

УДК 687.1:[675.6.025:675.017]

О.В. ХОЛЯВА, С.Ю. ЛОЗОВЕНКО, Л.Б. БІЛОЦЬКА

Київський національний університет технологій та дизайну

І.І. КОТЛЯРОВА

Аналітично-дослідна випробувальна лабораторія "Текстиль-ТЕСТ" (м. Київ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПЛОЩИННОГО ПЕРФОРУВАННЯ ХУТРЯНОГО НАПІВФАБРИКАТУ НА ТЕПЛОЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ ГОТОВОГО ВИРОБУ

Досліджено вплив площинного перфорування хутряного напівфабрикату з подальшим його дублюванням на зміну теплозахисних властивостей готового виробу. Запропоновано експрес-методику дослідження теплозахисних властивостей матеріалів шляхом визначення залежності змін температури в часі у межах встановленого діапазону температур. Використання методики дозволило отримати порівняльний аналіз теплозахисних властивостей напівфабрикатів натурального хутра та пакетів на їх основі. Встановлено, що теплозахисні властивості перфорованого хутряного напівфабрикату, дубльованого прокладковим матеріалом, наближені до теплозахисних властивостей вихідних шкур.

Ключові слова: площинне перфорування шкіряної тканини, хутряний напівфабрикат, швейні вироби із натурального хутра, теплозахисні властивості матеріалів, методика дослідження теплозахисних властивостей матеріалів.

Е.В. ХОЛЯВА, С.Ю. ЛОЗОВЕНКО, Л.Б. БИЛОЦКАЯ

Киевский национальный университет технологий и дизайна

И.И. КОТЛЯРОВА

Испытательная лаборатория аналитических исследований "Текстиль-ТЕСТ" (г. Киев)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПЛОСКОСТНОГО ПЕРФОРИРОВАНИЯ МЕХОВОГО ПОЛУФАБРИКАТА НА ТЕПЛОЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ГОТОВОГО ИЗДЕЛИЯ

Исследовано влияние плоскостного перфорирования мехового полуфабриката с дальнейшим его дублированием на изменение теплозащитных свойств готового изделия. Предложено экспрес-методику исследования теплозащитных свойств материалов путём определения зависимости изменения температуры во времени в пределах определенного диапазона температур. Использование методики позволило получить сравнительный анализ теплозащитных свойств полуфабрикатов натурального меха и пакетов на их основе. Определено, что теплозащитные свойства перфорированного мехового полуфабриката, дублированного прокладочным материалом, близки к теплозащитным свойствам исходных шкур.

Ключевые слова: плоскостное перфорирование кожаной ткани, меховой полуфабрикат, швейные изделия из натурального меха, теплозащитные свойства материалов, методика исследования теплозащитных свойств материалов.

O. KHOLYAVA, S. LOZOVENKO, L. BILOTSKA

Kyiv National University of Technology and Design

I. KOTLYAROVA

Analytical research and testing laboratory "Textile-TEST" (Kyiv)

THE RESEARCH OF THE INFLUENCE OF PLANAR FUR SEMIS PERFORATING TO HEAT- SHIELDING PROPERTIES OF FINISHED PRODUCT

The influence of fur semis planar perforating and further duplication to the heat-shielding properties of finished product changing is defined. The express-method of investigation of materials heat-shielding properties by determining the variation of temperature in time within a certain temperature range is proposed. The use of this method allowed us to obtain a comparative analysis of the heat-shielding properties of fur semi-finished products and packages based on them. It is detected that heat-shielding properties of fur semi-finished product, that perforated and duplicated of cushioning material, are almost identical heat-shielding properties of originals skins.

Keywords: planar perforating of leather side, fur semi-finished product, natural fur garments, heat-shielding properties of material, the method of investigation of materials heat-shielding properties.

Постановка проблеми

Натуральне хутро є одним з найбільш цінних видів матеріалів, що використовуються для виготовлення одягу. Собівартість хутряних виробів на 80-90% складає вартість дорогого хутряного напівфабрикату, тому цей вид одягу є ексклюзивним та передбачає тривалий термін використання. У зв'язку з цим виникає необхідність розробки та впровадження сучасних технологій виготовлення виробів з натурального хутра, що базуються на основі раціонального використання хутряної сировини та, відповідно, роблять хутряні вироби більш привабливими і доступними для споживачів.

