

# УДОСКОНАЛЕННЯ СПОЖИВЧИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕПРОДОВОЛЬЧИХ ТОВАРІВ

---

УДК 677.014

**Григорій ПУГАЧЕВСЬКИЙ,  
Олександра ШВЕЦЬ**

## ВЛАСТИВОСТІ БАЗАЛЬТОВИХ ВОЛОКОН

*Проаналізовано запаси базальту в Україні та розвиток технології виробництва базальтових волокон. На основі аналізу літературних джерел щодо наукових досліджень властивостей базальтових волокон та їхнього хімічного складу визначено можливі галузі їх застосування.*

*Ключові слова:* базальтове волокно, хімічна стійкість, властивості базальтових волокон.

Розвиток космонавтики, суднобудування, транспортного машинобудування, радіоелектроніки, хімічної, будівельної та інших галузей промисловості викликав необхідність створення нових матеріалів, які мають комплекс оригінальних властивостей. Одними з таких матеріалів є базальтові волокна, які мають високу механічну міцність і термостійкість, низьку теплопровідність і гігроскопічність, підвищену стійкість до впливу агресивних середовищ, різких змін температур.

Базальтове волокно отримують із природних мінералів (базальт, базаніти, амфіболіти, габродіабази та ін.) шляхом їх розплаву та подальшого формування у волокно без додавання хімічних домішок.

Базальти належать до застиглих магматичних порід, за питомою масою – до важких гірських порід (2.7–3.3 г/см<sup>3</sup>). Основними складовими їх є плагіоклаз, олівін, піроксени. Базальти поділяються на декілька типів – залежно від головних мінералів, що їх утворюють (олівіновий, толеїтовий), та величини їх зерен (тонко-, дрібно- та крупнозерниста).

Запаси базальту в Україні посідають провідне місце в Європі (61 310 тис. м<sup>3</sup> – у відкритих родовищах, майже 33 107 тис. м<sup>3</sup> – у родовищах, що розробляються). Основні з них зосереджено в Рівненській, Дніпропетровській, Донецькій, Закарпатській областях. Найбільш відомим є родовище в Яновій Долині (Рівненська обл.) [1].

Світова тенденція на заборону використання азбесту та виробів із нього як канцерогенної речовини, що викликає онкологічні захворювання, дає змогу говорити про базальт як про можливий замітник. Великий запас базальтового каменю уможливує заміну традиційних дорогих натуральних та хімічних волокон [1].

Перші спроби одержати волокна з базальту здійснено в США на початку 20-х років ХХ ст., а наукові дослідження в СРСР розпочато у 80-ті роки. Головний дослідницький центр із вивчення і розробки цієї технології та перший завод із виробництва базальтових волокон в СРСР побудовано в місті Славута (Хмельницька обл., Україна) наприкінці 80-х. Спочатку технологію виробництва базальтових волокон було засекречено й доступно лише для використання виключно у військових і аерокосмічних проектах, а в 1995 р. – розсекречено й дозволено використовувати в цивільних цілях [2].

Базальтові волокна в процесі експлуатації піддаються дії води, пари, кислот, лугів тощо. Їхню хімічну стійкість визначають зміною маси волокон до та після оброблення агресивним розчином. Втрата маси є відносною мірою хімічної стійкості до взятого реагенту.

Базальтове волокно не піддається значному руйнуванню в нейтральному та слаболужному середовищах, але є менш стійким до дії кислот (табл. 1). Надтонке волокно зі скла (еталон), навпаки, стійкіше в кислих і менш стійке до нейтральних і лужних реагентів.

Таблиця 1

Хімічна стійкість волокон скла та базальту [3]

Реагент		Умови дослідження	Хімічна стійкість (% ваг.) надтонкого волокна	
вид	концентрація		зі скла	із базальту
Вода	–	Кип'ятіння протягом 3-х год	88.1	96.5
Розчин HCl	2 н		93.9	39.1
Розчин NaOH	0.5 н	3-місячне витримування при температурі 20–25 °С	34.9	95.6
	2 н		30.5	69.0
Розчин Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1 н		61.8	–
Гостра пара	–	Піддання впливу	Руйнується	Витримує

Хімічну стійкість базальтових волокон до дії кислих середовищ можна підвищувати. Адже вони являють собою склоподібний мінерал, який за відповідних температурних умов може бути частково закрис-

талізований. При кристалізації іони Ca, Mg, Fe беруть участь в утворенні кристалів. Аморфна структура, що характерна для склоподібного базальту, переходить в більш стійку кристалічну решітку, в якій окремі частинки тісно з'єднані між собою, і зв'язки таким чином стають міцнішими.

