

**Галина МИХАЙЛОВА,
Нінель ФОРОСТЯНА**

ТЕПЛОЗАХИСНІ ВЛАСТИВОСТІ КОВДР ІЗ ОБ'ЄМНИМИ НАПОВНЮВАЧАМИ

Досліджено теплозахисні властивості ковдр із різними об'ємними наповнювачами. Розглянуто взаємозв'язок між видом наповнювача, його повітропроникністю та тепловим опором. Установлено закономірності для прогнозування теплозахисних властивостей ковдр. Показано роль розмірності волокон і характеру структури наповнювача в забезпеченні здатності утримувати тепло.

Ключові слова: постільні вироби, ковдри, наповнювачі, теплозахисні властивості.

Михайлова Г., Форостяна Н. Теплозащитные свойства одеял с объемными наполнителями. Исследованы теплозащитные свойства одеял с разными объемными наполнителями. Рассмотрена взаимосвязь между видом наполнителя, его воздухопроницаемостью и тепловым сопротивлением. Установлены закономерности для прогнозирования теплозащитных свойств одеял. Показана роль размеров волокон и характера структуры наполнителя для обеспечения способности удерживать тепло.

Ключевые слова: постельные принадлежности, одеяла, наполнители, теплозащитные свойства.

© Галина Михайлова, Нінель Форостяна, 2016

Постановка проблеми. Організм людини підтримує оптимальну температуру свого тіла, але механізм його терморегуляції обмежений. Тепловіддача відбувається переважно через шкіру. Основним призначенням терморегуляції організму людини під час сну (в стані спокою) є підтримання оптимальної температури тіла, незалежно від температури оточуючого повітря. Досягається це встановленням визначеного співвідношення між теплом, яке виробляється, та його віддачею. І саме ковдра захищає тіло людини під час сну від надмірних втрат тепла.

Процес тепловіддачі організмом людини здійснюється теплопровідністю (кондукцією), конвекцією, тепловим випромінюванням, диханням і випаровуванням через піт. У стані спокою при температурі навколишнього середовища $+20^{\circ}\text{C}$ в умовах комфорту найбільшу частку (майже 75 %) займають втрати тепла випромінюванням і конвекцією [1].

Формування асортименту постільних виробів із об'ємними наповнювачами зумовлює необхідність дослідження їх теплозахисних властивостей. Такі наповнювачі характеризуються фізичними властивостями, контроль і вимірювання яких уможливорює в перспективі оптимізувати їх вибір під час конструювання.

Незважаючи на важливість указаної проблематики, споживчі властивості ковдр із об'ємними наповнювачами, в т. ч. й теплозахисні, під час формування асортименту не враховуються в повному обсязі. Роботи в цьому напрямі носять несистемний характер і стосуються переважно різних текстильних матеріалів. Проте значну увагу надають дослідженням теплофізичних характеристик нетканих текстильних матеріалів [2], тканин [3], трикотажних полотен [4; 5], моделюванню перенесення тепла [6], методам контролю фізичних параметрів [7]. Окремої уваги заслуговують дослідження щодо термічного опору та теплового розрахунку стьобаних ковдр [1].

Ураховуючи зазначене, доцільним є дослідження наповнювачів ковдр для вибору оптимального теплообмінного наповнювача і, як наслідок, забезпечення комфортного сну, температурного гомеостазу (здатність відкритої системи зберігати постійність свого внутрішнього стану за допомогою скоординованих реакцій, що направлені на підтримання динамічної рівноваги), підтримання теплового балансу. В цілому, ступінь теплозахисних властивостей характеризується сумарним тепловим опором ковдр [8], який повинен бути оптимальним і регульовальним.

Мета статті – дослідження теплозахисних властивостей ковдр із об'ємними наповнювачами.

Матеріали та методи. Об'єктом дослідження слугували десять зразків ковдр із різними за волокнистим складом об'ємними наповнювачами. Для чохла використано бавовняну тканину. Ковдри виготовлено ТОВ "Герд Біллірбек ГмбХ" (м. Київ).

