

УДК 687.13-027.267

DOI: 10.25140/2411-5363-2019-2(16)-170-180

Іраїда Дудла, Олена Хребтань

## ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОЗАХИСНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАТУРАЛЬНИХ ТА СИНТЕТИЧНИХ НАПОВНЮВАЧІВ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕРХНЬОГО ДИТЯЧОГО ОДЯГУ

**Актуальність теми дослідження.** Основною функціональною властивістю верхнього дитячого одягу є теплозахисна властивість. Питання дослідження теплозахисних властивостей натуральних та синтетичних наповнювачів для виготовлення верхнього дитячого одягу є досить багатограним, складним та недостатньо вивченим. Це пов'язано з тим, що для виготовлення верхнього дитячого одягу використовують нові тканини для верху та підкладки, а також наповнювачі різного походження.

**Постановка проблеми.** Оскільки одяг найбільше значення має для процесів теплообміну організму людини з навколишнім середовищем та для забезпечення нормальної терморегуляції, тому визначення оптимальних параметрів теплозахисних властивостей натуральних та синтетичних наповнювачів для виготовлення верхнього дитячого одягу є важливим завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Приділено значну увагу прогнозуванню теплозахисних властивостей зимового одягу або його конструюванню, обґрунтуванню вибору пакета матеріалів для виготовлення дитячого верхнього одягу, математичному моделюванню перенесення тепла крізь текстильні матеріали та фізичній моделі визначення теплового опору.

**Виділення недосліджених раніше частин загальної проблеми.** Теплозахисні властивості саме натуральних та синтетичних наповнювачів для верхнього дитячого одягу практично не вивчені, а розрахунки оптимальних параметрів цих властивостей носять фрагментарний характер.

**Постановка завдання.** Визначити оптимальні параметри теплозахисних властивостей натуральних та синтетичних наповнювачів для виготовлення верхнього дитячого одягу.

**Виклад основного матеріалу.** З'ясовано, що теплозахисні властивості верхнього дитячого одягу з пір'яно-пуховим та синтетичним текстильним наповнювачем залежать від виду самого наповнювача, товщини, поверхневої густини та повітропроникності пакета одягу.

**Висновки відповідно до статті.** Верхній дитячий одяг з пір'яно-пуховим наповнювачем при меншій товщині мають найменший рівень повітропроникності, що забезпечує їй кращі теплозахисні властивості. Вищий рівень повітропроникності властивий дитячому одягу з синтетичним текстильним наповнювачем при значно більшій товщині пакета і може забезпечувати високі показники теплозахисних властивостей.

Запропоновано математичні рівняння для визначення оптимальних параметрів теплозахисних властивостей натуральних та синтетичних наповнювачів для виготовлення верхнього дитячого одягу.

**Ключові слова:** наповнювач; верхній дитячий одяг; куртки; теплозахисні властивості.

Рис.: 4. Табл.: 2. Бібл.: 18.

**Актуальність теми дослідження.** Механізм терморегуляції організму дитини є обмеженим та недостатньо розвинутим. Зважаючи на це, верхній дитячий одяг є своєрідним бар'єром, який захищає організм дитини від більш низьких температур та несприятливого впливу навколишнього середовища, а також сприяє збереженню теплового балансу дитячого організму та запобігає зайвій тепловіддачі.

Відомо, що основною функціональною властивістю верхнього дитячого одягу є теплозахисні властивості. Питання дослідження теплозахисних властивостей верхнього дитячого одягу, зокрема їх наповнювачів, є досить багатограним, складним та недостатньо вивченим. Це пов'язано з тим, що для виготовлення верхнього дитячого одягу використовують нові тканини для верху та підкладки, а також наповнювачі різного сировинного складу.

Основним призначенням теплозахисного одягу є захист організму людини від несприятливих впливів навколишнього середовища (низька температура, вітер, туман, дощ, сніг та ін.). Одяг створює людині штучно регульований мікроклімат, який, знижуючи тепловтрати організму, забезпечує сприятливі умови для підтримання постійної температури тіла.

Таким чином, одяг, будучи бар'єром, що ізолює організм людини від нижчих температур навколишнього середовища, зберігає тепловий баланс організму людини, запобігає зайвій тепловіддачі.

Оскільки частка імпортованого одягу на ринку України значно перевищує дитячий одяг вітчизняних виробників, постає необхідність дослідження теплозахисних властивостей саме імпортової продукції.

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

**Постановка проблеми.** Оскільки найбільше значення одяг має для процесів теплообміну організму людини з навколишнім середовищем та для забезпечення нормальної терморегуляції, визначення оптимальних параметрів теплозахисних властивостей натуральних та синтетичних наповнювачів для виготовлення верхнього дитячого одягу є важливим завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вітчизняні вчені приділяють значну увагу саме прогнозуванню теплозахисних властивостей зимового одягу [1] або особливостям його технічного конструювання [2, 3, 4], обґрунтуванню вибору пакета матеріалів для виготовлення дитячого верхнього одягу, зокрема куртки-рюкзака для скаута [5] або математичному моделюванню перенесення тепла крізь текстильні матеріали [6] та фізичній моделі визначення теплового опору [7].

