

УДК 677.076.49

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ
НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ
В СОСТАВЕ КОМПЛЕКТОВ ОДЕЖДЫ
НА ТЕРМОМАНЕКЕНЕ
В СОСТОЯНИИ ДВИЖЕНИЯ И ИМИТАЦИИ ПЕРСПИРАЦИИ***

**RESEARCH OF THERMAL INSULATION PROPERTIES
NONWOVEN MATERIAL AS PART OF CLOTHING SETS
ON THE THERMAL MANIKIN
IN A STATE OF MOTION AND IMITATION OF PERSPIRATION***

Е. В. МЕЗЕНЦЕВА, В.Ю. МИШАКОВ

E.V. MEZENTSEVA, V.YU. MISHAKOV

(Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство),
ООО "Термопол")

(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technology. Design. Art),
Thermopol, LLC)

E-mail: yelena_ev@mail.ru; viktormishakov@rambler.ru

Представлено исследование влияния эндогенной влаги на свойства нетканых материалов на примере оценки общей результирующей теплоизоляции комплектов одежды, в состав которых входят различные по волокнистому составу теплоизоляционные слои.

A study on effect of endogenous moisture on the properties of nonwovens by the example of evaluating the total resulting insulation of clothing sets, which include thermal insulating layers of different fiber composition is presented.

Ключевые слова: общая результирующая теплоизоляция, нетканые материалы, теплоизоляция, комплект одежды, термоманекен, перспирация, "Newton", полиакрилатные волокна.

Keywords: total resulting thermal insulation, nonwovens, heat insulation, clothing set, thermal manikin, perspiration, "Newton", polyacrylate fibres.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90010.

*Acknowledgments: The reported study was funded by RFBR, project number № 19-38-90010.

Целью настоящего исследования является сопоставление показателя теплоизоляции различных нетканых материалов в составе комплектов одежды.

Объектом исследования являются нетканые материалы поверхностной плотностью 150 г/м^2 различного волокнистого состава.

Предметом исследования является влияние эндогенной влаги в процессе перспи-

рации на теплоизоляционные свойства объектов исследования.

В данном исследовании использовался 20-сегментный манекен "Newton", США, с функцией измерения теплоизоляции комплекта одежды во время движения и имитации перспирации [12]. Испытания проводились на базе испытательного центра ООО "Проммаштест".



а)



б)



в)

Рис. 1

Для проведения исследования были изготовлены четыре комплекта одежды (№1, №2, №3, №4) (брюки + куртка) (рис. 1 – внешний вид комплекта одежды (на примере комплекта одежды № 1) для стендовых испытаний: а – комплект одежды №1 на термоманекене "Newton" в климатической камере; б – куртка из комплекта одежды № 1; в – брюки из комплекта одежды № 1). Все изделия имели одинаковую конструкцию, ткани верха и подкладки [10], [2]. Поверхностная плотность нетканых материалов составляла 150 г/м^2 (2 слоя), что позволило реализовать принцип многослойности для теплоизоляционного слоя и увеличить количество инертного слоя воздуха [1, с.7], заключенного между слоями материалов. Различие заключалось в волокнистом составе нетканых материалов (рис. 2 – волокнистый состав теплоизоляционных нетканых материалов в исследуемых комплектах одежды). В комплекте

одежды № 4 использовался "зонированный" принцип распределения теплоизоляционного слоя [3...5], [7], [9], [13].



Рис. 2

В комплекте одежды № 4 в области головы, груди, спины, бедер, плеч применялся нетканый материал, состоящий из 45% полиэфирных волокон, 35% полиакрилатных волокон и 20% легкоплавких волокон; в остальных зонах – нетканые материалы из 80% полиэфирных волокон и 20% легкоплавких волокон [6], [8].

В данном исследовании для изготовления комплектов одежды применялись тка-

ни, обеспечивающие воздухопроницаемость в изделиях не более $10 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$. Так как все комплекты одежды имели идентичные ткани и конструкцию, то для сравнительной оценки свойств теплоизоляционных нетканых материалов достаточно оценить теплоизоляционные свойства комплектов при одинаковых условиях внешней среды, выбранных согласно ГОСТ ISO 15831 [11] и представленных в табл. 1 (режимы проведения испытаний на термоманекене в климатической камере).

