

УДК 677.027.625.15

Олександра ШВЕЦЬ

ТЕПЛОФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТКАНИН ІЗ БАЗАЛЬТОВИХ ВОЛОКОН

Досліджено фізико-механічні та теплофізичні властивості тканин із базальтових волокон. Запропоновано класифікацію тканин із базальтових волокон за теплофізичними властивостями.

Ключові слова: тканина, базальтові волокна, фізико-механічні властивості, теплофізичні властивості.

© Олександра Швець, 2014

Швец А. Теплофизические свойства тканей из базальтовых волокон. Исследованы физико-механические и теплофизические свойства тканей из базальтовых волокон. Предложена классификация тканей из базальтовых волокон по теплофизическим свойствам.

Ключевые слова: ткань, базальтовые волокна, физико-механические свойства, теплофизические свойства.

Постановка проблеми. Формування асортименту текстильних полотен спеціального призначення з базальтових волокон обумовлює необхідність дослідження їх теплофізичних властивостей. На вітчизняному ринку теплостійких полотен спеціального призначення найбільш відомі такі:

- із *азбестових* волокон (мають канцерогенний вплив на здоров'я людини, через що заборонені для виробництва в країнах Європейського союзу з 2005 р. [1]);

- зі *скловолокон* (характерна особливість – низька робоча температура скляного волокна (до +400 °С) та низька температура спікання (+600 °С);

- із *поліефірних* вогнетривких волокон (матеріалу властиві низька робоча температура (від –60 до +170 °С) та низька температура плавлення (+260 °С) порівняно з базальтовим волокном. Ці тканини для набуття вогнетривких властивостей потребують обробки спеціальними апретами [2; 3].

Робоча температура базальтових волокон перебуває в межах від –260 до +600 °С, а температура спікання +1050 °С. Незважаючи на важливість зазначених факторів, споживчі властивості тканин із базальтових волокон, зокрема теплофізичні, під час формування асортименту тканин спеціального призначення в Україні не враховувалися в повному обсязі. Роботи в цій галузі мають несистемний характер. Особливу увагу приділено технології одержання базальтових волокон тканин з них вченими Р. В. Кіболом, В. І. Трефіловим, О. Г. Новицьким та ін. [4–7]. Окремо досліджено способи одержання та властивості базальтових волокон і нетканих матеріалів з них [8–11]. Однак дослідження теплофізичних властивостей, формування класифікації, а також розширення сфер застосування тканин із базальтових волокон потребують подальшого розвитку, що і є *метою роботи*.

Матеріали та методи. Дослідження властивостей тканин із базальтових волокон проведено в аналітично-дослідній випробувальній лабораторії "Текстиль-ТЕСТ" Головного науково-дослідного інституту метрології, сертифікації та управління якістю (ГНДІМС), який перебуває в структурі Київського національного університету технологій та дизайну (КНУТД).

Об'єкти дослідження – два види тканин із базальтових волокон виробництва ЗАТ "Біличський завод "Теплозвукоізоляція" (сmt Коцюбинське Київської обл.). Випробувано 30 зразків кожного з двох ва-

ріантів, 15 з яких вирізані в напрямку основи, 15 – у напрямку піткання (утоку). Обидва варіанти тканин виготовлено полотняним переплетенням, за обробленням вони є суровими, а відрізняються одна від одної за фізичними параметрами (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика тканин із базальтових волокон

Параметр	Варіант 1	Варіант 2
Ширина, см	170.0	149.7
Товщина, мм	0.64	0.27
Поверхнева густина, г/м ²	456.0	258.0
Лінійна густина, г/м	776.0	386.0

Для оцінки фізико-механічних властивостей тканин досліджено показники розривного навантаження і подовження при розриві [12], роздирального навантаження [13]; теплостійких – термостійкість [14], зміни розмірів в середовищі гарячого повітря [15], вогнестійкість [16].

Методи дослідження показників властивостей тканин із базальтових волокон ідентичні методам для технічних тканин.

