

Исследование влияния структуры на свойства объемных нетканых утеплителей одежды

В. И. Бесшапошникова^{1а}, Н. А. Климова¹, Н. Е. Ковалева²

¹ Российский государственный университет им. А. Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство), Российская Федерация

² Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина,
Российская Федерация

^а E-mail: vibesvi@yandex.ru

Аннотация. Установлена линейная зависимость теплового сопротивления от толщины материалов. Получены справочные данные теплофизических, гигиенических и физико-механических свойств объемных нетканых утеплителей, что позволит обоснованно формировать пакеты материалов для утепленной одежды.

Ключевые слова: теплозащитные, свойства, структура, утеплители, нетканые.

Study of the Influence of Structure on the Properties of Voluminous Nonwoven Insulation Clothing

V. Besshaposhnikova^{1а}, N. Klimova¹, N. Kovaleva²

¹ Kosygin State University of Russia (Technology. Design. Art), Russian Federation

² Saratov State Technical University named after Yu. A. Gagarin, Russian Federation

^аE-mail: vibesvi@yandex.ru

Annotation. The linear dependence of thermal resistance on the thickness of materials is determined. Reference data, thermophysical, hygienic and physical and mechanical properties of bulk non-woven insulation were produced that will allow us to easily package materials for insulated garments.

Key words: heat-shielding, properties, structure, insulation, nonwoven.

С появлением на российском рынке отечественных утеплителей таких, как «Холлофайбер» (ООО «Термопол»), «Шелтер» (ООО «Весь мир») и «Термофин» (ООО «Текстайм»), полученных по инновационным технологиям из ультротонкого и бикомпонентного полиэфирного волокна, которые, как утверждает реклама, не уступают импортным аналогам, например «Тинсулейту™» производства американской компанией «ЗМ» из тончайших полиэфирных волокон. При этом отечественные утеплители имеют доступную цену и адаптированы к Российским климатическим условиям, что делает их особенно привлекательными в качестве утеплителей зимней и демисезонной одежды [1–7].

Однако учитывая высокие требования нормативных документов и отсутствие четких рекомендаций по рациональному использованию данных утеплителей в различных климатических зонах России, возникает необходимость исследования структуры и свойств этих материалов и разработки рекомендаций по их применения, с целью обеспечения надежной защиты от холода, что делает актуальным проведение данных исследований [8–10].

В связи с этим целью работы является исследование теплофизических, гигиенических и физико-

механических свойств нетканых утеплителей, что позволит обоснованно формировать пакеты материалов утепленной одежды.

Теплозащитные свойства одежды характеризуются суммарным тепловым сопротивлением и теплопроводностью самого утеплителя и пакета материалов в целом. В зависимости от климатического пояса (региона) России и температуры воздуха ГОСТ Р 12.4.236-2011 [9] устанавливает нормативные значения показателей теплозащитных свойств пакетов спецодежды, представленные в таблице 1.

Значения суммарного теплового сопротивления установлены при воздухопроницаемости не более 40 дм³/(м²·с). При использовании материала верха с воздухопроницаемостью более 40 дм³/(м²·90с) в пакете материалов стандарт рекомендует дополнительно использовать ветрозащитную прокладку.

В данной работе исследовали влияние структуры на свойства утеплителей «Холлофайбер», «Шелтер» и «Термофин», прежде всего, теплозащитные и проницаемости, которые отвечают за обеспечение комфорта пододежного пространства и влияют на подбор материалов в пакет одежды, а также физико-механические свойства, обеспечивающие надежность, долговечность и эргономичность изделий. Главной

задачей утепляющих прокладочных материалов является поддержание теплового баланса в пододёжном пространстве и обеспечение комфортного состояния организма человека [8].

Исследование структуры утеплителей проводили с помощью оптической микроскопии. Результаты представлены в таблице 2. Физико-механические и теплофизические свойства определяли по стандартным методикам.