При кристалізації базальту виникають дві основні фази: склоподібна та окремі кристали. Кристалічна фаза є хімічно стійкішою, ніж вихідний склоподібний базальт. Крім того, склоподібна фаза, яка охоплює окремі кристали, по відношенню до первинної стає більш кислою, оскільки вона вже не містить основних катіонів, і таким чином її хімічна стійкість до кислот у кілька разів вища.

Висока хімічна стійкість базальтових волокон у водних середовищах пояснюється відносно низькою гігроскопічністю. Коефіцієнт гігроскопічності цих волокон, визначений в умовах 98-відсоткової вологості повітря, практично не змінюється з часом і за величиною в 7–8 разів нижчий, ніж за тих же умов у надтонкого волокна зі скла.

Усі властивості базальтових волокон (теплоізоляційні, акустичні, фільтрувальні тощо) необхідно оцінювати з обов'язковим урахуванням їхньої хімічної природи, що й зумовлює галузі застосування [4].

Основною акустичною характеристикою звукопоглинаючих матеріалів і конструкцій є величина коефіцієнта звукопоглинання, яка залежить від частоти й кута падіння звуку та дорівнює відношенню кількості поглинутої матеріалом або конструкцією звукової енергії до загальної кількості падаючої на матеріал або конструкцію звукової енергії за одиницю часу. Акустичні властивості матеріалу прийнято виражати у вигляді частотної характеристики коефіцієнта звукопоглинання у відповідному діапазоні частот (здебільшого 63–8000 Гц). Коефіцієнт звукопоглинання базальтового волокна (особливо на високих частотах) досить високий і за відповідних умов досягає величини 0.9–1.0 [3].

Оскільки базальтові волокна відповідають вимогам протипожежної безпеки, тобто є вогнестійкими, то їх можна рекомендувати для протипожежної та акустичної обробки кінотеатрів, кіностудій, інших приміщень.

Коефіцієнт гігроскопічності базальтового волокна набагато нижчий, ніж у інших волокнистих матеріалів. Отже, при підвищеній вологості базальтове волокно не втрачатиме своїх акустичних властивостей.

Одним із напрямів застосування надтонкого базальтового волокна є використання його як фільтрувального матеріалу у виробництві медпрепаратів. Для очистки та стерилізації повітря, яке застосовують при виробництві антибіотиків (пеніциліну, стрептоміцину тощо), в Україні та за кордоном використовуються спеціальні фільтри. Проте проблему підготовки повітря ще остаточно не розв'язано, оскільки фільтруючі насадки переважно громіздкі й потребують частої заміни.

Дослідженнями підтверджено, що фільтри спеціальної конструкції на основі базальтового волокна є більш ефективними вловувачами забруднювачів різної природи (табл. 2).

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика фільтрів на основі скляного та базальтового волокна [3]**

Маса волокна, г	Висота шару волокна, мм	Щільність набивки, г/см <sup>3</sup>	Лінійна швидкість повітря, м/с	Опір фільтруючого матеріалу, мм рт. ст.				Кількість мікроорганізмів в 1 м <sup>3</sup> вихідного повітря	Час безперервної роботи фільтра до початку проскакування мікроорганізмів, год	
				вихідний		після дослідів			скловолокно	базальт. волокно
				скловолокно	базальт. волокно	скловолокно	базальт. волокно			
20	17	0.25	0.3	15	12	24	25	0.5	1	
60	55	0.25	0.1	39	30	45	35	4-5 · 10 <sup>6</sup>	280	400
60	55	0.25	0.3-0.4	40	32	49	40		160	310
60	55	0.25	0.1	38	30	46	36		840	1000
100	55	0.44	0.1	60	55	69	59	8-9 · 10 <sup>3</sup>	1340	1700
60	55	0.25	0.3	38	31	46	35	Повітря в приміщенні	3200	3500

