

УДК 677.017:677.077.625.121

ОЦЕНКА ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕМБРАННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БЫТОВОЙ ВОДОЗАЩИТНОЙ ОДЕЖДЫ

Д. К. Панкевич

*Витебский государственный технологический университет,
Витебск, Республика Беларусь*

EVALUATION OF HYGIENIC PROPERTIES OF MEMBRANE MATERIALS FOR HOUSEHOLD WATERPROOF CLOTHING

D. K. Pankevich

Vitebsk State Technological University, Vitebsk, Republic of Belarus

Аннотация. В статье изложены результаты анализа нормативной базы и свойств современных мембранных текстильных материалов для бытовой водозащитной одежды и дана их оценка по основным показателям гигиенических свойств. В результате исследований установлено, что закупаемые отечественными предприятиями мембранные материалы характеризуются низким показателем паропроницаемости по сравнению с рекомендациями, указанными в литературных источниках, но уровень их водонепроницаемости высок и соответствует европейскому стандарту, поэтому они могут быть рекомендованы для производства бытовой водонепроницаемой одежды кратковременного эпизодического ношения.

Ключевые слова: водозащитная одежда, мембрана, водонепроницаемость, паропроницаемость.

I. ВВЕДЕНИЕ

Сегодня водозащитные текстильные материалы для одежды представлены широким ассортиментом композиционных материалов, содержащих кроме текстиля полимерную мембрану, непроницаемую для капельножидкой влаги, но пропускающую пары воды. Отечественная швейная промышленность внедряет мембранные материалы в производство бытовой одежды. Предприятия получают заказы на изготовление одежды из мембранных материалов, не имея достаточной информации об уровне их качества и степени соответствия гигиеническим нормам. Нет данных о свойствах этих материалов, кроме информации, предоставляемой производителями в рекламных целях. Потребности производства пока опережают научные исследования в области систематизации ассортимента, нормативной базы оценки безопасности и качества водо-

защитных композиционных материалов, которые содержат мембранный слой. Работая с мембранными материалами на внутренний рынок, предприятия и вовсе не связаны нормами, поскольку такие материалы отнесены к плащевым, а нормативная база плащевых материалов невероятно далека от свойств мембранных материалов. Поэтому существует необходимость определения рекомендуемых значений показателей гигиенических свойств мембранных материалов, исследования и оценки материалов, используемых швейными предприятиями для изготовления водозащитной одежды по этим показателям.

Наиболее полно критерии оценки гигиенических свойств водозащитных материалов с позиции их пригодности для производственных нужд проработаны в зарубежной нормативной базе водозащитной одежды. Требования к материалам изложены в стандарте EN 343. Защитная одежда. Защита от дождя [1]. Новая версия этого стандарта EN 343:2019 определяет минимальный уровень защиты от атмосферных осадков с учетом конструкции одежды и регламентирует ее классификацию для обеспечения адекватного уровня защиты, устанавливает классы водонепроницаемой одежды и критерии ее оценки, в том числе и по показателю водонепроницаемости материалов. EN 343 введен в качестве национального стандарта во всех странах ЕС и с момента введения применяется в целях оценки соответствия. Стандарт определяет методы испытаний и требования к материалам верха одежды, предназначенной для защиты от плохой погоды: дождя, снега, тумана, влажности, ветра и температуры до минус 5 С [2]. Для водонепроницаемой одежды в EN 343 установлены нормируемые значения водонепроницаемости в зависимости от класса защиты. Показатель водонепроницаемости для одежды низшего (первого) класса защиты должен находиться хотя бы на уровне 8000 Па. Одежда более высоких классов защиты должна быть изготовлена из материалов с водонепроницаемостью свыше 8000 Па.

Паропроницаемость водозащитных материалов, содержащих полимерную мембрану, исследовали в основном за рубежом. Это связано с тем, что промышленное производство таких материалов активно развивалось в Германии, Великобритании, США и Японии с середины 70-х годов прошлого века, в то время как на постсоветском пространстве освоение производства подобных материалов началось лишь 30 лет спустя [3]. Во многих литературных источниках показана сложность измерения показателя паропроницаемости, зависимость его фактических значений от условий опыта и неоднозначность интерпретации результатов [4]. Паропроницаемость материалов не является фиксированной величиной, эта характеристика изменяется в зависимости от интенсивности физической активности человека в одежде и погодных условий и возрастает с увеличением разности парциальных давлений водяного пара по обе стороны от материала [3].

По данным литературных источников установлено, что при определении показателя паропроницаемости методом вертикально стоящей чаши значения показателей паропроницаемости лучших современных мембранных материалов лежат в диапазоне от 5 000 г/м²/24ч до 10 000 г/м²/24ч [5, 6].

II. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью данной работы является анализ гигиенических свойств водозащитных мембранных текстильных материалов для оценки соответствия общепризнанным критериям пригодности к производству бытовой водозащитной одежды – рекомендуемым показателям паропроницаемости и водонепроницаемости.

Для реализации цели работы на базе ЗАО ОПТФ «Світанак» (г. Орша) были исследованы структура и свойства мембранных материалов, перерабатываемых предприятием, как по заказам инофирм, так и для производства одежды на внутренний рынок. Исследовали ассортимент материалов, предоставленных фирмами «Аппарель» и «Маквел» (Великобритания), которые размещают на ЗАО ОПТФ «Світанак» заказы на изготовление верхней демисезонной и зимней мужской одежды. Часть изученных материалов предприятие закупает у поставщиков из Китая для изготовления детской водозащитной одежды, реализуемой под торговой маркой «Артус» на внутреннем рынке. Все материалы являются представителями класса недорогих в производстве композиционных слоистых текстильных полиэфирных материалов с мембраной на основе полиуретана.

III. ТЕОРИЯ

Характеристика структуры материалов представлена в таблице 1 и составлена на основании микроскопии лицевой, изнаночной стороны и поперечного среза мембранного материала, выполненной в лаборатории кафедры «Техническое регулирование и товароведение» УО «ВГТУ» с помощью электронного стереоскопического микроскопа МС-1 (для получения изображений с увеличением до 100 крат). Микроскоп оснащен видеоокуляром и программным обеспечением для просмотра и работы с изображением на компьютере.

Свойства материалов были исследованы в лаборатории кафедры «Техническое регулирование и товароведение» УО «ВГТУ» по методикам, изложенным в следующих стандартах: ГОСТ 3811-72 Материалы текстильные. Ткани, нетканые полотна и штучные изделия. Методы определения линейных размеров, линейной и поверхностной плотностей; ГОСТ 413 – 91(ИСО 1420 – 87). Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием. Определение водонепроницаемости, метод Б1; ГОСТ Р 57514-2017. Ткани с резиновым или полимерным покрытием для водонепроницаемой одежды. Технические условия. Кондиционирование материалов перед испытаниями про-

водили по СТБ ISO 139-2008. Материалы текстильные. Стандартные атмосферные условия для кондиционирования и испытаний.

В качестве основных средств для проведения исследований поверхностной плотности и паропроницаемости использовали лабораторные электронные весы RA 214 C («OHAUS Corporation», США). Установленные стандартом климатические условия при определении паропроницаемости моделировали в климатической камере YTH-408-40-1P («Tuanta», Китай). Для исследования водонепроницаемости применяли универсальный прибор «AVENO AG17-3» (Китай) со сменными испытательными головками различного диаметра. В соответствии с рекомендациями производителя прибора для исследования образцов, выдерживающих предположительно уровень гидростатического давления до 200 кПа, использовали испытательную головку с эффективным диаметром 100 см², свыше 200 кПа – 10 см². Испытания проводили при скорости повышения гидростатического давления 10 кПа/мин.

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Для достижения поставленной цели было проведено исследование 21 образца композиционных текстильных материалов двухслойной и трехслойной структуры. Текстильный слой исследуемых материалов представлен тканями или трикотажными полотнами, выработанными из полиэфирных комплексных нитей. Мембранный слой выполнен из полиэфируретана. В зависимости от применяемых добавок полиэфируретановый слой может быть губчатым микропористым или монолитным беспоровым, в комбинированной мембране присутствуют два слоя – и пористый, и монолитный.

Результаты исследования структуры и свойств материалов представлены в таблице 1. Для удобства восприятия применено следующее обозначение структуры материалов: ТР – трикотажное полотно, ТК – ткань, п – пористая гидрофобная мембрана, м – монолитная (непористая) гидрофильная мембрана, к – комбинированная гидрофобно-гидрофильная мембрана. Для характеристики толщины мембраны применяли метод сравнения элементов изображения микрофотографии поперечного среза материала между собой. При этом сопоставляли размеры наблюдаемых отдельных филаментов комплексных нитей, пучка филаментов, составляющих одну комплексную нить, всего текстильного слоя и мембранного слоя между собой. В результате сравнения получили, что для некоторых образцов толщина мембраны сопоставима с диаметром поперечного среза одного филамента комплексной нити текстильного слоя. Такую особенность в таблице 1 отметили буквой «ф», для других образцов – с поперечным размером пучка филаментов, составляющих одну нить текстильного слоя, соответствует обозначению «н». Случаи, когда толщину мембраны можно сопоставить с толщиной текстильного слоя, отмечали обозначением «т».