Цікавим, сучасним та економічним методом виготовлення хутряних напівфабрикатів є площинна перфорація шкіряної тканини. Цей спосіб обробки дає можливість значно збільшити корисну площу поверхні шкірки, зменшити густоту волосяного покриву та масу готового виробу, створити фактурний малюнок за рахунок зміни висоти, напрямку волосу та параметрів перфорації [1, 2].

Для розширення можливостей використання даного методу необхідне досконале вивчення впливу перфорування шкіряної тканини на зміну споживчих властивостей хутряного напівфабрикату.

Оскільки однією із основних функцій хутряного одягу є захисна – захищати людину від впливу зовнішнього середовища в холодну пору року, то особливий інтерес представляє дослідження впливу перфорування хутряного напівфабрикату на зміну теплозахисних властивостей готового виробу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В роботі було проаналізовано існуючі прилади та методики для визначення теплофізичних характеристик матеріалів для одягу, в тому числі натурального хутра [3-9]. Значний внесок в експериментальні дослідження теплозахисних характеристик натурального хутра внесений Ігнатовим Ю.В [5], який на основі теорії теплового режиму Кондратьєва Г.М. дослідив широкий ряд хутряних напівфабрикатів. Конструкції вдосконалених під його керівництвом пристроїв та методика визначення сумарного теплового опору були покладені в основу ГОСТів [10-11].

Встановлено, що вибір того, чи іншого методу чи режиму визначення теплофізичних характеристик матеріалів залежить від сформульованої задачі, наявності експериментального обладнання та інформації про вихідні дані матеріалу (товщину, щільність, пористість тощо).

За відсутністю у лабораторіях КНУТД унормованих установок [10-11] для визначення теплозахисних характеристик матеріалів запропоновано власну експрес-методику проведення випробування.

Формулювання мети дослідження

Мета даної роботи – вивчити вплив площинного перфорування хутряного напівфабрикату з його подальшим дублюванням на теплозахисні властивості готового виробу та обрати метод оцінки цих змін.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для досягнення поставленої мети запропоновано експрес-методику дослідження теплозахисних властивостей матеріалів шляхом визначення залежності змін температури в часі в межах певного діапазону температур, використання якої дозволить отримати порівняльний аналіз теплозахисних властивостей напівфабрикатів натурального хутра та пакетів на їх основі.

В рамках розробки експрес-методики виконано наступні етапи:

1. Запропоновано установку та процедуру проведення випробувань.
2. Визначено критерії оцінки теплозахисних властивостей матеріалів.
3. Виконано експеримент за обраною процедурою та математичну обробку отриманих результатів для підтвердження точності та відтворюваності експерименту.
4. Запропоновано методику оцінки і порівняльного аналізу отриманих результатів для дослідження теплозахисних властивостей матеріалів.
5. Апробовано методику для оцінки теплозахисних властивостей хутряних напівфабрикатів та пакетів на їх основі.

У якості критерія оцінки теплозахисних властивостей пропонується використовувати час, за який змінюється температура на задану величину – в інтервалі від 46 до 36°C.

Опис установки для проведення випробувань

Установка УВТВ-1 (рис. 1 та 2) для визначення теплозахисних властивостей матеріалів та пакетів матеріалів складається із склянки 1 (об'ємом 300 мл та висотою не менше 10 см), заповненої 250 мл води, на яку вдягнуто пробу 2, викроєну за розмірами площі контакту зі склянкою.

Склянка накривається кришкою 3 та ставиться на підставку 5. Кришка та підставка повинні бути виготовлені із теплоізолюючого матеріалу для запобігання втрати тепла (наприклад, пінопласту). Кришка має отвір по центру для термометра 4, що дозволяє робити вимірювання з точністю до 1°C.

Для вимірювання перепаду температур передбачено терморпару 6, один кінець якої вставляється між склянкою та зразком на відстань не менше ніж 5 см від верху склянки, а другий – під'єднаний до цифрового індикатора температур 7. Використання терморпари та цифрового індикатора дозволяє фіксувати більш точні результати змін температури. Відрізки часу для зняття показань відраховуються за допомогою секундоміра 8.

