

## Анализ стандартных методов исследования водозащитных свойств текстильных материалов

Е.И. Ивашко

Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь

E-mail: [ivashkokatrinka@mail.ru](mailto:ivashkokatrinka@mail.ru)

**Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос противоречивого использования терминов для оценки водозащитной способности текстильных материалов в существующей нормативной базе и обосновано применение термина «водопроницаемость». Проведен анализ стандартных методов исследования водозащитных свойств текстильных материалов при действии на них гидростатического давления. Отмечены недостатки исследования водопроницаемости текстильных материалов прибором с открытой испытательной ячейкой. Дана оценка приемлемости использования стандартных методов исследования водозащитных свойств и средств их реализации для композиционных текстильных материалов различных структур.

**Ключевые слова:** водозащитные свойства, водопроницаемость, водонепроницаемость, гидростатическое давление, композиционные текстильные материалы.

## Analysis of Standard Methods for Investigating the Water Repellency of Textiles

E. Ivashko

Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus

E-mail: [ivashkokatrinka@mail.ru](mailto:ivashkokatrinka@mail.ru)

**Annotation.** The article considers the issue of controversial use of terms for estimation of water resistance of textiles in the existing normative base and substantiates the use of the term "water permeability". The analysis of standard research methods of water resistance of textiles under the action of hydrostatic pressure is carried out. The disadvantages of studying water permeability of textile materials by a device with an open test cell have been noted. The acceptability of using standard methods of water resistance research and means of their realization for composite textile materials of different structures is assessed.

**Key words:** water repellency, water permeability, water resistance, hydrostatic pressure, composite textile materials.

Свойства текстильных материалов принято оценивать с использованием их количественной характеристики – показателей свойств. Номенклатура этих показателей зависит от назначения, структуры материалов, их волокнистого состава, фиксируется в стандартах, и, как правило, обеспечивается стандартными методами и средствами определения показателей свойств, а также их нормативными рекомендуемыми значениями. Поэтому в определении показателей свойств материалов значительную роль играет установление принадлежности исследуемого материала к классификационной группировке, выделяемой по какому-либо признаку. Это обуславливает методы и средства испытаний, ориентирует исследователя относительно диапазона значений исследуемых показателей [1].

Защита от внешних воздействий окружающей среды, таких как холод, дождь является первоначальной функцией одежды. Оценить

способность сопротивляться проникновению воды (дождя) можно с помощью показателей водоотталкивания, водоупорности, намокаемости и водопроницаемости.

В настоящее время на рынке текстильных материалов, обладающих высоким уровнем водозащиты, неоспоримым лидером являются композиционные текстильные материалы с мембранным слоем. Разнообразие структур этих материалов даёт возможность использования их в различных сферах лёгкой промышленности.

Целью статьи является оценка приемлемости использования стандартных методов исследования водозащитных свойств и средств их реализации для композиционных текстильных материалов различных структур.

Анализ литературных источников [2–7] показал отсутствие единства в терминах. Термины «водонепроницаемость» и «водоупорность» в большинстве случаев трактуются одинаково и

подразумевают под собой сопротивление проникновению воды. Так, в источнике [3] дается понятие «водоупорности» (водонепроницаемости) как сопротивления текстильных материалов проникновению через них воды, в источнике [4] водонепроницаемость (ВН) – это свойство тканей с покрытием выдерживать гидростатическое давление при скорости нарастания давления 60 см вод. ст./мин. Не во всех источниках водоупорность измеряется величиной гидростатического давления, например, в [5] водоупорность (ВУ) – это время промокания испытуемого материала, которое выражается в секундах от начала испытания до момента промокания обратной стороны полотна. Что касается термина «водопроницаемость», то в источниках [2, 3] водопроницаемость (ВП) – это способность текстильных материалов пропускать воду при определенном давлении, а в [5] водопроницаемость определяется количеством воды, прошедшей через испытуемый материал. Отсутствие единства в терминах может наблюдаться даже в изложении текста одного документа. Так, в источнике [6] норма приведена для показателя «водоупорность», а методы ее определения описаны в ТНПА, которые направлены на определение водопроницаемости [2] и водонепроницаемости [7]. Такая терминологическая

путаница становится препятствием для адекватной оценки водозащитной способности материалов легкой промышленности.

