

## АПРОБАЦИЯ КРИТЕРИЯ ВОДОПАРПРОНИЦАЕМОСТИ НА ПРИМЕРЕ ВОДОЗАЩИТНОЙ СПОРТИВНОЙ ОДЕЖДЫ

*Панкевич Д.К., доц., к.т.н., Прудникова Т.А., студ., Буланчиков И.А., ст. преп.,  
Витебский государственный технологический университет,  
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассматривается применение нового критерия водопарпрооницаемости материалов для водозащитной одежды на примере анализа свойств мембранных материалов различных структур. Проведены исследования и обоснован выбор наиболее комфортного в носке материала для спортивной водозащитной одежды.

Ключевые слова: водозащитная одежда, комфорт, диапазон носки, критерий, мембранные материалы.

Текстильные материалы с мембраной используются для изготовления одежды всех сезонов: летние дождевики, демисезонная непромокаемая утепленная одежда и зимние ветрозащитные изделия, в которых мембранный материал используется в качестве материала верха.

В числе объектов исследования выбраны материалы с пористой губчатой мембраной, с непористой монолитной мембраной, и материалы с многокомпонентной мембраной, которая содержит тонкий слой непористой мембраны, закрывающий более толстый слой пористой мембраны.

Объектами испытаний являлись мембранные материалы производства фирм Mikwangfinetex, Ultrex, Hirona, состоящие из двух слоев – текстильной тканой основы и полимерной мембраны (№ 1, № 2, № 3, № 5), и состоящие из трех слоев – текстильной основы, полимерной мембраны и текстильной подкладки (№ 4 и № 6).

В исследовании участвовали три образца с гидрофильной пористой мембраной (№ 1, № 2, № 4), один образец с гидрофобной пористой мембраной (№ 3), один образец с монолитной непористой гидрофильной мембраной (№ 6) и один – с комбинированной гидрофильно-гидрофобной мембраной, поверхность которой модифицирована пористыми микрочастицами органоглины (№ 5).

Характеристика объектов исследования представлена в таблице 1. Для удобства восприятия таблицы приняты следующие обозначения: ПА – полиамид, ПЭ – полиэфир, ПУ – полиуретан, г-фоб. – гидрофобный, г-фильн. – гидрофильный.

Предметом исследования является уровень комфортности материалов с мембранами различных структур. Для уровня комфортности характерным показателем является коэффициент водопарпрооницаемости материала, обеспечивающий гомеостаз человека, одетого в одежду из этого материала.

Таблица 1 – Характеристика объектов исследования

Номер образца	Полимер текстильной основы / мембраны / текстильной подкладки	Переплетение текстильной основы / текстильной подкладки	Поверхностная плотность, г/м <sup>2</sup>
1	ПЭ / ПУг-фильн.	кулирная гладь	150
2	ПЭ / ПУг-фильн.	полотняное	95
3	ПА / ПУг-фоб.	полотняное	138
4	ПЭ / ПУг-фильн. / ПЭ	полотняное / гладкое платированное основовязаное	133
5	ПЭ / ПУ г-фоб. + ПУ г-фильн.	сложное полутораслойное	139
6	ПЭ / ПУг-фильн. / ПЭ	комбинированное (сочетание поперечносоединенного и плюшевого) / гладкое платированное основовязаное	270

Гомеостаз – это способность организма поддерживать функционально значимые переменные в пределах, обеспечивающих его оптимальную жизнедеятельность. Он осуществляется с помощью вегетативной нервной системы [1].

Если тепловой баланс нарушается и тело человека перегревается, срабатывает механизм физической терморегуляции и потоотделение человека существенно увеличивается. У одетого человека пакет материалов создает вокруг тела оболочку, которая тем комфортнее, чем больше она способна помогать работе механизмов терморегуляции.

В различных условиях носки одежды материалы создают разные возможности для транспорта влаги из пространства под одеждой наружу. При этом движущей силой процесса переноса паров из пространства под одеждой наружу является разность  $\Delta P$  парциальных давлений водяного пара (под одеждой и со стороны внешней среды).

В стандартных испытаниях предусмотрено фиксированное значение температуры и влажности воздуха при исследовании показателя водопаропроницаемости. Необходимо исследовать водопаропроницаемость в различных условиях для того, чтобы смоделировать реальные условия носки одежды.

Чтобы узнать, как изменяется коэффициент водопаропроницаемости на всем диапазоне носки, нужно сначала определить этот диапазон. Исходя из данных метеонаблюдений [2] и в соответствии с характеристиками теплоощущений человека [3], были рассчитаны разности парциальных давлений, характерные для различных сезонов носки одежды. Для расчета парциального давления водяных паров в пространстве под одеждой рассматривали два крайних случая: когда человеку прохладно, и он не выделяет пот, и когда человеку жарко, и он выделяет много пота (табл. 3). По расчетам установили, что температурно-влажностный диапазон носки одежды любого сезона, интерпретированный через разность  $\Delta P$ , в среднем составляет от 100 Па до 5500 Па. В усредненном диапазоне носки одежды с определенным интервалом выделили несколько точек для проведения испытаний.

