

## Секция 1

# АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 687.173

## ОЦЕНКА КОМФОРТНОСТИ ВОДОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ ИЗ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ НОСКИ

Панкевич Д.К., Лагун Д.И.

Витебский государственный технологический университет, г. Витебск

При подборе материалов в пакет водозащитной одежды специалисты зачастую не обладают достаточно полной информацией о свойствах материалов и их соответствии запросу потребителя, особенно, когда речь идет о новых и малоизученных материалах. Подобная ситуация сложилась, в частности, в области оценки свойств многофункциональных комплексных текстильных материалов с мембраной (МТМ). Основным элементом, отличающим эти материалы от других, является наличие в их структуре полимерной мембраны, обеспечивающей водонепроницаемость, ветрозащиту и паропроницаемость.

Материалы для комфортной водозащитной одежды должны обладать одновременно высоким уровнем водонепроницаемости и достаточной паропроницаемостью. Возможность движения тепла и водяного пара через одежду является важнейшим фактором, влияющим на комфорт человека в ней.

Паропроницаемость МТМ оценивается коэффициентом водопаропроницаемости (water vapour permeability, WVP), который по рекомендации производителей одежды из высококачественных МТМ должен составлять свыше 3000 г/(м<sup>2</sup>·24 ч) [1], а нормативное его значение колеблется от 360 г/(м<sup>2</sup>·24 ч) до 560 г/(м<sup>2</sup>·24 ч) [2]. Такое существенное расхождение рекомендации и нормы требует проверки путем организации научного исследования.

Статья посвящена сравнительной оценке результатов лабораторных испытаний МТМ и экспериментальной носки одежды из него. Объектами исследования являются комплексный трехслойный материал, содержащий сетчатую гидрофобную политетрафторэтиленовую мембрану, и изделия из него – куртка-штормовка мужская и женская. Предмет исследования – паропроницаемость материала и теплоощущения человека, эксплуатирующего одежду из него. Лабораторные испытания водопаропроницаемости материала выполняли двумя спосо-

бами: по стандартной методике согласно ГОСТ Р 57514 «Ткани с резиновым или полимерным покрытием для водонепроницаемой одежды. Технические условия» [3] и по авторской методике, изложенной в источнике [4]. Сущность авторской методики заключается в определении двух значений WVP (при минимальной и максимальной разности  $\Delta P$  парциальных давлений водяного пара под и над испытуемым образцом) и вычислении безразмерного критерия комфортности  $K_k$ , показывающего часть диапазона носки одежды, на которой материал способен пропускать через свою структуру заданное количество водяного пара ( $3000 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot 24 \text{ ч})$ ).

Характеристика материала и результаты лабораторных испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Характеристика комплексного текстильного материала с мембраной

Показатель, единицы измерения	Значение
Поверхностная плотность, $\text{г}/\text{м}^2$	239
Толщина (текстиль / мембрана / текстиль), мм	0,31 / 0,05 / 0,22
Волокнистый состав текстильных слоев	ПЭ
Полимер пористого сетчатого мембранного слоя	ПТФЭ
Коэффициент водопаропроницаемости по ГОСТ Р 57514, WVP, $\text{г}/(\text{м}^2 \cdot 24 \text{ ч})$	1132
Критерий комфортности по авторской методике, $K_k$	0,21
Водонепроницаемость, кПа	210

Для систематизации отзывов волонтеров, полученных в результате экспериментальной носки, была разработана специальная анкета. В ней волонтеры должны были отмечать свои теплоощущения в изделии из МТМ, дату и время эксплуатации, пакет одежды, температуру, влажность (по данным метеонаблюдений на день и час эпизода носки), особенности погодных условий, а также описывать активность (количество часов в движении и субъективную оценку его интенсивности в долях от максимальной). По результатам обработки анкет рассчитывали диапазон носки одежды и ту его часть, на которой теплоощущения волонтера описаны как комфортные.

Перед проведением экспериментальных носок испытуемым разъясняли цель эксперимента, правила заполнения анкеты, необходимость придерживаться средней интенсивности физических нагрузок, и обеспечивали их ссылкой на гугл-форму для систематизации отзывов.

Экспериментальная носка проводилась в течение трёх месяцев четырьмя волонтерами: мужчина (46 лет), три женщины (23, 25 и 45 лет), ведущие активный образ жизни. Фото носчиков в куртках представлено на рисунке 1.

