

**ВЛИЯНИЕ МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИЭФИРНЫХ
НИТЕЙ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ИСПАРЕНИЯ ВЛАГИ В
МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛАХ**
**INFLUENCE OF SURFACE MORPHOLOGY OF POLYESTER THREADS
ON THE INTENSITY OF MOISTURE EVAPORATION IN
MULTILAYER MATERIALS**

Скобова Н.В., Ясинская Н.Н., Сосновская А.И.
Skobova N.V. Yasinskaya N.N., Sosnovskaya A.I.

**Витебский государственный технологический университет, Республика
Беларусь, Витебск**
Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus, Vitebsk

(e-mail: skobova-nv@mail.ru, yasinskaynn@rambler.ru)

Аннотация. Рассмотрен механизм испарения влаги из структуры многослойного текстильного материала. Получена зависимость кинетики изменения влагосодержания в образце в результате испарения в условиях естественной и вынужденной конвекции. Изучено влияние морфологии поверхности функциональных нитей на интенсивность испарения влаги из материала в условиях приближенных к эксплуатационным.

Abstract. The mechanism of moisture evaporation from the structure of a multi-layer textile material is considered. The dependence of the kinetics of changes in moisture content in the sample as a result of evaporation under conditions of natural and forced convection was obtained. The influence of the surface morphology of functional threads on the intensity of moisture evaporation from the material was studied under operating conditions for wearing.

Ключевые слова: функциональные нити, испарение, диффузия влаги
Keywords: functional threads, evaporation, moisture diffusion

Обеспечение нормального функционирования организма человека в условиях активного образа жизни обосновывает задачу поиска эффективных решений в обеспечении улучшенных гигиенических показателей пододежного пространства с учетом свойств применяемых материалов.

В пространство под одеждой через кожу человека постоянно поступает пот в виде капельной и паровой влаги. Перемещение влаги в пакете материалов происходит в направлении понижения влажности и в зависимости от перепада температуры, связанного с различной степенью нагрева слоев пакета одежды [1]. Для обеспечения условий транспорта влаги с поверхности тела в окружающую среду через слой материалов одежды необходимо разработать многослойные структуры с последовательным расположением слоев, обеспечивающим наименьшую скорость нарастания

влажности в пододёжном пространстве и позволяющим получить продукт с улучшенными гигиеническими свойствами.

Целью настоящей работы является установление взаимосвязи между параметрами испарения капельной влаги, отводимой от тела человека и морфологией поверхности применяемых полиэфирных функциональных нитей в трикотажном полотне, контактирующим с кожей человека.

В качестве объекта исследований разработан трехслойный пакет материалов для одежды для активного отдыха: наружный слой – ткань камуфляжная (хлопок 35%, полиэфир 65%) поверхностной плотности 200 г/м², внутренний слой – двойной трикотаж комбинированного переплетения на базе ластика. Трикотажное полотно имеет четкое разделение функциональных слоев. Внутренний слой получен из следующих видов полиэфирных текстурированных функциональных нитей: нить с функцией управления влагой Quick Dry линейной плотности 18,7 текс (f144), имеющей в своей структуре элементарные нити с тетраканальным профилем поперечного сечения; микрофиламентная нить Soft 16,7 текс (f288, линейная плотность ЭН 0,058 текс), поляя нить Thermo 16,7 текс (f96). Наружный слой сформирован из полиэфирной текстурированной традиционной нити PES 16,7 текс (f48) [3].

Для соединения отдельных слоев ткань(ХПЭ)/трикотаж использован метод «горячего» прессования, клеевым материалом выбран двухсторонний полиэфирный нетканый материал из термоплавких нитей поверхностной плотности 50 г/м². Соединение материалов в единую структуру проводилось со стороны слоя трикотажного полотна из традиционных полиэфирных нитей при температуре 160 °С и усилии сжатия 30 кПа.

