

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 620.193

DOI 10.55421/3034-4689_2025_28_11_155

З. В. Мадалиева, З. А. Яминзода

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ВОЗДУХОПРОНИЦАЕМОСТИ ПАКЕТОВ МАТЕРИАЛОВ
ШКОЛЬНОЙ ФОРМЕННОЙ ОДЕЖДЫ*Ключевые слова: воздухопроницаемость, школьная форменная одежда, пакет материалов, гигиенические требования.*

В статье представлены результаты исследования воздухопроницаемости текстильных материалов, предназначенных для производства школьной форменной одежды, предоставленными швейными предприятиями Республики Таджикистан. Актуальность работы обусловлена необходимостью соблюдения жестких гигиенических нормативов стандарта СТ ЧТ 1110-2018, обеспечивающих комфортный микроклимат пододежного пространства и, как следствие, поддержание концентрации внимания учащихся. Рассмотрены нормативные требования к воздухопроницаемости материалов для школьной форменной одежды. Целью работы являлась экспериментальная оценка воздухопроницаемости материалов и разработка научно-обоснованных рекомендаций по комплектованию пакетов материалов. На уровень воздухопроницаемости швейного изделия оказывает влияние ряд параметров входящих в него материалов: волокнистый состав, толщина и крутка пряжи, структура и плотность полотна, вид отделки, а также состав пакета материалов, каждый из слоев которого вносит свой вклад. В ходе исследования были испытаны 18 образцов костюмных, сорочечно-блузочных, трикотажных и подкладочных тканей. Результаты показали, что часть образцов (№ 6, 7, 9, 10 для костюмной группы и № 16, 17 для сорочечно-блузочной) не соответствуют нормативным требованиям. Установлено, что в исследуемом диапазоне воздухопроницаемость пакетов материалов имеет близкую к линейной зависимость от воздухопроницаемости материала верха, который является лимитирующим фактором. Увеличение количества слоев пакета материалов приводит к снижению воздухопроницаемости: в 2-хслойных пакетах до 1,5-3 раз, в 3-хслойных до 3 раз. Принимая во внимание факт, что увеличение слоев также влечёт увеличение массы изделия и, как правило, его удорожание, целесообразным является проектирование школьной форменной одежды с минимальным количеством слоев.

Z. V. Madaliev, Z. A. Yaminzoda

TO THE QUESTION OF ASSESSING THE AIR PERMEABILITY
OF SCHOOL UNIFORMS MATERIALS PACKAGES*Keywords: air permeability, school uniforms, material package, hygienic requirements.*

The article presents the results of a study of the air permeability of textile materials intended for the production of school uniforms, provided by sewing enterprises in the Republic of Tajikistan. The relevance of the work is due to the need to comply with the strict hygienic standards of ST CHT 1110-2018, which ensure a comfortable microclimate in the space under the clothing and, as a result, maintain the concentration of students. The regulatory requirements for the air permeability of materials for school uniforms are considered. The aim of the work was to experimentally evaluate the air permeability of materials and develop scientifically based recommendations for the selection of material packages. The air permeability of a garment is influenced by a number of parameters of the materials it contains: fiber composition, yarn thickness and twist, fabric structure and density, type of finish, as well as the composition of the material package, each layer of which makes its own contribution. During the study, 18 samples of suit, shirt and blouse, knitted and lining fabrics were tested. The results showed that some of the samples (Nos. 6, 7, 9, 10 for the suit group and Nos. 16, 17 for the shirt and blouse group) did not meet the regulatory requirements. It was established that in the studied range, the air permeability of the material packages has a close linear dependence on the air permeability of the outer material, which is the limiting factor. Increasing the number of layers in the material package reduces air permeability: by 1.5-3 times in 2-layer packages and by up to 3 times in 3-layer packages. Considering that adding layers also increases the weight of the product and, as a rule, its cost, it is advisable to design school uniforms with a minimum number of layers.

Введение

Воздухопроницаемость является определяющим фактором в формировании комфортного микроклимата пододежного пространства одежды, предназначенной для длительного ношения, включая школьную форменную одежду. На уровень воздухопроницаемости швейного изделия оказывает влияние ряд параметров входящих в него материалов: волокнистый состав, толщина и крутка пряжи, структура и плотность полотна, вид отделки, а также состав пакета материалов, каждый из слоев которого вносит свой вклад [1].

