

УДК 687.03:620.17

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОДЯГУ З ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНОЮ ПРОКЛАДКОЮ З МАТЕРІАЛУ SLIMTEX

Донченко С. В., Соколова Ю. М., Рудніцька М. О.

Київський національний університет технологій та дизайну

В статті аналізується асортимент об'ємних теплоізоляційних полотен та інформація, яку отримують споживачі про їх теплозахисні властивості на прикладі утеплювального матеріалу Slimtex, надаються результати обчислювального експерименту за методикою орієнтовного розрахунку теплозахисних властивостей одягу, які порівнюються з результатами експериментальних досліджень термічного опору пакету одягу з утеплювачем Slimtex S-250 та ватином.

Ключові слова: теплоізоляційні полотна, теплозахисний одяг, термічний опір, Slimtex

Процес проектування одягу масового виробництва базується на якісному конфекціюванні згідно вимог, які висуваються відповідно до умов експлуатації. На властивості теплозахисного одягу великий вплив мають теплофізичні характеристики утеплювального матеріалу. На сьогоднішній день ринок України насичений великим розмаїттям утеплювальних матеріалів. Виробники пропонують різні за волокнистим складом, структурою та теплозахисними властивостями матеріали, що здатні забезпечити захист тіла людини в холодні пори року. Але, як встановлено за результатами опитування споживачів, реальні теплозахисні властивості одягу не завжди відповідають таким, які заявлені виробником. В більшості випадків таке стосується теплоізолюючих матеріалів, які входять до складу пакету такого одягу. Це пояснюється наявністю не підтвердженої науковими дослідженнями інформації стосовно властивостей матеріалів, яка носить більш рекламний характер та впливом різних конструкторсько-технологічних параметрів на теплозахисні властивості виробів. Таке стосується теплоізоляційного матеріалу, який нещодавно з'явився на ринку нашої країни, з фірмовою назвою «Slimtex» (виробник: фабрика нетканих матеріалів «К.ТЕКС» м. Ірпінь Київська область). В рекламних проспектах даної продукції зазначається, що матеріал має високі теплоізоляційні властивості з товщиною у межах від 1,5 мм до 3,0 мм та відповідно поверхневою густиною від 100 г/м² до 250 г/м², сировинний склад: 90% поліефір 10% поліпропілен. Також рекламодавці до характеристик цього матеріалу додали сумнівний показник такий, як здатність утеплювача зберігати природне тепло людини (%) та вказали числове значення

коефіцієнту теплопровідності від 0,0064 Вт/(м[°]С) до 0,013 Вт/(м[°]С) [1]. При цьому інформацію стосовно проведення наукових досліджень за результатами яких отримано такі показники споживачам не надано. Зазначені показники визивають підозру стосовно їх достовірності хоча б тому, що немає таких матеріалів, які б мали коефіцієнт теплопровідності менший за повітря, коефіцієнт якого становить 0,02 Вт/(м[°]С) [2].

Сумнівність зазначених характеристик створює необхідність детального дослідження теплозахисних властивостей теплоізоляційного матеріалу Slimtex та отримання достовірної інформації щодо його теплофізичних показників для використання останніх у прогнозуванні властивостей зимового одягу в процесі проектування.

Постановка завдання

Метою дослідження є визначення термічного опору пакету одягу із теплоізоляційним матеріалом Slimtex та надання оцінки достовірності теплозахисним характеристикам, які заявлено виробником.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішені такі завдання:

- розглянуто існуючі види теплоізоляційних матеріалів нетканого виробництва та основні характеристики матеріалу Slimtex, які представлені в рекламній продукції виробника;
- обґрунтовано та вибрано склад пакету матеріалів з теплоізолюючою прокладкою Slimtex;
- за існуючою методикою проведено орієнтовний розрахунок теплозахисних показників пакету матеріалів жилетів чоловічих з теплоізолюючим шаром зі Slimtex з урахуванням даних зазначених виробником;
- виготовлено експериментальні зразки жилетів чоловічих з прорахованими структурними характеристиками пакетів;
- проведено експериментальні дослідження зразків жилетів по визначенню термічного опору;
- проведено порівняльний аналіз результатів отриманих розрахунковим та експериментальним методами.

Об'єктом дослідження є процес проектування конкурентоспроможного зимового одягу.

Предметом дослідження є теплозахисні властивості пакету одягу із теплоізоляційною прокладкою Slimtex.

Результати досліджень

Асортимент теплоізоляційних матеріалів нетканого виробництва з кожним роком розширюється за рахунок знаходження виробниками нових шляхів вдосконалення показників ергономічності, зносостійкості та теплопровідності. На сьогоднішній день на ринку України з'явилося багато нових теплоізоляційних прокладок таких торгових марок як: Isosoft, Valtherm, Thinsulate, Thermium.

Майже усі вони виготовляються за кордоном в таких країнах як Бельгія, Італія, США, Англія та ін.. Вітчизняні виробники прагнучи не відставати від темпів розвитку легкої промисловості у світі винайшли свою технологію виробництва утеплювального матеріалу із назвою «Slimtex».