Метод відбору зразків

Для визначення теплозахисних властивостей досліджуваного матеріалу за розробленою методикою передбачається використання дев'яти елементарних проб.

Розмір зразка проби:

- довжина L відповідає висоті склянки;
- ширина A визначається діаметром d або радіусом r склянки : $A = \pi d = 2\pi r$.

Для натурального хутра відбирають по три точкові проби (відповідно до ГОСТ 32077-2013), далі – по три елементарні проби із кожної точкової, зазначених розмірів.

Для тканин, нетканих полотен, штучного хутра та пакетів із них проби відбираються від різних кусків.

Для вимірювання можливе використання проб, відібраних для інших лабораторних випробувань. Для натурального хутра допускається проводити дослідження на одній елементарній пробі, при цьому показники вимірювання повинні супроводжуватись показниками товщини зразка, визначеної під тиском 0,1 кПа.

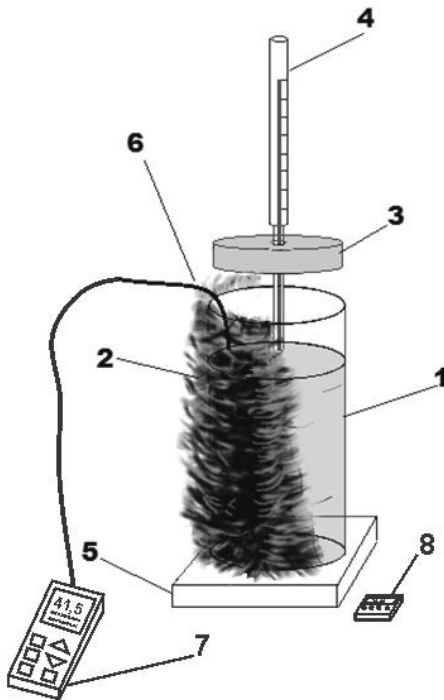


Рис. 1. Принципова схема установки для визначення теплозахисних властивостей матеріалів для одягу:
 1 – склянка з водою; 2 – проба;
 3 – кришка; 4 – термометр; 5 – підставка; 6 – термopар; 7 – цифровий індикатор температур; 8 – секундомір

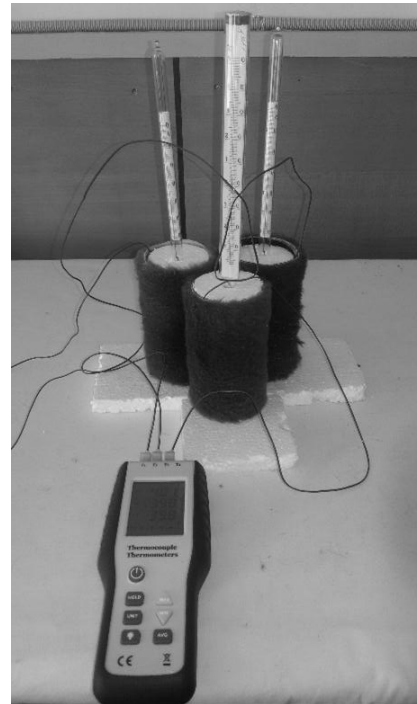


Рис. 2. Лабораторна установка для визначення теплозахисних властивостей матеріалів для одягу

Підготовка до випробувань

Проби перед дослідженням повинні бути витримані в атмосферних умовах відповідно до нормативно-технічної документації (ГОСТ 10681-75 та ГОСТ 32077-2013).

До проведення випробувань вимірюють товщину зразків текстильних матеріалів та пакетів згідно з ГОСТ 12023-2003 при тиску 0,2 кПа і поверхневу густину – за ГОСТ 3811-72. Товщину шкіряної тканини і штучної основи натурального хутра визначають відповідно до ГОСТ 32077-2013.

Пробу попередньо зшивають у вигляді муфти швом встик.

Випробування виконують при сталих температурі навколишнього середовища та коефіцієнті тепловіддачі з поверхні матеріалу, в умовах природньої конвекції.

Абсолютні значення температури повітря, при яких допускається проводити дослідження, повинні знаходитись у межах від 18°C до 25°C при відносній вологості повітря (65±5) %.