Випробувальне обладнання атестоване, засоби виміральної техніки повірені, про що свідчать атестати, свідоцтва та тавра. Похибка лінійки металевої 500 мм становить 0.2 мм ($\pm 0.04\%$); вагів лабораторних ВЛР – 1, 3 кл. – ± 10.0 мг ($\pm 5\%$); вагів лабораторних ВЛР – 200, 2 кл. – ± 0.10 мг ($\pm 0.05\%$); розривної машини КТ – 7010AZ становить 0–100 кгс $\pm 1\%$; розривної машини РТ – 250М-2 становить 0–250 кгс $\pm 1\%$; товщиноміру ТЭМ-1 – ± 0.01 мм ($\pm 0.1\%$); секундоміру механічного – 0.2 с ($\pm 0.6\%$); максимальна температура шафи сушильної електричної круглої становить 200 °С.

Результати дослідження. Первинні елементи, з яких складаються текстильні вироби, – це волокна, що є основним чинником властивостей тканини та основною класифікаційною ознакою. За складом досліджувані види тканин є однорідними – складаються з одного виду волокон (базальтових). Не менш важливим фактором формування властивостей тканин є їхня будова, яка залежить від вихідної сировини та способу виробництва. Оскільки переплетення обох видів тканин є однаковим (полотняним), то досліджувані зразки є подібними. Проте товщина та поверхнева й лінійна густина тканини *варіанта 1* були майже в два рази вищі, ніж *варіанта 2*, що зумовлено фізичними властивостями базальтових волокон, із яких виготовлено досліджувані тканини. На тлі поставленої мети, одне із завдань – дослідження взаємозв'язку між фізико-механічними та теплостійкими властивостями тканин.

Результати дослідження фізико-механічних властивостей тканин спеціального призначення з базальтових волокон наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

**Фізико-механічні властивості досліджуваних тканин
з базальтових волокон**

Найменування показника	Варіант 1	Варіант 2
Розривне навантаження, Н:		
– за основою	2719.0	1256.0
– за пітканням	3140.0	1326.0
Подовження при розриві, %:		
– основи	2.0	2.0
– піткання	2.1	1.9
Роздиральне навантаження, Н:		
– за основою	230.0	74.0
– за пітканням	275.0	61.0

За результатами досліджень встановлено, що розривне навантаження за пітканням обох видів тканин перевищує цей показник за основою, а найбільше зусилля, яке витримує випробувальна смужка тканини *варіанта 1* до розриву, за основою та за пітканням у два рази перевищує показники тканини *варіанта 2*. Отже, більш товста та щільна тканина має вищі показники розривного навантаження. Зберігається також і співвідношення параметрів: товщина тканини *варіанта 1* більше ніж у два рази перевищує товщину тканини *варіанта 2*, відповідно отримані дані щодо розривного навантаження за основою і за пітканням.

Подовження при розриві за основою та пітканням обох видів досліджуваних тканин є подібним і становить майже 2 %. Це дає підстави стверджувати, що на цей показник товщина, лінійна та поверхнева густина тканин із базальтових волокон впливає незначною мірою. Тканини з базальтових волокон мають невелику здатність змінювати довжину випробувальної смужки внаслідок розтягнення до розриву.

Результати дослідження теплостійких властивостей тканин спеціального призначення з базальтових волокон наведено в *табл. 3*.

Таблиця 3

Теплостійкі властивості досліджуваних тканин з базальтових волокон

Найменування показника	Варіант 1	Варіант 2
Термостійкість, %:		
– за основою	99	101
– за пітканням	100	100
Зміна розмірів в середовищі гарячого повітря, %:		
– основи	0	-0.1
– піткання	-0.1	-0.1
Вогнестійкість:		
– час залишкового горіння, с	Горіння відсутнє	
– наявність поверхневого спалаху	Відсутнє	
– довжина обвугленої частини, мм	Не обвуглюється	

Термостійкість тканин за основою та пітканням майже ідентична. Позитивним є те, що значення товщини, поверхневої та лінійної густини тканини не впливає на її термостійкість. Це розширює сфери використання різних за своєю товщиною, відносною масою та міцністю тканин із базальтових волокон як термостійкого матеріалу.

Розміри обох варіантів досліджуваних тканин у середовищі гарячого повітря залишаються майже незмінними; під час визначення вогнестійкості тканин горіння та поверхневий спалах були відсутніми, тканина не обвуглювалася.