Т а б л и ц а 1

Показатель	Значение
Температура окружающей среды T_{α} , °С	10,00
Относительная влажность воздуха RH, %	60,00
Скорость ветра v_{α} , м/с	0,40
Общая площадь поверхности корпуса манекена A, м ²	1,81

На рис. 3 представлена схема расположения сегментов и их площадей термоманекена "Newton" [14]. В табл. 2 представлены обозначение сегментов и их площадей термоманекена.

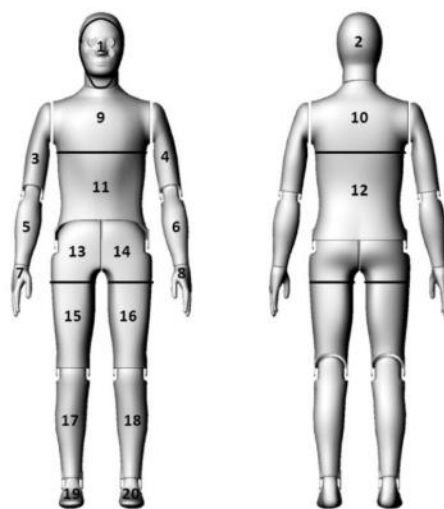


Рис. 3

Т а б л и ц а 2

№ сегмента п/п	Обозначение сегмента	Площадь поверхности сегмента a_i , м ²
1	Лицо	0,0475
2	Голова (затылок)	0,0972
3	Правое плечо	0,0836
4	Левое плечо	0,0836
5	Правое предплечье	0,0648
6	Левое предплечье	0,0648
7	Правая кисть	0,0460
8	Левая кисть	0,0460
9	Грудь	0,1210
10	Плечи (верхняя часть спины)	0,1009
11	Живот	0,1192
12	Поясница (нижняя часть спины)	0,0940
13	Правая тазовая часть	0,0760
14	Левая тазовая часть	0,0760
15	Правое бедро	0,1519
16	Левое бедро	0,1519
17	Правая голень	0,1351
18	Левая голень	0,1351
19	Правая стопа	0,0597
20	Левая стопа	0,0597

После достижения системой устойчивых условий, при которых температура поверхности сегментов корпуса термоманекена (T_{si} , °С) и подача теплового потока (H_{ci} , Вт) на сегменты в течение 10 мин остаются постоянными в пределах $\pm 0,2$ °С и $\pm 2\%$ соответственно [11, с.11], были зафиксированы значения температуры поверхнос-

тей сегментов корпуса термоманекена (T_{si} , °С) и подачи энергии (H_{ci} , Вт) на сегменты корпуса термоманекена в течение цикла испытания с интервалом не реже чем одна минута [11, с. 11]. Были вычислены средние арифметические значения показателей температуры поверхности сегментов корпуса термоманекена для каждого комплекта

одежды ($\bar{T}_{si_1}, \bar{T}_{si_2}, \bar{T}_{si_3}, \bar{T}_{si_4}, ^\circ\text{C}$) и взвешенного по площади теплового потока для каждого сегмента термоманекена ($\bar{Q}_{i_1}, \bar{Q}_{i_2}, \bar{Q}_{i_3}, \bar{Q}_{i_4}, \text{Вт/м}^2$), вычисленного по формуле (1), коэффициенты вариации ($C_{vi_1}, C_{vi_2}, C_{vi_3}, C_{vi_4}, \%$) вычислялись по формуле (2):

$$Q_i = \frac{H_{ci}}{a_i}, \quad (1)$$

$$C_{vi} = \frac{\sigma_i}{\bar{x}_i}, \quad (2)$$

где σ_i – среднее квадратическое отклонение показателя отдельного сегмента термоманекена, вычисленное по формуле 3; \bar{x}_i – среднее арифметическое показателя для отдельного сегмента термоманекена, вычисленное по формуле 4.

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (x_i - \bar{x}_i)^2}{n}}, \quad (3)$$

где $x_i - \bar{x}_i$ – отклонения отдельных результатов от среднего; n – общее число измерений.

$$\bar{x}_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_i + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (4)$$

где $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$ – отдельные результаты измерений; n – общее число измерений.