Показники властивостей ковдр із об'ємними наповнювачами досліджено стандартними методами: сумарний тепловий опір (R) – за ГОСТ 20489–75 [9], повітропроникність (V_p) – за ГОСТ 12088–77 [10]. Фотографії наповнювачів зроблено на Універсальному вимірjuвальному комп'ютерному приладі (УВКП) із роздільною здатністю 600 пікселів фотометричним методом із використанням мікроскопів МПБ-2, MG 10085-1A та програмного забезпечення *Micro-Measure*.

Дослідження проведено в лабораторії аналітичних досліджень і випробувань продукції науково-технічного центру підтвердження відповідності, стандартизації та випробувань продукції легкої промисловості й засобів індивідуального захисту ДП "Укрметрест-стандарт" (м. Київ) та в КНТЕУ.

Результати дослідження. При оцінюванні якості ковдр важливе значення мають теплозахисні властивості. З точки зору теплофізики [11], відповідно до нульового начала термодинаміки тепло передається від більш нагрітого тіла до менш нагрітого. Передача тепла триває доти, поки не встановиться тепла рівновага між тілами. Для системи "людина – ковдра – навколишній простір" передача тепла та процес теплообміну представлено на *рис. 1*.

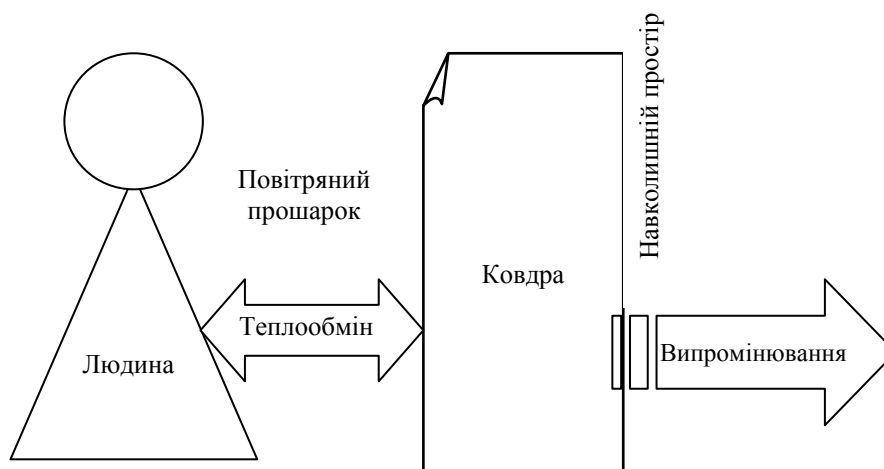


Рис. 1. Схема теплообміну системи "людина – ковдра – навколишній простір"

Теплові властивості ковдр, що впливають на комфортність, можуть бути забезпечені здатністю проводити, поглинати та зберігати тепло [12]. Запропоновано класифікацію теплових властивостей ковдр (*рис. 2*). Здатність проводити тепло характеризується теплопровідністю та температуропровідністю, поглинати тепло – доцільно оцінювати за показником теплоємності, утримувати тепло – за показниками теплостійкості та тепловим опором. Комплекс запропонованих показників у певній мірі виявляє рівень теплових властивостей постільних виробів, у т. ч. ковдр, залежно від виду об'ємного наповнювача.

