

УДК 687.016:687.11+687.173

**РОЗРОБКА ЗИМОВОЇ ЧОЛОВІЧОЇ КУРТКИ З ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНИМ  
ШАРОМ НОВОГО ТИПУ****Гапоненко М. О., Мойсеєнко С. І.**

Київський національний університет технологій та дизайну

**Мета.** Розробка зимової чоловічої куртки з підвищеним термічним опором і захистом від механічних ударів локальних зон людини.

**Методика.** В роботі використані загальні наукові положення матеріалознавства, технології швейного виробництва, теоретичні основи теплообміну, існуючі сучасні методики визначення термічного опору одягу.

**Результати.** В результаті теоретичного та експериментальних досліджень з'ясовано, що теплозахисна прокладка комірчастого типу, яка складається з комірок з вкладками квадратної форми з алюфому, крім високого термічного опору має пружні характеристики, отже розташування такої прокладки на локальних зонах тіла людини (ліктях, хребта та голови) позитивно впливає на зменшення ударного навантаження при падінні людини на тверду поверхню.

**Наукова новизна.** Вперше при проектуванні одягу застосовується двохшаровий утеплювач комірчастого типу.

**Практична значимість** полягає у використанні теплозахисних прокладок комірчастого типу на основі алюфому (спінений поліетилен) при виготовленні зимового одягу, що значно зменшить загальну вагу одягу, ударне навантаження при падінні людини, збільшить термічний опір одягу та його ергономічні показники.

**Ключові слова:** утеплювач, зимовий одяг, демпфіруючий шар, термічний опір, алюфом, теплообмін

Зимовий період в Україні характеризується стабільним зниженням температури нижче 0°C, а в найхолодніші місяці (січень та лютий) відмічається пониження температури до -25°C. Такі температури повітря провокують численні переохолодження що впливає на загальне самопочуття людини. Тому, зимовий одяг повинен зменшувати тепловтрати організму людини та забезпечувати тепловий комфорт. Окрім морозів, в період зимового часу, коли виникає ожеледиця, збільшується й кількість травмувань на слизьких тротуарах та сходах переходів. Отже, окрім теплозахисних властивостей, добре щоб зимовий одяг захищав людину від механічних ударів.

**Постановка завдання**

На сьогодні існує широкий асортимент утеплювачів для різних видів одягу. Але, на жаль, більшість з них мають певні недоліки. Натуральні утеплювачі (пух, перо, хутро, вовна) мають високу гігроскопічність та важкі у догляді, штучні утеплювачі

(синтепон, холлофайбер) мають менший термічний опір порівняно з натуральними, а новітні утеплювачі Вальтерм, Слімтекс або Тінсулейт хоча й володіють високими теплозахисними показниками, але є досить дорогими та недоступними для українців середнього класу [1].

На кафедрі ТКШВ КНУТД було розглянуто нетиповий як для одягу утеплювач алюфом (вспінений поліетилен), що використовується зазвичай для утеплення будівель. Цей матеріал має високий термічний опір та пружні характеристики, які впливають на зменшення ударного навантаження при падінні людини на тверду поверхню. Алюфом є екологічно чистим матеріалом та має дозвіл Міністерства охорони здоров'я до контакту з тілом людини.

Після вибору матеріалу, було розроблено конструкцію куртки чоловічої з теплозахисною прокладкою комірчастого типу з вкладками квадратної форми з алюфому. На найбільш вразливих до травмування ділянках тіла людини (хребет, голова, лікті) пропонується встановити подвійний шар алюфому.

### ***Результати досліджень***

Однією з найважливіших функцій одягу є створення у людини комфортних тепловідчуттів, яке підтримується при певному відношенні процесів теплоутворення та тепловіддачі.

Про тепловий стан людини можна судити по його тепловідчуттям й об'єктивним показникам: температури шкіри та тіла, топографії температури шкіри, величині вологовтрат, гемодинамічних показниках (частота пульса, артеріальний тиск). Тепловий стан організму людини зумовлює і його працездатність.

Утворення тепла в організмі людини залежить від багатьох факторів: метеорологічних умов, статі, віку, маси тіла людини і від характеру його фізичної діяльності. Комфортні тепловідчуття можуть зберігатися у людини протягом довгого часу лише за умови забезпечення теплового балансу організму. Це досягається координацією процесів, направлених на вироблення тепла в організмі і його виведення, та здійснюється апаратом хімічної та фізичної терморегуляції, а також свідомим діями людини, направленими на створення оптимального мікроклімату шляхом використання одягу та житла [2].