ТАБЛИЦА 1

**ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ
 СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ**

| Номер образца / артикул | Число слоев (обозначение типа структуры) | Поверхностная плотность, г/м ² | Водонепроницаемость, Па | Паропроницаемость, г/м ² /24ч |
|-------------------------|--|---|-------------------------|--|
| 1 / 3L-BlcP | 3 (TP / П «Ф» / TP) | 328 | 177 000 | 2344 |
| 2 / 3L-BBlc | 3 (TK / М «Ф» / TP) | 279 | 180 000 | 606 |
| 3 / 3L-GBlc | 3 (TP / П «Н» / TP) | 244 | 116 000 | 2082 |
| 4 / 2L-F | 2 (TK / П «Т») | 160 | 140 000 | 835 |
| 5 / LX10-PP00 | 2 (TK / М «Н») | 116 | 31 600 | 426 |
| 6 / LX10-PP001 | 2 (TK / М «Н») | 107 | 42 000 | 321 |
| 7 / LX01-MT | 2 (TK / П «Н») | 114 | 205 000 | 1315 |
| 8 / 2L-TUR | 2 (TK / П «Т») | 148 | 160 000 | 1736 |
| 9 / 2L-BW | 2 (TK / П «Т») | 134 | 65 000 | 2009 |
| 10 / TF-122-G | 2 (TK / П «Ф») | 156 | 9 000 | 1229 |
| 11 / TF-122-B | 2 (TK / П «Ф») | 144 | 8 000 | 828 |
| 12 / LX05-CYL | 2 (TK / П «Ф») | 64 | 2 800 | 322 |
| 13 / CAU-1745 | 2 (TK / П «Н») | 190 | 8 100 | 480 |
| 14 / KBMX-120 | 2 (TK / М «Н») | 84 | 12 000 | 720 |
| 15 / 2L-B | 2 (TK / М «Н») | 136 | 35 000 | 250 |
| 16 / CAU-1935 | 2 (TK / М «Т») | 84 | 135 000 | 1201 |
| 17 / 3L-Pstr | 3 (TP / П «Н» / TP) | 305 | 169 000 | 2726 |
| 18 / NYTr | 3 (TP / К «Т» / TP) | 224 | 270 000 | 1866 |
| 19 / B7724 | 2 (TK / М «Т») | 192 | 4 000 | 2996 |
| 20 / N-0927 | 2 (TK / М «Т») | 160 | 138 000 | 1571 |
| 21 / LXW180 | 2 (TK / М «Т») | 111 | 50 000 | 463 |

V. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ результатов исследования паропроницаемости и водонепроницаемости материалов показал, что по уровню водонепроницаемости многие образцы значительно превосходят рекомендуемое стандартом EN 343 значение 8000 Па и могут быть использованы для изготовления водозащитной одежды различных классов защиты. Исключение составляют образцы под номерами 11, 12 и 19. Наивысшим показателем водонепроницаемости обладает трехслойный образец номер 18, содержащий в своей структуре трикотажные текстильные слои и комбинированную мембрану, толщина которой сопоставима с толщиной текстильных слоев материала. Следует отметить, что мембранные материалы с комбинированной мембраной занимают лидирующие позиции по уровню свойств на рынке мембранных материалов и являются перспективным ассортиментом для производства водозащитной одежды.

Показатель паропроницаемости всех исследуемых материалов критически низок и для большинства образцов не достигает даже половины нижней границы диапазона рекомендуемых значений 5 000 г/м²/24ч. Наиболее высок уровень паропроницаемости у трехслойных образцов под номерами 1, 3 и 17, содержащих микропористую гидрофобную мембрану, а самый высокий показатель паропроницаемости принадлежит образцу номер 19, имеющему одновременно и один из самых низких результатов по водонепроницаемости. В структуре этого образца содержится монолитная гидрофильная мембрана, сопоставимая по толщине с текстильным слоем.

Комплексный анализ особенностей структуры и значений показателей свойств изученных материалов не выявил какой-либо строгой закономерности. Заметно, что более толстая пористая гидрофобная мембрана, обозначенная в таблице 1 буквой «п», обеспечивает более высокий уровень показателя водонепроницаемости. Такое наблюдение не характерно для материалов с гидрофильной монолитной (непористой) мембраной, обозначенной буквой «м». В основном, материалы, имеющие схожую структуру, проявляют различный уровень свойств. Замечено, что материалы, имеющие достаточно высокий уровень водонепроницаемости, не являются аутсайдерами по паропроницаемости, как можно было бы предположить, основываясь на данных источника [6], где водонепроницаемость и паропроницаемость мембранных материалов рассматриваются как свойства-антагонисты. Так, встречается сочетание низкого уровня двух критериев сразу, например, у образцов под номерами 11, 12, 13, 14.