Определяли водопаропроницаемость гравиметрическим методом с помощью установки, которая размещается в климатической камере, рассчитывая по результатам испытаний коэффициент водопаропроницаемости (*water vapour permeability*)  $WVP$ , г/(м<sup>2</sup>·24 ч), по формуле

$$WVP = 24 \cdot \frac{M2 - M1}{S \cdot t}, \quad (1)$$

где  $M2$  – масса образца после проведения испытаний, г;  $M1$  – масса образца до проведения испытаний, г;  $S$  – площадь образца, м<sup>2</sup>;  $t$  – время, в течение которого проводились испытания, ч. Для достижения необходимых условий проведения испытаний в камере задавали значения температуры ( $t$ ) и относительной влажности воздуха ( $W$ ), представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Значения температуры и влажности для климатической камеры

$\Delta P$	1000	2800	3700	5500
$t$ , °С	30	34	36	38
$W$ , %	76	41	38	18

Характеристики теплоощущений давно изучены гигиенистами на очень больших и представительных выборках людей различного телосложения, групп здоровья, возраста и пола (табл. 3).

Используя эти данные и данные о потере влаги при потоотделении в зависимости от того, какое теплоощущение человек регистрирует в одежде, можно рассчитать требуемый коэффициент водопаропроницаемости  $((450 \cdot 24) / 1,8$ , где 1,8 – площадь кожи человека, м<sup>2</sup>.

Таблица 3 – Данные гигиенистов

Теплоощущения	Средневзвешенная температура пространства под одеждой, $T_{вн}$ , °С	Средняя влажность пространства под одеждой, $W_{вн}$ , %	Потери влаги потоотделением, г/ч	Требуемый $WVP$ , г/м <sup>2</sup> /24 ч
1	2	3	4	5
Очень жарко	$\geq 34,6$	87–96	450–1950 (пот стекает)	6000–26000
Жарко	$34,0 \pm 0,6$	58–83	200–450 (пот стекает)	2667–6000

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5
Тепло	32,9±0,7	50–75	10 – 200 (пот не стекает)	133–2667
Комфорт	31,2±1,0	38–67	0 (пот не выделяется)	0–133
Прохладно	29,1±1,0	30–50	-	-

По результатам испытаний построили графики изменения коэффициента водопаропроницаемости в обобщенном диапазоне носки одежды (рис. 1). Все графики аппроксимируются прямой линией с высокой точностью, поскольку значение коэффициента достоверности аппроксимации во всех случаях более 0,95.

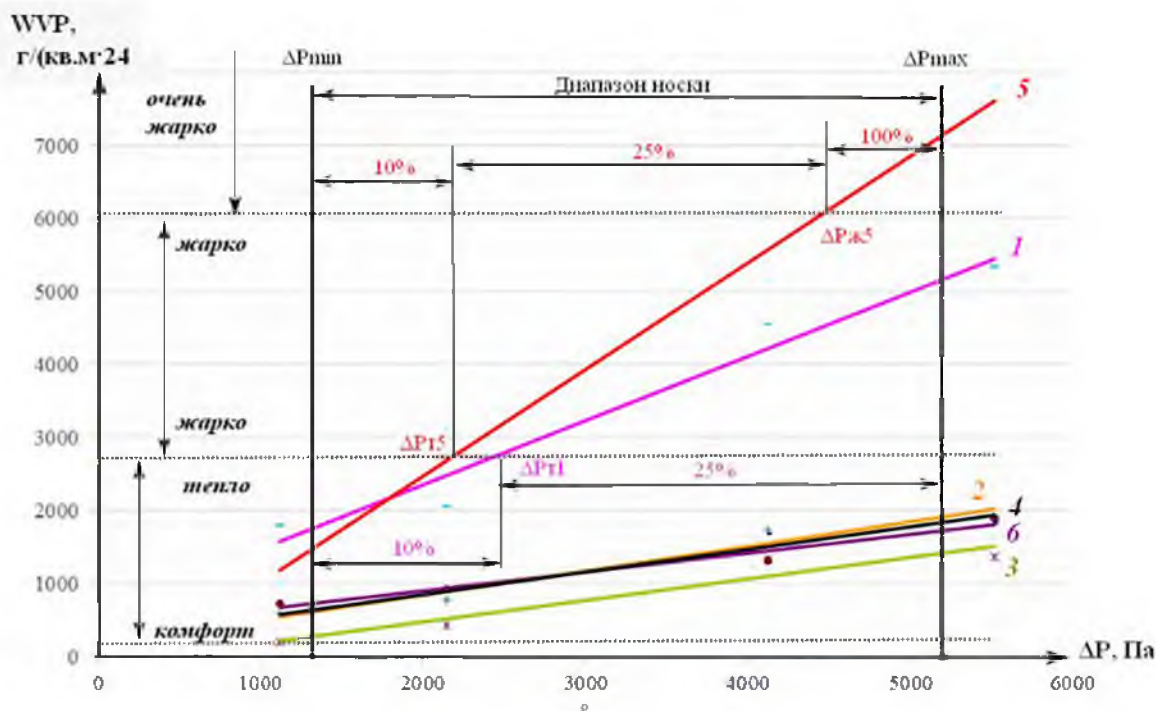


Рисунок 1 – Графики зависимости коэффициента водопаропроницаемости от разности парциальных давлений водяного пара