Процедура проведення випробувань

Елементарну пробу, зшиту у вигляді муфти, одягають на склянку. Склянку ставлять на підставку та наливають в неї воду, температурою близько 50°C. Склянку закривають кришкою з теплоізолюючого матеріалу. Таким чином, отримується практично герметичне середовище. Один кінець термомпери під'єднується до цифрового індикатору температур, другий – вкладається між склянкою та матеріалом на відстань 5 см від верху склянки.

Для уникнення втрат тепла при наповненні склянки, всі заміри проводяться з моменту досягнення температури води 46°C.

Показники температури вимірюють та записують протягом 5 хвилин через кожну хвилину, потім – через кожні п'ять хвилин. Випробування проводять в інтервалі зміни температури від 46°C до 36°C.

Обробка результатів експерименту

Результатом одного випробування приймають час, за який змінюється температура на задану величину – від 46 до 36°C.

За отримані результати повного експерименту приймають середнє значення часу остигання у визначених межах дев'яти проб:

$$\bar{t} = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}, \quad (1)$$

де t_i – показники часу i -го випробування;

n – кількість випробувань (у нашому випадку $n = 9$).

Далі будують графіки залежності втрати температури протягом часу та аналізують їх.

Дослідження відтворюваності та точності результатів експерименту за обраною методикою

Об'єктом дослідження для апробації методики взято хутрянні шкурки нутрії.

Відповідно до описаної вище методики з обраного матеріалу відібрано та підготовлено дев'ять елементарних проб розмірами:

- довжиною $L = 13$ см, відповідає висоті склянки установки;
- шириною $A = 21,05$ см, визначається діаметром d склянки: $A = \pi d = 3,14 \times 6,7$ см.

Середні значення товщини та поверхневої густини проб для дослідження – 22,8 мм та 850,32 г/м² відповідно.

Зразки для випробувань зшивались у вигляді муфти на швейній машині GP5-II "TYPICAL" ланцюговим однонитковим обметувальним стібком.

Дослідження проводились в ізолюваному приміщенні при температурі навколишнього середовища 20°C та відносній вологості повітря (65±5) %.

Відповідно до процедури проведення методики, описаної вище, кожна проба матеріалу вдягалася на склянку, волосяним покривом назовні. У склянку наливалась вода температурою 50°C. Склянка ставилась на підставку та закривалась кришкою. У якості термоізолюючого матеріалу для кришки та підставки було використано пінопласт. Один кінець термомпери під'єднувався до цифрового індикатору температур, другий – вкладався між склянкою та матеріалом на відстань 5 см від верху склянки. Проводились заміри часу остигання прошарку між склянкою та зразком в інтервалі від 46°C до 36°C відповідно до методики.

Для перевірки відтворюваності та точності результатів експерименту за досліджуваною методикою проведено математично-статистичну обробку результатів за допомогою програми MS Excel.

Першим етапом, необхідно провести Q-тест для виявлення та виключення можливих промахів (помилкових результатів). Після розрахунку Q-критеріїв для мінімального та максимального значень вибірки порівнюємо їх із табличним критичним значенням [12] при довірчій ймовірності 0,95 та об'ємі вибірки 9. Оскільки, Q-критерії для мінімального та максимального значення менші за табличне (0,51), можна зробити висновок, що отримана вибірка не містить грубо помилкових значень і може використовуватись для подальшої математично-статистичної обробки.

Далі визначаємо середнє значення часу остигання 9 випробувань за виразом (1); розраховуємо середнє квадратичне відхилення по виборці та коефіцієнт варіації за формулами (2) та (3):

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2} \quad ; \quad (2)$$

$$C = \frac{\sigma}{\bar{t}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Результати визначення надано у табл. 1. Оскільки коефіцієнт варіації менше 5%, то значення вимірювань можна вважати рівномірними та однорідними [12].

Розраховуємо півширину довірчого інтервалу при довірчій ймовірності 0,95 та об'ємі вибірки 9 за формулою (4):

$$\delta = \frac{f \cdot \sigma}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

де f – коефіцієнт Стюдента, величина якого залежить від довірчій ймовірності та числа ступенів свободи $n - 1$.

