

ОЦЕНКА СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПОРТИВНОЙ ВОДОЗАЩИТНОЙ 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 новых критериев оценки функциональности материалов для водозащитной одежды на примере анализа свойств мембранных материалов, рекомендуемых производителем для изготовления спортивной одежды. Проведены исследования, выполнена оценка полноты реализации функции водозащиты и функции обеспечения температурного гомеостаза человека, выявлено несоответствие рекомендаций производителя материалов требованиям потребителей спортивной водозащитной одежды.

Ключевые слова: водозащитная одежда, мембранные материалы, критерии, водопаропроницаемость, намокание.

Современные материалы для спортивной водозащитной одежды представлены широким ассортиментом комплексных материалов, содержащих кроме текстиля полимерную мембрану, непроницаемую для капельножидкой влаги, но пропускающую пары воды [1]. Согласно назначению, они выполняют функции водозащиты и обеспечения температурного гомеостаза человека. Для оценки полноты реализации указанных функций разработаны критерии [2, 3], апробации которых посвящена данная работа. В качестве объектов исследования выбраны образцы мембранных материалов компании «ЮНСЕН» производства КНР, рекомендуемые производителем для изготовления спортивной водозащитной одежды (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика образцов материалов (данные производителя)

Номер	Название / цвет	Состав текстильной основы	Поверхностная плотность, г/м ²	Показатели свойств	
				Коэффициент водопаропроницаемости, WVP, г/(м ² ·24 ч)	Максимальное гидростатическое давление, WPR, кПа
1	Lokker Hit / белый	Полиэстер	150 ± 5	10 000	100
2	Lokker Hit / розовый	Полиэстер	150 ± 5	10 000	100
3	Lokker Galaxy / молочный	Полиэстер	185 ± 5	5 000	50
4	Lokker Galaxy / кофейный	Полиэстер	185 ± 5	5 000	50
5	Lokker Twill / светло-серый	Полиэстер	156 ± 5	3 000	30
6	Lokker Twill / темно-серый	Полиэстер	156 ± 5	3 000	30
7	Lokker Tops / коричневый	Полиэстер / нейлон	130 ± 5	3 000	30

Для исследования текстильных материалов по функции водозащиты применен универсальный гидростатический прибор [4], конструкция которого позволяет проводить испытания при воздействии на материал заданного гидростатического давления, и автоматически регистрировать время наступления различных стадий намокания материала, обусловленных увеличением содержания влаги в нем (1 – незначительное намокание, не ощущаемое человеком; 2 – ощущается легкое охлаждение; 3 – намокание хорошо ощущаемое наощупь; 4 – сквозное промокание). Оценка функции водозащиты материалов проведена по значению динамического критерия уровня водозащитной функции, $K_{вд}(P, t_T, i)$, который показывает относительное значение времени «сухости» материала при воздействии заданного давления P воды в течение требуемого времени t_T , оцениваемое с учетом заданных в виде

номера стадии i намокания теплоощущений человека.

Рассчитаны три варианта динамического критерия: для обеспечения защиты от воды в течение не менее 20 минут при гидростатическом давлении 80 кПа (дождь средней силы) при заданном теплоощущении намокания средней степени, $K_{вд}$ (20; 80; 3); то же до сквозного промокания, $K_{вд}$ (20; 80; 4); и для защиты в течение не менее 40 минут до сквозного промокания, $K_{вд}$ (40; 80; 4).

Для исследования материалов по функции обеспечения гомеостаза человека применено устройство [5] для определения коэффициента водопаропроницаемости, WVP , г/(м² · 24 ч). Испытание проведено по методике ГОСТ 57514-2017 при двух значениях разности парциальных давлений водяного пара ΔP над и под образцом: при $\Delta P = 2800$ Па определяли значение WVP_{2800} , при $\Delta P = 5600$ Па определяли значение WVP_{5600} . По результатам испытаний рассчитан обобщенный критерий комфортности, Ko , путем определения части исследуемого диапазона разности ΔP , на которой материал способен пропустить через свою структуру необходимое для осуществления механизмов терморегуляции количество парообразной влаги. При этом максимальные влагопотери, принимаемые за 100 %, характерны для теплоощущения «очень жарко», при теплоощущениях «тепло-жарко» влагопотери составляют около 25 %, «комфорт-тепло» – до 10 % [3]. По результатам испытаний рассчитываются значения X_T и $X_{ж}$ – абсциссы точек пересечения графика изменения WVP с границами рекомендуемого значения WVP_{prec} для теплоощущений «тепло» (2667 г/(м² · 24 ч)) и «жарко» (6001 г/(м² · 24 ч)) соответственно.

Интерпретация полученных значений критериев $K_{вд}$ и Ko проводится согласно универсальной шкале желательности Харрингтона [6], по которой оценка показывает в долях от единицы степень выполнения ожиданий потребителя спортивной водозащитной одежды.