Расчет критерия  $K_k$  по формуле (2) основан на том, что  $WVP$  достигает рекомендуемых базовых значений, соответствующих нормам влагопотерь организма человека при смене теплоощущений, при некоторых значениях  $\Delta P_m$  и  $\Delta P_{ж}$ , которые делят диапазон носки одежды на зоны комфорта, в которых возможно различное по эффективности удаление влаги, образуемой телом человека при потоотделении.

$$K_k = \frac{(\Delta P_{max} - \Delta P_{ж}) + 0,25 (\Delta P_{ж} - \Delta P_m) + 0,1 (\Delta P_m - \Delta P_{min})}{\Delta P_{max} - \Delta P_{min}}, \quad (2)$$

где  $\Delta P_{max}$ ,  $\Delta P_{min}$  – максимальная и минимальная разность парциальных давлений соответственно, Па;  $\Delta P_m$  – значение разности парциальных давлений, соответствующее пересечению графика функции  $WVP$  с границей рекомендуемого значения  $WVP$  для смены теплоощущений с «тепло» на «жарко», Па;  $\Delta P_{ж}$  – значение разности парциальных давлений, соответствующее пересечению графика функции  $WVP$  с границей рекомендуемого значения  $WVP$  для смены теплоощущений с «жарко» на «очень жарко», Па.

Значения  $K_k$  для испытанных образцов приведены в таблице 4.

Для изделий, используемых при больших физических нагрузках,  $K_k$  должен быть близок к 1. Наибольшее значение  $K_k$  у образца № 5, он рекомендован для изготовления спортивной водозащитной экипировки.

Таблица 4 – Значения коэффициентов комфортности

Номер образца	Кк
1	0,21
2	0,1
3	0,1
4	0,1
5	0,37
6	0,1

Однако значение  $K_k = 0,37$  показывает, что выбранный образец обладает невысоким уровнем комфортности и не способен обеспечить гомеостаз человека на всем диапазоне носки, поэтому одежда из него обязательно должна содержать вентиляционные элементы, способствующие лучшему удалению влаги.

Список использованных источников

1. Архангельский, В. И. Гигиена и экология человека / В. И. Архангельский, В. Ф. Кириллов – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 176 с.
2. Даргевич, В. И. Климатические особенности регионов Республики Беларусь / В. И. Даргевич // Инновации в технике и технологии дорожно-транспортного комплекса: сб. докл. Республиканской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и студентов в 6 т. – Минск, 2013. – Т. 1 – С. 17–20.
3. Тимофеева, Е. И. Экологический мониторинг параметров микроклимата: монография / Е. И. Тимофеева, Г.В. Федорович. – Москва: НТМ, 2005. – 194 с.

УДК 338.322

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕЛОРУССКОЙ КОСМЕТИКИ

**Зоткина А.Н., магистр экономики и управления**  
*Белорусский государственный экономический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье рассматриваются инновационные особенности белорусской косметической промышленности. Характеризуются основные косметические предприятия, использующие в своей деятельности косметические инновации.

Ключевые слова: косметика, косметцевтика, инновации, бренд, производство, разработка.

Бьюти-сфера в наши дни – одна из самых высокотехнологичных областей человеческого знания. Последние десятилетия стали прорывными с точки зрения развития технологий индустрии красоты. Появилось множество инновационных подходов, меняющих традиционный взгляд на использование косметики.

Косметическая отрасль Беларуси – один из самых молодых сегментов промышленности республики, однако продукция белорусских предприятий успела за сравнительно короткий срок получить внушительную долю не только на отечественном рынке (30–35 %), но и за рубежом [1].

Белорусская косметика прочно занимает определенную нишу на рынке. Это уже не просто словосочетание по принадлежности к стране, а бренд, как швейцарские часы или французский парфюм. У белорусской косметики есть свои сторонники и противники. Ведутся споры о ее действенности и прочих свойствах, но факт наличия бренда, известного в мире, неоспорим.

Экспорт косметики из Беларуси на протяжении ряда лет демонстрирует устойчивый рост, а география поставок включает не только близлежащую Россию, но и такие страны как ОАЭ, Вьетнам, Израиль, Узбекистан, Кыргызстан и другие. Наиболее экспортируемыми видами косметики являются губные помады, тушь для ресниц, косметические карандаши, кремы. Так, например, поставки за рубеж косметических средств в 2021 году (78,6 млн долл.) принесли нашей стране больше валюты, чем экспорт картофеля (67,7 млн долл.), льняных тканей (63,2 млн долл.), приборов и устройств, применяемых в медицине (54,9 млн долл.). В целом за