Встановлено, що ймовірність того, що математичне сподівання генеральної сукупності лежить в інтервалі від 93,6 до 96,4 складає 95%. Результат аналізу представляємо у вигляді довірчого інтервалу:

$$t = 95,0 \pm 1,4 \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

Розрахунок об'єму вибірки, необхідного для визначення часу остигання температури від 46°C до 36°C виконується за формулою (5):

$$n \geq \frac{\beta^2 \cdot C^2}{\delta_t^2}, \quad (5)$$

де β – квантіль нормального розподілу, який залежить від прийнятої довірчої ймовірності $\gamma = 0,95$;

δ_t – відносна похибка вибіркової оцінки середньої генеральної сукупності.

Результати визначення об'єму вибірки надано у табл. 1. На основі розрахунків встановлено необхідну достатню кількість елементарних проб для отримання достовірних результатів вимірювання, яка складає 9 одиниць. Отже, виявлено, що для проведення випробувань за розробленою методикою обрано достатню кількість проб.

Таблиця 1

Найменування показника	Результати обробки даних			Об'єм вибірки
	середнє арифметичне значення вимірювань \bar{t} , с	середнє квадратичне відхилення σ , %	коефіцієнт варіації C , %	
Час остигання у прошарку між склянкою та зразком в інтервалі температур від 46°C до 36°C, с	95,00	1,88	1,98	9

Отримано графічну залежність втрати температури протягом часу у прошарку між склянкою та зразком (рис.3).

Апроксимація графіку дала можливість описати його рівняннями другого порядку з невеликою відносною похибкою (0,99), що свідчить про грамотну методику проведення експерименту і ретельне вимірювання.

Отже, отримано достовірні оцінки експерименту, тому можна зробити висновок, що обрану експрес-методику та установку можна використовувати для дослідження теплозахисних властивостей матеріалів.

Апробація розробленої експрес-методики

Експрес-методику випробувано для дослідження впливу площинного перфорування та дублювання хутряного напівфабрикату на зміну його теплозахисних властивостей.

Для подальшого дослідження обрано об'єкт, який умовно позначається:

1) З – шкурка нутрії (ціла);

2) П – перфорована хутряна шкурка;

3) ПД – пакет матеріалів на основі перфорованої хутряної шкурки, дубльованої клейовим прокладковим матеріалом (використовувався низькотемпературний дублерин Hansel 1718/105 XS8 моноеластичний по утку, волокнистий склад – 100% ПЕ, тип клейового покриття – подвійне точкове РА/РА, 76 точок/см², температура плавлення клею – 93-104°C, час дублювання – 12-16 с).

Фізико-механічні властивості об'єкту дослідження надано у табл. 2.