Термин «водонепроницаемость» уместно использовать в контексте с изделиями легкой промышленности: водонепроницаемая одежда, обувь и т. п. Это изделия, которые выполняют защитную функцию и обеспечивают комфорт пользователю, сопротивляясь воздействию факторов окружающей среды (атмосферных осадков). Что касается термина «водопроницаемость», то он применим для оценки способности текстильных материалов пропускать воду при определенном давлении, так как в ходе испытания значения гидростатического давления на приборах получают после проникновения жидкости сквозь испытуемый материал и фактически исследователь узнает величину давления, при котором происходит водопроницаемость.

Традиционно методы определения водопроницаемости материалов разделяются по виду материала. Такое деление характерно для отечественных стандартов, где объектами являются материалы определенной группы. Анализ стандартных методов исследования водозащитных свойств материалов при действии на них гидростатического давления представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Методы определения водозащитных свойств текстильных материалов

Оценка результата испытаний	ТНПА Метод	Вид материала	Площадь воздействия воды	Скорость увеличения давления	Примечание
1	2	3	4	5	6
Наибольшее давление до появления первой капли	ГОСТ 413-91 (ИСО 1420-87) Метод А1 динамического давления	Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием	100 см <sup>2</sup>	10 мм/с	Увеличение давления
	ГОСТ 413-91 (ИСО 1420-87) Метод Б1 динамического давления		10 см <sup>2</sup>	Постоянная скорость	
	ГОСТ 12.4.263-2014 (ISO 1420:1987) Метод А1 динамического давления	Материалы для средств индивидуальной защиты с резиновым или пластмассовым покрытием	100 см <sup>2</sup>	10 мм/с	
	ГОСТ 12.4.263-2014 (ISO 1420:1987) Метод Б1 динамического давления		10 см <sup>2</sup>	Постоянная скорость	
Наименьшее время, выдержанное образцом до промокания, но не более 15 минут	ГОСТ 12.4.263-2014 (ISO 1420:1987) Метод А2 статического постоянного давления	Материалы для средств индивидуальной защиты с резиновым или пластмассовым покрытием	100 см <sup>2</sup>	–	Давление постоянно согласно НТД
	ГОСТ 413-91 (ИСО 1420-87) Метод А2 статического постоянного давления	Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием	100 см <sup>2</sup>	–	

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
Отсутствие любых признаков протекания после 5 испытаний одного образца по 5 минут	ГОСТ 413-91 (ИСО 1420-87) Метод Б2 статического постоянного давления	Ткани с резиновым или пластмассовым покрытием	10 см <sup>2</sup>	–	Давление 690 ± 7 кПа
	ГОСТ 12.4.263-2014 (ISO 1420:1987) Метод Б2 статического постоянного давления	Материалы для средств индивидуальной защиты с резиновым или пластмассовым покрытием	10 см <sup>2</sup>	–	
Наличие или отсутствие капель или следов воды на наружной стороне	ГОСТ 12.4.263-2014 (ISO 1420:1987) Метод А3 на приборе Шоппера		100 см <sup>2</sup>	Плавное увеличение в течение 10 мин	Давление 100 см вод. ст.
Время, в течение которого произошло промокание образца, но не более 24 ч	ГОСТ 12.4.263-2014 (ISO 1420:1987) Метод А4 кошель		Тканые, трикотажные, нетканые полотна, текстильно-галантерейные и штучные изделия из волокон и нитей всех видов, кроме тканей с пленочным покрытием и стеклоткани	–	–
	ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) Метод кошель	–		–	
Наибольшее давление до появления 3 капель	ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) Метод на приборе пенетрометре	Ткани плащевые и курточные из синтетических нитей	100 см <sup>2</sup>	1,00±0,05 кПа/мин 6,00±0,3 кПа/мин	Увеличение давления
	ГОСТ 3816-81 (ИСО 811-81) Метод на кошель-пенетрометре		10 см <sup>2</sup>	60 мм в. ст. 1200 мм в. ст.	
	ГОСТ 28486-90		–	100±10 мм/мин	
	ГОСТ 6056-88		–	100±10 мм/мин	
	ГОСТ Р 51553-99		Текстильные материалы (курточные, плащевые, тик, брезент, тентовые)	100 см <sup>2</sup>	