Теплозахисні властивості утеплюючої прокладки комірчастого типу заключаються в її особистій конструкції.

Утеплююча підкладка в представленому зразку складається з повітропроникної бавовняної підкладки (тік), пружних вкладок алюфому та сітки (рис. 1). Процес віддачі тепла відбувається за рахунок повернення випромінюваного організмом тепла до тіла через відбиваючу поверхню вкладок.

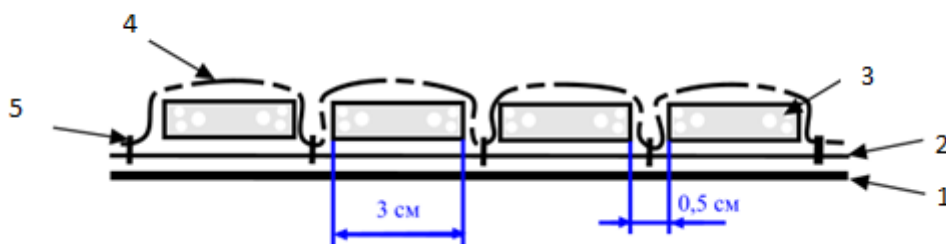


Рис. 1. Структура утеплюючої підкладки: 1 – основна тканина, 2 – вітрозахисна тканина, 3 – алюфом, 4 – сітка, 5 – шов з'єднання

Відстань між комірками дорівнює 0,5 см, що зводить тепловтрату тіла людини до мінімуму. Вкладки алюфому мають розміри 3х3 см, така величина забезпечує пластичність підкладки, не заважає нормальному руху людини, при цьому не збільшуючи тепловтрату.

Як вже було сказано вище, необхідність у демпфіруючому шарі алюфому на локальних зонах тіла людини (лікть, хребет, голова) виникає у зв'язку з частими травмуваннями при падіннях на ожеледицях у зимовий час.

Як можна побачити з рис. 2, другий шар настрочується на перший. При цьому, величина вкладок зменшується до 2,5х2,5 см, для забезпечення ковзання по вкладкам першого шару. Другий шар не створює суттєвого стовщення, що могло б вплинути на комфортність людини при носінні, а також пластичні властивості підкладки.

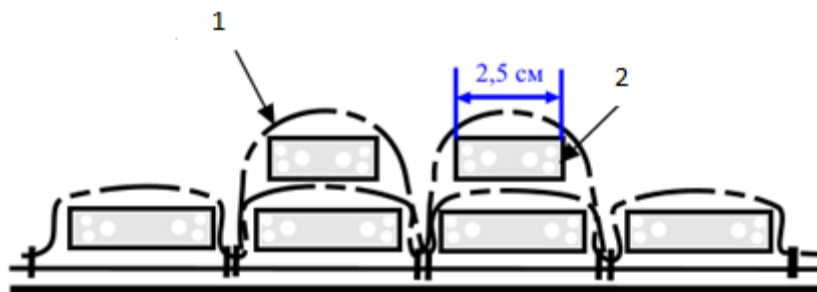


Рис. 2. Схема демпфіруючого шару на другому зразку: 1 – другий шар сітки, 2 – демпфіруючий шар

Ширина демпфіруючого шару складає: по центру спинки – 12 см (три ряди комірок), по центральній частині капюшона – 12 см, по ліктю - прямокутник 12х15 см

(3x4 комірки). Схема розташування зон з подвійним шаром утеплювача представлена на рис. 3.