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Теплозахисні властивості саме наповнювачів для виготовлення верхнього дитячого одягу практично не вивчені, а розрахунки оптимальних параметрів цих властивостей носять фрагментарний характер.

**Постановка завдання (мета статті).** Визначити оптимальні параметри теплозахисних властивостей натуральних та синтетичних наповнювачів для виготовлення верхнього дитячого одягу.

**Виклад основного матеріалу.** Зниження втрат тепла тілом людини виражається в більшому ступені при більш низьких температурах повітря. Тепловтрати організму при зниженні температури зовнішнього середовища зростають тим швидше, чим менші теплозахисні властивості одягу. Знижуючи втрати тепла, одяг зменшує теплопродукцію, тобто інтенсивність окислювальних процесів організму.

Верхній одяг – це плечовий або поясний одяг, за винятком білизняних і корсетних виробів, а, відповідно, дитячий одяг – це одяг для дівчаток і хлопчиків, віком до 18 років [8]. На сьогоднішній день, ринок верхнього дитячого одягу є досить різноманітним і наповнений великою кількістю моделей, які різняться між собою довжиною, кроєм, широким спектром кольорів та наповнювачами [9]. Зокрема, до верхнього дитячого одягу відносять куртки. Згідно ДСТУ 2027 – 92 куртка – це плечовий верхній одяг із рукавами, розрізом або застіркою згори донизу, яким укривають тулуб і частково стегна [8]. Різновидом куртки є пуховик – стьобана куртка або пальто з прокладкою з пухоперовим наповнювачем або із синтетичних нетканних матеріалів [10].

Український ринок насичений виробами як вітчизняного (відомі та маловідомі українські бренди дитячого одягу або ж товари, відшиті на українських фабриках та представлені більш широкому колу споживачів на речових ринках), так і імпортного виробництва (вироби відомих та ще маловідомих світових брендів, що доступні, в основному, в спеціалізованих брендових магазинах).

Серед найпопулярніших імпортерів верхнього дитячого одягу можна виділити наступні бренди – Mariquita (Польща), Zeplin (Туреччина), Besta Plus (Польща), Piazza Italia (Італія), United colors of Benetton (Іспанія), OVS kids (Італія), Zara (Іспанія) та інші. А найбільші вітчизняні виробники верхнього дитячого одягу – Gusseva KIDS (м. Львів), Businka Dress (м. Харків), Berry Wear (м. Вишневе Київської обл.), VoGi (м. Київ), Соня (м. Бровари, Київської обл.), Юніор (м. Хмельницький) та інші.

Дитячий одяг повинен відповідати ряду специфічних вимог, що пов'язано з анатомо-фізіологічними особливостями дітей. Тонка та ніжна шкіра дітей може бути легко поранена, а її захисні функції від різноманітних шкідливих впливів навколишнього середовища більш слабкі, ніж у дорослих.

Відносна поверхня шкіри в дітей більша, ніж у дорослих. Так, на 1 кг ваги приходиться поверхні шкіри (см<sup>2</sup>): у дорослої людини – 221, у 15-річних дітей 337, у 10-річних – 423, у 6-річному – 456, у новонароджених – 704. Відносно велика поверхня шкіри обумовлює досить велику віддачу тепла дитячим організмом. Разом з цим, підвищена тепловіддача

пов'язана з великою кількістю в шкірі дітей кровоносних судин, більш швидким кругообігом крові та недосконалістю нервових механізмів регуляції тепла [11].

Шкіра дитини значно слабше захищає організм дитини від різких коливань температури навколишнього середовища, різноманітних травм та механічних пошкоджень, ніж у дорослої людини. Окрім цього, значна вага одягу в умовах великої рухливості дитини та слабкого розвитку м'яз, приводить до того, що дитячий організм доволі швидко виснажується та стомлюється. Зважаючи на такі особливості побудови та функціонування організму дитини, верхній дитячий одяг для дітей повинен бути більш теплим та легким, аніж для дорослих.

Крій дитячого одягу повинен бути вільним, не сковувати рухів дитини, не порушувати кровообігу та не викликати деформації скелета, оскільки кісткова тканина у дітей доволі легко піддається механічним впливам та деформується. Верхній дитячий одяг повинен мати високу теплоізоляцію та бути досить легким. Враховуючі вище вказані вимоги, такий одяг повинен включати вітрозахисну тканину та теплоізоляційну прокладку.

Теплорегуляційні механізми дитини є недосконалими і перегрівання для її організму так само шкідливе, як і переохолодження. Діти перегріваються не тільки влітку, а й узимку, якщо їхній верхній одяг не відповідає температурі повітря.

Зони хорошого самопочуття (комфорту) дитини у верхньому одязі зазвичай співпадають з такими метеорологічними умовами, за яких теплові втрати відповідають теплу, яке виробляється організмом (теплопродукції), тобто в організмі встановлюється теплового рівновага.

