

УДК 677.522

*Гоц В.І., доктор техн. наук, професор,  
Пальчик П.П., канд. техн. наук, доцент,  
Резнік О.Ю., аспірант,  
Київський національний університет будівництва і  
архітектури, м. Київ, Україна*

## **ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НА ТЕКСТУРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА**

Вирішення задачі економії енергоресурсів вимагає створення ефективних, екологічно чистих, вогнестійких, жаростійких та теплозвукоізоляційних матеріалів. Всім цим вимогам задовольняють матеріали, які виготовляються на основі базальтової сировини. Україна має необмежені запаси гірських порід, які можна використати як сировину для виробництва мінеральних волокон. До таких порід відносяться – базальт та його структурні аналоги: габро, діабаз, порфірит та інші породи. Вони можуть використовуватися не тільки як будівельні матеріали, але й як однокомпонентна сировина для виробництва мінеральних волокон з високими фізико-механічними властивостями (1). В той же час при використанні традиційних технологій виробництва теплозвукоізоляційних виробів з іншої сировини, шихта для їх виробництва є багатокомпонентна, завжди необхідно вводити коригуючі домішки. Це призводить до значного збільшення собівартості їх виробництва, ускладнення технологічного процесу і не завжди гарантує можливість отримати теплозвукоізоляційні вироби з необхідними фізико-механічними властивостями.

Базальтове волокно – екологічно чистий матеріал, який виготовляється з розплаву гірських порід і використовується в якості тепло-, звуко- і віброізоляції у вигляді полотна, де базальтові волокна скріплені силами тертя, а також виробів на основі в'язучих матеріалів (2). Базальтові волокна нетоксичні, характеризуються високими фізико-механічними характеристиками, підвищеною стійкістю в агресивному середовищі, використовуються при високих температурах. Ці властивості базальтових волокон обумовили актуальність проблеми подальшого розвитку та створення високоефективних будівельних і технічних матеріалів для різних галузей промисловості, які будуть здатні замінити азбест, деревину, пластики та інші матеріали. При цьому однією з головних проблем у виробництві і використанні мінеральних волокон на основі базальтової сировини є підвищення експлуатаційних властивостей матеріалів, а саме – теплоізолюючих властивостей, вогнестійкості, жаростійкості, звукового і вібраційного опору, а також зниження собівартості їх виробництва. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми – зміна фізико-механічних властивостей безпосередньо базальтового волокна. Як відомо (1,3) за допомогою відповідних технологічних прийомів можливо отримати базальтове волокно пористої структури. Це дає можливість керувати теплотехнічними, акустичними і вібраційними властивостями теплозвукоізоляційних матеріалів в широких межах. Вирішення цих задач базується на проведенні попередніх теоретичних і експериментальних досліджень сировини, розплаву, а також параметрів технологічного процесу отримання базальтового волокна (4).

В даній роботі розглянуто один з таких аспектів, а саме – вплив температури розігріву базальтового волокна після його попереднього вилуговування на зміну його текстурних характеристик. Для проведення досліджень були використані базальти родовищ Усачківське, Берестецьке, Янова Долина. Хімічний склад базальтів відповідних родовищ наведений в табл. 1.

Таблиця 1 - Хімічний склад базальтової сировини

№ п/п	Родовище	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O
1	Янова Долина	48,8	2,75	15,0	8,47	6,39	5,13	8,34	1,5	0,75
2	Берестовецьке	49,03	2,85	12,59	3,88	10,15	5,47	9,54	2,34	0,66
3	Усачківське	54,6	0,2	13,3	1,9	9,0	5,56	4,44	2,09	1,31

Вивченню впливу температури нагрівання піддавалися попередньо вилуговувані пористі базальтові волокна які отримані з сировини вищевказаних родовищ, що наведені в таблиці 1. Пориста структура базальтових волокон створювалась за допомогою вилуговування (2). Діаметр пор базальтового волокна після вилуговування знаходиться в межах 2,8.....16,4 Å, величина загальної пористості становить 1,12...2,14 см<sup>3</sup>/г. Температурний вплив на текстурні характеристики базальтового волокна вивчався в інтервалі температур 100...800 °С. Визначення текстурних характеристик базальтового волокна при нагріванні проводилось з інтервалом температури 100 °С. Визначення зміни текстурних характеристик досліджуваного базальтового волокна проводилось шляхом визначення його сорбційних характеристик по стандартним методикам (6,7). Результати проведених досліджень по вивченню впливу температури нагрівання на текстурні характеристики базальтового волокна, наведені на рис 1,2.