Згідно з результатами дослідження розривне навантаження (табл. 4) обох варіантів тканин до та після витримування елементарних проб у термостаті за температури 160 °С протягом двох годин залишалось практично незмінним.

Таблиця 4

Зміна розривного навантаження тканин під дією температури 160 °С

Варіант тканини	Значення показника розривного навантаження			
	до		після	
	витримування при підвищеній температурі			
	Н	%	Н	%
<i>Варіант 1</i>				
– за основою	2719.0	100.0	2691.8	99.0
– за пітканням	3140.0	100.0	3140.0	100.0
<i>Варіант 2</i>				
– за основою	1256.0	100.0	1256.0	100.0
– за пітканням	1326.0	100.0	1326.0	100.0

На основі отриманих результатів і наведених закономірностей можна класифікувати тканини з базальтових волокон відповідно до їх теплофізичних властивостей на такі групи: *вогнестійкі* (на прикладі показника розривного навантаження під дією високої температури); *вогнетривкі* (на прикладі показника зміни розмірів у середовищі гарячого повітря); *полум'яопірні* (на прикладі показників часу залишкового горіння, наявності поверхневого спалаху, довжини обвугленої частини).

У табл. 5 запропоновано класифікацію тканин із базальтових волокон за теплофізичними властивостями.

Таблиця 5

Групи тканин із базальтових волокон за теплофізичними властивостями

Назва групи	Визначення
Вогнестійкі	Тканини з базальтових волокон, що здатні зберігати фізико-механічні властивості під дією високої температури
Вогнетривкі	Тканини з базальтових волокон, що здатні протистояти впливу високих температур, не загоряючись і не змінюючи своєї форми та стану
Полум'яопірні (полум'ясповільнені)	Тканини з базальтових волокон, що здатні сповільнювати, обмежувати або блокувати від горіння

Висновки. Доведено, що значення товщини, поверхневої та лінійної густини тканини з базальтових волокон не впливає на її термостійкість. Розроблено класифікацію тканин із базальтових волокон за теплофізичними властивостями, поділяючи їх на групи: *вогнестійкі, вогнетривкі, полум'яопірні (полум'ясповільнені)*.

Перспективами подальших досліджень є вивчення водонепроникності, повітропроникності, стійкості до розсування та обсіпання, жорсткості тканин із базальтових волокон, урахування особливостей конструкції виробів із них.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *France Calls For Worldwide Asbestos Ban // Industry Week.* — 2006. — № 25. — Р. 22—28.
2. *Петухов Б. В.* Полиэфирные волокна / Б. В. Петухов. — М. : Химия, 1976. — 246 с.
3. *Термо- и огнезащитные ткани для спецодежды / Е. П. Лаврентьева, В. В. Дьяченко, М. П. Михайлова и др. // Текстильная пром-сть.* — 2010. — № 11. — С. 54—57.
4. Пат. 10948 Україна, МПК СОЗВ 37/00. Спосіб одержання базальтового волокна / Кобол В. Ф. ; заявник та власник патенту Кобол В. Ф. — № 94061658 ; заявл. 18.06.1993 ; опубл. 25.12.1996, Бюл. № 4/1996.
5. Пат. 21887 Україна, МПК СОЗВ 37/01. Спосіб виготовлення неперервного волокна із розплаву базальтових гірських порід / Трефілов В. І., Сергеев В. П., Махова М. Ф. ; заявник та власник патенту Трефілов В. І., Сергеев В. П. — № 93101011 ; заявл. 24.02.1993 ; опубл. 30. 04. 1998, Бюл. № 2/1998.
6. *Новицький О. Г.* Дослідження та удосконалення процесів отримання базальтових волокон та виробів на їх основі: дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.17.08 "Процеси та обладнання хімічної технології" / Олександр Геннадійович Новицький. — К. : НТУУ "КПІ", 2006. — 156 с.
7. *Личаківський О. М.* Удосконалення технології виготовлення базальтових тканин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.19.03 "Технологія текстильних матеріалів" / Олександр Миколайович Лисаківський. — К. : КНУТД, 2004. — 21 с.
8. *Получение и свойства теплоизоляционных изделий из базальтового штапельного волокна и минеральной связки / А. И. Рожанский, Н. М. Радчук, Н. В. Городова и др. // Волокнистые материалы из базальтов Украины.* — 1991. — № 6. — С. 32—37.
9. *Ровенский Ю. С.* Нетканые ленты из базальтовых волокон / Ю. С. Ровенский, З. А. Ивницкая // Волокнистые материалы из базальтов Украины. — 1991. — № 10. — С. 4—7.
10. *Тищенко В. Г.* Тонкі мінеральні волокна з базальту / В. Г. Тищенко, Л. М. Селезнев. — К. : Знання, 1975. — 21 с.
11. *Обзор рынка материалов из непрерывного базальтового волокна в России.* — Режим доступа : <http://www.infomine.ru>.