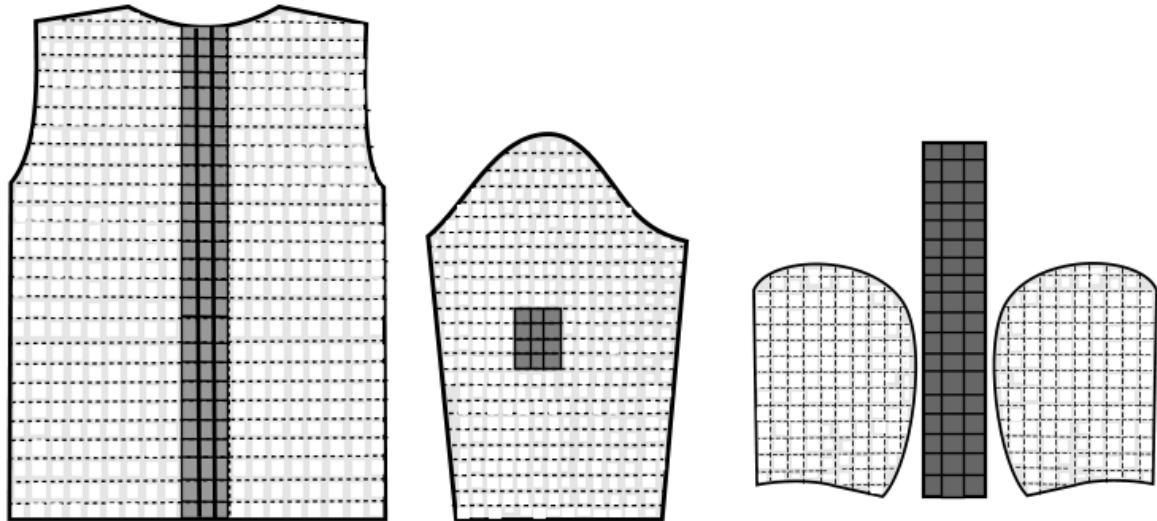


Рис. 3. Схема розташування демфруючого шару на деталях підкладки куртки

Для аналізу теплозахисних властивостей, а саме термічного опору розробленої і виготовленої утеплюючої підкладки, треба визначити повний термічний опір пакету матеріалів. В куртці розглядається наступний пакет: тканина верху – курточна водозахисна тканина, утеплююча підкладка комірчастого типу.

Термічний опір – це здатність тіла (його поверхні або шару) перешкоджати поширенню теплового руху молекул. Для розрахунку сумарного термічного опору одягу використовується наступна формула:

$$R_{\text{сум.од.}} = \frac{t_{\text{ш}} - t_{\text{п}}}{q}, \quad (1)$$

де  $t_{\text{ш}}$  – температура шкіри;

$t_{\text{п}}$  – температура повітря;

$q$  – густина теплового потоку.

Крім того, для виготовлення одягу з заданим тепловим опором необхідні відомості про швидкість вітру та повітрепроникності пакету матеріалів виробу. Всі вищеперераховані показники обумовлюють величину теплового опору одягу.

В табл. 1 представлені середні показники для визначення теплового опору, на які необхідно орієнтуватися при проектуванні теплозахисного одягу.

Суть процесу досліджень заключається в тому, що нагрітий манекен віддає свою теплову енергію через досліджуваний одяг в навколишнє середовище. Температура манекену підтримується електричним нагрівачем. Кількість тепла, яку втрачає манекен фіксується приборами за певний період часу.

В експерименті досліджувався час роботи нагрівача манекена при імітації температури навколишнього середовища  $-5^{\circ}$ ,  $-10^{\circ}$ . При цьому визначалась сила струму нагрівача в А та напруга в В. Далі розраховувалась кількість теплової енергії, яка передавалась через куртку. Термічний опір куртки розраховувався за наступною формулою:

$$R = (t_m - t_{нов}) * S * T_e / U * I * T_p \quad (2)$$

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

$t_{нов}$  – температура повітря в лабораторії,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$S$  – площа поверхні манекена 0, 55 м<sup>2</sup>;

$T_e$  – час експерименту, сек;

$U$  – напруга, В;

$I$  – сила струму, А;

$T_p$  – час роботи нагрівача в експерименті, сек [3].

В результаті досліджень було розраховано величину термічного опору розробленої куртки чоловічої з утеплюючою прокладкою. Було встановлено, що куртка при температурі навколишнього середовища  $-5^{\circ}\text{C}$  має термічний опір  $0,57^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$ , а при температурі  $-10^{\circ}\text{C}$  має  $0,48^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$ .

Такий термічний опір одягу підтримує відчуття комфорту протягом однієї години при температурах навколишнього середовища  $-20$ ,  $-25^{\circ}\text{C}$  [3].

Таблиця 1

**Показники, необхідні для забезпечення комфортних тепловідчуттів людини протягом однієї години**

Показники	Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$						
	+5	0	-5	-10	-15	-20	-25
Сумарний тепловий опір одягу, $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$	0,232	0,274	0,318	0,370	0,420	0,465	0,515

**Висновки**

В результаті експерименту встановлено, що термічний опір самої куртки чоловічої з утеплюючою підкладкою на основі алюфому дорівнює  $0,48\pm 0,02^{\circ}\text{C}\cdot\text{м}^2/\text{Вт}$

при температурі  $-10^{\circ}\text{C}$ , без додаткового комплексу одягу (футболка, майка, светр). Таким чином, при додатковому одязі під курткою, сумарний термічний опір буде значно більшим, тобто тривалість знаходження на повітрі збільшується при збереженні комфортних відчуттів.