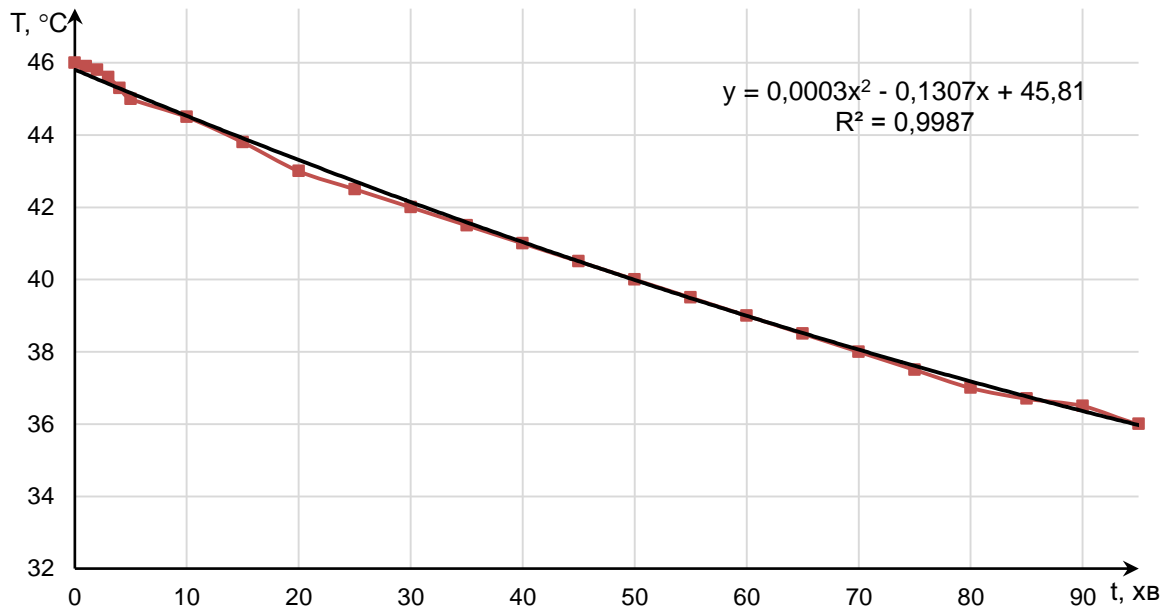


Рис. 3. Динаміка втрати температури протягом часу

Таблиця 2

Середнє значення товщини та поверхневої густини хутрянних напівфабрикатів та пакетів, мм

Умовне позначення напівфабрикату	Найменування напівфабрикату	Товщина, мм	Поверхнева густина, г/м ²
З	ціла хутряна шкурка	2,28	850,32
П	перфорована хутряна шкурка	1,72	501,12
ПД	продубльована перфорована хутряна шкурка	2,18	749,15

Відомо, що на теплозахисні властивості хутрянного напівфабрикату значний вплив мають анізотропія властивостей матеріалу, топографія шкурки, а також такі структурно-геометричні характеристики, як товщина шкіряної тканини; звивистість, густина, висота, кут нахилу волосяного покриву [7]. Тому для чистоти експерименту випробування спочатку проводились на пробах цілої шкурки внутрі. Потім ці ж проби поетапно піддавались перфоруванню та дублюванню клейовим прокладковим матеріалом з поступовим визначенням теплозахисних характеристик.

Таким чином, на першому етапі, відібрано та підготовлено 9 елементарних проб з хутрянних шкурок внутрі, розмірами:

- довжиною $L = 13$ см, відповідає висоті склянки установки;
- шириною $A = 21,05$ см, визначається діаметром d склянки: $A = \pi d = 3,14 \cdot 6,7$ см.

У відповідності до запропонованої методики зразки зшивались у вигляді муфти на швейній машині (GP5-II "TYPICAL", ланцюговим одностітковим обметувальним стібком). Далі на розробленій установці визначався час остигання прошарку між склянкою та зразком в інтервалі температур від 46°C до 36°C при використанні зразків цього матеріалу.

Другим етапом виконано перфорування попередньо використаних проб. Після чого, необхідно стала операція підкроювання зразків за розмірами, передбаченими методикою, оскільки внаслідок перфорування площа досліджуваних зразків збільшилась. Після підготувань до експериментів та подальших їх проведення на перфорованих зразках встановлено залежність зміни температури у часі при їх використанні.

Третім етапом перфорований матеріал дублювався. Подальша процедура підготовки зразків та проведення випробувань відповідала розробленій методиці.

Результати досліджень, проведених із використанням всіх трьох напівфабрикатів представлені у табл. 3.

Отримано графічні залежності (рис. 4) втрат температури у часі в межах визначеного інтервалу (46-36°C) при використанні різних напівфабрикатів: цілої шкурки, шкурки розкритої методом перфорування, а також перфорованої і дубльованої шкурки.

Таблиця 3

Результати експерименту

Час, хв	Температура (°C) між склянкою та напівфабрикатом:		
	цілого хутряного шкурки (З)	перфорованої хутряної шкурки (П)	перфорованої дубльованої хутряної шкурки (ПД)
0	46,0	46,0	46,0
1	45,9	45,3	45,8
2	45,8	45,0	45,5
3	45,6	44,6	45,1
4	45,3	44,4	45,0
5	45,0	44,2	44,8
10	44,5	43,1	44,0
15	43,8	42,4	43,2
20	43,0	41,8	42,5
25	42,5	41,0	42,0
30	42,0	40,5	41,5
35	41,5	40,0	41,0
40	41,0	39,5	40,5
45	40,5	39,0	40,0
50	40,0	38,5	39,5
55	39,5	38,0	39,0
60	39,0	37,5	38,5
65	38,5	37,0	38,0
70	38,0	36,5	37,5
75	37,5	36,0	37,0
80	37,0	35,5	36,5
85	36,7	35,0	36,1
90	36,5	34,8	35,8
95	36,0	34,5	35,5