В ходе проведения стендовых испытаний на термоманекене значения результирующей общей теплоизоляции одежды комплектов одежды для отдельных сегментов ($I_{tri_1}, I_{tri_2}, I_{tri_3}, I_{tri_4}, ^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$) и результирующая общая теплоизоляция для каждого комплекта одежды ($I_{tr_1}, I_{tr_2}, I_{tr_3}, I_{tr_4}, ^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$, подсчитывались исходя из двух испытаний: серийного – (1) и параллельного – (2) по формулам 5 и 6 соответственно, результаты представлены в табл. 3 (данные результирующей общей теплоизоляции комплектов одежды и отдельных сегментов, полученные в состоянии движения и имитации перспирации термоманекена).

$$I_{tri} = \frac{(T_{si} - T_a)a_i}{H_{ci}}, \quad (5)$$

$$I_{tr} = \sum_i f_i \left[\frac{(T_{si} - T_a)a_i}{H_{ci}} \right], \quad (6)$$

где f_i – доля общей площади поверхности корпуса термоманекена, представленная

площадью поверхности сегмента i (формула (7)).

$$f_i = \frac{a_i}{A}. \quad (7)$$

Для серийных и параллельных испытаний пределы повторяемости (сходимости) γ результатов для каждого отдельного комплекта одежды составили не более 3% (табл. 3).

В табл. 3 представлены значения среднего арифметического, вычисленного по формуле (4), среднего геометрического (формула (8)) и среднего гармонического (формула (9)):

$$\bar{I}_{tr_{геом}} = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n}, \quad (8)$$

$$\bar{I}_{tr_{гарм}} = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}}, \quad (9)$$

где x_1, x_2, \dots, x_n – отдельные результаты измерений; n – общее число измерений.

В данном исследовании, при имеющемся пределе повторяемости γ , а также близких по значениям среднего арифметического, среднего геометрического и среднего гармонического, результаты серийного и параллельного испытаний для каждого отдельного комплекта одежды являются приемлемыми, и в качестве окончательных данных результирующей общей теплоизоляции для каждого комплекта одежды было принято среднее арифметическое значение результатов серийного и параллельного испытаний ($\bar{I}_{tr_1}, \bar{I}_{tr_2}, \bar{I}_{tr_3}, \bar{I}_{tr_4}$) $^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$ (табл. 3).

На рис. 4 представлены данные результирующей общей теплоизоляции комплектов одежды для отдельных сегментов термоманекена в состоянии движения и перспирации, $^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$.

Согласно данным, представленным на рис. 4 и в табл. 3, можно сделать следующие выводы.

Наибольшее значение результирующей общей теплоизоляции наблюдается у комплекта одежды № 3 по сравнению с другими комплектами одежды в районе пояса (нижней части спины) – сегмент № 12 ($I_{tri_3} = 0,581^\circ\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$).

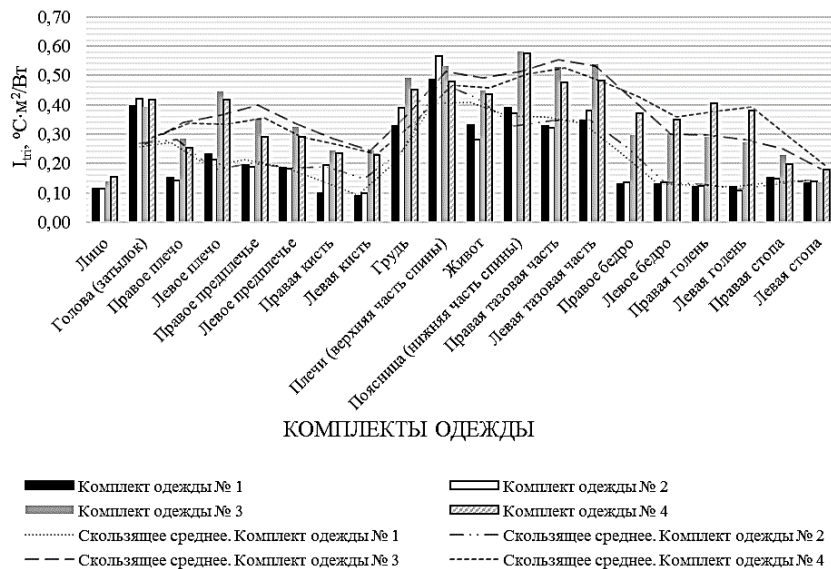


Рис. 4

Наименьшее значение результирующей общей теплоизоляции наблюдается у комплекта одежды № 1 по сравнению с другими комплектами одежды в районе левой кисти – сегмент № 8 ($I_{tri_1} = 0,089^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 1 ни для одного из 20 сегментов не является максимальным по сравнению со значениями остальных комплектов одежды.

