

УДК 687.03
DOI 10.47367/0021-3497_2024_1_70

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ
ЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ОДЕЖДЫ***

**COMPARATIVE ANALYSIS OF WATERPROOF RESISTANCE
OF PROTECTIVE MATERIALS FOR SPECIAL CLOTHING***

Е.И. ИВАШКО, А.Н. БУРКИН

E.I. IVASHKO, A.N. BURKIN

(Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь)

(Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus)

E-mail: ivashkokatrinka@mail.ru

Статья посвящена защитным материалам для изготовления специальной одежды, обладающим разным уровнем защиты от воды. Приведен анализ терминов, используемых в материаловедении для характеристики способности сопротивляться проникновению воды. Дана характеристика водозащитных материалов, выпускаемых крупнейшим производителем текстильной продукции в Республике Беларусь. Представлены результаты испытаний по стандартной методике, полученные на универсальном приборе «AVENO AG17-3» и разработанном коллективом авторов УО «ВГТУ» приборе для определения водозащитных свойств материалов методом гидро-

*Статья подготовлена по материалам доклада Международной научно-технической конференции «Инновации в текстиле, одежде, обуви (ICTAI-2023)», которая состоялась 9-10 ноября 2023 года в учреждении образования «Витебский государственный технологический университет» (Республика Беларусь).

статического давления. Выявлено, что из рассматриваемых защитных материалов, имеющих разную водозащитную отделку, самыми высокими значениями обладает материал с мембранным слоем.

The article is devoted to protective materials for special clothing with different levels of protection against water. The analysis of terms used in materials science to characterize the ability to resist water penetration is given. The characteristic of water-protective materials produced by the largest textile manufacturer in the Republic of Belarus is given. The results of tests according to the standard technique, obtained on the universal device "AVENO AG17-3" and the device for determination of waterproof properties of materials by the method of hydrostatic pressure, developed by the team of authors of EE "VGTU" are presented. It was revealed that of the protective materials under consideration, which have different waterproof finishes, the material with a membrane layer has the highest values.

Ключевые слова: водонепроницаемость, гидростатическое давление, водозащитные материалы.

Keywords: waterproof, hydrostatic pressure, waterproof materials.

Введение

В настоящее время защитные швейные изделия являются широко востребованным ассортиментом, имеющим значительную долю в продукции, выпускаемой промышленностью. Защитные швейные изделия широко используются в быту, но особенно важны они для людей в профессиональной деятельности [1].

Защитные материалы применяются в легкой промышленности для изготовления средств индивидуальной защиты, которые предотвращают или уменьшают воздействия на человека вредных и опасных факторов, препятствуют загрязнению. Опасности высоких или низких температур, искр, пламени, кислот и щелочей, влаги, ветра и механических воздействий требуют использования разных материалов, отличающихся не только по составу, но и по структуре, виду пропитки или дополнительного покрытия [2].

Защита от внешних воздействий окружающей среды является первоначальной функцией одежды. Одним из требований к одежде является сохранение ее владельца сухим. В материаловедении способность сопротивляться проникновению воды характеризуют с помощью показателей водоотталкивания, водоупорности, намокаемости, водонепроницаемости.

Анализ литературных источников [3...8] показал, что термины «водонепроницаемость» и «водоупорность» в большинстве случаев трактуются одинаково и подразумевают под собой сопротивление проникновению воды. Не во всех источниках водоупорность измеряется величиной гидростатического давления, а может выражаться временем промокания испытуемого материала, которое выражается в секундах от начала испытания до момента промокания обратной стороны полотна. В литературных источниках также встречается термин «водопроницаемость» и трактуется как способность текстильных материалов пропускать воду при определенном давлении или количество воды, прошедшей через испытуемый материал [3]. Такая терминологическая путаница становится препятствием для адекватной оценки водозащитной способности материалов легкой промышленности. Поскольку основная функция водозащитных материалов – препятствовать проникновению воды, то в статье будет использован термин «водонепроницаемость».