VI. ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ гигиенических свойств мембранных текстильных материалов, перерабатываемых ЗАО ОПТФ «Світанак», по критериям водонепроницаемости и паропроницаемости показал, что не все виды материалов могут быть использованы для производства качественной и комфортной водозащитной бытовой одежды. Препятствием

к широкому применению исследуемых материалов в повседневной одежде, особенно детского ассортимента, служит низкий показатель паропроницаемости, позволяющий рекомендовать изделия из них только для эпизодического недлительного ношения в условиях непогоды. В заключении необходимо подчеркнуть, что оценка пригодности мембранного материала к изготовлению водозащитной одежды не возможна без исследования его водонепроницаемости и паропроницаемости. Ни органолептически, ни умозрительно и невозможно предположить, соответствует ли мембранный материал гигиеническим критериям, указывающим на возможность его применения в качестве материала верха водозащитной одежды. Необходимо расширить отечественную нормативную базу указанными критериями для мембранных материалов, для чего сначала выделить такие материалы в отдельный класс, поскольку они массово используются при изготовлении бытовой одежды, а оценка их пригодности к промышленному производству выполняется только по нормам технических регламентов Таможенного Союза, в которых к материалам верха одежды третьего слоя не предъявлены требования по гигиеническим показателям.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ. БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства Образования Республики Беларусь, ГБ НИР №373 «Исследование структуры и свойств многофункциональных композиционных текстильных материалов, содержащих полимерный слой, модифицированный различными наполнителями, с целью разработки научных основ проектирования и изготовления новых материалов с заданными свойствами для изделий легкой промышленности», научный руководитель Д. К. Панкевич.

Автор благодарит заместителя директора по коммерческой и внешнеэкономической деятельности ЗАО ОПТФ «Світанак» В. В. Гордеева и начальника подготовительно-раскройного цеха ЗАО ОПТФ «Світанак» О.А. Руденкову за предоставленные для исследования образцы материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. DIN EN 343-2019. Protective clothing - Protection against rain; German version EN 343:2019. 24 p.
2. Шараева А.М., Ивашко Е.И., Панкевич Д.К. [и др.]. Анализ технических требований Европейского Союза к защитной одежде из водонепроницаемых материалов // Материалы докладов 53-й Междунар. науч.-техн. конф. преп. и студ. Т. 2. Витебск: УО «ВГТУ», 2020. С. 230–232.
3. Буркин А.Н., Панкевич Д.К. Гигиенические свойства мембранных текстильных материалов : монография / под общ. ред. А.Н. Буркина. Витебск: УО «ВГТУ», 2020. 190 с.

4. Светлов Ю.В. Термовлажностные процессы в материалах и изделиях легкой промышленности. М.: Академия, 2003. 384 с.

5. Tehrani-Bagha A.R. Waterproof breathable layers – A review // *Advances in Colloid and Interface Science*, 2019. Vol. 268. Pp. 114–135.

6. Williams J.T. Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing // Elsevier : Wood head Publishing Ltd, 2018. 590 p.

УДК 677.027.56

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ТЕКСТИЛЬНЫМ ОСНОВАМ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ПЕЧАТИ

Л. В. Юферова

Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

DEFINING THE REQUIRMENTS FOR TEXTILE BASES FOR DIGITAL PRINTING

L. V. Yuferova

Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

Аннотация. В статье обозначена проблема выбора исходных материалов для цифровой текстильной печати, обоснована актуальность определения требований к текстильным основам. На основе анализа технологий и изучения технологических этапов выявлены факторы, определяющие качество цифровых текстильных изображений, установлены технологические требования к исходным материалам под печать. Определены условия, определяющие выбор исходных материалов для цифровой печати; установлены критерии выбора материалов – основ; выделены перспективы развития цифрового печатания.

Ключевые слова: цифровая печать, текстиль, исходный материал, критерии выбора.

I. ВВЕДЕНИЕ

Сфера цифровых технологий, расширяясь, активно внедряется в индустрию моды. Производство текстильной продукции с цифровой печатью набирает силу; получение цифровых печатных изображений образует одно из перспективных направлений декорирования текстиля и одежды. Рост количества запросов на персонализированную печать на одежде, увеличение числа заказчиков на получение эксклюзивных