объектами исследования [1...13] являлись мембранные ткани разных производителей. Характеристики структуры представлены в табл. 1.

Исследование свойств проводили по стандартным методам.

Исследование влияния низких температур на показатели паропроницаемости и водоупорности мембранных тканей показало (рис. 1 – влияние многократного воздействия температуры (-10)°С на паропроницаемость мембранных тканей: 1...5), что в

тканях с гидрофильными беспоровыми мембранами паропроницаемость возрастает ~ в 3 раза (рис. 1, образцы 3 и 5). Это обусловлено тем, что микрокапилляры беспоровой мембраны заполнены влагой пототделения, которая при многократном переходе из жидкого в твердое состояние, увеличивается в объеме на 9%, вызывая деформации растяжения и сжатия стенок каналов мембраны, расшатывая ее структуру. При температуре -10 °С паропроницаемость мембранных тканей с поровой мемб-

раной возрастает на 47...64 % (рис. 1), что свидетельствует о структурных изменениях

и увеличении диаметра пор мембран в результате замораживания-оттаивания воды.

Т а б л и ц а 1

Номер образца	Наименование образцов	Поверхностная плотность, г/м ²	Волокнистый состав ткани, %	Переплетение ткани	Полимер мембранной пленки, вид отделки	Толщина мембраны, мм
1	Мембранная ткань арт.С911М	150±5	100ПА	Комбинированное Рип-Стоп	ПТФЕ Parel, поровая	0,019
2	Мембранная ткань арт.09С20-КВ	148±5	100ПЭ	Плотняное	ПлЛАМ, поровая	0,020
3	Мембранная ткань арт. ПЭ/М-003- 194013	192±5	100ПЭ	Комбинированное Рип-Стоп	ПлЛАМ, отделка МВО, беспоровая	0,029
4	Мембранная ткань арт.09С13-КВ	170±5	100ПЭ	Плотняное	ПлПУМ поровая	0,020
5	Мембранная ткань арт.80021	190±5	100ПЭ	Саржевое	МВОКл3 беспоровая	0,028

Пр и м е ч а н и е. Обозначение отделки: ПТФЕ Parel – политетрафторэтиленовая мембрана фирмы Parel; ПлЛАМ – пленочное покрытие, ламинированное политетрафторэтиленовой мембраной; ПлПУМ – пленочное покрытие, ламинированное полиуретановой мембраной; МВОКл3 –отделка маслостойкая (МВО) и полиуретановая мембрана "Климат 3".

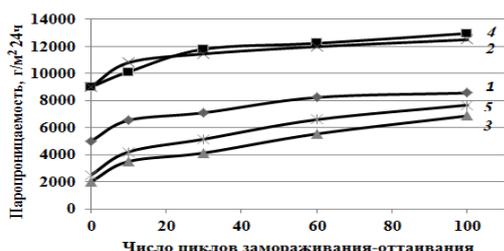


Рис. 1

Водоупорность тканей с поровой мембраной снижается на 20...41%. Ткани с бес-

поровой мембраной имеют дополнительную маслостойкую отделку лицевой поверхности основной ткани (табл. 1, образцы 3, 5), поэтому водоупорность этих материалов снижается в меньшей степени, на 18...31%.

Следовательно, чем больше влажность материала и количество циклов криолиза, тем быстрее мембранные ткани теряют свои первоначальные показатели качества при многократном замораживании-оттаивании.

Т а б л и ц а 2

Номер пакета	Состав слоев пакета материалов	M _s , г/м ²	δ, мм	λ, Вт/(м·К)	R _{сум} , м ² ·К/Вт
Пакет №1	Мембранная ткань арт.09С13-КВ	407	14,43	0,0260	0,554
	Холлофайбер СОФТ Р5190				
	Подкладочная ткань арт. 32290				
Пакет №2	Мембранная ткань арт.80021	420	14,52	0,0235	0,617
	Холлофайбер СОФТ Р5190				
	Подкладочная ткань арт. 32290				

Пр и м е ч а н и е. M_s – поверхностная плотность, δ – толщина, λ – теплопроводность, R_{сум} – суммарное тепловое сопротивление.

В пакетах одежды в качестве ткани верха использовали анализируемые мембранные ткани, в качестве утеплителя – Холлофайбер СОФТ P5190 в два слоя, подкладка 100%-ная вискозная ткань арт. 32290. Исследование влияния структуры мембраны на теплофизические свойства пакетов одежды, представленные в табл. 2, показывает, что беспоровая мембрана характеризуется меньшей теплопроводностью и, следовательно, лучшими теплозащитными свойствами (табл. 2, образец 2).