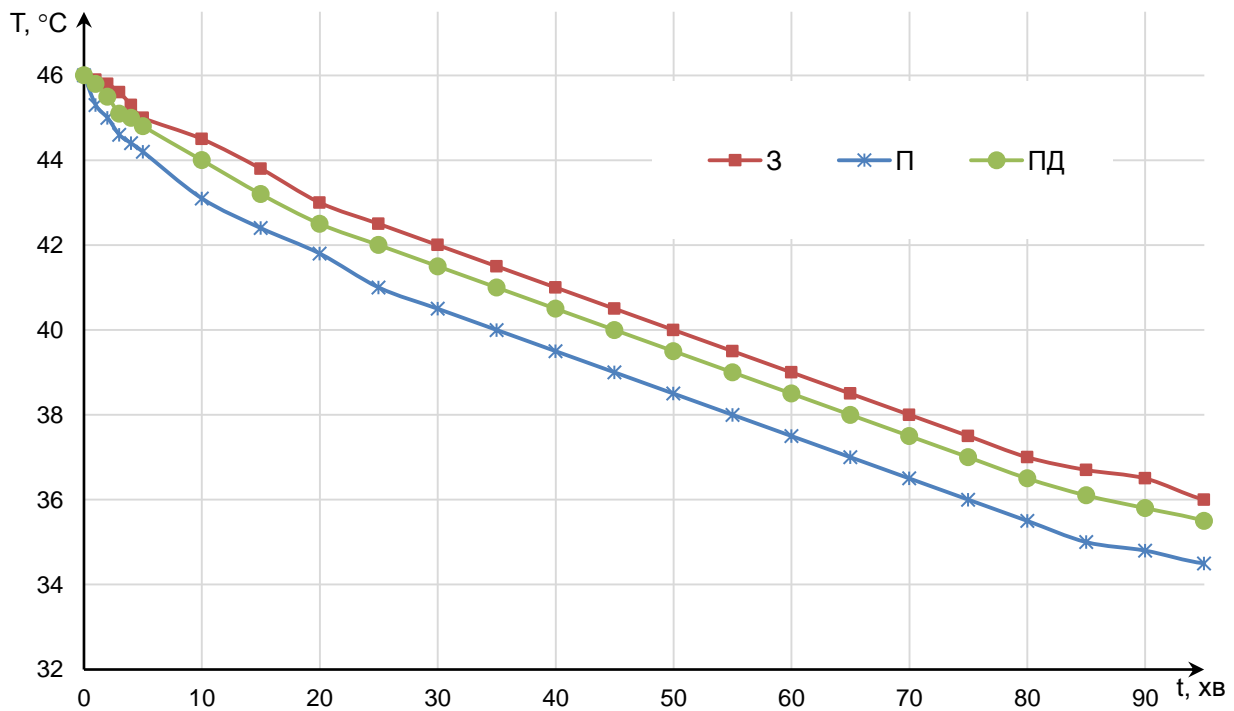


Рис. 4. Динаміка втрати температури протягом часу.

Вимірювання виконано із застосуванням:

З –цілої хутряної шкурки; П – перфорованого зразка; ПД - перфорованого дубльованого зразка

Проведені випробування та отримана динаміка зміни температур дозволили порівняти та проаналізувати залежності втрат тепла у часі при використанні різних зразків напівфабрикатів.

За результатами досліджень встановлено, що звичайний зразок З найкраще утримує тепло, перфорований зразок П тримає тепло найменше, перфорований дубльований зразок ПД тримає тепло майже на рівні звичайного.

Також виявлено, що сумарний час охолодження пакету дорівнює сумі часових відрізків охолодження матеріалів, що його складають.

Тому, слід зауважити, що використання перфорованого напівфабрикату у поєднанні із дублюванням шкіряної тканини прокладковими матеріалами дозволяє зробити легшим готовий виріб із незначним зменшенням його теплозахисних властивостей.

Таким чином, доведено, що площинне перфорування хутряного напівфабрикату у поєднанні із його дублюванням можна рекомендувати як ефективний метод збільшення площі напівфабрикату, зменшення його ваги при незначному зменшенні теплозахисних властивостей.