Водозащитные свойства материалам придают в процессе отделки. Наиболее распространенные способы – водоотталкивающая пропитка, пленочное покрытие, мем-

бранное покрытие, водоотталкивающая отделка [9...12]. Вид отделки во многом влияет на начальный уровень водонепроницаемости материала. Из всего многообразия водозащитных материалов выделяют композиционные текстильные материалы с мембранным слоем, полученные с использованием текстильных компонентов (волокон, нитей, тканей, трикотажных полотен, нетканых материалов) [13]. Целью создания таких текстильных материалов является соединение в одну структуру схожих или различных компонентов для получения материала с новыми заданными свойствами, отличными от свойств исходных компонентов. Каждый компонент в общем материале выполняет свою специфическую функцию [14].

За последние десятилетия композиционные материалы с мембранным слоем стали очень популярны благодаря уникальным потребительским свойствам – паропроницаемости и высокому уровню водонепроницаемости. Пористые мембраны из гидрофобных полимеров или монолитные диффузионные мембраны из гидрофильных полимеров, входящие в состав композиционного материала, определяют его свойства.

Согласно требованиям [7] материалы и изделия из них для защиты от воды и растворов нетоксичных веществ должны иметь водонепроницаемость не менее 2 кПа, а при воздействии струй воды – не менее 3,5 кПа. В качестве основного оборудования для определения водонепроницаемости по [3, 8] применяются: пенетрометры, гидростатические приборы с ком-

прессором и оригинальные гидростатические приборы. К оригинальным гидростатическим приборам можно отнести разработанный коллективом авторов кафедры «Техническое регулирование и товароведение» УО «ВГТУ» прибор для определения водозащитных свойств материалов [15], который позволяет определять уровень водонепроницаемости методом гидростатического давления, имеет небольшой вес и габариты, работает без подключения к электросети, обеспечивает автоматический, а не визуальный контроль водонепроницаемости материалов.

Целью данной работы является сравнение результатов водонепроницаемости, полученных на приборах, имеющих разную конструкцию, и выявление вида водозащитного материала для изготовления специальной одежды, обеспечивающего наиболее высокий уровень защиты от воды.

Объекты испытаний

В данной работе рассмотрены результаты исследований водонепроницаемости защитных материалов, выпускаемых ОАО «Моготекс», полученные на универсальном приборе «AVENO AG17-3» (Китай) и разработанном приборе для определения водозащитных свойств материалов методом гидростатического давления [15]. В качестве представителей водозащитных материалов выбраны образцы с акрилатным покрытием (ПлА), полиуретановым покрытием (ПлПУ), полиуретановым микропористым покрытием (ПлПУМ) и мембранным слоем (ПлЛАМ). Характеристика исследуемых образцов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Номер образца	1	2	3	4
Артикул	ПлПУ-1	ПлА-1	ПлПУМ	ПлЛАМ
Поверхностная плотность, г/м ²	77	149	142	134
Число нитей на 10 см				
по основе	380	510	538	504
по утку	288	324	498	346
Толщина, мм	0,13	0,24	0,20	0,19
Вид переплетения	полотняное	полотняное	полотняное	полотняное

Методы

Сущность метода определения водонепроницаемости [3] заключается в регистрации проникания на изнаночной стороне элементарной пробы воды, подаваемой при

высоком гидростатическом давлении на ее лицевую сторону. Из каждого отобранного для испытания водозащитного материала вырезали по пять элементарных проб. До размещения образца на приборе поднимали

уровень воды вровень с поверхностью кольца круглого сечения, чтобы не было воздушной подушки между поверхностью воды и образцом. Увеличивали давление при постоянной скорости и снимали показания гидростатического давления со шкалы при первом проникании воды сквозь образец.

Одним из основных отличий в проведении данного испытания является момент фиксации проникновения на изнаночной стороне элементарной пробы воды, подаваемой при высоком гидростатическом давлении на ее лицевую сторону. При использовании универсального прибора «AVENO AG17-3» осуществлялся визуальный контроль проникновения воды сквозь образец, а при проведении испытаний на приборе для определения водозащитных свойств

материалов методом гидростатического давления, оснащенном диэлектрической пластиной для фиксации момента проникновения, фиксация осуществлялась при замыкании электрической цепи и срабатывании устройства светозвуковой индикации прибора.