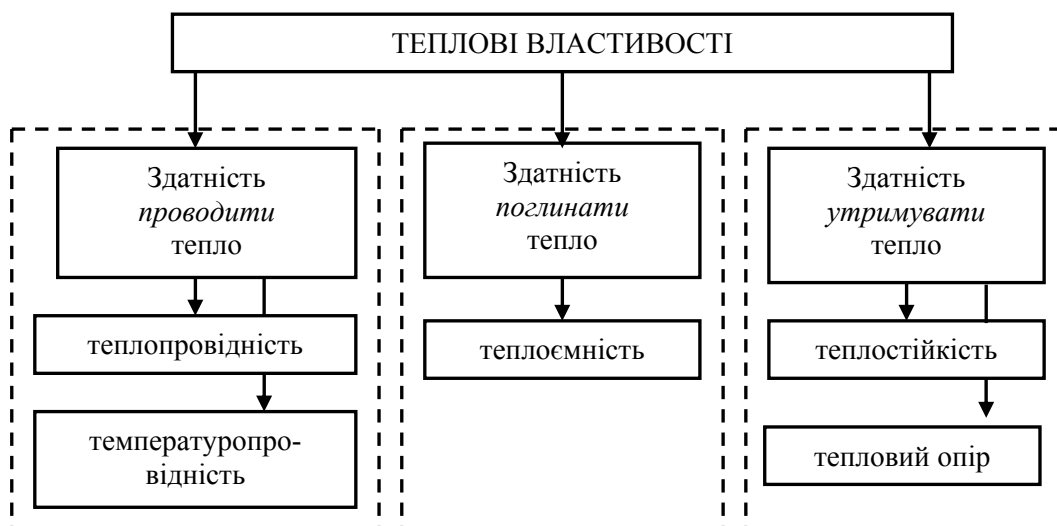


Рис. 2. Класифікація теплових властивостей постільних виробів

Теплоємність ковдр характеризує кількість теплоти, що поглинається при нагріванні на 1 °С [11]. Цей показник окреслює здатність матеріалів сприймати (віддавати) тепло. Віднесена до певної маси матеріалу теплоємність визначає питому теплоємність (Дж/(кг К)), тобто кількість теплової енергії, яка необхідна для підвищення температури 1 кг продукту на 1 С. Для постільних виробів, а саме – ковдр, найбільш важливим є показники, які визначають здатність наповнювача утримувати тепло, тобто – теплостійкість і тепловий опір.

Ураховуючи викладене, дослідження теплових властивостей ковдр із різними наповнювачами включало визначення сумарного теплового опору та відносного теплового опору зразків ковдр відповідно до товщини пакета наповнювача (табл. 1).

Таблиця 1

Теплові властивості ковдр із об'ємними наповнювачами

Назва наповнювача/волокна	Поверхнева густина, г/м ²	Товщина, мм	Повітропроникність, дм ³ /м ² с	Тепловий опір	
				сумарний	відносний *
				м ² ·С/Вт	
Пух-перо	539	37.0	15.3	1.32	0.357
Полефірне	536	32.5	31.7	0.71	0.218
Бавовняне	511	18.0	25.0	0.57	0.316
Бамбукове	535	20.5	27.0	0.64	0.312
Ліоцелл	519	21.5	24.6	0.60	0.279
Вовняне (овече)	477	24.3	28.7	0.78	0.321
Кашемірове	527	18.5	27.5	0.54	0.292
Вовняне (верблюже)	540	20.5	27.7	0.67	0.327
Шовкове натуральне (тусса)	506	25.5	27.8	0.66	0.259

* У перерахунку на товщину пакета наповнювача 10 мм.

Зразки ковдр із об'ємними наповнювачами суттєво різняться за товщиною пакета: найбільша характерна для наповнювача пух-перо, найменша – для бавовняного. При цьому зразки ковдр за поверхневою густиною та повітропроникністю перебувають у межах 477–540 г/м² і 15.3–31.7 дм³/м²с відповідно. Слід зазначити, що ковдри з наповнювачем пух-перо при найбільшій товщині мають найменший рівень повітропроникності. Найвищий рівень повітропроникності властивий ковдрам із поліефірним наповнювачем при товщині пакета 32.5 мм. Різниця повітропроникності для ковдр із іншими видами наповнювачів коливається в межах 4.7–29 %, а поверхнева густина – від 0.2 до 11.7 %. Інший розподіл за значеннями показників ковдр із різними об'ємними наповнювачами виявлений при оцінці відносного показника сумарного теплового опору: найвищий рівень характерний для ковдр з наповнювачем пух-перо, а найнижчий – для ковдр із поліефірних волокон.