В результате получены пакеты: образец 1 – ХПЭ+Quick/PES; образец 2 – ХПЭ+Thermo/PES; образец 3 – ХПЭ+Soft/PES.

Методика исследований заключалась в наблюдении за испарением капли жидкости объемом 0,3 мл, впитанной функциональным слоем пакета, через многослойную структуру пакета в лабораторных условиях (Т = 37 °С имитация температуры тела человека) в условиях естественной и вынужденной конвекции. Механизм испарения происходит по классической двухстадийной схеме, в которой выделяют стадии постоянной скорости испарения до критического влагосодержания и последующей «убывающей» скорости испарения, завершающейся высушиванием образца до сухого состояния.

Испарение жидкости оценивалось по потере массы $W=\Delta m$ образцов во времени в результате испарения до получения постоянных конечных значений их массы. Для этого образцы через определенные интервалы времени взвешивались на аналитических весах.

По результатам этих опытов получили зависимость изменения влагосодержания в образце W (масса испарившейся воды) в результате испарения от времени t , которая аппроксимируется экспоненциальными уравнениями (коэффициент детерминации $R^2=0,97$):

- при неподвижном воздухе

$$W_{\text{обр.1}} = a \cdot e^{bt} = 0,368 \cdot e^{-0,0548 \cdot t} \quad (1)$$

$$W_{\text{обр.2}} = 0,37 \cdot e^{-0,094 \cdot t} \quad (2)$$

$$W_{\text{обр.3}} = 0,371 \cdot e^{-0,09 \cdot t} \quad (3)$$

- при скорости 1,5 м/с

$$W_{\text{обр.1}} = 0,385 \cdot e^{-0,097 \cdot t} \quad (4)$$

$$W_{\text{обр.2}} = 0,383 \cdot e^{-0,102 \cdot t} \quad (5)$$

$$W_{\text{обр.3}} = 0,388 \cdot e^{-0,125 \cdot t} \quad (6)$$

где a_0 — коэффициент, численно равный массе воды в образце, г, в момент времени $t = 0$; b — коэффициент, характеризующий скорость изменения влагосодержания в образце при испарении, мин^{-1} .

Полученные зависимости позволяют рассчитать влагосодержание в образцах в любой момент времени в условиях естественной и вынужденной конвекции.

Интенсивность испарения I , $\text{г}/(\text{мин} \cdot \text{мм}^2)$, определяли путем деления скорости испарения V на площадь испаряющей поверхности образца S :

$$I = \frac{V}{S} = \frac{W}{\Delta t \cdot S} \quad (7)$$

Построены кривые интенсивность испарения капли влаги из многослойного материала при различных условиях внешней среды (без движения воздуха и при скорости движения воздуха 1,5 м/с) (рисунок 1).