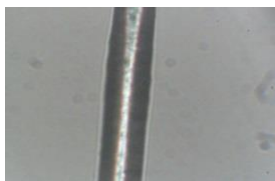
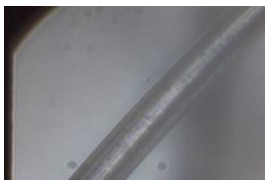
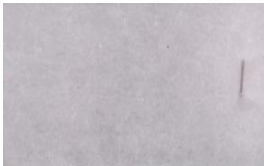
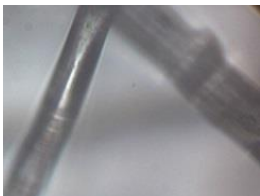
Из таблицы 2 видно, что поверхность волокон всех нетканых утеплителей без дефектов, ровная. По характерным признакам горения волокнистый состав полотен – 100 % полиэфирное (лавсановое) волокно.

Длина штапеля колеблется в пределах 60–65 мм. Волокна нетканых полотен Холлофайбер (СОФТ, ТЭК, Медиум) и Termofinn по линейной плотности можно разделить на два вида: часть волокон характеризуется линейной плотностью 0,07–0,13 текс, а часть 0,33–0,47 текс. Следовательно, структура нетканых полотен состоит из микроволокна и более толстого бикомпонентного полиэфирного волокна. Соотношение волокон бикомпонентного: ультратонкого примерно как 1:5÷1:6, соответственно (определяли на площади образца 25 см²).

Таблица 1 – Требования к теплозащитным свойствам одежды с учетом климатических зон России

Климатический пояс	Температура воздуха зимних месяцев, °С	Суммарное тепловое сопротивление, м ² ·К/Вт
Особый	-25	0,77
IV	-41	0,83
III(II)	-18	0,64
II-I(III-IV)	-9,7	0,51

Таблица 2 – Данные микроскопии и структурных характеристик утеплителей

Наименование образцов	Поверхностная плотность, г/м ²	Волокнистый состав, %	Микроскопия	Сканирование
«Холлофайбер»				
Холлофайбер СОФТ Р 5190	70, 100, 150, 250	100 Лавсан		
Холлофайбер ТЭК и Холлофайбер Медиум	100	100 Лавсан		
Termofinn Micro	100	100 Лавсан		
Shelter Profi ST и Shelter Micro	100, 150, 200	100 Лавсан		

Бикомпонентное полиэфирное волокно имеет структуру по типу ядро-оболочка, в котором ядро состоит из полиэтилентерефталата с температурой плавления $\approx 260^\circ\text{C}$, а оболочка из полиэтилентерефталата с температурой плавления $115\text{--}130^\circ\text{C}$ [2, 3].

Бикомпонентное полиэфирное волокно при термообработке приобретает структурную спиральную извитость и соединение структуры полотен наблюдается в местах пересечения волокон полотна за счет термоскрепления. Такая разнаправленность волокон в структуре придает нетканому полотну высокую упругость, формоустойчивость и хорошие теплозащитные свойства, за счет большой пористости и содержания воздуха.

«Холлофайбер ТЭК» и «Холлофайбер Медиум» имеют более матовую поверхность волокон (табл. 2), по-видимому, за счет модификации спецдобавками – огнезащитными и бактерицидными, соответственно (по данным производителей).

Для максимального снижения миграции волокон поверхности нетканых полотен (с одной или двух сторон) подвергаются дополнительной термообработке каландрированием, благодаря которой образуется плотный поверхностный слой, препятствующий миграции волокон через ткани верха и подкладки.

Утеплители Shelter Profi ST и Shelter Micro ООО «Фабрика нетканых материалов «Весь мир» (г. Подольск, Московская обл.) из полиэфирных волокон линейной плотности $0,07\text{--}0,15$ текс. Полотна однородные по структуре и поверхность нетканых полотен также каландрированная, для предотвращения миграции волокон (табл. 2).