Виробник рекомендує застосовувати різновиди даного матеріалу для виготовлення зимового одягу в залежності від кліматичних умов експлуатації останнього. Даний матеріал виготовляється виробником товщиною від 1,5 мм до 3,0 мм. та відповідно має такі умовні позначення: Slimtex S-100; Slimtex S-150; Slimtex S-200; Slimtex S-250. Так, одяг з прокладкою зі Slimtex S-100 рекомендується застосовувати при температурах навколишнього середовища від плюс 50С до мінус 50С в залежності від характеристик покривної тканини, а одяг зі Slimtex S-250 – при температурах від мінус 15°С до мінус 35°С.

Для проведення дослідження теплозахисних властивостей одягу із прокладкою Slimtex було обрано вид матеріалу (Slimtex S-250), який за даними виробника має найбільші теплоізоляційні властивості та найменший коефіцієнт теплопровідності – 0,0064 Вт/м°С.

Для аналітичних та експериментальних досліджень було підібрано такий склад трьохшарового пакету матеріалів, в якому верхній (покривний) та підкладкові шари (капронова підкладкова тканина (ПЕ 100%)) мали мінімально низькі теплоізоляційні показники та їх вплив на загальну теплоізоляцію пакету був не значний. Таким чином, основну теплоізоляцію такого пакету забезпечував матеріал Slimtex S-250, який використовувався в якості теплоізоляційної прокладки.

Використовуючи існуючу методику орієнтовного розрахунку теплозахисних характеристик одягу [3] розрахуємо загальний термічний опір сформованого пакету (табл. 1).

Для розрахунку термічного опору кожного із прошарок пакету матеріалів було використано формулу [2]:

$$R = \delta_i / \lambda_i, \quad (1)$$

де δ_i – розрахункова товщина відповідного шару матеріалів, що входять до пакету одягу, м; λ_i – коефіцієнт теплопровідності шару матеріалів, що входять в пакет одягу, Вт/м·К.

Теплофізичні характеристики пакету матеріалів з урахуванням даних виробника наведено в таблиці (Табл. 1).

Таблиця 1

Теплофізичні характеристики пакету матеріалів та загальний термічний опір

| № шару | Склад пакета | Товщина елементів пакета, δ , м | Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/м·К | Термічний опір, R, $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт}$ |
|--------|---------------------------|--|---|--|
| | Повітряний прошарок | 0,005 | 0,025 | 0,2 |
| 1 | Підкладка | 0,0003 | 0,16 | 0,002 |
| | Повітряний прошарок | 0,005 | 0,025 | 0,2 |
| 2 | Утеплювач Slimtex S – 250 | 0,003 | 0,013 | 0,23 |
| | Повітряний прошарок | 0,005 | 0,025 | 0,2 |
| 3 | Матеріал верху | 0,0003 | 0,16 | 0,002 |
| | Разом | | | 0,83 |

Відомо, що загальний термічний опір пакету матеріалів складається з суми термічних опорів усіх шарів матеріалів, тому термічний опір експериментального пакету матеріалів із утеплювачем Slimtex S – 250, визначений розрахунковим методом, складає $0,83 \text{ m}^2 \cdot \text{C} / \text{Вт}$.

Для оцінки отриманих розрахункових результатів було проведено експериментальне дослідження на ІТСТЛ [4] для якого було виготовлено експериментальні зразки жилетів чоловічих прямого силуету, що показано на рисунку.



Рисунок. Загальний вигляд ІТСТЛ та експериментального зразка жилету чоловічого під час проведення дослідів

Для проведення експерименту були задані такі умови:

- температура навколишнього середовища $t_{н.с.} = -5 \text{ }^\circ\text{C}$;
- температура поверхні манекену $t_{ш.} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$;
- площа поверхні манекену $S = 0,55 \text{ м}^2$;
- струм приладу $I = 6,5 \text{ А}$;
- напруга приладу $U = 35 \text{ В}$;
- час експерименту $T_{екс.} = 3600 \text{ с}$.

Результати дослідів наведено у таблиці 2.

Таблиця 2

Дані роботи нагрівача під час експерименту

| № досліду | Час експерименту, хв. | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | Загальний час, с |
|-----------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| 1 | Час на обігрів, с | 11 | 7,9 | 8 | 7,8 | 7,8 | 8,3 | 8,1 | 812 |
| | Час на охолодження, с | 14,2 | 22,5 | 25,2 | 26,9 | 27,5 | 29,2 | 28,5 | |
| 2 | Час на обігрів, с | 10,6 | 7,3 | 7,8 | 7,7 | 7,6 | 7,9 | 7,9 | 692 |
| | Час на охолодження, с | 25,5 | 25,1 | 26,3 | 27,8 | 26,4 | 27,3 | 27,4 | |
| 3 | Час на обігрів, с | 8,4 | 6,7 | 7,5 | 7,3 | 7,6 | 7,8 | 7,6 | 703 |
| | Час на охолодження, с | 22,5 | 25,9 | 29,2 | 28,3 | 28,3 | 28,8 | 29,3 | |