Большинство из рассмотренных методов исследования водозащитных свойств (табл. 1) описаны в ГОСТ 12.4.263-2014, который является модифицированным по отношению к международному стандарту ИСО 1420-87. Согласно данному документу можно применить качественные методы оценки водопроницаемости при низком гидростатическом давлении (А1 – метод определения водопроницаемости при динамическом давлении;

А2 – метод определения водопроницаемости при статическом постоянном давлении; А3 – метод определения водопроницаемости на приборе типа Шоппера; А4 – метод кошель) и при высоком гидростатическом давлении (Б1 – метод определения водопроницаемости при динамическом давлении; Б2 – метод определения водопроницаемости при статическом постоянном давлении). Краткой версией [2] является [7], который также позволяет

определить уровень водопроницаемости при воздействии на исследуемый материал низкого или высокого гидростатического давления.

Многие стандартные методы, рассматриваемые в таблице 1, позволяют реализовывать лишь метод воздействия на исследуемый образец низкого гидростатического давления, что не применимо для материалов, обладающих изначально высоким уровнем водопроницаемости.

Композиционные текстильные материалы с мембранным слоем в настоящее время на территории Республики Беларусь отнесены к классу плащевых и курточных, а отечественные стандарты на метод испытаний предусматривают конкретное применение по виду материала. Таким образом, оценить уровень водопроницаемости композиционных текстильных материалов с мембранным слоем возможно только по ГОСТ 3816-81(ISO 811-81) либо ГОСТ 28486-90, что вызывает определённые трудности, так как композиционные текстильные материалы с мембранным слоем обладают уровнем водопроницаемости значительно выше материалов, традиционно применяемых для изготовления плащевых и курточных изделий, о которых идет речь в стандартах, разработанных более 30 лет назад. В [2, 7] описаны методы оценки водопроницаемости при высоком гидростатическом давлении, но данные методы распространяются на материалы с резиновым или пластмассовым покрытием. Согласно методике [2, 7] испытываемые образцы располагаются покрытием к воде, тогда как у многослойных композиционных материалов полимерная мембрана часто расположена между текстильными слоями и проникание воды визуально вообще невозможно оценить, поскольку вода, проникнув сквозь мембрану, капиллярно распространяется по текстильным слоям, не образуя капель.

Большую роль в реализации стандартных условий испытания играют приборы, используемые для

исследования. В стандартных методах по определению водозащитных свойств (табл. 1) во всех случаях конструкция используемых приборов должна позволять визуально оценить проникновение воды через исследуемый образец. Это реализуется путем открытой испытательной ячейки, но при подаче высокого гидростатического давления образец испытывает существенные нагрузки, которые приводят к значительным деформациям материала, приводящим к нарушению структуры. В источниках [8–10] описаны основные недостатки исследования водопроницаемости композиционных слоистых текстильных материалов прибором с открытой испытательной ячейкой: большой прогиб образца (до 50 мм!) при воздействии высокого гидростатического давления; отсутствие капель на изнаночной поверхности исследуемого материала, но при тактильном контакте обнаруживается, что поверхность полностью пропиталась водой; образование лишь одной капли у зажима в результате микротрещины структуры полимерного слоя, возникшей вследствие растяжения образца; проникновение воды в пространство между текстильным и мембранным слоем.