Исследование физико-механических свойств нетканых утеплителей (таблица 3) показало, что с увеличением поверхностной плотности утеплителей Холлофайбер СОФТ (образцы 1–7) с 70 до 300 г/м^2 теплопроводность полотен снижается, толщина увеличения примерно в 2 раза, что повышает теплозащитные свойства утеплителей.

Сравнение свойств разных утеплителей линии Холлофайбер по одной поверхностной плотности 100 г/м^2 показало, что по теплопроводности образцы 1, 6 и 10 практически не отличаются, однако толщина полотен уменьшается, следовательно тепловое сопротивление также снижается с $0,204\text{ м}^2\text{К/Вт}$ для Холлофайбер СОФТ (образец 2) до $0,167\text{ м}^2\text{К/Вт}$ для Холлофайбер ТЭК (образец 11), и эта зависимость является прямолинейной (рис. 1).

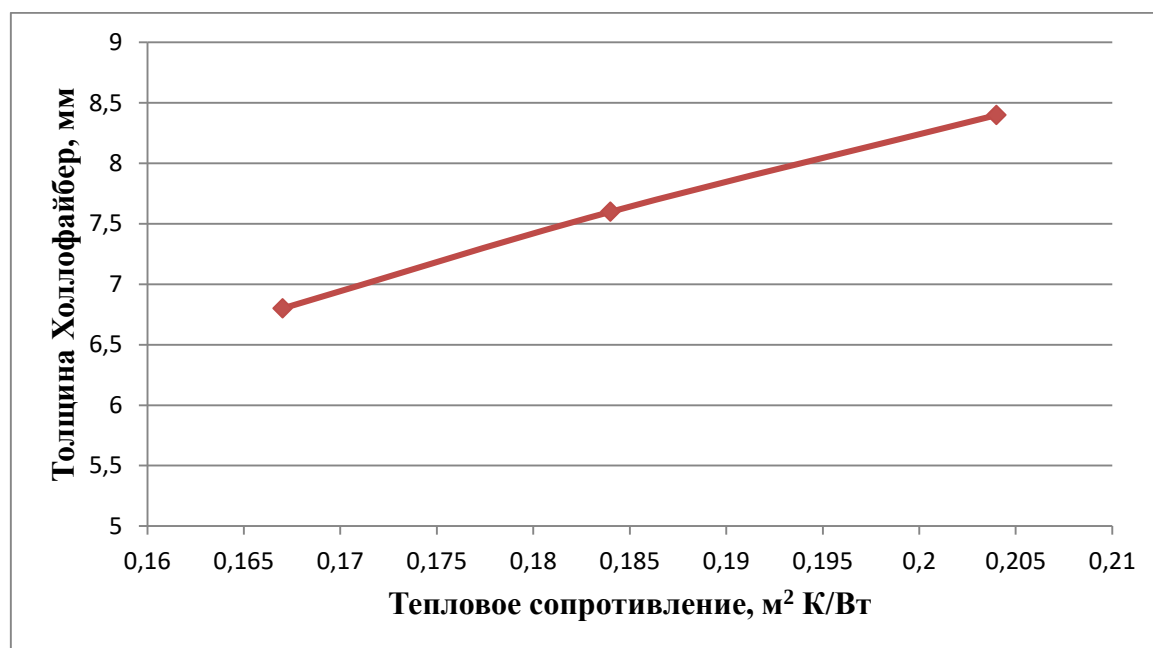


Рисунок 1 – Зависимость теплового сопротивления от толщины полотен утеплителя Холлофайбер

При этом разрывная нагрузка снижается с $9,5/4,5$ до $3,5/3,1$ даН, то есть в 2,7 раза по длине и 1,45 раз по ширине. Удлинение изменяется незначительно и в среднем равно 7 % по длине и 5,5 % по ширине. Аналогичная закономерность наблюдается на Холлофайбер ТЭК (образцы 11–13).