Теплозахисні властивості верхнього дитячого одягу напряму залежать від того, наскільки якісно вони захищають організм дитини від навколишнього середовища. Як вказано в табл. 1, втрати тепла по всьому організму не є однаковими і при проектуванні верхнього одягу для дітей слід більш детально розглянути, які частини тіла втрачають доволі великий відсоток тепла та потребують кращого захисту.

Таблиця 1

*Характеристика розподілу теплового потоку в одягнених хлопців та дівчат в стані спокою та при ходьбі [11]*

Ділянки тіла	Втрати тепла у % до загальної втрати тіла	
	Хлопці	Дівчата
<b>В стані спокою</b>		
Тулуб	20,1	23,6
Верхні кінцівки	13,5	13,7
Кисті рук	4,3	6,3
Бедра + гомілка	37,9	37,5
Стопа	7,3	7,8
Голова	18,1	12,9
<b>При ходьбі</b>		
Тулуб	21,3	22,0
Верхні кінцівки	13,1	12,1
Кисті рук	4,6	4,4
Бедра + гомілка	40,7	44,0
Стопа	5,6	6,4
Голова	15,0	11,8

Як видно з табл. 1, у хлопців та дівчат локальні теплові втрати мають порівняно близькі значення. Найбільші втрати тепла виникають в області тулуба (20-23%), бедер та гомілки (37-44%), верхніх кінцівок (12-13%) та голови (11-18%). Дані дослідження свідчать про те, що при конструюванні верхнього дитячого одягу велику увагу слід звертати саме на ці місця, адже необхідно зробити так, щоб теплові втрати були мінімальними. Це можливо досягти за рахунок додаткових манжетів на рукавах та знизу

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

верхнього одягу, що усуне ймовірне проникнення вітру, доцільно було б передбачити капюшон, який захищатиме голову дитини, зробити цей одяг більш довгим, щоб прикрити більшу частину тіла дитини.

Підвищені теплозахисні властивості верхнього дитячого одягу є головною вимогою щодо його якості, яка повинна досягатися не за рахунок використання важких, товстих та щільних тканин особливих структур, що певною мірою імітуватимуть властивості хутра, а застосуванням відповідного теплоізоляційного матеріалу (пір'я-перо, синтапон та інші) та вітростійкої прокладки, тобто правильним підбором матеріалів пакету одягу.

Задля забезпечення високої якості верхнього дитячого одягу досить велику увагу слід звернути на вибір покривної тканини, адже саме на неї покладаються досить важливі функції верхнього одягу – вона сприймає основне механічне навантаження, захищає дитину від вітру, дощу тощо, а також має значне естетичне та декоративне значення. Зважаючи на це, покривна тканина для верхнього дитячого одягу, незалежно від волокнистого складу, повинна бути насамперед міцною, зносостійкою, легкою, м'якою, мало повітропроникною, гігроскопічною, не повинна зминатися, а також, поряд з цим – за фактурою, кольором та малюнком бути красивою та модною. Не менш важливе значення має використання якісного теплоізоляційного матеріалу. Він має бути легким, пористим, оптимальної товщини, з малою теплопровідністю та високими пружними властивостями при стисканні. За рахунок своєї структури теплоізоляційний матеріал має забезпечувати порівняну нерухомість (інертність) повітря, який в ньому знаходиться. Даний матеріал затримує навколо тіла дитини в порівняно нерухомому стані певний шар повітря, забезпечуючи цим самим необхідні теплозахисні властивості.

Для проведення дослідження було взято два зразки:

- зразок 1 – куртка з об'ємним натуральним пір'яно-пуховим наповнювачем (70% пір'я та 30% пера, згідно з маркуванням на етикетці) сірого кольору;
- зразок 2 – куртка з об'ємним синтетичним текстильним наповнювачем (100% поліестер, згідно маркування на етикетці) синього кольору.

Маркування на внутрішній та зовнішній етикетках вказує на те, що матеріал верху та підкладки в обох куртках – 100% поліестер (рис. 1).



Зразок 1



Зразок 2

*Рис. 1. Зовнішній вигляд досліджуваних зразків дитячих курток*

Обидві куртки без хутра і належать до товарів італійського дитячого бренду OVS kids, що реалізується на ТОВ «АРГО – торгівельна мережа» та належать до вікової категорії від 3 до 6,5 років

Експериментальні дослідження проводилися в лабораторії аналітичних досліджень і випробувань продукції науково-технічного центру підтвердження відповідності, стан-

дартизації та випробувань продукції легкої промисловості й засобів індивідуального захисту ДП «Укрметртестстандарт» (м. Київ, Україна).