Результаты испытаний и расчеты критериев оценки представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Результаты испытаний и расчет динамических критериев уровня водозащитной функции для различных условий, $K_{вд}$

Номер образца	Время наступления стадии намокания, мин				$K_{вд}$ (20; 80; 3)	$K_{вд}$ (20; 80; 4)	$K_{вд}$ (40; 80; 4)
	1	2	3	4			
1	21	28	32	38	1,00	1,00	0,74
2	22	30	34	41	1,00	1,00	0,79
3	5	7	8	11	0,33	0,39	0,19
4	6	8	10	13	0,40	0,46	0,23
5	Мгновенное промокание				0	0	0
6	Мгновенное промокание				0	0	0
7	Мгновенное промокание				0	0	0

Таблица 3 – Результаты испытаний и расчет критерия комфортности, Ko

Номер образца	WVP_{2800} , г/(м ² ·24 ч)	WVP_{5600} , г/(м ² ·24 ч)	X_T , Па	$X_{ж}$, Па	Ko
1	295	1697	7538	14195	0,10
2	672	1909	7316	14861	0,10
3	672	2321	6187	11846	0,10
4	695	1909	7349	15041	0,10
5	1720	3900	4016	8299	0,18
6	1932	4560	3583	7136	0,21
7	813	2427	6016	11799	0,10

Анализ данных таблицы 2, показывает, что образцы № 1 и № 2 показали наилучшие результаты: в течение 20 минут они гарантированно защищают от дождя средней силы, не промокая насквозь. Однако при изменении запроса потребителя на 40-минутную защиту от дождя средней силы, значение коэффициента $K_{вд}$ для обоих образцов-лидеров интерпретируется как «хорошо», но несколько выше у образца № 2. Образцы № 3 и № 4 способны обеспечить удовлетворительную защиту в течение 20 минут, но не способны выдержать без промокания более длительное воздействие атмосферных осадков. Образцы № 5, № 6 и № 7 не прошли испытание и промокли мгновенно – они не способны удовлетворить заданные требования водозащиты.

Анализ данных таблицы 3, показывает, что все исследуемые образцы материалов имеют низкий уровень комфортности: абсциссы точек пересечения графика изменения WVP исследуемых материалов с границами рекомендуемых значений WVP_{prec} образцов № 1, № 2, № 3, № 4 находятся вне исследуемого диапазона ΔP , характерного для условий носки одежды. Значения критерия K_o для всех образцов интерпретируются как «плохо» и «очень плохо». Поэтому применение исследуемых материалов в данной области неоправданно.

Показано, что динамический критерий уровня водозащитной функции $K_{вд}$ и обобщенный критерий комфортности K_o позволяют установить соответствие свойств материалов запросу потребителя и являются удобными и чутко реагирующими на изменение условий запроса инструментами оценки свойств водозащитных материалов для спортивной одежды. Выявлено несоответствие рекомендаций производителя материалов требованиям потребителей спортивной водозащитной одежды.

Список использованных источников

1. Панкевич, Д. К. Оценка качества многофункциональных материалов для одежды = The quality assessment of multifunctional garment materials / Д. К. Панкевич // Повышение энергоресурсоэффективности, экологической и технологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности : сборник научных трудов четвертого Международного Косыгинского форума, посвященного 120-летию со дня рождения П. Г. Романкова (ISTS "EESTE-2024"), Москва, 20–22 февраля 2024 г. / ФГБОУ ВО «РГУ им. А. Н. Косыгина». – Москва, 2024. – Т. 2. – С. 149–153.
2. Панкевич, Д. К. Оценка водозащитных свойств комплексных материалов с мембраной: новый прибор, способ и критерий // Современные методы получения материалов, обработки поверхности и нанесения покрытий (Материаловедение – 2023) : материалы I Всероссийской конференции с международным участием (30 марта – 1 апреля 2023 г.) / под ред. В. А. Сысоева [и др.] ; Минобрнауки России, Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2023. – С. 187–192.
3. Панкевич, Д. К. Водопаропроницаемость материалов для одежды: новые критерии и методика оценки / Д. К. Панкевич // Дизайн и технологии. – 2024. – № 100 (142). – С. 62–72.
4. Прибор для определения водозащитных свойств материалов методом гидростатического давления : патент ВУ 12855, МПК G 01N 15/08 (2006.01) : № 20210283 / Буркин А. В., Панкевич Д. К., Ивашко Е. И., Терентьев А. А. Оpubл. 30.12.2022 /
5. Устройство для контроля паропроницаемости материалов : патент ВУ 13087, МПК G 01N 15/00 (2006.01) : № 20220111 / Буркин А. Н., Панкевич Д. К., Борозна В. Д. Оpubл. 30.12.2022 / [и др.]
6. Гличев, А. В. Основы управления качеством продукции / А. В. Гличев. – Москва : РИА «Стандарты и качество», 2001. – 424 с.