Значения результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 1 являются наименьшими по сравнению с остальными комплектами одежды: в районе лица – сегмент № 1 ($I_{tri_1} = 0,115^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), в районах правой ($I_{tri_1} = 0,098^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левой ($I_{tri_1} = 0,089^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) кистей – сегменты №7 и № 8, в районе груди – сегмент № 9 ($I_{tri_1} = 0,327^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), в районе левой тазовой части – сегмент № 14 ($I_{tri_1} = 0,347^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), в районах правого ($I_{tri_1} = 0,128^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левого ($I_{tri_1} = 0,131^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) бедер – сегменты № 15 и № 16, в районе правой голени – сегмент № 17 ($I_{tri_1} = 0,121^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), а также в районе левой стопы – сегмент № 20 ($I_{tri_1} = 0,134^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 2 является наибольшим по сравнению с остальными комплектами одежды: в районе головы (затылка) – сегмент № 2 ($I_{tri_2} =$

$=0,422^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), а также в районе плеч (верхней части спины) – сегмент № 10 ($I_{tri_2} = 0,565^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$).

Значения результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 2 являются наименьшими по сравнению с остальными комплектами одежды: в районах правого ($I_{tri_2} = 0,143^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левого ($I_{tri_2} = 0,214^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) плеч – сегменты № 3 и № 4, в районах правого ($I_{tri_2} = 0,190^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левого ($I_{tri_2} = 0,183^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) предплечий – сегменты № 5 и № 6, в районе живота – сегмент № 11 ($I_{tri_2} = 0,282^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), в районе поясницы (нижней части спины) – сегмент № 12 ($I_{tri_2} = 0,371^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), в районе правой тазовой части – сегмент № 13 ($I_{tri_2} = 0,321^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$), а также в районе правой стопы – сегмент № 19 ($I_{tri_2} = 0,150^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 3 является наибольшим по сравнению с остальными комплектами одежды: в районах правого ($I_{tri_3} = 0,285^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левого ($I_{tri_3} = 0,445^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) плеч – сегменты № 3 и № 4, в районах правого ($I_{tri_3} = 0,353^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левого ($I_{tri_3} = 0,324^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) предплечий – сегменты № 5 и № 6, в районах правой ($I_{tri_3} = 0,243^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) и левой ($I_{tri_3} = 0,244^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2/\text{Вт}$) кистей – сегменты № 7 и № 8, в районе груди – сегмент № 9 ($I_{tri_3} =$

=0,493°C·м²/Вт), в районе живота – сегмент № 11 ($I_{tri_3} = 0,449°C·м²/Вт$), в районе поясницы (нижней части спины) – сегмент № 12 ($I_{tri_3} = 0,581°C·м²/Вт$), в районе правой ($I_{tri_3} = 0,528°C·м²/Вт$) и левой ($I_{tri_3} = 0,537°C·м²/Вт$) тазовых частей – сегменты № 13 и № 14, а также в районе правой стопы – сегмент № 19 ($I_{tri_3} = 0,228°C·м²/Вт$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 3 является наименьшим, в сравнении с остальными комплектами одежды; только в одном сегменте в районе головы (затылок) – сегмент № 2 ($I_{tri_3} = 0,394°C·м²/Вт$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 4 является наибольшим по сравнению с другими комплектами одежды: в районе лица – сегмент № 1 ($I_{tri_4} = 0,156°C·м²/Вт$), в районах правого ($I_{tri_4} = 0,370°C·м²/Вт$) и левого ($I_{tri_4} = 0,350°C·м²/Вт$) бедер – сегменты № 15 и № 16, в районах правой ($I_{tri_4} = 0,405°C·м²/Вт$) и левой ($I_{tri_4} = 0,382°C·м²/Вт$) голени – сегменты № 17 и № 18, а также в районе левой стопы – сегмент № 20 ($I_{tri_4} = 0,180°C·м²/Вт$).

Значение результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 4 явля-

ется наименьшим, как и в комплекте одежды № 3, по сравнению с остальными комплектами одежды; только в одном сегменте, в районе плеч (верхней части спины) – сегмент № 10 ($I_{tri_3} = 0,480°C·м²/Вт$).