Таким образом, существующая нормативная и приборная база в настоящее время не позволяет качественно оценить уровень водозащитных свойств композиционных текстильных материалов с мембранным слоем. Для решения данной проблемы целесообразно осуществить отказ от визуальной оценки результатов испытаний водозащитных свойств и исключить прогиб образца за счёт закрытой сверху испытательной ячейки и применения датчика влажности. Данные модификации позволят оценивать и сравнивать уровень водопроницаемости различных по растяжимости и характеру поверхности текстильных материалов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буркин, А. Н. Гигиенические свойства мембранных текстильных материалов : монография / А. Н. Буркин, Д. К. Панкевич ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2020. – 189 с.
2. Система стандартов безопасности труда. Материалы для средств индивидуальной защиты с резиновым или пластмассовым покрытием. Метод определения водопроницаемости : ГОСТ 12.4.263-2014. – Введ. 01.12.2015. – Москва : ФГУП «Стандартинформ», 2015. – 12 с.
3. Бузов, Б. А. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности : учебник для студентов вузов / Б. А. Бузов, Н. Д. Алыменкова ; под ред. Б. А. Бузова. – М. : Изд-ий центр «Академия», 2004. – 448 с.
4. 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.
5. Полотна текстильные. Метод испытания дождеванием : ГОСТ 30292-96. – введ. 01.07.1999. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1998. – 8 с.
6. О безопасности средств индивидуальной защиты : ТР ТС 019/2011 : принят 09.12.2011 : вступ. в силу (с изменениями на 27 ноября 2019 года) – принят решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года № 878 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.novotest.ru/tr-ts/019-2011/tr-ts-019-2011.pdf>. – Дата доступа: 14.02.2020.
7. Ткани с резиновым и пластмассовым покрытием. Определение водонепроницаемости : ГОСТ 413-91 (ИСО 1420-87). – Взамен ГОСТ 413-75 ; введ. 27.06.1991. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2000. – 6 с.
8. Панкевич, Д. К. Исследование водопроницаемости композиционных слоистых текстильных материалов прибором с открытой испытательной ячейкой / Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин, Е. И. Ивашко // Прогрессивные

технологии и оборудование: текстиль, одежда, обувь : материалы докладов Международного научно-практического симпозиума, Витебск, 3 ноября 2020 г. / УО «ВГТУ». – Витебск, 2020. – С. 91–94.

9. Панкевич, Д. К. Анализ нормативной и приборной базы определения водопроницаемости композиционных слоистых текстильных материалов, содержащих мембранный слой / Д. К. Панкевич, А. Н. Буркин, Е. И. Ивашко // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования. – 2020. – № 6 (58). – С. 305–314.

10. Панкевич, Д. К. Анализ условий проведения испытания водопроницаемости мембранных материалов универсальным прибором / Д. К. Панкевич, Е. И. Ивашко // Матеріали VI-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології промислового комплексу – 2020» / Херсонський національний технічний університет. – Херсон, 2020. – Вип. 6 – С. 211–215.

## REFERENCES

1. Burkin, A. N. Hygienic properties of membrane textile materials : monograph / A. N. Burkin, D. K. Pankevich ; УО "VGTU". – Vitebsk, 2020. – 189 p.

2. System of labor safety standards. Materials for personal protective equipment with rubber or plastic coating. Method for determining water permeability : GOST 12.4.263-2014. – Input. 12.01.2015. – Moscow : FSUE "Standartinform", 2015. – 12 p.

3. Buzov, B. A. Material science in the production of light industry products : a textbook for university students / B. A. Buzov, N. D. Alymenkova ; ed. B. A. Buzova. – M. : Publishing Center "Academy", 2004. – 448 p.

4. Rubber or polymer coated fabrics for waterproof clothing. Specifications : GOST R 57514-2017. – input. 04.01.2018. – M. : FSUE "Standartinform", 2017. – 24 p.

5. Textile fabrics. Sprinkler test method : GOST 30292-96. – input. 07.01.1999. – M. : IPK Standards Publishing House, 1998. – 8 p.

6. On the safety of personal protective equipment : TR CU 019/2011 : adopted on 12.09.2011 : entry. in force (as amended on November 27, 2019) – adopted by the decision of the Customs Union Commission dated December 9, 2011 No. 878 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.novotest.ru/tr-ts/019-2011/tr-ts-019-2011.pdf>. – Date of access: 14.02.2020.

7. Fabrics with rubber and plastic coating. Definition of water resistance : GOST 413-91 (ISO 1420-87). – Instead of GOST 413-75 ; input. 06.27.1991. – M. : IPK Standards Publishing House, 2000. – 6 p.

8. Pankevich, D. K. Study of the water permeability of composite layered textile materials with an open test cell device / D. K. Pankevich, A. N. Burkin, E. I. Ivashko // Progressive technologies and equipment: textiles, clothing, footwear : materials of the reports of the International Scientific and Practical Symposium, Vitebsk, November 3, 2020 / EE "VSTU". – Vitebsk, 2020. – P. 91–94.