Результаты и обсуждения

Проведение испытаний на разном испытательном оборудовании позволяет оценить точность полученных результатов испытаний, обеспечить их прослеживаемость, сравнить результаты испытаний и статистические параметры.

В ходе проведения испытаний по определению водонепроницаемости водозащитных материалов получены следующие результаты (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Номер образца	Водонепроницаемость, кПа		Среднее, кПа	Абсолютное отклонение, кПа	Относительный разброс, %
	Универсальный прибор «AVENO AG17-3»	Прибор для определения водозащитных свойств материалов методом гидростатического давления			
1	3,38	3,30	3,34	0,08	2,4
2	6,78	6,60	6,69	0,18	2,7
3	7,75	7,50	7,63	0,25	3,3
4	100,00	97,20	98,60	2,80	2,8

Степень расхождения полученных данных по показателю водонепроницаемости незначительна, об этом свидетельствуют низкие значения относительного разброса. Наименьшим уровнем водонепроницаемости обладает образец №1 с полиуретановым покрытием, который также имеет наименьшую толщину, поверхностную плотность и плотность переплетения нитей основы и утка на 10 см из рассматриваемых материалов. Данный образец не может быть использован в качестве защитного материала при воздействии струй воды, так как значения, полученные на универсальном приборе «AVENO AG17-3» (Китай) и разработанном приборе для определения водозащитных свойств материалов методом гидростатического давления, не превышают значения 3,5 кПа, установленного Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» [7]. Образцы №2 и №3, имеющие акрилатное покрытие и полиуретановое микропористое

покрытие, соответствуют требованиям [7]. Значения водонепроницаемости данных образцов превосходят норму фактически в 2 раза. Они обладают близкими по значениям толщиной, поверхностной плотностью и плотностью переплетения нитей основы и утка на 10 см. Явным лидером из рассматриваемого числа водозащитных материалов является образец №4, имеющий в своей структуре мембранный слой. Данный образец отличается высокой плотностью переплетения нитей основы и утка на 10 см и достаточно невысокими значениями поверхностной плотности и толщины для материалов, используемых при изготовлении специальной одежды.

В Ы В О Д Ы

Значения водонепроницаемости водозащитных материалов, полученные на приборах разной конструкции, в данной работе являются сходимыми. Это объясняется тем,

что в качестве образцов использованы водозащитные материалы, имеющие тканую основу. В отличие от водозащитных материалов на трикотажной основе они меньше подвержены деформации при действии на них высокого гидростатического давления.

Для изготовления специальной одежды могут быть рекомендованы водозащитные материалы с мембранным слоем, обеспечивающие наиболее высокий уровень защиты от внешних воздействий окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Метелева О.В.* Исследование водозащитных свойств швейных изделий: моногр. Иваново: ИГТА, 2013. 76 с.
2. *Ивашко Е.И., Буркин А.Н.* Влияние температуры и влажности на свойства водозащитных материалов для специальной одежды // Повышение энергоресурсоэффективности и экологической безопасности процессов и аппаратов химической и смежных отраслей промышленности: сб-к науч. тр. Междунар. науч.-техн. симпозиума, посвященного 110-летию А.Н. Плановского (ISTS «EESTE-2021»). М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2021. Т. 2. С. 134...138.
3. ГОСТ 12.4.263-2014. Система стандартов безопасности труда. Материалы для средств индивидуальной защиты с резиновым или пластмассовым покрытием. Метод определения водонепроницаемости. М.: Стандартинформ, 2015. 12 с.
4. *Бузов Б.А., Алыменкова Н.Д.* Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности: учебник для студентов вузов. М.: Академия, 2004. 448 с.
5. ГОСТ Р 57514-2017. Ткани с резиновым или полимерным покрытием для водонепроницаемой одежды. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2017. 24 с.
6. ГОСТ 30292-96. Плотна текстильные. Метод испытания дождеванием. М.: Изд-во стандартов, 1998. 8 с.
7. ТР ТС 019/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты».
8. ГОСТ 413-91. Ткани с резиновым и пластмассовым покрытием. Определение водонепроницаемости. М.: Изд-во стандартов, 2000. 6 с.
9. *Mohd Sh., Shakeel A., Javed N.Sh.* Frontiers of Textile Materials: Polymers, Nanomaterials, Enzymes, and Advanced Modification Techniques. Beverly, MA, Scrivener Publishing LLC, 2020. 356 p.
10. *Williams J. T.* Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing. Elsevier: Woodhead Publishing Ltd, 2018. 590 p.
11. *Kunal S., Pintu P., Subhankar M.* Functional and Technical Textiles. Elsevier, Woodhead Publishing Ltd, 2023. 858 p.
12. *Gurumurthy B Ramaiah, Parashuram S Chillal, Ashok Ari.* Preparation and Properties of Waterproof