По прочности наибольшей разрывной нагрузкой характеризуются Холлофайбер СОФТ ПРИМ Z P 8391 (образец 2), Холлофайбер ПРОФИ (образец 8) и Холлофайбер Волюметрик (образец 10).

Утеплители нетканые производителя Termofinn (образцы 14–17) обладают меньшей прочностью при

разрыве, чем полотно компании Холлофайбер. С увеличением поверхностной плотности теплового сопротивление возрастает (табл. 3).

Объемные нетканые утеплители производителя «Флайтекс» (образцы 18–23) марки Флайтекс ST (образцы 18, 20 и 22) обладают лучшими теплозащитными свойствами по сравнению с утеплителями такой же поверхностной плотности марки Флайтекс Air (образцы 19, 21 и 23) и большей прочностью при растяжении.

Таблица 3 – Физико-механические свойства нетканых утеплителей

№ образца	Наименование образцов	Поверхностная плотность, г/м ²	Теплопроводность, Вт/(м·К) / тепловое сопротивление, м ² ·К/Вт	Толщина, мм, при давлении 0,2 кПа	Разрывная нагрузка, даН, длина / ширина	Удлинение при разрыве, %, длина/ ширина
«Холлофайбер»						
1	Холлофайбер СОФТ Р 5190	70	0,0356/0,197	7	0,4/0,3	3,5/4,4
2	Холлофайбер СОФТ Р 5191	100	0,0441/0,184	8,1	9,8/4,7	7,5/5,7
3	Холлофайбер СОФТ ПРИМ Z Р	100	0,041/0,204	8,4	9,5/4,5	7,3/5,4
4	Холлофайбер СОФТ ПРИМ К	150	0,0385/0,223	8,6	6,5/5,2	6,2/4,85
5	Холлофайбер СОФТ Р 5198	200	0,036/0,366	13,18	5,5/5	6,8/4,9
6	Холлофайбер СОФТ ПРИМ Z	250	0,032/0,437	14,0	3,9/3,4	7,4/6,7
7	Холлофайбер СОФТ ПРИМ Z	300	0,036/0,486	17,5	3,5/3,1	8,3/5,9
8	Холлофайбер ПРОФИ Р 35197	150	0,0252/0,552	13,9	10/5	2,9/5,3
9	Холлофайбер ПРОФИ Р 35198	200	0,0562/0,356	20	1,2/0,8	3,6/3,9
10	Холлофайбер Волюметрик Н	200	0,069/0,350	24,1	11,5/6	5,2/5,4
11	Холлофайбер ТЭК	100	0,0406/0,167	6,8	6,5/2	6,9/5,7
12	Холлофайбер ТЭК	150	0,0325/0,332	10,8	3,5/8,5	5,6/3,45
13	Холлофайбер ТЭК	200	0,0496/0,313	15,5	1,6/1,2	4,85/5,5
Termofinn						
14	Termofinn	100	0,0378/0,180	6,8	5,0/2,0	6,5/7,0
15	Termofinn	150	0,0433/0,236	10,2	1,0/3,0	6,3/9,8
16	Termofinn	200	0,0487/0,287	14,0	5,0/3,0	6,8/8,7
17	Termofinn Plus	150	0,0386/0,233	9,0	1,5/9,0	4,1/6,1
«Флайтекс»						
18	Флайтекс ST	100	0,0492/0,242	11,9	4,0/1,8	5,85/4,0
19	Флайтекс Airo	100	0,0331/0,175	5,8	1,25/1,75	4,4/4,6
20	Флайтекс ST	150	0,039/0,182	7,1	3/5,0	4,8/4,1
21	Флайтекс Airo	150	0,0372/0,218	8,1	3,5/3,5	5,05/5,0
22	Флайтекс ST	200	0,0569/0,283	16,1	6,25/5,0	6,05/4,2
23	Флайтекс Airo	200	0,0399/0,171	6,8	5,0/4,0	4,7/4,5
Shelter						
24	Shelter Micro	150	0,0342/0,140	4,8	5,7/4,4	6,0/5,8
25	Shelter Micro в 2 слоя	150	0,0373/0,257	4,8 x 2	-	-