9. Pankevich, D. K. Analysis of the regulatory and instrumental base for determining the water permeability of composite layered textile materials containing a membrane layer / D. K. Pankevich, A. N. Burkin, E. I. Ivashko // Information and economic aspects of standardization and technical regulation. – 2020. – No. 6 (58). – P. 305–314.

10. Pankevich, D. K. Analysis of the conditions for testing the water permeability of membrane materials with a universal device / D. K. Pankevich, E. I. Ivashko // Proceedings of the VI International scientific and practical conference "Modern technologies of the industrial complex – 2020" / Kherson national technical university. – Kherson, 2020. – Issue. 6 – P. 211–215.

## SPISOK LITERATURY

1. Burkin, A. N. Gigienicheskie svojstva membrannyh tekstil'nyh materialov : monografija / A. N. Burkin, D. K. Pankevich ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2020. – 189 с.

2. Sistema standartov bezopasnosti truda. Materialy dlja sredstv individual'noj zashhity s rezinovym ili plastmassovym pokrytiem. Metod opredelenija vodopronicaemosti : GOST 12.4.263-2014. – Vved. 01.12.2015. – Moskva : FGUP «Standartinform», 2015. – 12 s.

3. Buzov, B. A. Materialovedenie v proizvodstve izdelij legkoj promyshlennosti : uchebnik dlja studentov vuzov / B. A. Buzov, N. D. Alymenkova ; pod red. B. A. Buzova. – M. : Izd-ij centr «Akademija», 2004. – 448 s.

4. Tkani s rezinovym ili polimernym pokrytiem dlja vodonepronicajemyh odezhdnyh. Tehnicheskie uslovija : GOST R 57514-2017. – vved. 01.04.2018. – M. : FGUP «Standartinform», 2017. – 24 s.

5. Polotna tekstil'nye. Metod ispytaniya dozhdevaniem : GOST 30292-96. – vved. 01.07.1999. – M. : IPK Izdatel'stvo standartov, 1998. – 8 s.

6. O bezopasnosti sredstv individual'noj zashhity : TR TS 019/2011 : prinjat 09.12.2011 : vstup. v silu (s izmenenijami na 27 nojabrja 2019 goda) – prinjat resheniem Komissii Tamozhennogo sojuza ot 9 dekabrja 2011 goda № 878 [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.novotest.ru/tr-ts/019-2011/tr-ts-019-2011.pdf>. – Data dostupa: 14.02.2020.

7. Tkani s rezinovym i plastmassovym pokrytiem. Opredelenie vodonepronicajemyh : GOST 413-91 (ISO 1420-87). – Vzamen GOST 413-75 ; vved. 27.06.1991. – M. : IPK Izdatel'stvo standartov, 2000. – 6 s.

8. Pankevich, D. K. Issledovanie vodopronicaemosti kompozicionnyh sloistyh tekstil'nyh materialov priborom s otkrytoj ispytatel'noj jachejkoj / D. K. Pankevich, A. N. Burkin, E. I. Ivashko // Progressivnye tehnologii i oborudovanie: tekstil', odezhda, obuv' : materialy dokladov Mezhdunarodnogo nauchno-prakticheskogo simpoziuma, Vitebsk, 3 nojabrja 2020 g. / UO «VGTU». – Vitebsk, 2020. – S. 91–94.

9. Pankevich, D. K. Analiz normativnoj i pribornoj bazy opredelenija vodopronicaemosti kompozicionnyh sloistyh tekstil'nyh materialov, sodержashhih membrannyj sloj / D. K. Pankevich, A. N. Burkin, E. I. Ivashko // Informacionno-jekonomicheskie aspekty standartizacii i tehničeskogo regulirovanija. – 2020. – № 6 (58). – S. 305–314.

10. Pankevich, D. K. Analiz uslovij provedenija ispytaniya vodopronicaemosti membrannyh materialov universal'nyim priborom / D. K. Pankevich, E. I. Ivashko // Materiali VI-oj Mizhnarodnoj naukovopraktičnoj konferencii «Suchasni tehnologii promislavogo kompleksu – 2020» / Hersonskij nacional'nij tehničnij universitet. – Herson, 2020. – Vip. 6 – S. 211–215.

Статья поступила в редакцию 12.05.2020