Ураховуючи отримані дані, можна сформуванати ряд за тепловими властивостями ковдр від найтепліших до найменш тепліших залежно від виду наповнювача:

Пух-перо > вовна (верблюжа) > вовна (овеца) > бавовна > бамбук > кашемір > ліоцелл > шовк > поліефірне волокно.

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, пух створений із тонких волокон, а перу властива наявність товстого стовбуру. Можна передбачити, що така структура утворює велику кількість різнорозмірних "повітряних камер", завдяки чому забезпечується хороший рівень утримування тепла та відповідна теплоізоляція від температури навколишнього середовища. Ковдри із синтетичним наповнювачем (поліефірним) не забезпечують оптимальних теплозахисних властивостей, що пояснюється наявністю крупнорозмірних пор і специфікою структури наповнювача.

Висунута закономірність підтверджена результатами мікроскопічних досліджень зразків наповнювачів (рис. 3), які мають суттєві відмінності теплових властивостей, наприклад, пух-перо та поліефірні,

а також ті, які характеризуються усередненим значенням повітропроникності та теплового опору – вовна верблюжа та вовна овеча.

Аналіз мікроскопічних зображень вказує, що для наповнювачів пух-перо (рис. 3а) та вовна верблюжа (рис. 3б) властивим є щільне упакування волокон. У пакеті присутні волокна різних розмірів, а проміжки між ними відповідають порам різного діаметру: від дрібних до крупних. Для пакета наповнювача з вовни овечої (рис. 3в) та поліефірного волокна (рис. 3г) характерним є наявність волокон практично ідентичного крупного розміру порівняно з попередніми зразками. В цілому, структура упакування для вказаних зразків більш розгалужена з нещільно упакованими крупнорозмірними волокнами.

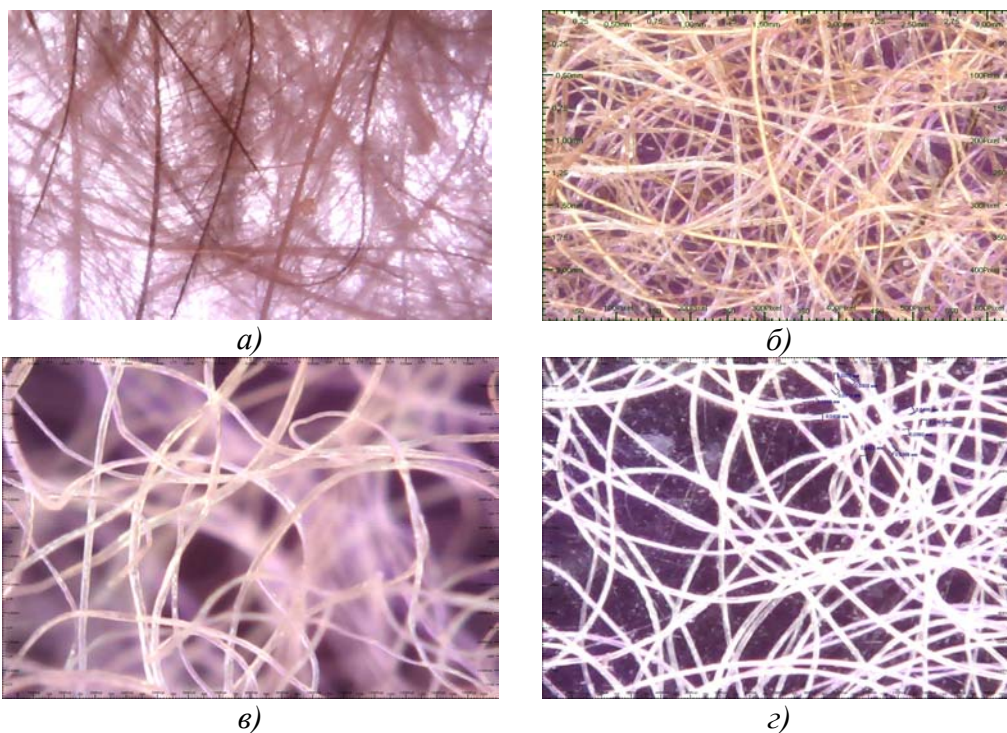


Рис. 3. Структура наповнювачів ковдр:
а) пух-перо; б) вовна верблюжа; в) вовна овеча; г) поліефірне волокно

Подальший аналіз розмірності волокон для наповнювачів різних видів (табл. 2) експериментально підтвердив візуальну оцінку проведених мікроскопічних досліджень.