Висновки

З метою дослідження впливу перфорування та дублювання хутряного напівфабрикату на зміну теплозахисних властивостей готового виробу обрано метод вимірювання та запропоновано експрес-методику визначення теплозахисних властивостей матеріалів для одягу.

В рамках методики досліджень запропоновано установку та процедуру проведення випробувань; визначено критерії оцінки теплозахисних властивостей матеріалів; виконано експеримент за обраною процедурою та математичну обробку отриманих результатів для підтвердження точності та відтворюваності експерименту; розроблено методику оцінки і порівняльного аналізу отриманих результатів для дослідження теплозахисних властивостей матеріалів; апробовано методику для оцінки теплозахисних властивостей хутряних напівфабрикатів та пакетів на їх основі.

Розроблена процедура випробування є простою і доступною для дослідника, не потребує великих матеріальних затрат і тому може використовуватись при проведенні магістерських наукових досліджень, проектуванні одягу, розробці нових матеріалів та технологій.

Під час апробації експрес-методики та установки УВТВ-1 встановлено, що теплозахисні властивості перфорованого хутряного напівфабрикату, дубльованого прокладковим матеріалом, наближені до теплозахисних властивостей похідних шкур. Таким чином, обґрунтований підбір прокладкових матеріалів для дублювання перфорованих хутряних пластин дозволить розв'язати задачу не тільки посилення шкіряної тканини, але й збереження теплозахисних властивостей готового виробу.

Список використаної літератури

1. Койтова Ж. Ю. Разработка новых методов оценки и исследования свойств пушно-меховых полуфабрикатов : дис. ... доктора тех. наук: 08.10.04. / Койтова Жанна Юрьевна. – С-П., 2004. – 359 с.
2. Ветошкина Е. А. Разработка способов получения и оценка свойств меховых полотен : дис. ... канд. тех. наук: 18.11.03 / Ветошкина Елена Александровна. – Кострома., 2003. – 144 с.
3. Васильев Л.Л. Теплофизические свойства пористых материалов / Л.Л. Васильев, С.А. Панаева. – Минск : Наука и техника. – 1971. – 268 с.
4. Исаев В. В. Исследование теплопроводности тканых полотен / В.В. Исаев, В.В. Ивченко, О.В. Удачин // Известия ВУЗов. Технология текстильной пром-ти. – 2003. – № 1. – С. 22-24.
5. Игнатов Ю. В. Исследование теплозащитных свойств меха / Ю.В. Игнатов // Научно-исследовательские труды. Сб. № 17. – М.: ВНИИМП. – 1971. – С. 72-79.
6. Колесников П.А. Основы проектирования теплозащитной одежды / П.А. Колесников. – М. – Легкая индустрия. 1971 г. – 240 с.
7. Сало Р. А. Автоматизация проектирования изделий легкой промышленности из натурального меха с учётом теплозащитных свойств : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.12 / Сало Раиса Хантемировна . – Омск, 2006. – 165 с.
8. Скляников В.П. Методика определения теплопроводности в пакетах одежды зимнего назначения / В.П. Скляников, Т.О. Энделадзе // Известия ВУЗов. Технология текстильной пром-ти. – 1986. – № 5. – С. 51-53.
9. Янкелевич В.И. Расчёт теплового сопротивления воздушных прослоек в воздухопроницаемой одежде / В.И. Янкелевич // Известия ВУЗов. Технология текстильной пром-ти. – 1971. – № 2. – С. 111-115.
10. Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления. ГОСТ 20489–75. – [Действующий с 1976-01-01]. – Вильнюс : «Издательство стандартов», 1986. – 11 с.
11. Шапки ушанки. Метод определения суммарного теплового сопротивления. ГОСТ 28903–91. – [Действующий с 1992-01-01]. – М. : «Издательство стандартов», 2005. – 7 с.
12. Статистика для менеджеров с использованием Microsoft Office Excel / [Дэвид М. Левин, Дэвид Стефан, Тимоти С. Кребиль, Марк Л. Беренсон]. – 4-е издание. – К : Издательский дом "Вильямс". – 1312 стр., с ил.