Для оцінки якості верхнього дитячого одягу, а саме – курток з об'ємним наповнювачем було проведено наступні дослідження:

- визначення товщини пакету згідно ГОСТ 12023 – 2003 «Матеріали текстильні. Полотно. Метод визначення товщини» [12];
- розрахунок поверхневої густини за ДСТУ EN 12127:2009 «Матеріали текстильні. Тканини. Визначення маси на одиницю площі з використанням малих проб» [13] з використанням лабораторних електронних ваг «ADVENTORER» AR 2140 2 кл.;
- вимірювання повітропроникності відповідно до ГОСТ 12088 – 77 «Матеріали текстильні та вироби з них. Метод визначення повітропроникності» [14] на стандартному приладі ВПТМ-2;
- визначення вмісту складників сировинного складу за ДСТУ 4057 – 2001 «Матеріали текстильні. Метод ідентифікації волокон» [15];
- розрахунок сумарного теплового опору згідно ГОСТ 20489 – 75 «Матеріали для одягу. Метод визначення сумарного теплового опору» [16] за допомогою приладу ПТС-225 (МТ-380).

Для характеристики теплозахисних властивостей визначають сумарний тепловий опір, який вказує на падіння температури ( $^{\circ}\text{C}$ ) при проходженні через  $1\text{ м}^2$  виробу даної товщини теплового потоку потужністю  $1\text{ Вт}$ . Прилад призначений для вимірювання сумарного теплового опору як показника теплозахисних властивостей в умовах теплообміну з навколишнім повітрям за ГОСТ 20489-75 для тканин, нетканих полотен, штучного хутра, натурального хутрового напівфабрикату, хутряних пластин на штучній основі. Метод полягає у вимірюванні часу охолодження пластини приладу в заданому інтервалі перепадів температур між поверхнею пластини, ізольованим матеріалом або пакетом і навколишнім повітрям [16].

Для створення під пробою повітряного шару товщиною  $5\text{ мм}$  служить текстолітове кільце, яке встановлюється на корпус приладу без контакту з пластиною. Гальванометр з диференціальною термопарою служить для вимірювання перепаду температур між поверхнею пластини і навколишнім повітрям. Тривалість охолодження пластини між контрольними точками шкали гальванометра визначають секундоміром. Для запобігання впливу сторонніх потоків повітря на охолодження нагрівальної пластини в умовах природної конвекції на столі приладу навколо нагрівальної пластини встановлюють чотири панелі з органічного скла, що утворюють камеру спокійного повітря.

Перед початком випробування нагрівальну пластину нагрівають і охолоджують чотири-п'ять разів. Потім визначають час її охолодження не менше трьох разів. Дослідження проводилися при абсолютних значеннях температури повітря в приміщенні, від  $18$  до  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  та при відносній вологості повітря  $(65 \pm 5)\%$  [16, 17].

Зразки курток встановили на приладі лицьовою стороною до повітряного потоку. Далі проводиться нагрівання пластини приладу з пробою до досягнення перепаду температур  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$  (різниця температури пластини і повітряного потоку), після чого електронагрівач відключається від мережі і вмикається вентилятор.

Для вирівнювання температурного поля пластини приладу охолоджується до перепаду температур  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , після цього включається секундомір і фіксується час охолодження пластини до перепаду температур  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Фото проведення експерименту зображено на рис. 2.



Рис. 2. Визначення показника сумарного теплового опору зразка 1 за допомогою приладу ПТС-225

Час охолодження пластини 1 зразка (пір'яно-пуховий наповнювач) склав 1367 с., а 2 зразка (синтетичний текстильний наповнювач) – 1433 с. Після проведення випробувань відбувалась обробка отриманих результатів, згідно з формулами 1-5:

Темп охолодження,  $m$  обчислюють за формулою:

$$m = \frac{\ln N_1 - \ln N_k}{T}, \text{ c}^{-1} \quad (1)$$

де  $\ln N_1$  та  $\ln N_k$  – натуральні логарифми показників гальванометра  $N$ , що відповідають інтервалу перепаду температур 55 – 45 °С;  $T$  – середній час охолодження пластини приладу в заданому інтервалі перепадів температур, с.

Сумарний тепловий опір  $R_{\text{сум}}$ , проби розраховують за формулою:

$$R_{\text{сум}} = \frac{E}{\Phi \cdot K(m - B \cdot E)}, \text{ м}^2\text{°С/Вт} \quad (2)$$

де  $\Phi$  – фактор приладу, Дж/( м<sup>2</sup>°С);  $B$  – поправка на розсіювання теплового потоку в приладі, с<sup>-1</sup>;  $K$  – коефіцієнт, який враховує розсіювання теплового потоку в пробі;  $E$  – коефіцієнт, що розраховується за формулою:

$$E = \frac{3C_1}{3C_1 + C_2}, \quad (3)$$

де  $C_1$  – повна теплоємність пластини, Дж/°С;  $C_2$  – повна теплоємність проби, що розраховується за формулою:

$$C_2 = 1,675 \cdot 10^3 \cdot q \cdot S, \text{ Дж/°С} \quad (4)$$

де  $1,675 \cdot 10^3$  – питома теплоємність матеріалів органічного походження, Дж/кг °С;  $q$  – поверхнева щільність проби, кг/м<sup>2</sup>;  $S$  – площа пластини, м<sup>2</sup>.