Основным фактором, определяющим способность текстильного полотна пропускать воздух, являются поры, образованные нитями в полотне. Их размер и форма зависят от плотности расположения нитей по основе и по утку, переплетения, фазы строения ткани, степени сплющивания нитей. [2-5] Наименьшей воздухопроницаемостью при равных условиях обладают ткани полотняного переплетения. С увеличением длины перекрытий повышается рыхлость тканей и соответственно увеличивается их воздухопроницаемость. Так, для шерстяных тканей при увеличении перекрытий в 2,3 раза воздухопроницае-

мость возрастает более чем в 2 раза. Трикотажные полотна обладают большей воздухопроницаемостью по сравнению с другими текстильными полотнами из за наличия крупных сквозных пор, обусловленных петельным строением трикотажа.

С увеличением заполнения ткани воздухопроницаемость существенно снижается, причем с увеличением поверхностного заполнения на 1 % воздухопроницаемость уменьшается примерно в 2 раза [6].

Еще одним фактором, влияющим на воздухопроницаемость, является структура нитей. Текстильные материалы из тонких сильно скрученных нитей имеют большое число сквозных пор и, соответственно, большую воздухопроницаемость по сравнению с материалами из толстых ворсистых нитей, в которых поры частично закрыты выступающими волокнами или петлями нитей. Авторами [7] установлена взаимосвязь между коэффициентами воздухопроницаемости и уровнем ворсистости хлопкового и смешанного волокна. По мере увеличения диаметра нитей плотность плащевой ткани уменьшается, а толщина и воздухопроницаемость увеличиваются. Если основные и уточные нити в ткани имеют одинаковый диаметр, то поры ткани приобретают форму квадрата, а если система нитей разного диаметра, то форму трапеции, через поры в форме трапеции воздух проходит труднее. Для изменения формы пор ткани меняют натяжение нити утка и/или плотность ткани по утку [8, 9].

Волокнистый состав материала также оказывает влияние на размеры пор: при поглощении влаги волокна набухают, что вызывает увеличение их объема и площади зон контакта между волокнами и, соответственно, уменьшение пространства между ними, а следовательно снижение способности к пропусканию воздуха. Таким образом, ткани с высоким показателем гигроскопичности (например, на основе вискозы, хлопка, шерсти) сильнее поглощают влагу и, соответственно, больше подвержены снижению воздухопроницаемости.

Низкая воздухопроницаемость пакета материалов приводит к накоплению влаги, дискомфортным ощущениям и, как следствие, к снижению концентрации внимания и работоспособности учащегося. В Республике Таджикистан требования к школьной форме регламентируются стандартом СТ ЧТ 1110-2018 «Школьная одежда», который устанавливает жесткие гигиенические нормативы [1]. Так, воздухопроницаемость сорочечных и блузочных тканей, а также тонких трикотажных полотен для одежды 2-го слоя (без содержания полиуретановых (ПУ) волокон) должна быть не менее $100 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$; для текстильных материалов без содержания ПУ для изготовления верха изделий костюмной группы/платьев/сарафанов – не менее $60 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$; для подкладочных тканей подкладки в костюмных изделиях – не ниже $100 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$, допускается $70 \text{ дм}^3/\text{м}^2\text{с}$.

На сегодняшний день перед производителями школьной формы стоит сложная задача подбора материалов, которые с одной стороны должны полностью соответствовать требованиям безопасности и

гигиеническим нормативам, а с другой стороны быть доступными и недорогими для обеспечения возможности приобретения потребителям с разным уровнем дохода. Целью работы является оценка воздухопроницаемости материалов, представленных производителями школьной форменной одежды Республики Таджикистан, для разработки рекомендаций по созданию высококомфортной и безопасной школьной формы.

Объекты и методы исследования

Воздухопроницаемость – это способность материалов пропускать воздух. Она характеризуется коэффициентом воздухопроницаемости B , $\text{л}/(\text{м}^2\cdot\text{с})$, который показывает, какое количество воздуха проходит через единицу площади в единицу времени при определённой разнице давлений по обе стороны материала [1]:

$$B = V / S \cdot t,$$

где V – объем воздуха, прошедшего через материал, л; S – площадь материала, м^2 . t – длительность прохождения воздуха, с.