Термічний опір було розраховано за формулою [5]:

$$R = \frac{(t_m - t_{nos}) \times S \times t_e}{U \times I \times t_p}, \quad (2)$$

де t_m – температура поверхні манекена $^\circ\text{C}$;

$t_{пов}$ – температура повітря оточуючого середовища $^\circ\text{C}$;

S – площа поверхні манекена м^2 ;

t_e – час експерименту с;

U – напруга приладу В;

I – сила струму А;

t_p – час роботи нагрівача с.

$$R_1 = \frac{(45-8) \times 0,55 \times 3600}{6,5 \times 35 \times 812} = 0,396 \text{ [}^\circ\text{C} \times \text{м}^2/\text{Вм}], \quad (3)$$

$$R_2 = \frac{(46-9) \times 0,55 \times 3600}{6,5 \times 35 \times 692} = 0,465 \text{ [}^\circ\text{C} \times \text{м}^2/\text{Вм}], \quad (4)$$

$$R_3 = \frac{(46-9) \times 0,55 \times 3600}{6,5 \times 35 \times 703} = 0,458 \text{ [}^\circ\text{C} \times \text{м}^2/\text{Вм}], \quad (5)$$

$$R_{сер} = (0,396 + 0,465 + 0,458)/3 = 0,44[°C \times m^2/Вт]. \quad (6)$$

Аналіз отриманих результатів було проведено шляхом порівняння термічних опорів обох випадків (Табл. 3).

Таблиця 3

Порівняння отриманих результатів

| Назва пакету матеріалів | Значення сумарного термічного опору, °C·m ² /Вт | | Відмінність результатів, % |
|---|--|---------------------|----------------------------|
| | За даними виробника | За експерим. даними | |
| Пакет матеріалів із утеплювачем Slimtex S-250 | 0,81 | 0,44 | 45,6 |

Значна відмінність результатів свідчить про те, що теплоізоляційний матеріал Slimtex не забезпечує такого термічного опору у складі пакету одягу як зазначено виробником, в зв'язку з широким асортиментом матеріалів даного виробництва доцільним є дослідження його різновидів.

Висновки

Отримані результати під час проведення досліджень теплозахисних властивостей утеплювача Slimtex S-250 на тепловому стенді ставлять під сумнів достовірність даних вказаних виробником матеріалу щодо його показників. Зважаючи на те, що виробник даного матеріалу випускає різні за своїми фізичними властивостями види теплоізоляційних прокладок необхідним є проведення випробувань із визначенням термічного опору у складі пакету матеріалів різновидів Slimtex.

ЛІТЕРАТУРА

1. К.тех нетканые материалы. Продукция [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ktex.com.ua/products/uteplitel-slimteks.html>
2. Михеев М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев / М. – Л.: Госуд. энерг. изд., 1949. – 360 с.
3. Куликов Б. П. Проектирование одежды с заданной теплозащитной способностью: Текст лекцій / Куликов Б. П., Шингарев Р. В., Стебельский М. В. – Иваново: ИХТИ, 1984. – 47 с.

4. Донченко С. В. Имитационный стенд для определения теплозащитных свойств одежды: Сборник научных трудов ГОУ ВПО «ЮРГУЭС» / С. В. Донченко, С. И. Моисеенко . – Шахты : ЮРГУЭС. – 2010. – С. 84-87.
5. Омельченко С. В. Експериментальні дослідження тривалості комфорту в одязі різних видів: Тези доповідей. / Омельченко С. В., Мойсеєнко С. І. – К. : КНУТД. – 2001. – С. 8.

Исследование теплозащитных свойств одежды с теплоизоляционной прокладкой из материала Slimtex

Донченко С. В., Соколова Ю. Н., Рудницкая М. О.

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В статье анализируется ассортимент объемных теплоизоляционных полотен и информация, которую получают потребители об их теплозащитных свойствах на примере утеплителя Slimtex, представлены результаты расчетного эксперимента по методике ориентировочного расчета теплозащитных свойств одежды, которые сравниваются с результатами экспериментальных исследований термического сопротивления пакета одежды с утеплителем Slimtex S-250 и ватином.

Ключевые слова: теплоизоляционные полотна, теплозащитная одежда, термическое сопротивление, Slimtex

Investigation of the thermal properties of clothing with insulating gasket material Slimtex

Donchenko S. V., Sokolova J. N., Rudnitska M. O.

Kyiv National University of Technologies and Design

In the article analyzes the variety of surrounded heat insulating materials and information that consumers receive about their heat-shielding properties, for example insulation Slimtex, presented the results of numeric experiment by the method of estimated calculation of thermal properties of clothing, which are compared with the results of experimental investigations of thermal resistance of the clothing package with insulation Slimtex S-250 and batting.

Keywords: insulation materials, heat protective clothing, heat resistance, Slimtex