Установлено, що для наповнювача пух-перо властивим є присутність волокон, розмір яких коливається в широких межах – 15–68 %. Розмір волокон вовни верблюжої теж характеризується коливанням товщини від 14.5 до 20.3 мм, хоча рівень різниці товщини коливається в межах 4–29 %. Усереднене значення товщини волокон вовни верблюжої та пуху-пера майже однакове. Відповідно можна передбачити, що й пори, які утворені зазначеними волокнами, теж різняться в широких межах відповідно до товщини волокон. Струк-

туру цих наповнювачів можна вважати достатньо щільно упакованою з наявністю різнорозмірних пор. Вірогідно, в пух-перовому наповнювачі перо створює подібність каркасу, а пуховий волос затримує повітря, що й забезпечує відмінні теплозахисні властивості (див. *табл. 1*).

Таблиця 2

Розмірні характеристики волокон наповнювачів

Діаметр текстильного волокна, мкм	Наповнювач / волокно			
	пух-перо	вовна верблюжа	вовна овеча	поліефірне
1	25.9	20.3	51.2	37.8
2	22.1	15.5	46.8	36.4
3	17.5	18.9	50.9	36.8
4	13.1	19.5	51.5	38.2
5	8.4	14.5	52.6	36.7
Середнє значення	17.4	17.8	50.6	37.2

Отже, досліджені наповнювачі (пух-перо та вовна верблюжа) можуть забезпечувати високий рівень здатності утримувати тепло, що й підтверджено попередніми результатами. Наявність волокон різного діаметру може сприяти утворенню структури, яка є більш стійкою до змінання та звалювання, що може бути позитивним для прогнозування експлуатаційних властивостей ковдр із відповідними наповнювачами.

Для вовни овечої властивими є волокна, різниця розмірів яких коливається від 2 до 11 %, а для поліефірного волокна – від 1 до 4 %, тобто волокна більш ідентичного розміру. Порівняно зі зразками пуху-пера та вовни верблюжої розмір волокон поліефірних і вовни овечої в 2–3 рази більший. Також для зразків наповнювачів вовни овечої та поліефірного волокна характерною є більш розгалужена структура з наявністю крупних пор. Відповідно до передбачуваного рівня теплових властивостей вказані наповнювачі не зможуть забезпечувати високий рівень теплового опору, однак сприятимуть достатньо доброму повітрообміну між людиною та навколишнім середовищем, що підтверджено результатами досліджень (див. *табл. 1*).

Можна передбачити, що під час експлуатації ковдр із наповнювачами вовни овечої та поліефірного волокна відбуватиметься втрата пружності, в зв'язку з чим погіршуватимуться їхні теплозахисні властивості.

Висновки. Доведено, що вид наповнювача з різною товщиною волокна впливає на рівень повітропроникності та сумарного теплового опору ковдр: найвищий рівень теплового опору характерний для наповнювача пух-перо, а найменший – для синтетичного поліефірного волокна. При цьому рівень повітропроникності ковдр із наповнювачем із поліефірного волокна та пуху-пера має абсолютно протилежні значення.

Виявлено, що важливе значення в оцінці теплових властивостей ковдр має об'ємна структура наповнювача. Доведено, що наповнювачі зі щільною структурою та наявністю волокон різного розміру (пухперо та вовна верблюда) можуть забезпечувати високий рівень здатності утримувати тепло. Наповнювачі для ковдр з наявністю крупно-розмірних волокон сприяють отриманню високого рівня повітропроникності при низькому тепловому опорі.