Воздухопроницаемость также может быть определена как скорость воздушного потока (B , $\text{мм}/\text{с}$), проходящего через заданную площадь образца перпендикулярно его поверхности при заданном значении перепада давления через испытываемую поверхность образца за определённый промежуток времени [10-12]. (ГОСТ 9237-2013) Проникновение воздуха через полотно текстильного материала зависит от скорости движения человека или от скорости ветра, поэтому стандартные испытания одёжных материалов предусматривают перепад давления 100 Па, что соответствует средним значениям скорости ветра. Испытания проводили на приборе A0003-PC (Швейцария) [13]. Объектами исследования являлись материалы разных видов, волокнистого состава, переплетения, поверхностной плотности P . Характеристика испытываемых материалов приведена в табл.1.

Результаты и их обсуждение

Результаты испытаний приведены в табл. 2

Как видно, из всех представленных образцов по воздухопроницаемости не могут быть использованы для изготовления верха изделий костюмной группы/платьев/сарафанов ткани № 6, 7, 9, 10, поскольку не соответствуют нормативным требованиям. Из испытанных тканей сорочечно-блузочного ассортимента соответствует требованиям образец № 15, что объясняется самой низкой поверхностной плотностью из рассматриваемых образцов и структурными характеристиками данной ткани. Ткани №6, 7, 9, 10 отличаются относительно высокой поверхностной плотностью и малой линейной плотностью нитей, что свидетельствует о малом размере пор. Однако данные ткани могут быть применены в качестве материалов верха в изделиях для взрослых, для которых воздухопроницаемость не нормируется.

Таблица 1 – Характеристика материалов, предназначенных для изготовления школьной форменной одежды

Table 1 – Characteristics of materials intended for the manufacture of school uniforms

№ обр. п/п	Наименование	Волокнистый состав, %	Переплетение	Поверхностная плотность П, г/м ²	№ обр. п/п	Наименование	Волокнистый состав, %	Переплетение	Поверхностная плотность П, г/м ²
1.	Костюмная ткань	Ш ¹ -30, ПЭ ² -70	саржа	290	10.	Костюмная ткань	ПЭ-50, Вис-50	саржа	200
2.	Ткань «Милана»	ПЭ-80, Вис ³ -20	саржа	270	11.	Трикотажное полотно	ХБ – 65, ПЭ – 35	футерованное на базе глади	330
3.	Костюмная ткань, арт. 1904	ПЭ-80, ХБ ⁴ -20	саржа	225	12.	Трикотажное полотно	ХБ – 100	футерованное на базе глади	300
4.	Костюмная ткань габардин	ПЭ-100	полотняное	190	13.	Трикотажное полотно джерси	Вис – 65, ПА ⁵ – 30, ПУ ⁶ – 5	двуластик	310
5.	Костюмная ткань	ПЭ-50, Вис-50	саржа	268	14.	Трикотажное полотно	ХБ – 92, ПУ – 8	футерованное на базе глади	275
6.	Костюмная ткань арт. К-8646	ПЭ-100	комбинированное	263	15.	Сорочечно-блузочная ткань	ХБ – 60, ПЭ-40	полотняное	130
7.	Костюмная ткань	ПЭ-50, Вис-50	саржа	250	16.	Сорочечно-блузочная ткань	ХБ-70, ПЭ – 30	полотняное	185
8.	Костюмная ткань	ПЭ-50, Вис-50	саржа	235	17.	Сорочечно-блузочная ткань	ПЭ – 100	полотняное	150
9.	Костюмная ткань	Ш-40, ПЭ-60	саржа	270	18.	Подкладочная ткань	ПЭ – 100	полотняное	85

Примечание: Ш¹- шерсть, ПЭ²- полиэфир, Вис³- вискоза, ХБ⁴- хлопок, ПА⁵ – полиамид, ПУ⁶ – полиуретан

Таблица 2 – Воздухопроницаемость текстильных полотен для школьной форменной одежды