12. ГОСТ 29104.4–91. Ткани технические. Метод определения разрывной нагрузки и удлинения при разрыве. — Введ. 01—01—93. — М. : Изд-во стандартов, 1992. — 6 с.
13. ГОСТ 29104.5–91. Ткани технические. Методы определения раздирающей нагрузки. — Введ. 01—01—93. — М. : Изд-во стандартов, 1992. — 6 с.
14. ГОСТ 29104.14–91. Ткани технические. Метод определения термостойкости. — Введ. 01—01—93. — М. : Изд-во стандартов, 1992. — 3 с.
15. ГОСТ 29104.9–91. Ткани технические. Метод определения изменения размеров в горячем воздухе. — Введ. 01—01—93. — М. : Изд-во стандартов, 1992. — 5 с.
16. ДСТУ 4043–2001. Матеріали текстильні для штор і занавісок. Метод визначення характеристики горіння. — [Чинний від 01—01—2001]. — К. : Держспоживстандарт, 2001. — 11 с.

Стаття надійшла до редакції 04.02.2014.

Shvets O. Thermophysical properties of fabrics of basalt fibers.

Background. Forming of assortment of of basalt fiber's fabrics of special purpose necessitates the research of their thermo-physical properties. Known in the domestic market heat-resistant fabrics of asbestos, glass and polyester fibers are characterized by low operating temperature and low temperature sintering compared with basalt fiber and carcinogenic effect. Research of thermo-physical properties of basalt fiber's fabrics, forming the classification of basalt fiber's fabrics and expanding their scope require further development.

Material and methods. Two types of basalt woven fabrics produced at ZAT "Belitchskiy plant "Teplozvukoizoliaciya" (Kotsiubinskoe, Kiev region) were used as an object of research. The following indicators were used to evaluate the thermal properties: breaking load (N), breaking elongation (%), thermal resistance (%), resizing change of dimensions in a hot air environment (%), fire resistance (time of remaining combustion, presence of a flame at surface, the length of charred part). The methods of study of indicators are standardized.

Results. According to the results of the study of physical and mechanical properties of fabrics the thickness of the first type of fabric is 0.64 mm, which is twice as large as the thickness of the second type of fabric (0.27 mm), the breaking load in the warp of the first type of fabric is 2719.0 N and breaking load in the warp of the second type of fabric is almost doubled (1256.0 N). Breaking elongation in the warp and in the weft of both types of fabrics are similar and are within 2 %. According to the results of the study the thermal resistance of fabrics in the warp and in the weft are identical; the dimensions of fabrics in a hot air environment remain almost unchanged (–0.1–0 %); when studying the fire resistance of both types of fabrics, there was no combustion, there was no spark on surface and the fabric did not get charred.

Conclusion. It is proved that the values of thickness, surface and linear density of basalt fiber's fabrics do not affect its thermal stability. It is developed the classification of fabrics of basalt fibers according to their thermo-physical properties (thermal proof, fireproof, fire resistant). Future considerations for research in this field: study of water penetration, breath ability, resistance to expansion, resistance to powdering of particles and rigidity of basalt woven fabrics, taking into account the particularities of the construction of the product from the fabrics of basalt fibers.

Keywords: fabric, basalt fibers, physical and mechanical properties, heat-resistant properties.