В комплекте одежды № 3 наблюдается наибольшее число сегментов (12 сегментов), в которых значение результирующей общей теплоизоляции отдельных сегментов выше по сравнению с результирующей общей теплоизоляции отдельных сегментов остальных комплектов одежды, однако их общий вклад в результирующую общую теплоизоляцию всего комплекта одежды №3 суммарно меньше по сравнению с комплектом одежды № 4, где число сегментов с наибольшим значением результирующей общей теплоизоляции – 6 (в комплекте одежды № 4 результирующая общая теплоизоляция выше по сравнению с результирующей общей теплоизоляции комплекта одежды № 3 на $0,011°C·м²/Вт$).

В комплекте одежды № 1 наблюдается наибольшее число сегментов (9 сегментов), в которых значение результирующей общей теплоизоляции ниже по сравнению с результирующей общей теплоизоляции остальных комплектов одежды.

Таблица 3

№ сегмента п/п	Комплект одежды № 1					Комплект одежды № 2					Комплект одежды № 3					Комплект одежды № 4				
	$I_{tri_1(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_1(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_1(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_1(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tr,арифм.}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_2(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_2(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_2(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_2(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tr,арифм.}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_3(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_3(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_3(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_3(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tr,арифм.}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_4(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_4(1)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_4(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tri_4(2)}$, °C·м²/Вт	$I_{tr,арифм.}$, °C·м²/Вт
1	0,112	0,003	0,118	0,003	0,115	0,126	0,003	0,104	0,003	0,115	0,154	0,004	0,122	0,003	0,138	0,153	0,004	0,158	0,004	0,156
2	0,429	0,023	0,362	0,019	0,396	0,371	0,020	0,473	0,025	0,422	0,415	0,022	0,373	0,020	0,394	0,424	0,023	0,412	0,022	0,418
3	0,156	0,007	0,147	0,007	0,152	0,139	0,006	0,146	0,007	0,143	0,277	0,013	0,292	0,013	0,285	0,240	0,011	0,266	0,012	0,253
4	0,236	0,011	0,228	0,010	0,232	0,214	0,010	0,213	0,010	0,214	0,437	0,020	0,452	0,021	0,445	0,404	0,019	0,432	0,020	0,418
5	0,198	0,007	0,190	0,007	0,194	0,193	0,007	0,186	0,007	0,190	0,335	0,012	0,372	0,013	0,353	0,285	0,010	0,299	0,011	0,292
6	0,185	0,007	0,185	0,007	0,185	0,189	0,007	0,177	0,006	0,183	0,317	0,011	0,330	0,012	0,324	0,288	0,010	0,294	0,010	0,291
7	0,098	0,002	0,098	0,002	0,098	0,162	0,004	0,228	0,006	0,195	0,240	0,006	0,246	0,006	0,243	0,236	0,006	0,236	0,006	0,236
8	0,088	0,002	0,089	0,002	0,089	0,102	0,003	0,098	0,002	0,100	0,243	0,006	0,245	0,006	0,244	0,233	0,006	0,226	0,006	0,230
9	0,341	0,023	0,313	0,021	0,327	0,326	0,022	0,454	0,030	0,390	0,523	0,035	0,463	0,031	0,493	0,428	0,029	0,478	0,032	0,453
10	0,611	0,034	0,363	0,020	0,487	0,426	0,024	0,704	0,039	0,565	0,536	0,030	0,531	0,030	0,533	0,472	0,026	0,489	0,027	0,480
11	0,324	0,021	0,341	0,022	0,332	0,271	0,018	0,293	0,019	0,282	0,475	0,031	0,422	0,028	0,449	0,429	0,028	0,444	0,029	0,436
12	0,400	0,021	0,379	0,020	0,390	0,377	0,020	0,366	0,019	0,371	0,533	0,028	0,628	0,033	0,581	0,558	0,029	0,593	0,031	0,575
13	0,325	0,014	0,334	0,014	0,329	0,337	0,014	0,305	0,013	0,321	0,512	0,021	0,544	0,023	0,528	0,465	0,019	0,487	0,020	0,476
14	0,333	0,014	0,361	0,015	0,347	0,403	0,017	0,356	0,015	0,380	0,501	0,021	0,573	0,024	0,537	0,465	0,019	0,503	0,021	0,484
15	0,130	0,011	0,127	0,011	0,128	0,135	0,011	0,139	0,012	0,137	0,282	0,024	0,310	0,026	0,296	0,364	0,030	0,376	0,031	0,370
16	0,134	0,011	0,129	0,011	0,131	0,136	0,011	0,134	0,011	0,135	0,298	0,025	0,308	0,026	0,303	0,345	0,029	0,355	0,030	0,350
17	0,123	0,009	0,118	0,009	0,121	0,122	0,009	0,124	0,009	0,123	0,285	0,021	0,296	0,022	0,290	0,397	0,030	0,413	0,031	0,405
18	0,122	0,009	0,121	0,009	0,121	0,113	0,008	0,103	0,008	0,108	0,270	0,020	0,274	0,020	0,272	0,363	0,027	0,400	0,030	0,382
19	0,144	0,005	0,160	0,005	0,152	0,155	0,005	0,145	0,005	0,150	0,225	0,007	0,231	0,008	0,228	0,174	0,006	0,221	0,007	0,197
20	0,128	0,004	0,140	0,005	0,134	0,146	0,005	0,134	0,004	0,140	0,132	0,004	0,139	0,005	0,136	0,141	0,005	0,219	0,007	0,180
Σ	-	0,238	-	0,219	0,229	-	0,224	-	0,250	0,237	-	0,362	-	0,369	0,366	-	0,366	-	0,388	0,377
$\bar{I}_{tri_{рез}}^2$, °C·м²/Вт	-	-	-	-	0,228	-	-	-	-	0,237	-	-	-	-	0,366	-	-	-	-	0,377
$\bar{I}_{tri_{рез}}^2$, °C·м²/Вт	-	-	-	-	0,228	-	-	-	-	0,236	-	-	-	-	0,366	-	-	-	-	0,377
$r, \%$	-	-	-	-	1,865	-	-	-	-	2,643	-	-	-	-	0,640	-	-	-	-	2,189