Table 2 – Air permeability of textile fabrics for school uniforms

№ обр. п/п	Воздухопроницаемость В, мм/с		№ обр. п/п	Воздухопроницаемость В, мм/с	
	фактическая	по СТ ЧТ 1110-2018		фактическая	по СТ ЧТ 1110-2018
1.	93	не менее 60	10.	58	не менее 60
2.	144		11.	240	
3.	72		12.	195	
4.	183		13.	192	-
5.	147		14.	64	
6.	32		15.	127	не менее 100
7.	32		16.	35	
8.	86		17.	64	
9.	29		18.	78	100 (допускается 70)

Для научно-обоснованного комплектования пакета материалов школьной форменной одежды проведены испытания на воздухопроницаемость пакетов материалов. При этом комплектовали пакеты с учётом первого слоя материалов - сорочечно-блузочной ткани № 15, а также с добавлением в пакет к костюмным тканям слоя подкладочной ткани (№18) для имитации верхней школьной одежды – пиджака, жилета и т.п. Результаты приведены в виде точечной диаграммы зависимости B пакета материалов от $B_{\text{в}}$ слоев составляющих его полотен, а именно материала верха (№1-№14) (рис. 1). Пунктирными линиями указан тренд полученных значений воздухопроницаемости пакетов.

Полученные данные свидетельствуют о том, что зависимость воздухопроницаемости пакета от воздухопроницаемости составляющих его материалов в данном диапазоне близка к линейной. Для пакетов с материалами верха с большей воздухопроницаемостью характерны более высокие значения показателя, то есть материал верха является лимитирующим фактором для всего пакета [14,15]. Существенное снижение параметра происходит при увеличении количества слоев в пакете, а именно, добавлении подкладочной ткани. По данным рис. 1 очевидно, что в трёхслойных пакетах происходит снижение воздухопроницаемости в 2-3 раза по сравнению с двухслойным пакетом.

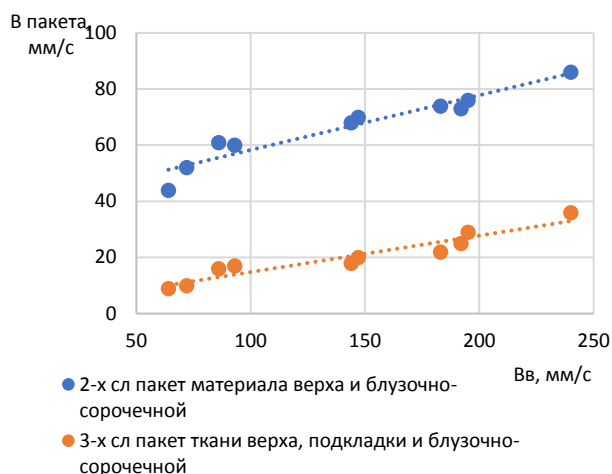


Рис. 1 – Зависимость воздухопроницаемости 2-х и 3-х слойных пакетов $V_{\text{пакета}}$ материалов школьной формы от воздухопроницаемости V_b материала верха

Fig. 1 – Dependence of air permeability of 2- and 3-layer packages of school uniform materials on the air permeability of the outer material

Закключение

Проведенные испытания материалов, предназначенных для изготовления школьной форменной одежды, показали, что не все представленные образцы соответствуют требованиям гигиенических нормативов, а значит, не могут применяться по указанному назначению.

Увеличение количества слоёв пакета материалов приводит к снижению воздухопроницаемости: в 2-х слойных пакетах до 1,5-3 раз, в 3-х слойных до 3 раз. Принимая во внимание факт, что увеличение слоёв также влечёт увеличение массы изделия и, как правило, его удорожание, целесообразным является проектирование школьной форменной одежды с минимальным количеством слоёв, для плечевой одежды это может достигаться за счет применения трикотажных полотен без использования подкладки.

Литература

1. Б. А. Бузов, *Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство)*. Издательский центр "Академия", М, 2004, 448 с.
2. Каракова О. А. *Современные информационные технологии в образовании, науке и промышленности*. 2022. – С. 40-42.
3. Rajabov, I. (2024). *Journal of Applied Data Sciences*, 5, 4, 1925-1938.
4. Adamek, K., Havelka, A., Kus, Z., & Mazari, A. *Polymers*. 14 (1), 140 (2021).
5. Гапонова, Т. А., Садовский, В. В., Братченя, Л. О. *Потребительская кооперация*, (3), 46-52. (2020).