$K$  – коефіцієнт, який враховує розсіювання теплового потоку в пробі розраховується за формулою:

$$K = 0,4 + \frac{0,6}{\left(1 + \frac{2b}{d}\right)^2}, \quad (5)$$

де  $d$  – діаметр пластини приладу, мм;  $b$  – товщина, мм.

Отримані результати досліджень, що стосуються оцінки якості верхнього дитячого одягу зведені в табл. 2.

Таблиця 2

*Властивості наповнювача для виготовлення верхнього дитячого одягу*

Назва наповнювача/ волокна	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>	Товщина, мм	Повітропроникність, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> с	Тепловий опір	
				сумарний	відносний сумарний*
				м <sup>2</sup> °C/Вт	
Пір'яно-пуховий	351,6	12	6,9	0,39	0,325
Синтетичний	838,6	16	9,5	0,41	0,256

\*У перерахунку на товщину пакета наповнювача 10 мм.

Зразки дитячих курток із об'ємними наповнювачами відрізняються за товщиною пакета – в зразка 2 (синтетичний текстильний наповнювач) має товщину 16 мм, що на 4 мм більше, ніж в зразка 1 (пір'яно-пуховий наповнювач), товщина якого становить 12 мм. Разом з цим, суттєва різниця помітна і в значеннях поверхневої густини – 838,6 г/м<sup>2</sup> в зразка 2 та 351,6 г/м<sup>2</sup> – в зразка 1. Можна передбачити, що за рахунок більшої поверхневої густини куртка з синтетичним текстильним наповнювачем матиме більшу вагу, що значною мірою сковуватиме рухи дитини та створюватиме їй відчуття дискомфорту.

Значення показника повітропроникності є найнижчим для зразка 1 – куртки з пір'яно-пуховим наповнювачем, що дає їй змогу найкраще виконувати своє функціональне призначення, а саме – захищати дитину від значних втрат тепла та впливу навколишнього середовища. Також, при різних значеннях товщини та маси пакета, відносні показники сумарного теплового опору знаходяться майже на одному рівні 0,325 м<sup>2</sup>°C/Вт в зразка 1 та 0,256 м<sup>2</sup>°C/Вт в зразка 2.

Визначення оптимальних параметрів теплозахисних властивостей верхнього дитячого одягу з різними наповнювачами від поверхневої густини та повітропроникності зображено на рис. 3 та 4.

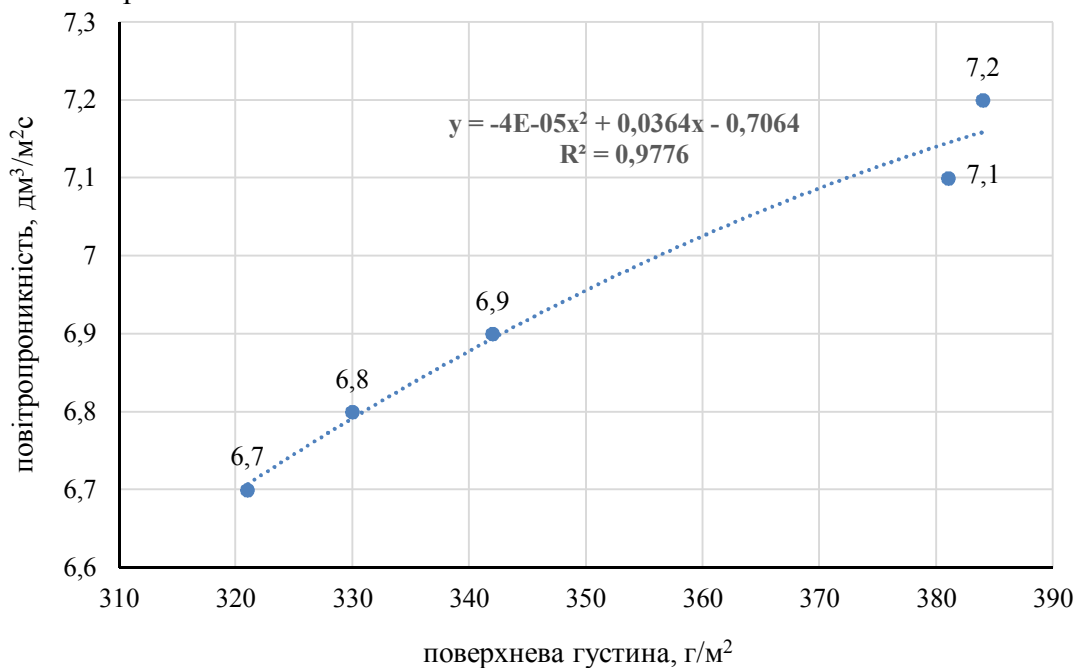


Рис. 3. Залежність повітропроникності дитячої куртки з пір'яно-пуховим наповнювачем (зразок 1) від поверхневої густини пакета