Использование термоманекена с функцией измерения показателя теплоизоляции в режиме движения и имитации перспирации позволило провести исследование влияния эндогенной влаги в процессе перспирации на исследуемые теплоизоляционные нетканые материалы.

Полученные данные в ходе исследования комплектов одежды позволили сравнить эффективность работы в режиме движения и перспирации исследуемых теплоизоляционных нетканых материалов путем расчета и сравнения как результирующей общей теплоизоляции отдельных сегментов термоманекена, так и результирующей общей теплоизоляции комплектов одежды.

Выявлено, что наиболее целесообразным для получения максимального полезного эффекта в условиях движения и перспирации с учетом величины результирующей общей теплоизоляции является применение "зонированного" принципа распределения теплоизоляционных нетканых материалов (область головы, груди, спины, бедер, плеч – нетканый материал, состоящий из 45% полиэфирных волокон, 35% полиакрилатных волокон и 20% легкоплавких волокон; остальные зоны – нетканый материал, состоящий из 80% полиэфирных волокон и 20% легкоплавких волокон).

ЛИТЕРАТУРА

1. *Афанасьева Р.Ф.* Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода. – М.: Легкая индустрия, 1977.
2. *Готовкина М.С., Мезенцева Е.В.* Маркетинговый анализ конъюнктуры рынка теплоизоляционной верхней зимней одежды (на примере Курской и Белгородской областей) // Научный результат. Технологии бизнеса и сервиса. – 2018. Т. 4, № 4.
3. *Иванов В.В., Мезенцева Е.В.* Научные исследования как неотъемлемый фактор внедрения инноваций (на примере деятельности заводов нетканых материалов "Термопол", Холлофайбер™ // Мат. XX Междунар. науч.-практ. форума: Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2017), 22-26 мая 2017 г. – Иваново: ИВГПУ, 2017. С.25...31.
4. *Иванов В.В., Мезенцева Е.В.* Одежда – это теплоизоляция [Электронный ресурс] / Электрон. текстовые дан. – Москва: Аргументы и Факты, 2019. – режим доступа к журн.: https://e-mm.ru/b2b/brand/3598/hollofajber/article/4778/odezhda_jeto_teploizolya_ciya/

5. *Мезенцева Е.В., Иванов В.В., Мишаков В.Ю.* Вопросы термоизоляции одежды: что делать? Как делать? // Легкая промышленность. Курьер. – 2018, № 7. С.16...17.