REFERENCES

1. *France Calls For Worldwide Asbestos Ban* // *Industry Week*. — 2006. — № 25. — P. 22—28.
2. *Petuhov B. V. Polijefirnye volokna* / B. V. Petuhov. — M. : Himija, 1976. — 246 s.
3. *Termo- i ognезashhitnye tkani dlja specodezhdy* / E. P. Lavrent'eva, V. V. D'jachenko, M. P. Mihajlova i dr. // *Tekstil'naja prom-st'*. — 2010. — № 11. — S. 54—57.
4. Pat. 10948 Ukrai'na, MPK SO3V 37/00. Sposib oderzhannja bazal'tovogo volokna / Kobol V. F. ; zajavnyk ta vlasnyk patentu Kobol V. F. — № 94061658 ; zajavl. 18.06.1993 ; opubl. 25.12.1996, Bjul. № 4/1996.
5. Pat. 21887 Ukrai'na, MPK SO3V 37/01. Sposib vygotovlennja neperervnogo volokna iz rozplavu bazal'tovyh girs'kyh porid / Trefilov V. I., Sergjejev V. P., Mahova M. F. ; zajavnyk ta vlasnyk patentu Trefilov V. I., Sergjejev V. P. — № 93101011 ; zajavl. 24.02.1993 ; opubl. 30. 04. 1998, Bjul. № 2/1998.
6. *Novyc'kyj O. G. Doslidzhennja ta udoskonalennja procesiv otrymannja bazal'tovyh volokon ta vyrobiv na i'h osnovi: dys. ... kand. tehn. nauk : spec. 05.17.08 "Procesy ta obladnannja himichnoi' tehnologii"* / Oleksandr Gennadijovych Novyc'kyj. — K. : NTUU "KPI", 2006. — 156 s.
7. *Lychakivs'kyj O. M. Udoskonalennja tehnologii' vygotovlennja bazal'tovyh tkanyn : avtoref. dys. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk : spec. 05.19.03 "Tehnologija tekstyl'nyh materialiv"* / Oleksandr Mykolajovych Lysakivs'kyj. — K. : KNUTD, 2004. — 21 s.
8. *Poluchenie i svojstva teploizoljacionnyh izdelij iz bazal'tovogo shtapel'nogo volokna i mineral'noj svjazki* / A. I. Rozhanskij, N. M. Radchuk, N. V. Gorodova i dr. // *Voloknistye materialy iz bazal'tov Ukrainy*. — 1991. — № 6. — S. 32—37.
9. *Rovens'kij Ju. S. Netkanye lenty iz bazal'tovyh volokon* / Ju. S. Rovens'kij, Z. A. Ivnickaja // *Voloknistye materialy iz bazal'tov Ukrainy*. — 1991. — № 10. — S. 4—7.
10. *Tyshhenko V. G. Tonki mineral'ni volokna z bazal'tu* / V. G. Tyshhenko, L. M. Seleznev. — K. : Znannja, 1975. — 21 s.
11. *Obzor rynku materialov iz nepreryvno bazal'tovogo volokna v Rossii*. — Rezhim dostupa : <http://www.infomine.ru>.
12. GOST 29104.4-91. Tkani tehnicjeskie. Metod opredelenija razryvnoj nagruzki i udlinenija pri razryve. — Vved. 01—01—93. — M. : Izd-vo standartov, 1992. — 6 s.
13. GOST 29104.5-91. Tkani tehnicjeskie. Metody opredelenija razdirajushhej nagruzki. — Vved. 01—01—93. — M. : Izd-vo standartov, 1992. — 6 s.
14. GOST 29104.14-91. Tkani tehnicjeskie. Metod opredelenija termostojkosti. — Vved. 01—01—93. — M. : Izd-vo standartov, 1992. — 3 s.
15. GOST 29104.9-91. Tkani tehnicjeskie. Metod opredelenija izmenenija razmerov v gorjachem vozduhe. — Vved. 01—01—93. — M. : Izd-vo standartov, 1992. — 5 s.
16. DSTU 4043-2001. Materialy tekstyl'ni dlja shtor i zavisok. Metod vyznachennja harakterystyky gorinnja. — [Chynnyj vid 01—01—2001]. — K. : Derzhspozhyvstandart, 2001. — 11 s.