Исследование температуры и влажности пододежного пространства пакета материалов с поровой мембраной арт. 09С13-КВ показало (рис. 2 – влияние структуры мембранной ткани арт. 09С13-КВ на показатели: 1 – влажность внутренней стороны, %; 3 – влажность внешней стороны пакета, %; 2 – температура внутренней стороны, °С; 4 – температура внешней стороны пакета материалов, °С), что с внутренней стороны пакета одежды №1 влажность постепенно нарастает и достигает максимума 80% за 40 мин эксперимента. Затем влажность резко снижается до 50...60% и поддерживается на данном уровне до конца опыта. Такая закономерность может быть обусловлена тем, что на первом этапе с внутренней стороны пакета материалов пары влаги диффундируют к поверхности мембраны, накапливаются и создают движущую силу – осмотическое давление, которое выталкивает пары влаги во внешнюю среду. Далее процесс десорбции влаги продолжается, и влажность пододежного пространства снижается до вполне комфортной – 50...60%.

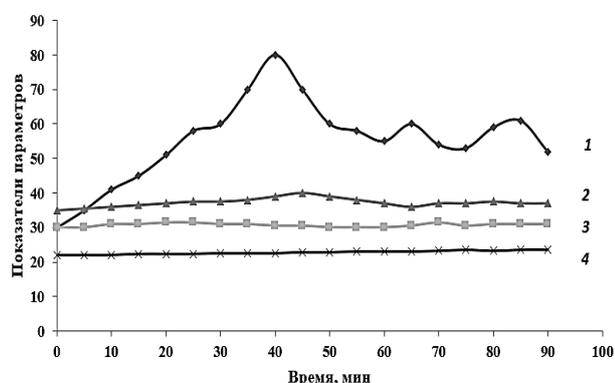


Рис. 2

На внутренней стороне поровой мембранной ткани при максимальной влажности 80% наблюдаются капли конденсированной влаги, что является нежелательным явлением, способствующим набуханию мембраны и уменьшению диаметра пор. Кроме того, при низких температурах влага, замерзая в порах, приведет к увеличению диаметра пор, вплоть до потери функции водонепроницаемости.

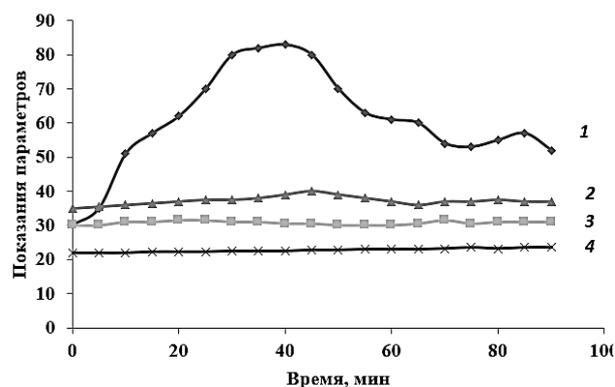


Рис. 3

Пакет одежды №2 с беспоровой мембранной тканью арт. 80021 за 30 мин достигает максимальной влажности 80% и продолжает ее накапливать в течение последующих 20 мин (рис. 3 – влияние структуры мембранной ткани арт. 80021 на показатели: 1 – влажность внутренней стороны, %; 3 – влажность внешней стороны пакета, %; 2 – температура внутренней стороны, °С; 4 – температура внешней стороны пакета материалов, °С). Затем мембрана начинает "дышать", и влажность постепенно снижается до вполне комфортной влажности пододежного пространства 50...60%.