У паперовій промисловості відомо застосування неорганічних волокон (скляних, азбестових, шлакових, керамічних) для виготовлення паперу й картону з підвищеними теплофізичними властивостями. В. Г. Тищенко досліджено теплоізоляційні властивості паперу, який містить базальтові волокна середнім діаметром 1.1 мкм і невибілену целюлозу сульфатного або сульфитного виробництва. Коефіцієнт теплопровідності паперу зменшується зі збільшенням вмісту базальтових волокон, і ця залежність близька до прямолінійної. Характер зміни теплопровідності паперу, залежно від вмісту базальтових волокон у композиції, лишається постійним для всіх випадків в інтервалі температур від 70 до 160 °С. Введення базальтових волокон у композицію знижує щільність паперу, що зумовлює зменшення коефіцієнта теплопровідності й підвищення ефективності паперу як теплоізолятора. Найбільша зміна щільності паперу спостерігається при вмісті базальтових волокон у композиції приблизно до 50-70 %. Таким чином, можливо стверджувати, що при введенні вже 50 % базальтових волокон у композицію паперу поряд із збереженням властивостей міцності ефективно підвищити його теплоізоляційні властивості [3].

Отже, виходячи із аналізу властивостей базальтових волокон, рекомендуються такі галузі їх застосування: теплоізоляція гарячих поверхонь різноманітних конфігурацій з температурою до 700 °С, особливо у випадках, коли до матеріалу поставлено вимоги високої вібростійкості та малої маси; холодоізоляція при низьких температурах (до –200 °С); звукопоглинання в діапазоні частот до 8000 гц; фільтрація газових середовищ (у виробництві медичних препаратів, у хімічній промисловості тощо); виготовлення текстильних полотен спеціального призначення (вогнестійких тканин, нетканих і трикотажних полотен), теплостійкого технічного паперу й картону з композицій на основі базальтових волокон; облицювальних матеріалів для автосалонів, суден, літаків, житлових приміщень і офісів. Варто додати, що базальтові волокна є хімічно нейтральними. Це відкриває фактично необмежені галузі їх використання.

Актуальними також є проблеми застосування базальтових волокон для виробництва текстильних матеріалів, зокрема тканин і нетканих матеріалів, дослідження яких планується в подальшій роботі.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Український гранит*. — Режим доступа : <http://belaya-rus.deal.by/a4007-ukrainskij-granit.html>.
2. *Новицький О. Г.* Дослідження та удосконалення процесів отримання базальтових волокон та виробів на їх основі: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: спец. 05.17.08 "Процеси та обладнання хімічної технології" / О. Г. Новицький. — К. : НТУУ "КПІ", 2006. — 21 с.
3. *Тищенко В. Г.* Тонкие минеральные волокна из базальта / В. Г. Тищенко, Л. М. Селезнев. — К. : Знання, 1975. — 21 с.
4. *Лисаківський О. М.* Удосконалення технології виготовлення базальтових тканин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.19.03 "Технологія текстильних матеріалів" / О. М. Лисаківський ; Київ. нац. ун-т технол. та дизайну. — К. : КНУТД, 2004. — 21 с.
5. *Термо- и огнезащитные* ткани для спецодежды / [Лаврентьева Е. П., Дьяченко В. В., Михайлова М. П., Ковальчук Л. С.] // *Текстильная пром-сть*. — 2010. — № 11. — С. 54—57.

*Стаття надійшла до редакції 31.01.2012.*

*Пугачевский Г., Швец А.* *Свойства базальтовых волокон. Проанализированы запасы базальта в Украине и развитие технологии производства базальтовых волокон. На основе анализа литературных источников научных исследований свойств базальтовых волокон и их химического состава определены возможные сферы их применения.*

*Ключевые слова:* базальтовое волокно, химическая стойкость, свойства базальтовых волокон.

*Pugachevskiy G., Shvets O. Properties of basalt fibers. In this article we analysed the stores of basalt in Ukraine and examined the technology of the production of basalt fibres. We analysed the chemical stableness of basalt fibres. On the basis of the sources concerning the features and chemical composition of basalt fibres we determined possible branches of their application.*

*Key words:* basalt fibers, chemical stableness, thermo isolation, acoustic and filter characteristics.