6. *Мезенцева Е.В.* Инновационные методы создания термоизоляционных саморегулирующихся волокнистых систем в "умной одежде" // Мат. XXI Междунар. науч.-практ. форума: Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2018). Ч.2, 26-28 сентября 2018 г. – Иваново: ИВГПУ, 2018. С.78...81.

7. *Мезенцева Е.В., Иванов В.В., Мишаков В.Ю.* Перспективные подходы к повышению термоизоляционных свойств одежды: "следующие шаги", технологии, инновации // Мат. XXI Междунар. науч.-практ. форума: Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX-2018). Ч.2, 26-28 сентября 2018 г. – Иваново: ИВГПУ, 2018. С.82...87.

8. *Мезенцева Е.В., Иванов В.В.* Современные модификации сырья для текстильных полотен // Сб. мат. Междунар. науч.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). Ч.2. – М.: РГУ имени А.Н. Косыгина, 2018. С.113...116.

9. *Мезенцева Е.В., Иванов В.В., Мишаков В.Ю.* Современные технологические подходы к повышению теплоизоляционных свойств утепленной одежды // Сб. мат. Междунар. науч.-техн. конф.: Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности (ИННОВАЦИИ-2018). Ч.1. – М.: РГУ им. А.Н. Косыгина, 2018. С.160...164.

10. *Мезенцева Е.В., Мишаков В.Ю., Готовкина М.С.* Утепленная верхняя одежда: социологический анализ предпочтений россиян // Дизайн и технологии. – 2018, № 65(107). С. 122...130.

11. ГОСТ ISO 15831–2013. Одежда. Физиологическое воздействие. Метод измерения теплоизоляции на термоманекене. – Введ. 2014-07-01. – М.: ОАО "ВНИИС", 2013.

12. *Gao Ch., Holmér I.* Initial, Transient and Steady State Evaporative Resistance of Impermeable Protective Clothing. Thermal Manikins and Modelling. Sixth international thermal manikin and modelling meeting (6I3M). 2006. P.253...261.

13. *Kasturiya N., Subbulakshmi M., Gupta S. and Raj H.* System Design of Cold Weather Protective Clothing // Defence Science. – 49(5), 1999. P.457...464.

14. *Newton P357 manual; Pang T.Y., Subic A., Akla M.*; Evaluation of thermal and evaporative resistances in cricket helmets using a sweating manikin // Applied Ergonomics. – 45, 2014. P.300...307.

15. *Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Павлов М.А., Кирсанова Е.А.* Разработка метода анализа и расчета эффективного коэффициента теплопроводности нетканого теплоизоляционного материала // Theoretical & Applied Science. – 2017, № 7 (51). С. 21...27.

16. *Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Кирсанова Е.А., Трещалин Ю.М.* Исследование теплозащитных свойств

нетканых утеплителей в пакетах одежды // Дизайн и технологии. – 2016, №56 (92). С. 73...80.

17. Советников Д.А., Мишаков В.Ю., Павлов М.А., Кирсанова Е.А., Трещалин Ю.М. Теоретическое исследование волоконистых материалов с целью расчета и прогнозирования теплофизических свойств // Дизайн и технологии. – 2017, №57 (93). С.86...91.

REFERENCES

1. Afanas'eva R.F. Gigienicheskie osnovy proektirovaniya odezhdy dlya zashchity ot kholoda. – M.: Legkaya industriya, 1977.

2. Gotovkina M.S., Mezentsseva E.V. Marketingovyy analiz kon'yunktury rynka teploizolyatsionnoy verkhney zimney odezhdy (na primere Kurskoy i Belgorodskoy oblastey) // Nauchnyy rezul'tat. Tekhnologiy biznesa i servisa. – 2018. T. 4, № 4.

3. Ivanov V.V., Mezentsseva E.V. Nauchnye issledovaniya kak neot'emlemyy faktor vnedreniya innovatsiy (na primere deyatel'nosti zavodov netkanykh materialov "Termopol", Khollofaybertm // Mat. XX Mezhdunar. nauch.-prakt. foruma: Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2017), 22-26 maya 2017 g. – Ivanovo: IVGPU, 2017. S.25...31.