Можна зробити висновок, що теплозахисні властивості куртки краці, порівняно з більш дорогими сучасними видами утеплювання. Подвійний шар утеплювача на найбільш уразливих ділянках тіла людини позитивно впливає на зменшення ударного навантаження при падінні людини на тверду поверхню.

#### Список використаних джерел

1. Фомченкова Л. Н. Современные нетканые объёмные утеплители для верхней одежды / Л. Н. Фомченкова // Швейная промышленность. – 2014. – №6. – С. 22-25.
2. Кокеткин П. П. Промышленное проектирование специальной одежды / П. П. Кокеткин, З. С. Чубарова, Р. Ф. Афанасьева. – М. : Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 181 с.
3. Афанасьева Р.Ф. Гигиенические основы проектирования одежды для защиты от холода / Р. Ф. Афанасьева. – М. : Легкая индустрия, 1977. – 133 с.

#### References

1. Fomchenkova L.N. (2014). *Sovremennye netkanye obyemnye utepliteli dlya verkhnei odegdy* [Modern nonwoven volumetric insulation for outdoor wear] *Garment industry*. no. 6, p. 22-25 [in Russian].
2. Koketkyn P.P. (1982). *Promyshlennoye proektirovaniye spetsyalnoy odezhdyy* [Industrial designer of special clothes] M.: Light and food industry, 181 p. [in Russian].
3. Afanaseva R.F. (1977). *Gigienicheskie osnovy proektirovaniya odegdy dlya zaschity ot holoda* [Hygienic fundamentals of designing clothes for protection against cold] M.: Light industry, 133 p. [in Russian].

#### **Разработка зимней мужской куртки с теплоизоляционным слоем нового типа Гапоненко М. О., Мойсеенко С. И.**

*Киевский национальный университет технологий и дизайна*

**Цель.** Разработка зимней мужской куртки с повышенным термическим сопротивлением и защитой от механических ударов локальных зон.

**Методика.** В работе использованы общие научные положения материаловедения, технологии швейного производства, теоретические основы теплообмена, существующие методики определения термического сопротивления одежды.

**Результаты.** В результате теоретического исследования было определено, что прокладка ячеистого типа, которая состоит из ячеек квадратной формы с отражающим покрытием, кроме высокого термического сопротивления имеет пружинные характеристики, а также использование демпфирующего слоя подкладки на локальных зонах тела человека (локтях, позвоночника и головы) положительно влияет на уменьшение ударной нагрузки при падении человека на твердую поверхность.

**Научная новизна.** Впервые при проектировании одежды используется двойной слой утеплителя ячеистого типа.

**Практическая значимость** заключается в использовании теплозащитных прокладок ячеистого типа на основе алюфома (вспененного полиэтилена), что значительно уменьшает общий вес одежды, его эргономические показатели и смягчит ударную нагрузку при падении человека.

**Ключевые слова:** утеплитель, зимняя одежда, демпфирующий слой, термическое сопротивление, алюфом, теплообмен

### ***Development of winter men's jacket with heat-insulating layer of new type***

***Haronenko M. O., Moysenko S. I.***

*Kyiv National University of Technology and Design*

***Purpose.*** Development of winter men's jacket with increased thermal resistance and protection from mechanical impacts of local zones.

***Methodology.*** General scientific positions of materials science, sewing production technologies, theoretical basis of heat exchange, existing methods for determining of thermal resistance of clothing were used in the work.

***Findings.*** As a result of theoretical study, it was determined that a cellular type laying, which consists of square cells with a reflective coating, has spring characteristics in addition to a high thermal resistance, and the use of a damping layer of the lining on the local zones of the human body (elbows, spine and head) to reduce the shock load when a person falls on a hard surface.

***Originality.*** For the first time when designing clothes, a double layer of a cellular type insulation is used.

***Practical value*** consists in the use of heat-resistant liners of cellular type based on alufoam (foamed polyethylene), which significantly reduces the overall weight of clothing, its ergonomic parameters and softens the shock load when a person falls.

***Keywords:*** insulation, winter clothing, damping layer, thermal resistance, alufoam, heat exchange