Наявність волокон різного діаметру в ковдрах із об'ємними наповнювачами може сприяти утворенню структури, яка є більш стійкою до зминання та звалювання. Це є позитивним для експлуатаційних властивостей ковдр і цьому будуть присвячені наступні дослідження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Разбродин А. В.* Исследование термического сопротивления и тепловой расчет стеганных одеял с различными наполнителями : дис. ... канд. техн. наук : 05.19.02 / Разбродин Андрей Валентинович. — М., 2006. — 265 с.
2. *Боева-Кашлова Г.* Исследование теплофизических характеристик двухкомпонентных нетканых материалов / Г. Боева-Кашлова // Міжнар. наук.-практ. журн. "Товари і ринки". — 2009. — № 1. — С. 104—109.
3. *Суходольский М. А.* Исследование влияния пористости на теплопроводность тканей / М. А. Суходольский, В. В. Исаев // Текстильная пром-сть. — 2007. — апр. — С. 4—47.
4. *Колесников Н. В.* Исследование теплозащитных свойств функциональных трикотажных полотен бельевого назначения / Н. В. Колесников, А. Ф. Давыдов // Текстильная пром-сть. — 2011. — № 3. — С. 32—33.
5. *Абдукаюмов А. А.* Неопределенность методики измерения теплопроводности влажных трикотажных полотен / А. А. Абдукаюмов, Р. Р. Джаббаров, О. Ш. Хахимов // Системи обробки інформації. — 2012. — Вип. 1. — С. 97—99.
6. *Галавська Л. Є.* Математичне моделювання перенесення тепла крізь текстильний матеріал / Л. Є. Галавська // Вісник КНУТД. — 2012. — № 1. — С. 105—109.
7. *Яненко О. П.* Методи та засоби контролю фізичних параметрів текстильних матеріалів / О. П. Яненко, О. А. Ваганов // Вісник НТУУ "КПІ". — 2009. — Вип. 38. — С. 107—111.
8. *Пугачевський Г. Ф.* Товарознавство непродовольчих товарів. Ч. 1. Текстильне товарознавство : підруч. / Г. Ф. Пугачевський, Б. Д. Семак. — К. : НМЦ "Укоопспілка". — 1999. — 596 с.
9. ГОСТ 20489–75. Материалы для одежды. Метод определения суммарного теплового сопротивления. — Введ. 1976—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1985. — 9 с.
10. ГОСТ 12088–77. Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости. — Введ. 1979—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1985. — 10 с.

11. *Физика* : энциклопедия ; под ред. Ю. В. Прохорова. — М. : Большая Российская энциклопедия, 2003. — С. 748.
12. *Райкова Е. Ю.* Теория товароведения : учебн. пособие / Е. Ю. Райкова, Ю. В. Додонкин. — М. : Издательский центр "Академия", 2004. — 240 с.

Стаття надійшла до редакції 12.04.2016.

Mikhaylova G., Forostiana N. Heat-protection properties of blankets with bulking fillers.

Background. Forming the assortment of bedding products with bulking fillers causes the necessity to research their heat-protection properties.

The aim of the work is to research heat-protection properties of blankets with bulking fillers.

Material and methods. *The objects* of research are represented by the ten samples of blankets with bulking fillers of different fibrous structure which are manufactured by the limited liability company *Herd Billirbeck GmbH* (Kyiv).

A number of studies have been held using standard methods at the laboratory of the production analytical studies and testing by the scientific and technical centre of confirming the compliance, standardization and probation of the light industry production and means of self-defense of State Enterprise *Ukrmetrtestandart* (Kyiv, Ukraine).

Results. The thermal properties study has allowed to form a number of blankets according to the thermal characteristics from the warmest ones up to the least warm ones depending on the type of a filler: *down-feather > wool (camel) > wool (sheep) > cotton > bamboo > cashmere > liotsell > silk > polyester fibre.*

The suggested regularity about the fact that the level of total thermal resistance depends on air permeability of a filler package is proved by the results of microscopic studies of the fillers samples. The less heat conduction is, the higher the level of thermal resistance becomes. The fillers studied (down-feather and camel wool) can provide the high level to keep heat. The presence of fibers of different diameter can help to create the structure which is the most stable to rumpling and tangling that may be considered as positive fact to forecast the end-use properties of blankets with corresponding fillers.