Coated Fabrics using Non-woven Fabric as Base Material // International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020. № 24(8). P. 5539...5554.

13. *Сташева М.А., Гойс Т.О., Гусев Б.Н.* Совершенствование нормативного обеспечения при оценке качества мембранных тканей // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2022. № 3(399). С. 91...96.

14. *Буркин А.Н., Махонь А.Н., Панкевич Д.К.* Эксплуатационные свойства текстильных материалов: монография. Витебск: ВГТУ, 2019. 218 с.

15. Пат. 12855 Республика Беларусь. Прибор для определения водозащитных свойств материалов методом гидростатического давления.

REFERENCES

1. *Metelava O.V.* Research of waterproof properties of garments: monograph. Ivanovo: IGTA, 2013. 76 с.
2. *Ivashko E.I., Burkin A.N.* Influence of temperature and humidity on the properties of waterproof materials for special clothing // Collection of scientific papers of the International Scientific and Technical Symposium "Improving energy and resource efficiency and environmental safety of processes and devices of chemical and related industries" dedicated to the 110th anniversary of A.N. Planovsky (ISTS "EESTE-2021"). M.: A.N. Kosygin Russian State University, 2021. T. 2. C. 134...138.
3. GOST 12.4.263-2014. System of labor safety standards. Materials for personal protective equipment with rubber or plastic coating. Method for determining water permeability. Moscow: Standardinform, 2015. 12 p.
4. *Buzov B.A., Alymenkova N.D.* Material science in the manufacture of light industry products: textbook for students of universities. Moscow: Academy, 2004. 448 с.
5. GOST R 57514-2017. Fabrics with rubber or polymer coating for waterproof clothing. Technical conditions. Moscow: Standardinform, 2017. 24 p.
6. GOST 30292-96. Textile fabrics. Method of testing by sprinkling. Moscow: Publishing House of Standards, 1998. 8 p.
7. TR TS 019/2011. Technical Regulations of the Customs Union "On the safety of personal protective equipment".
8. GOST 413-91. Rubber and plastic coated fabrics. Determination of water resistance. Moscow: IPK Publishing House of Standards, 2000. 6 p.
9. *Mohd Sh., Shakeel A., Javed N.Sh.* Frontiers of Textile Materials: Polymers, Nanomaterials, Enzymes, and Advanced Modification Techniques. Beverly, MA, Scrivener Publishing LLC, 2020. 356 p.
10. *Williams, J. T.* Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing. Elsevier: Woodhead Publishing Ltd, 2018. 590 p.
11. *Kunal, S., Pintu, P., Subhankar M.* Functional and Technical Textiles. Elsevier, Woodhead Publishing Ltd, 2023. 858 p.
12. *Gurumurthy B Ramaiah, Parashuram S Chillal, Ashok Ari.* Preparation and Properties of Waterproof Coated Fabrics using Non-woven Fabric as Base Mate-

rial // International Journal of Psychosocial Rehabilitation. 2020. № 24(8). P. 5539...5554.

13. *Stasheva M.A., Gois T.O., Gusev B.N.* Improvement of normative support in assessing the quality of membrane fabrics // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. 2022. № 3(399). С. 91...96.

14. *Burkin, A.N., Makhon A.N., Pankevich D.K.* Operational properties of textile materials: monograph. Vitebsk: VGTU, 2019. 218 с.

15. Patent 12855 RB. Device for determining the waterproof properties of materials by hydrostatic pressure method.

Рекомендована организационным комитетом Международной научно-технической конференции "Инновации в текстиле, одежде и обуви (ИСТАИ-2023)". Поступила 16.11.23.