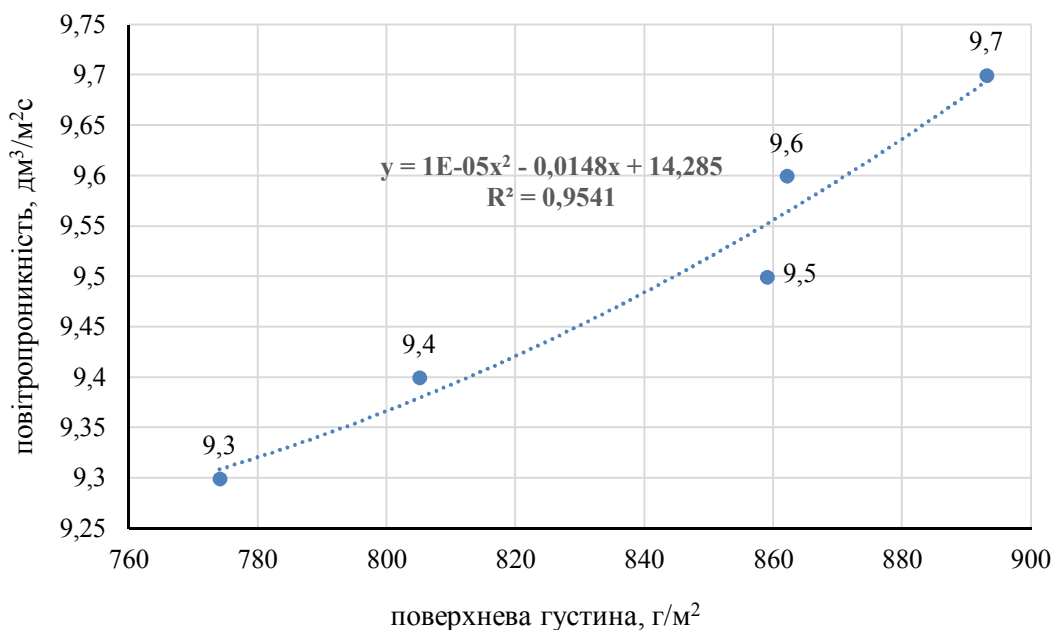


Рис. 4. Залежність повітропроникності дитячої куртки із синтетичним текстильним наповнювачем (зразок 2) від поверхневої густини пакета

Дані залежності описуються відповідними математичними рівняннями та мають великі значення коефіцієнта конкордації.

Можна передбачити, що рівень сумарного теплового опору залежить від повітропроникності пакета наповнювача. Чим менша теплопровідність, тим вищий рівень теплового опору. Ймовірно, важливе значення в оцінці теплових властивостей відіграє об'ємна структура наповнювача. Якщо наповнювач характеризується наявністю великої кількості крупнорозмірних пор, що обумовлює високу повітропроникність через вільне проходження повітря через пакет наповнювача, то тепловий опір, тобто здатність утримувати тепло, буде низький. І навпаки, щільна структура з наявністю великої кількості дрібнорозмірних або різнорозмірних пор характеризуватиметься низькою повітропроникністю та високим тепловим опором. Так, пір'я складається із тонких волокон, а пір'ю властива наявність товстого стовбура. Можна передбачити, що така структура утворює велику кількість різнорозмірних "повітряних камер", завдяки чому забезпечується хороший рівень утримання тепла та відповідна теплоізоляція від температури навколишнього середовища [18].

**Висновки відповідно до статті.** Отже, зразок дитячої куртки з наповнювачем пухперо при меншій товщині має найменший рівень повітропроникності, що забезпечує їй кращі теплозахисні властивості. Вищий рівень повітропроникності властивий 2-му зразку з синтетичним наповнювачем при товщині пакета 16 мм.

#### Список використаних джерел

1. Донченко С. В., Шаравіна Х. О., Рубаха Н. М. Ситуаційний аналіз прогнозування теплозахисних властивостей зимового одягу. *Вісник КНУТД*. 2016. № 6. С. 100–108.
2. Кальна М. М., Донченко С. В., Яловий В. В., Когут О. О. Дослідження впливу конструкторно-технологічних параметрів коміркового теплозахисного шару одягу типу «пуховик» на теплозахисні властивості. *Технології та дизайн*. 2015. № 2 (15). URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/td\\_2015\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2015_2_3).
3. Назарук Л. В. Якість та комфортність дитячого одягу з елементами трансформації. *Вісник КНУТД*. 2016. № 3. С. 148–153.
4. Васильєва І. В. Розробка підходу до створення нових форм дитячого зимового одягу методами дизайн-проекту. *Теорія та практика дизайну. Технічна естетика*. 2015. Вип. 8. С. 26–33.