Обработка анкет проводилась следующим образом. Для расчета разности  $\Delta P$  в каждый конкретный эпизод носки использовали характеристики теплоощущений, установленные физиологами-гигиенистами [3]. Расчет разности  $\Delta P$  проводили по известной формуле (1), устанавливая температуру  $T_{вн}$  и влажность  $W_{вн}$  воздуха пространства под одеждой в соответствии с правилами, отраженными в таблице 2. Параметры наружного воздуха (температуру  $T_n$  и влажность  $W_n$ ) принимали по данным метеонаблюдений на дату эпизода носки согласно источнику [5].



Рис. 1. Фотографии внешнего вида курток на волонтерах

$$\Delta P = 1,84 \times 10^9 \times (W_{вн} \times \exp\left(-\frac{5330}{T_{вн}}\right) - W_n \times \exp\left(-\frac{5330}{T_n}\right)) \quad (1)$$

После обработки анкет волонтеров были найдены максимальное и минимальное значение разности  $\Delta P$ , при которых они регистрировали те или иные теплоощущения. Были выявлены среднее значение интенсивности движения, диапазон носки (ДН) и зоны перегрева (В), комфорта (Б) и переохлаждения (А) для каждого волонтера, представленные в таблице 3. Для сравнения с критерием комфортности, определенным по результатам лабораторных испытаний, по результатам экспериментальной носки рассчитывали коэффициент отсутствия дискомфорта. Для этого вычисляли отношение продолжительности зоны комфорта к продолжительности диапазона носки.

Таблица 2 - Правила анализа отзывов волонтеров

Признак принятия допущений о параметрах воздуха пространства под одеждой по отзыву волонтера	Температура, Т <sub>вн</sub> , °С	Относительная влажность, W <sub>вн</sub> , %
Зона А: отзывы «прохладно», «холодно»	30	45
Зона Б: отзывы «комфортно», «не вспотел»	32	50
Зона В: отзывы «жарко», «вспотел»	35	68

Таблица 3 - Результаты обработки анкет волонтеров

Номер анкеты, шифр волонтера	Границы / продолжительность, Па			Диапазон носки, ДН, Па	Средняя интенсивность движений	Коэффициент отсутствия дискомфорта (Б/ДН)
	Зона А	Зона Б	Зона В			
1 Ж23	-	1732-1990	3187-3201	1469	0,44	0,18
	0	258	14			
2 Ж25	-	1564-1928	3161-3573	2009	0,45	0,18
	0	364	412			
3 Ж45	1409-1414	1640-1968	2991-3398	1989	0,48	0,16
	5	328	407			
4 М46	1609-1623	1684-2148	3194-3602	1993	0,40	0,23
	14	464	408			

Результаты исследования показывают, что границы выявленных разными волонтерами зон перегрева, комфорта и дискомфорта не пересекаются. В среднем для всех волонтеров зона комфорта распространяется от 1564 Па до 2148 Па. При разности парциальных давлений внутри и снаружи одежды свыше 2991 Па всеми участниками экспериментальной носки была отмечена зона перегрева. Коэффициент отсутствия дискомфорта выше у волонтера, отметившего наименьшую интенсивность движений. Для всех случаев рассчитанное по авторской методике значение критерия комфортности  $K_k=0,21$  близко к значению аналогичного по смыслу коэффициента отсутствия дискомфорта, вычисленного после экспериментальной носки.

Коэффициент водопаропроницаемости материала, вычисленный по ГОСТ Р 57514, в два раза выше нормативного значения, однако экспериментальная носка показала, что этого недостаточно для создания комфортных условий. Сравнительная оценка результатов лабораторных испытаний МТМ и эксперименталь-

ной носки одежды из него показала, что путем лабораторных испытаний по авторской методике можно достаточно точно установить уровень его комфортности, поэтому критерий комфортности целесообразно рекомендовать для оценки способности материалов водозащитной одежды пропускать через свою структуру пары воды.

#### Литература:

1. Williams J.T. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing. // Elsevier: Woodhead Publishing Ltd, 2018. – 590 p.
2. 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.
3. Тимофеева Е.И., Федорович Г.В. Экологический мониторинг параметров микроклимата // М.: НТМ, 2005. – 194 с.
4. Панкевич, Д.К. Водопаропроницаемость материалов для одежды: новые критерии и методы оценки / Д.К. Панкевич // Дизайн и Технологии, 2024. №100(142). – С. 62-72.
5. Погодный сервис World Weather, режим доступа: <https://world-weather.ru/> (дата доступа 20.04.2025).