Объемный нетканый утеплитель производителя Shelter (образец 24) самый тонкий, и при поверхностной плотности 150 г/м² характеризуется толщиной 4,8 мм, сравнительно высокой прочностью 5,7 даН по длине и 4,4 даН по ширине, тепловое сопротивление 0,140 м²·К/Вт, что делает его привлекательным для использования в качестве утеплителя в один слой для

демисезонной одежды и в два слоя для зимних изделий.

Отмечено, что с увеличением поверхностной плотности и объемной толщины теплопроводность полотен снижается с 0,041 до 0,029 Вт/(м·К) (табл. 3), что повышает теплозащитные свойства утеплителей.

Кроме того, теплозащитные свойства зависят от структуры полотен, так при одинаковой поверхностной плотности 150 г/м² полотно Termofinn характеризуется большей объемной толщиной и лучшими теплозащитными свойствами $R=0,235 \text{ м}^2\cdot\text{К/Вт}$, за счет содержания в структуре большего количества воздуха.

ВЫВОДЫ

Таким образом, в результате исследований установлено, что тепловое сопротивление всех анализируемых объемных нетканых утеплителей высокое, и

они способны обеспечить необходимые теплозащитные свойства утепленной одежде как зимней, так и демисезонной.

Изучены механические свойства исследуемых объемных нетканых утеплителей и подтверждено их соответствие требованиям стандарта;

Установлена линейная зависимость теплового сопротивления от толщины материалов.

Получены справочные данные теплофизических и гигиенических свойств исследуемых материалов, что позволяет обоснованно формировать пакеты материалов для утепленной одежды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фомченкова, Л. Современные нетканые объемные утеплители для верхней одежды / Л. Фомченкова // Рабочая одежда. – 2015. – № 4. – С. 11–15.
2. Термопол: территория креативных решений // Легкая промышленность. Курьер. – 2018. – № 1. – С. 19–21.
3. Мезенцева, Е. Миссия выполнима! / Е. Мезенцева, В. Иванов // Легкая промышленность. Курьер. – 2017. – № 4. – С. 14–15.
4. Гроссман, М. Р. Современные нетканые материалы как утеплители для швейных изделий / М. Р. Гроссман, Л. А. Семенова // Технический текстиль. – 2002. – № 25. – С. 22–27.
5. Мухамеджанов, Г. К. Нетканые объемные утеплители и наполнители. Ч. 1. // Рынок легкой промышленности. – 2014. – № 110. – С. 41–45.
6. Мухамеджанов, Г. К. Нетканые объемные утеплители и наполнители. Ч. 2. // Рынок легкой промышленности. – 2014. – № 110. – С. 33–37.
7. Климова, Н. А. Анализ ассортимента утепляющих материалов и разработка их классификации / Н. А. Климова [и др.] // Дизайн и технологии. – № 65 (107). – С. 71–80.
8. Делль, Р. А. Гигиена одежды / Р. А. Делль, Р. Ф. Афанасьева, З. С. Чубарова. – Москва : Легпромбыт-издат, 1991. – 160 с.
9. ГОСТ Р 12.4.236–2011 ССБТ. Одежда специальная для защиты от пониженных температур. Технические требования. – Взамен ГОСТ Р 12.4.236–2007; введ. 2011-12-01. – М. : Стандартинформ, 2011. – 44 с.
10. ГОСТ 20489–75. Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления. – Взамен ГОСТ 13925–68, ГОСТ 6068–51; введ. 1976-01-01. – М. : Издательство стандартов, 1986. – 11 с.