5. Кокоянчук Ю. Б., Троян О. М., Степанова Л. С. Обґрунтування вибору пакета матеріалів для виготовлення дитячої куртки-рюкзака для скаутів. *Вісник ХНУ*. 2012. № 5. С. 79–83.
6. Галавська Л. Є. Математичне моделювання перенесення тепла крізь текстильні матеріали. *Вісник КНУТД*. 2012. № 1. С. 105–109.
7. Луцкер Т. В., Колосніченко М. В., Остапенко Н. В., Винничук М. С. Теоретичне обґрунтування фізичної моделі опору з підвищеною точністю вимірювань. *Вісник КНУТД*. 2015. № 2. С. 131–135.
8. ДСТУ 2027 - 92 Вироби швейні й трикотажні. Терміни та визначення. [Чинний від 1993-01-01]. Київ, 1992. 21 с.
9. Вавілова Л. С., Михайлова Г. М. Особливості класифікації верхнього дитячого одягу. *Якість та безпечність товарів: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції для молодих учених та студентів (23 березня 2018 року)*. Луцьк, 2018. С. 11–12.
10. Колосніченко М. В., Процик К. Л. *Мода і одяг. Основи проектування та виробництва одягу: навчальний посібник*. Київ: КНУТД, 2011. 238 с.
11. Колесников П. А. *Теплозащитные свойства одежды*. Москва: Изд-во «Легкая индустрия», 1965. 345 с.
12. ГОСТ 12023 – 2003. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения толщины. Москва, 2005. 10 с.
13. ДСТУ EN 12127:2009. Матеріали текстильні. Тканини. Визначення маси на одиницю площі з використанням малих проб. Київ, 2012. 8 с.
14. ГОСТ 12088 – 77 Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости. Москва, 1977. 10 с.
15. ДСТУ 4057 – 2001 Матеріали текстильні. Метод ідентифікації волокон. Київ, 2001. 36 с.
16. ГОСТ 20489 – 75 Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления. Москва, 1985. 9 с.
17. Тепловое сопротивление (типа ПТС-225) МТ-380. URL: <http://usk.ua/mt-380.html>.
18. Михайлова Г. М., Форостяна Н. П. Теплозахисні властивості ковдр із об'ємними наповнювачами. *Товари і ринки*. 2016. № 1. С. 96–105.

### References

1. Donchenko, S.V., Sharavina, H.O. & Rubaha, N.M. (2016). Sytuatsiinyi analiz prohozuvannia teplozakhysnykh vlastyivostei zymovoho odiahu [Situational analysis of forecasting of heat-shielding properties of winter clothes]. *Visnyk KNUVD – KNUVD Bulletin*, 6, 100-108 [in Ukrainian].
2. Kalna, M.M., Donchenko, S.V., Yalovy, V.V. & Kogut, O.O. (2015). Doslidzhennia vplyvu konstruktsiino-tekhnologichnykh parametriv komirkovoho teplozakhysnoho sharu odiahu typu «pukhovyk» na teplozakhysni vlastyivosti [Investigation of the influence of structural and technological parameters of a cell heat-shielding layer of “down jacket” type on the heat-shielding properties]. *Tekhnologii ta dyzain – Technology and design*, 2 (15). Retrieved from [http://nbuv.gov.ua/UJRN/td\\_2015\\_2\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/td_2015_2_3) [in Ukrainian].
3. Nazaruk, L.V. (2016). Yakist ta komfortnist dytiachoho odiahu z elementamy transformatsii [Quality and comfort of children's clothing with elements of transformation]. *Visnyk KNUVD – KNUVD Bulletin*, 3, 148-153 [in Ukrainian].
4. Vasylieva, I.V. (2015). Rozrobka pidkhodu do stvorennia novykh form dytiachoho zymovoho odiahu metodamy dyzain-proektu [Development of the approach to the creation of new forms of children's winter clothes with the design project methods]. *Teoriia ta praktyka dyzainu. Tekhnichna estetika – Theory and practice of design. Technical aesthetics*, 8, 26-33 [in Ukrainian].
5. Kokoyanchuk, Yu.B., Troyan, O.M. & Stepanova, L.S. (2012). Obgruntuvannia vyboru paketa materialiv dlia vyhotovlennia dytiachoi kurtky-riukzaka dlia skautiv [Substantiation of the choice of a package of materials for the manufacture of children's jacket-backpack for scouts]. *Visnyk KhNU – KhNU Bulletin*, 5, 79-83 [in Ukrainian].
6. Galavska, L. E. (2012). Matematychno modeliuвання perenesennia tepla kriz tekstylni materialy [Mathematical modeling of heat transfer through textile materials]. *Visnyk KNUVD – KNUVD Bulletin*, 1, 105-109 [in Ukrainian].