6. Хамраева С. А., Шумкорова Ш. П., Бекмуратова З. Т., *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 3 (411). 97-102 (2024).
7. Ageeva, E. A. *Анализ внедрения результатов инновационных исследований и пути их научно-практической конференции*. ООО "ОМЕГА Сайнс", 2021, 30-31.
8. З. В. Мадалиева, *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 2, 410, 107-113 (2024).
9. Шустов, Ю. С., Михеев, А. А.. *Дизайн и технологии*, (17), 127-134. (2010).
10. Salz¹, P. (1988). *Testing the quality of breathable textiles. In Performance of Protective Clothing: Second Symposium*,. 2, 295293).
11. Тхелидзе Н. Н., Гинтибидзе Н. Г. *Технологии и дизайн*. № 1 (2014).
12. Шарпар, Н. М. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 6, 342, С. 148-151.
13. А. А. Азанова, *Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности*, 54, 4, 77-79 (2021).
14. Тищенко, Д. А. *Лучшая научно-исследовательская работа*. 45-49 (2018).
15. Luo, J., Gao, S., Luo, H., Wang, L., Huang, X., Guo, Z., & Gao, J. *Chemical Engineering Journal*, 406 (2021).

References

1. B. A. Buzov, *Materials Science in Light Industry Manufacturing (Garment Production)*. Publishing Center "Academy," Moscow, 2004, 448 p.
2. Karakova O. A. *Modern Information Technologies in Education, Science, and Industry*. 2022. – pp. 40-42.
3. Rajabov, I. (2024). *Journal of Applied Data Sciences*, 5, 4, 1925-1938.
4. Adamek, K., Havelka, A., Kus, Z., & Mazari, A. *Polymers*. 14 (1), 140 (2021).
5. Gaponova, T. A., Sadovsky, V. V., Bratchenya, L. O. *Consumer Cooperation*, (3), 46-52. (2020).
6. Khamraeva S.A., Shumkorova Sh. P., Bekmuratova Z. T., *News of Higher Educational Institutions. Textile Industry Technology*. 3 (411). 97-102 (2024).
7. Ageeva, E. A. *Analysis of the implementation of innovative research results and ways to promote them. Scientific and practical conference*. OMEGA Sains LLC, 2021, 30-31.
8. Z. V. Madaliyeva, *News of Higher Educational Institutions. Textile Industry Technology*, 2, 410, 107-113 (2024).
9. Shustov, Yu. S., Mikhailov, A. A.. *Design and Technology*, (17), 127-134. (2010).
10. Salz¹, P. (1988). *Testing the quality of breathable textiles. In Performance of Protective Clothing: Second Symposium*,. 2, 295293).
11. Tkheldidze N. N., Gintibidze N. G. *Technologies and Design*. No. 1 (2014).
12. Sharpar, N. M. *News of Higher Educational Institutions. Textile Industry Technology*. 6, 342, pp. 148-151.
13. A. A. Azanova, *News of Higher Educational Institutions. Light Industry Technology*, 54, 4, 77-79 (2021).
14. Tishchenko, D. A. *Best research work*. 45-49 (2018).
15. Luo, J., Gao, S., Luo, H., Wang, L., Huang, X., Guo, Z., & Gao, J. *Chemical Engineering Journal*, 406 (2021).

© З. В. Мадалиева – старший преподаватель кафедры Дизайна одежды и искусства моды, Технологический университет Таджикистана, Душанбе, Таджикистан, madaliyeva@bk.ru; З. А. Яминзода – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры Технологии текстильных изделий, Технологический университет Таджикистана, zyaminova@inbox.ru.

© Z. V. Madaliyeva – Senior Lecturer, Department of Fashion Design and Fashion Arts, Technological University of Tajikistan, Dushanbe, Tajikistan, madaliyeva@bk.ru; Z. A. Yaminzoda – Doctor of Sciences (Technical Sci.), Associate Professor, Professor of the Department of Textile Technology, Technological University of Tajikistan, zyaminova@inbox.ru

Дата поступления рукописи в редакцию – 12.10.25.

Дата принятия рукописи в печать – 25.10.25.