REFERENCES

1. Fomchenkova, L. Modern non-woven bulk insulation for outerwear / L. Fomchenkova // Workwear. – 2015. – № 4. – P. 11–15.
2. Thermopol: the territory of creative solutions // Light industry. Courier. – 2018. – № 1. – P. 19–21.
3. Mezentseva, E. Mission is possible! / E. Mezentseva, V. Ivanov // Light industry. Courier. – 2017. – № 4. – P. 14–15.
4. Grossman, M. R. Modern non-woven materials as heaters for garments / M. R. Grossman, L. A. Semenova // Technical textiles. – 2002. – № 25. – P. 22–27.
5. Mukhamedzhanov, G. K. Nonwoven bulk insulation and fillers. P. 1. // Light industry market. – 2014. – № 110. – P. 41–45.
6. Mukhamedzhanov, G. K. Nonwoven bulk insulation and fillers. P. 2. // Light industry market. – 2014. – № 110. – P. 33–37.
7. Klimova, N. A. Analysis of the range of insulation materials and development of their classification / N. A. Klimova [et al.] // Design and technologies. – № 65 (107). – P. 71–80.
8. Delle, R. A. Clothes Hygiene / R. A. Del, R. F. Afanasyev, Z. S. Chubarov. – Moscow : Legprombytizdat, 1991. – 160 p.
9. GOST R 12.4.236–2011 SSBT. Special clothing for protection against low temperatures. Technical requirements. – Instead of GOST P 12.4.236–2007; enter 2011-12-01. – M. : Standardinform, 2011. – 44 p.
10. GOST 20489–75. Materials for clothing. Method for determination of total thermal resistance. – Instead of GOST 13925–68, GOST 6068–51; enter 1976-01-01. – M. : Standards Publishing House, 1986. – 11 p.

SPISOK LITERATURY

1. Fomchenkova, L. Sovremennye netkanye obemnye utepliteli dlja verhnej odezhdy / L. Fomchenkova // Rabochaja odezhda. – 2015. – № 4. – S. 11–15.
2. Termopol: territorija kreativnyh reshenij // Legkaja promyshlennost'. Kur'er. – 2018. – № 1. – S. 19–21.
3. Mezenceva, E. Missija vypolnima! / E. Mezenceva, V. Ivanov // Legkaja promyshlennost'. Kur'er. – 2017. – № 4. – S. 14–15.
4. Grossman, M. R. Sovremennye netkanye materialy kak utepliteli dlja shvejnyh izdelij / M. R. Grossman, L. A. Semenova // Tehnicheskij tekstil'. – 2002. – № 25. – S. 22–27.
5. Muhamedzhanov, G. K. Netkanye obemnye utepliteli i napolniteli. Ch. 1. // Rynok legkoj promyshlennosti. – 2014. – № 110. – S. 41–45.
6. Muhamedzhanov, G. K. Netkanye obemnye utepliteli i napolniteli. Ch. 2. // Rynok legkoj promyshlennosti. – 2014. – № 110. – S. 33–37.
7. Klimova, N. A. Analiz assortimenta utepljajushhih materialov i razrabotka ih klassifikacii / N. A. Klimova [i dr.] // Dizajn i tehnologii. – № 65 (107). – S. 71–80.
8. Dell', R. A. Gigiena odezhdy / R. A. Dell', R. F. Afanas'eva, Z. S. Chubarova. – Moskva : Legprombytizdat, 1991. – 160 s.
9. GOST R 12.4.236–2011 SSBT. Odezhda special'naja dlja zashhity ot ponizhennyh temperatur. Tehnicheskie trebovanija. – Vzamen GOST P 12.4.236–2007; vved. 2011-12-01. – M. : Standartinform, 2011. – 44 s.
10. GOST 20489–75. Materialy dlja odezhdy. Metod opredelenija summarnogo teplovogo soprotivlenija. – Vzamen GOST 13925–68, GOST 6068–51; vved. 1976-01-01. – M. : Izdatel'stvo standartov, 1986. – 11 s.

Статья поступила в редакцию 27.10.2018