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

7. Lutsker, T.V., Kolosnichenko, M.V., Ostapenko, N.V. & Vynnychuk, M.S. (2015). Teoretychne obgruntuвання fizychnoi modeli oporu z pidvyshchenoiu tochnistiu vymiriuvan [Theoretical substantiation of the physical model of resistance with increased accuracy of measurements]. *Visnyk KNUTD – KNUTD Bulletin*, 2, 131-135 [in Ukrainian].
8. Vyroby shveini y trykotazhni. Terminy ta vyznachennia [Articles made of linen and knitted fabrics. Terms and definitions]. DSTU 2027-92 (January 1, 1993) [in Ukrainian].
9. Vavilova, L.S. & Mykhailova, H.M. (2018). Osoblyvosti klasyfikatsii verkhnoho dytiachoho odiahu [Features of the classification of children's outerwear]. *Yakist ta bezpechnist tovariv – Quality and safety of goods: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference for Young Scientists and Students* (March 23, 2018). (pp. 11-12). Lutsk [in Ukrainian].
10. Kolosnichenko, M.V. & Protsyk, K.L. (2011). *Moda i odiah. Osnovy proektuvannia ta vyrobnytstva odiahu [Fashion and clothing. Principles of clothes design and production]*. Kyiv: KNUTD [in Ukrainian].
11. Kolesnikov, P.A. (1965). *Teplozashchitnye svoistva odezhdy [Heat-shielding properties of clothes]*. Moscow: "Light Industry" Publishing House [in Russian].
12. Materialy tekstilnye i izdeliia iz nikh. Metod opredeleniia tolshchiny [Textiles and textile products. Method for determination of thickness]. HOST 12023-2003 (December 1, 2005) [in Russian].
13. Materialy tekstylni. Tkanyny. Vyznachennia masy na odynysiu ploshchi z vykorystanniam malykh prob [Textiles. Fabrics. Determination of mass per unit area using small samples]. DSTU EN 12127:2009 (August 1, 2012) [in Ukrainian].
14. Materialy tekstilnye i izdeliia iz nikh. Metod opredeleniia vozdukhopronitcaemosti [Textiles and textile products. Method for determination of air permeability]. HOST 12088-77 (January 1, 1979) [in Russian].
15. Materialy tekstylni. Metod identyfikatsii volokon [Textile materials. Method of identification of fibers]. DSTU 4057-2001 (January 1, 2002) [in Ukrainian].
16. Materialy dlia odezhdy. Metod opredeleniia summarnogo teplovogo soprotivleniia [Materials for clothes. Method for determination of summary thermal resistance]. HOST 20489-75 (January 1, 1976) [in Russian].
17. Teplovoe soprotivlenie (tipa PTS-225) MT-380 [Thermal resistance (type PTS-225) MT-380]. Retrieved from <http://usk.ua/mt-380.html> [in Russian].
18. Mikhaylova, G. & Forostiana, N. (2016). Teplozakhysni vlastyvoli kovdr iz obiemnymy napovniuvachamy [Heat-protection properties of blankets with bulking fillers]. *Tovary i rynky – Commodities and markets*, 1, 96-105 [in Ukrainian].

UDC 687.13-027.267

*Iraida Dudla, Olena Khrebtan*

## DETERMINATION OF THE OPTIMAL PARAMETERS OF THE HEAT-SHIELDING PROPERTIES OF NATURAL AND SYNTHETIC FILLERS FOR CHILDREN'S OUTERWEAR PRODUCTION

**Urgency of the research.** *The main functional property of children's outerwear is a heat-shielding property. The research of the heat-shielding properties of natural and synthetic fillers for children's outerwear production is quite multifaceted, complex and insufficiently studied question. This is due to the fact that for the manufacture of children's outerwear new fabrics for the top and lining, as well as fillers of various materials are used.*

**Target setting.** *Determination of the optimal parameters of the heat-shielding properties of natural and synthetic fillers for children's outerwear production is an important task, since the greatest value of clothing is for the processes of heat exchange of the human body with the environment and to ensure normal thermoregulation.*

**Actual scientific researches and issues analysis.** *Considerable attention has been paid to the prediction of the heat-protective properties of winter clothing or its construction, the substantiation of the choice of a package of materials for the manufacture of children's outerwear, mathematical modelling of the heat transfer through textile materials and to the physical model of thermal resistance determination.*

**Uninvestigated parts of general matters defining.** *The heat-shielding properties of natural and synthetic fillers for the outerwear of children are practically not studied, and the calculations of the optimal parameters of these properties are fragmentary.*

**The research objective.** *to determine the optimal parameters of the heat-shielding properties of natural and synthetic fillers for children's outerwear production.*

**The statement of basic materials.** It was found that the heat-shielding properties of children's jackets with feather-down and synthetic textile filler depend on the type of filler, thickness, surface density and breathability of the clothing package.

**Conclusions.** Children's jackets with feather-down filler with a smaller thickness have the lowest level of breathability, which provides them with the best heat-shielding properties. The higher level of breathability inherent in a children's jacket with synthetic textile filler with a significantly greater thickness of the package can provide high levels of the heat-shielding properties.

Mathematical equations to determine the optimal parameters of the heat-shielding properties of natural and synthetic fillers for children's outerwear production are suggested.

**Keywords:** filler; children's outerwear; jackets; heat-shielding property.

Table: 2. Fig.: 4. References: 18.

**Дудла Іраїда Олександрівна** - доктор технічних наук, професор кафедри підприємництва та торгівлі, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

**Dudla Iraida** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Entrepreneurship and Trade, Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** iraida.dudla@gmail.com

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2206-0907>

**Хребтань Олена Борисівна** – кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри харчових технологій, Чернігівський національний технологічний університет (вул. Шевченка, 95, м. Чернігів, 14035, Україна).

**Khrebtan Olena** – PhD in Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Technology Chernihiv National University of Technology (95 Shevchenka Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** helenakhrebtah@ukr.net

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7296-7136>