Отмечается достаточно стабильная температура с внутренней стороны мембранной ткани, которая возрастает лишь на 5°C при максимальном насыщении парами влаги пододежного, внутреннего слоя. При этом конденсат влаги на внутренней поверхности мембранной ткани не обнаружен. Условия со стороны внешней среды поддерживаются прибором примерно постоянными, температура 22...23°C и влажность 30...32%, благодаря искусственно созданному регулируемому потоку воздуха.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований установлено, что при высокой влажности лучше выводят пары влаги наружу поровые мембраны. Мембраны беспоровые эффективны при относительно низкой влажности окружающей среды. При низких температурах лучше работает поровая мембрана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Weder M. Performance of Rainwear Material with Respect to Protection, Physiology, Durability and Ecology // Journal of Coated Fabrics. – V. 27, №2, 1997. P. 146...168.
2. Платэ Н.А. Мембранные технологии – авангардное направление развития науки и техники XXI века // Мембраны. – 2002, №1. С. 1...12.
3. Патент 2201257. Стабильное дышащее эластичное изделие / С.Э. Шоувер, П.В. Эсти, В.Б. Хафнер, С.Д. Блэксток, Г.А. Волтон, Д.Г. Ютенброк; заявитель и патентообладатель Кимберли-Кларк Ворлдвайд, Инк. - № 2000109580/12; заявл. 15.09.1998; опубл. 27.03.2003.
4. Свитцов А.А. Введение в мембранные технологии. – М.: ДеЛи принт, 2007.
5. Бугаев Е.А. Многослойные наноразмерные пленочные композиции // Материаловедение. – 2012, №5. С. 30...35.
6. Климова Н.А., Мельников Н.А., Рудой А.С., Верзилин Н.С., Горошко А.А., Казакова Н.М., Бесшапошников В.И. Исследование структуры и свойств мембранных тканей для одежды и обуви // В сб.: Технологии, дизайн, наука, образование в контексте инклюзии. – М., 2018. С. 50...53.
7. Хванг Сан-Так. К. Каммермейер. Мембранные процессы разделения. – М.: Химия, 1981.
8. Назаренко Е.А. Биофизика мембран / Под ред. О.В. Родионова. – Изд-во ВГТУ, 2004.
9. Патент США 5824405. Barrier membrane for protective clothing. (Барьерная мембрана для защитной одежды) - заявл. 07.06.1996 опубл. 20.10.1998.
10. Lomax G.R. Breathable Waterproof Fabrics // Explained Textiles, 2004. – V.19. № 6. P. 12...16.
11. David A.H. Performance Characteristics of Waterproof Breathable Fabrics // Journal of Industrial Textiles. – V.29, №4, 2000. P. 306...308.

12. Дытнерский Ю.И. Мембранные процессы разделения жидких смесей. – М.: Химия, 1975.

13. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация. – М.: Химия, 1994.

REFERENCES

1. Weder M. Performance of Rainwear Material with Respect to Protection, Physiology, Durability and Ecology // Journal of Coated Fabrics. – V. 27, №2, 1997. P. 146...168.
 2. Plate N.A. Membrannye tekhnologii – avangardnoe napravlenie razvitiya nauki i tekhniki XXI veka // Membrany. – 2002, №1. С. 1...12.
 3. Patent 2201257. Stabil'noe dyshashchee elastichnoe izdelie / S.E. Shouver, P.V. Esti, V.B. Khafner, S.D. Blekstock, G.A. Volton, D.G. Yutenbrok; zayavitel' i patentoobladatel' Kimberli-Klark Vorldvayd, Ink. - №2000109580/12; zayavl. 15.09.1998; opubl. 27.03.2003.
 4. Svitsov A.A. Vvedenie v membrannye tekhnologii. – М.: DeLi print, 2007.
 5. Bugaev E.A. Mnogosloynnye nanorazmernye plenochnye kompozitsii // Materialovedenie. – 2012, №5. S. 30...35.
 6. Klimova N.A., Mel'nikov N.A., Rudoy A.S., Verzilin N.S., Goroshko A.A., Kazakova N.M., Beshaposhnikova V.I. Issledovanie struktury i svoystv membrannykh tkaney dlya odezhdy i obuvi // V sb.: Tekhnologii, dizayn, nauka, obrazovanie v kontekste inkluzii. – М., 2018. S. 50...53.
 7. Khvang San-Tak. K. Kammermeyer. Membrannye protsessy razdeleniya. – М.: Khimiya, 1981.
 8. Nazarenko E.A. Biofizika membran / Pod red. O.V. Rodionova. – Izd-vo VGTU, 2004.
 9. Patent SShA 5824405. Barrier membrane for protective clothing. (Bar'ernaya membrana dlya zashchitnoy odezhdy) - zayavl. 07.06.1996 opubl. 20.10.1998.
 10. Lomax G.R. Breathable Waterproof Fabrics // Explained Textiles, 2004. – V.19. № 6. R. 12...16.
 11. David A.H. Performance Characteristics of Waterproof Breathable Fabrics // Journal of Industrial Textiles. – V.29, №4, 2000. P. 306...308.
 12. Dytnerskiy Yu.I. Membrannye protsessy razdeleniya zhidkikh smesey. – М.: Khimiya, 1975.
 13. Dytnerskiy Yu.I. Obratnyy osmos i ul'trafil'tratsiya. – М.: Khimiya, 1994.
- Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 04.04.19.