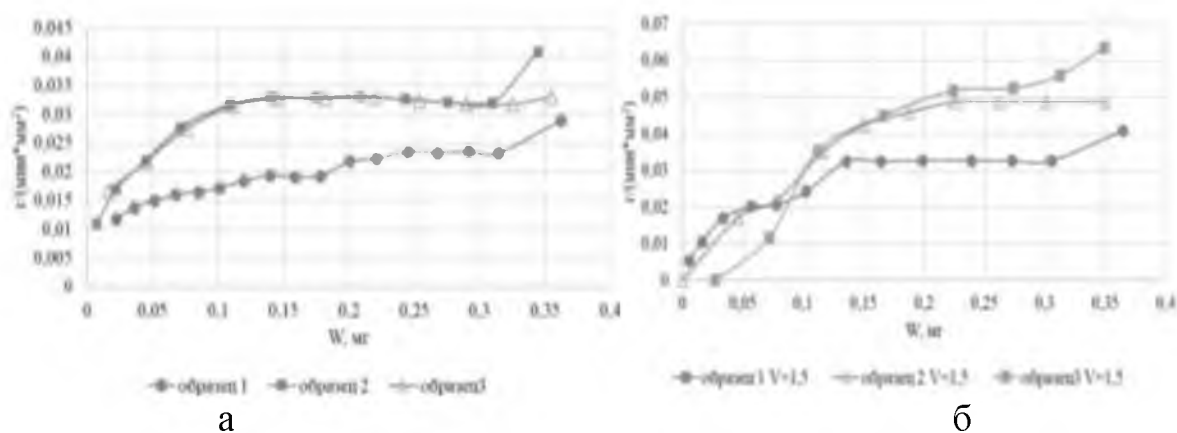


Рисунок 1- Зависимость интенсивности испарения от влагосодержания для исследуемых образцов при отсутствии подвижности воздуха (а), при скорости воздуха 1,5 м/с (б)

Высокая интенсивность испарения отмечается на образцах 2 и 3. Это объясняется морфологией применяемых функциональных нитей в структуре трикотажного полотна, в слое, прилегающем к коже человека. Механизм поведения двойных трикотажных полотен из функциональных нитей при контакте с каплей жидкости отражает показатель индекса диффузии жидкости материалом (рисунок 2).

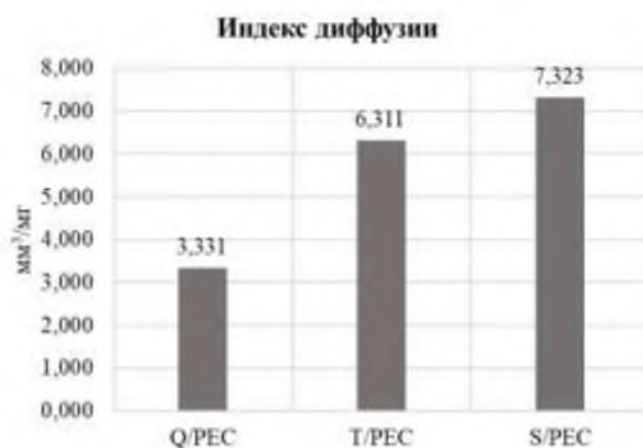


Рисунок 2 - Индекс диффузии влаги в трикотажное полотно со стороны функционального слоя

Индекс площади диффузии показывает, какой объем внутри полотна занимает влага. Благодаря тетраканальному профилю сечения элементарных нитей Quick Dry влага конденсируется и удерживается капиллярными силами в узких боковых капиллярах, образуя малый радиус зоны смачивания. Микрофиламентная нить Soft образует сеть узких капилляров, образованных межволоконным пространством нитей, в результате образуется большой объем микропор, заполняемых жидкостью, что приводит к увеличению радиуса зоны смачивания, при этом толщина пленки жидкости уменьшается, возрастает скорость выхода теплового пограничного слоя на поверхность жидкости, что приводит к увеличению интенсивности испарения.

Функциональная полая нить Thermo характеризуется высокой степенью извитости, что приводит также к образованию большого числа микропор, в которых происходит перекрытие полей поверхностных сил противоположных стенок поры, что значительно повышает энергию адсорбции [3].

Следует также отметить, что с увеличением подвижности воздуха интенсивность испарения возрастает у всех анализируемых образцов.

Список использованной литературы

1. Куликов, Б.П. Гигиена, комфортность и безопасность одежды: учебное пособие /Б.П. Куликов, Н.А. Сахарова, Ю.А. Костин. – Иваново: ИГТА, 2006. – 256 с.
2. Поверхностные явления и дисперсные системы : учеб. пособие для студентов химико-технологических специальностей / А. И. Клындюк. – Минск : БГТУ, 2011. – 317 с.
3. Ясинская Н.Н., Скобова Н.В. Оценка функциональных свойств двухслойных трикотажных полотен из модифицированных полиэфирных нитей // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. - 2023. - № 3 (405). - С. 113-119.

©Скобова Н.В., Ясинская Н.Н., Сосновская А.И., 2023