4. Ivanov V.V., Mezentsseva E.V. Odezhda – eto teploizolyatsiya [Elektronnyy resurs] / Elektron. tekstovye dan. – Moskva: Argumenty i Fakty, 2019. – rezhim dostupa k zhurn.: https://e-mm.ru/b2b/brand/3598/hollofajber/article/4778/odezhda_jeto_teploizolyatsiya/

5. Mezentsseva E.V., Ivanov V.V., Mishakov V.Yu. Voprosy termoizolyatsii odezhdy: chto delat'? Kak delat'? // Legkaya promyshlennost'. Kur'er. – 2018, № 7. S.16...17.

6. Mezentsseva E.V. Innovatsionnye metody sozdaniya termoizolyatsionnykh samoreguliruyushchikhsya voloknistykh sistem v "umnoy odezhde" // Mat. XX Mezhdunar. nauch.-prakt. foruma: Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2018). Ch.2, 26-28 sentyabrya 2018 g. – Ivanovo: IVGPU, 2018. S.78...81.

7. Mezentsseva E.V., Ivanov V.V., Mishakov V.Yu. Perspektivnye podkhody k povysheniyu termoizolyatsionnykh svoystv odezhdy: "sleduyushchie shagi", tekhnologii, innovatsii // Mat. XXI Mezhdunar. nauch.-prakt. foruma: Fizika voloknistykh materialov: struktura, svoystva, naukoemkie tekhnologii i materialy (SMARTEX-2018). Ch.2, 26-28 sentyabrya 2018 g. – Ivanovo: IVGPU, 2018. S.82...87.

8. Mezentsseva E.V., Ivanov V.V. Sovremennye modifikatsii syr'ya dlya tekstil'nykh poloten // Sb. mat. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2018). Ch.2. – M.: RGU imeni A.N. Kosygina, 2018. S.113...116.

9. Mezentsseva E.V., Ivanov V.V., Mishakov V.Yu. Sovremennye tekhnologicheskie podkhody k povysheniyu teploizolyatsionnykh svoystv uteplennoy odezhdy // Sb. mat. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.: Dizayn, tekhnologii i innovatsii v tekstil'noy i legkoy promyshlennosti (INNOVATsII-2018). Ch.1. – M.: RGU im. A.N. Kosygina, 2018. S.160...164.

10. Mezentsseva E.V., Mishakov V.Yu., Gotovkina M.S. Uteplennaya verkhnyaya odezhda: sotsiologicheskyy analiz predpochteniy rossiyan // Dizayn i tekhnologii. – 2018, № 65(107). S. 122...130.

11. GOST ISO 15831–2013. Odezhda. Fiziologicheskoe vozdeystvie. Metod izmereniya teploizolyatsii na termomanekene. – Vved. 2014-07-01. – M.: OAO "VNIIS", 2013.

12. Gao Ch., Holmér I. Initial, Transient and Steady State Evaporative Resistance of Impermeable Protective Clothing. Thermal Manikin and Modelling. Sixth international thermal manikin and modelling meeting (6I3M). 2006. P.253...261.

13. Kasturiya N., Subbulakshmi M., Gupta S. and Raj H. System Design of Cold Weather Protective Clothing // Defence Science. – 49(5), 1999. P.457...464.

14. Newton P357 manual; Pang T.Y., Subic A., Akla M.; Evaluation of thermal and evaporative resistances in cricket helmets using a sweating manikin // Applied Ergonomics. – 45, 2014. P.300...307.

15. Sovetnikov D.A., Mishakov V.Yu., Pavlov M.A., Kirsanova E.A. Razrabotka metoda analiza i rascheta effektivnogo koeffitsienta teploprovodnosti netkanogo teploizolyatsionnogo materiala // Theoretical & Applied Science. – 2017, № 7 (51). S. 21...27.

16. Sovetnikov D.A., Mishakov V.Yu., Kirsanova E.A., Treshchaln Yu.M. Issledovanie teplozashchitnykh svoystv netkanykh uteplyteley v paketakh odezhdy // Dizayn i tekhnologii. – 2016, №56 (92). S. 73...80.

17. Sovetnikov D.A., Mishakov V.Yu., Pavlov M.A., Kirsanova E.A., Treshchaln Yu.M. Teoreticheskoe issledovanie voloknistykh materialov s tsel'yu rascheta i prognozirovaniya teplofizicheskikh svoystv // Dizayn i tekhnologii. – 2017, №57 (93). S.86...91.

Рекомендована кафедрой коммерции и сервиса.
Поступила 01.07.19.