It is foreseen that while using the blankets with fillers of sheep wool and polyester fibre, the loss of elasticity may occur resulting in worsening their heat-protection characteristics.

Conclusion. It has been proved, that the type of the filler with different fiber thickness affects the level of air permeability and total thermal resistance of blankets: the down-feather filler features the highest level of thermal resistance, synthetic polyester fiber, having the absolutely opposite indices of air permeability – the lowest one.

It has been found that the bulking structure of a filler has great importance while assessing thermal properties of blankets.

It has been foreseen that the presence of fibers of different diameter in the blankets with bulking fillers can help to create the structure which is the most stable to rumpling and tangling that may be considered as positive fact to forecast the end-use properties of blankets.

Keywords: bedding products, blankets, fillers, heat-protection properties.

REFERENCES

1. *Razbrodin A. V.* Issledovanie termicheskogo soprotivlenija i teplovoj raschet stegannyh odejal s razlichnymi napolniteljami : dis. ... kand. tehn. nauk : 05.19.02 / Razbrodin Andrej Valentinovich. — M., 2006. — 265 s.

2. *Boeva-Kashlova G.* Issledovanie teplofizicheskikh karakteristik dvuhkomponentnykh netkanykh materialov / G. Boeva-Kashlova // Mizhnar. nauk.-prakt. zhurn. "Tovari i rinki". — 2009. — № 1. — S. 104—109.
3. *Suhodol'skij M. A.* Issledovanie vlijanija poristosti na teploprovodnost' tkanej / M. A. Suhodol'skij, V. V. Isaev // Tekstil'naja prom-st'. — 2007. — apr. — S. 4—47.
4. *Kolesnikov N. V.* Issledovanie teplozashhitnykh svojstv funkcional'nykh trikotazhnykh poloten bel'evogo naznachenija / N. V. Kolesnikov, A. F. Davydov // Tekstil'naja prom-st'. — 2011. — № 3. — S. 32—33.
5. *Abdukajumov A. A.* Neopredelennost' metodiki izmerenija teploprovodnosti vlazhnykh trikotazhnykh poloten / A. A. Abdukajumov, R. R. Dzhabbarov, O. Sh. Hakimov // Systemy obrobky informacii'. — 2012. — Vyp. 1. — S. 97—99.
6. *Galavs'ka L. Je.* Matematychni modeljuvannja perenesennja tepla kriz' tekstyl'nyj material / L. Je. Galavs'ka // Visnyk KNUTD. — 2012. — № 1. — S. 105—109.
7. *Janenko O. P.* Metody ta zasoby kontrolju fizychnykh parametriv tekstyl'nykh materialiv / O. P. Janenko, O. A. Vaganov // Visnyk NTUU "KPI". — 2009. — Vyp. 38. — S. 107—111.
8. *Pugachevs'kyj G. F.* Tovaroznavstvo neprodovol'chyh tovariv. Ch. 1. Tekstyl'ne tovaroznavstvo : pidruch. / G. F. Pugachevs'kyj, B. D. Semak. — K. : NMC "Ukoopspilka". — 1999. — 596 s.
9. GOST 20489-75. Materialy dlja odezhdy. Metod opredelenija summarnogo teplovogo soprotivlenija. — Vved. 1976—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1985. — 9 s.
10. GOST 12088-77. Materialy tekstil'nye i izdelija iz nih. Metod opredelenija vozduhopronicaemosti. — Vved. 1979—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1985. — 10 s.
11. *Fizika* : jenciklopedija ; pod red. Ju. V. Prohorova. — M. : Bol'shaja Rossijskaja jenciklopedija, 2003. — S. 748.
12. *Rajkova E. Ju.* Teorija tovarovedenija : uchebn. posobie / E. Ju. Rajkova, Ju. V. Dodonkin. — M. : Izdatel'skij centr "Akademija", 2004. — 240 s.