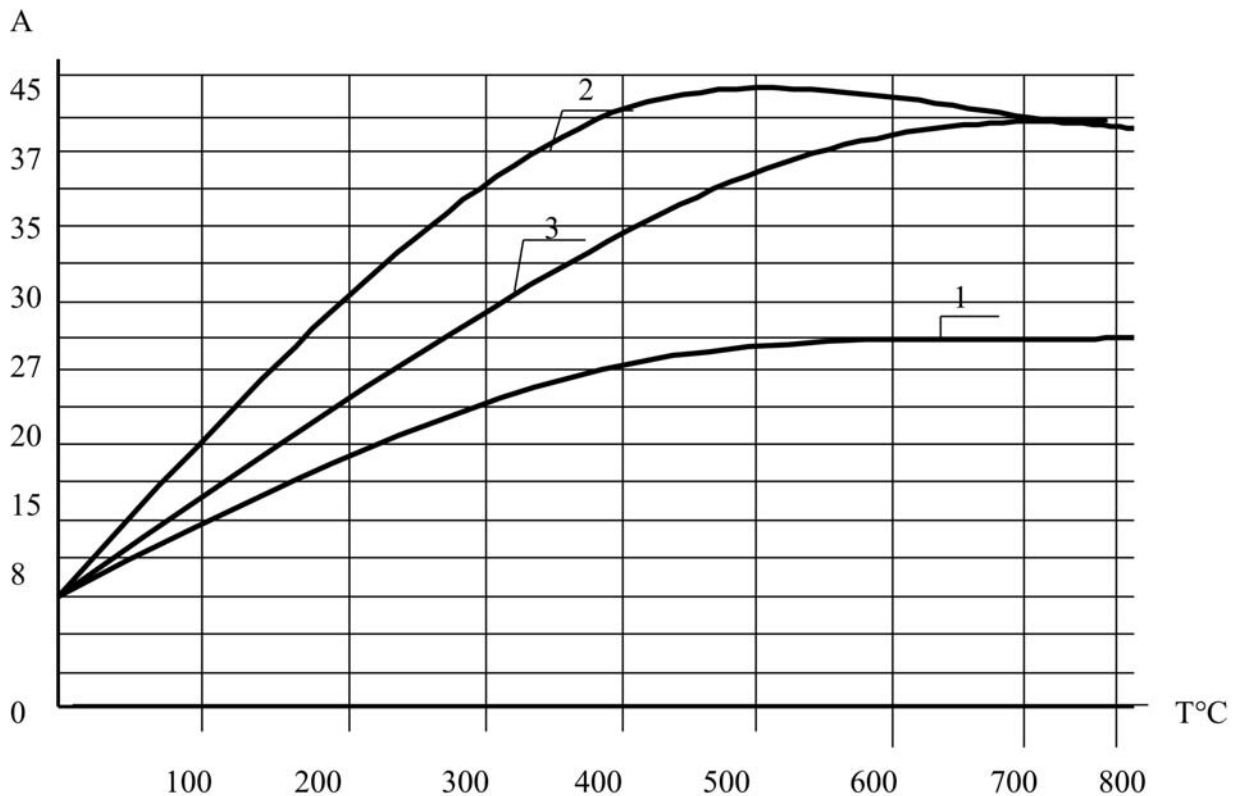


Рисунок 1 - Залежність діаметру пор від температури нагрівання

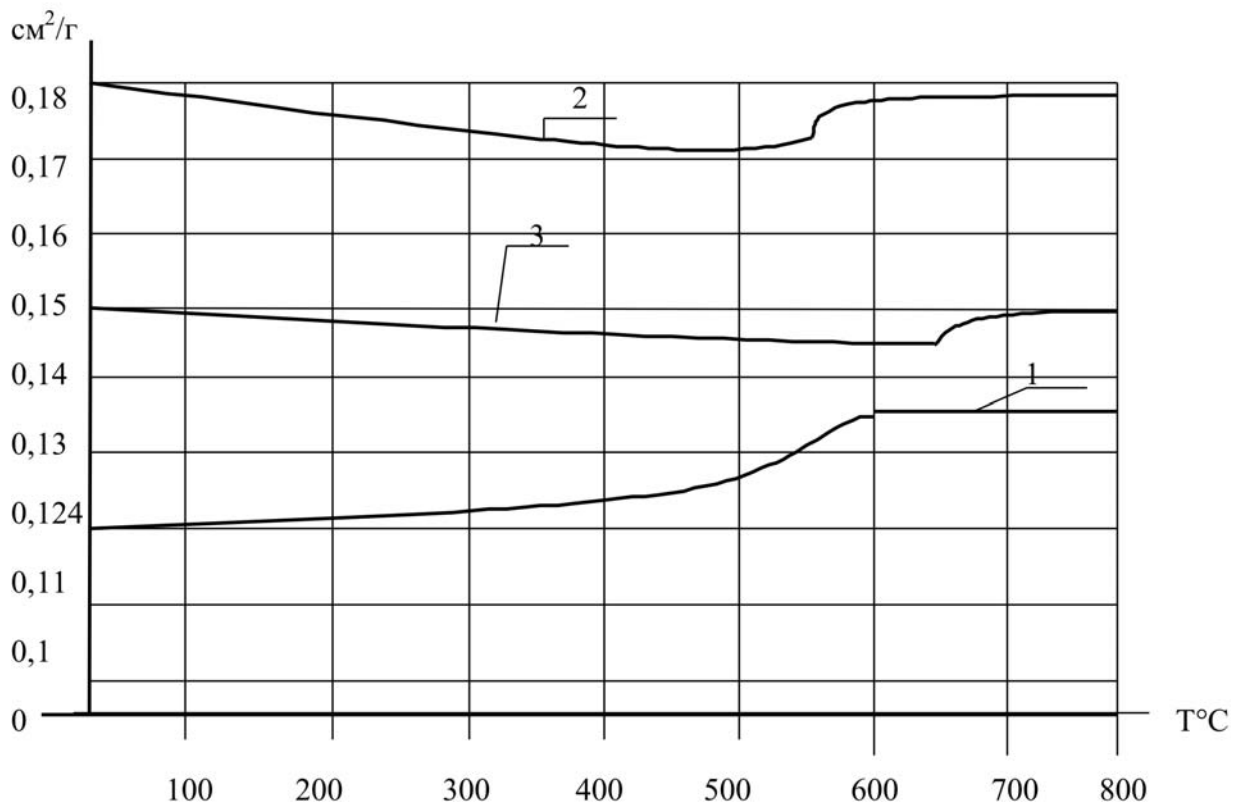


Рисунок 2 - Залежність загальної пористості від температури нагрівання:

- 1 - Берестовецьке родовище
- 2 - Усачківське родовище
- 3 - Родовище Янова Долина

На підставі аналізу літературних джерел (2, 3, 4) виявлено, що на сьогоднішній день відсутній єдиний погляд на зміну текстурних характеристик базальтового волокна під час температурного впливу. Як видно з результатів досліджень (рис 1, 2) базальтове волокно, отримане з сировини Берестовецького родовища після вилуговування, має найбільш дрібнопористу структуру, діаметр пор волокна знаходиться в межах 8 Å, при найменшому значенні загальної пористості яка становить 0,124 см<sup>3</sup>/г. При підвищенні температури нагрівання до 570 °С величина діаметру пор безперервно зростає до величини (25...30 Å), а величина загальної пористості залишається майже незмінною. Базальтове волокно з сировини Усачківського родовища, при тих же параметрах температурного впливу, має найбільші значення діаметру пор 38...45 Å та загальний об'єм порового простору 0,187 см<sup>3</sup>/г. Значення цих характеристик базальтового волокна з сировини родовища Янова Долина, наступні: діаметр пор 25...39 Å, загальна пористість 0,15 см<sup>3</sup>/г. При збільшенні температури нагрівання до 700 °С загальна пористість для всіх видів волокон збільшується, а діаметр пор практично не змінюється. При подальшому нагріванні волокон до 800 °С загальна пористість і діаметр пор не змінюється.

Таким чином, результати досліджень засвідчують, що інтервал структурної перебудови базальтового волокна знаходиться в певному температурному діапазоні (570...700 °С), який залежить від родовища, з сировини якого отримують волокна та його хімічного складу.

Отримані результати по вивченню зміни текстурних характеристик базальтового волокна стали підставою для проведення досліджень каталітичного впливу хімічного складу базальтового волокна на його експлуатаційні властивості. Відомо, що оксиди Fe здійснюють

найбільш інтенсивний вплив на зміну фізико-механічних характеристик, здебільшого в текстурних характеристиках. При проведенні досліджень розглядався окремий аспект цього питання, а саме вплив співвідношення оксидів  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  на значення температури структурної перебудови базальтового волокна та зміни його жаростійкості. Співвідношення вищезгаданих оксидів заліза знаходиться в межах 0,25...2,5. Результати досліджень наведено на рис 3.

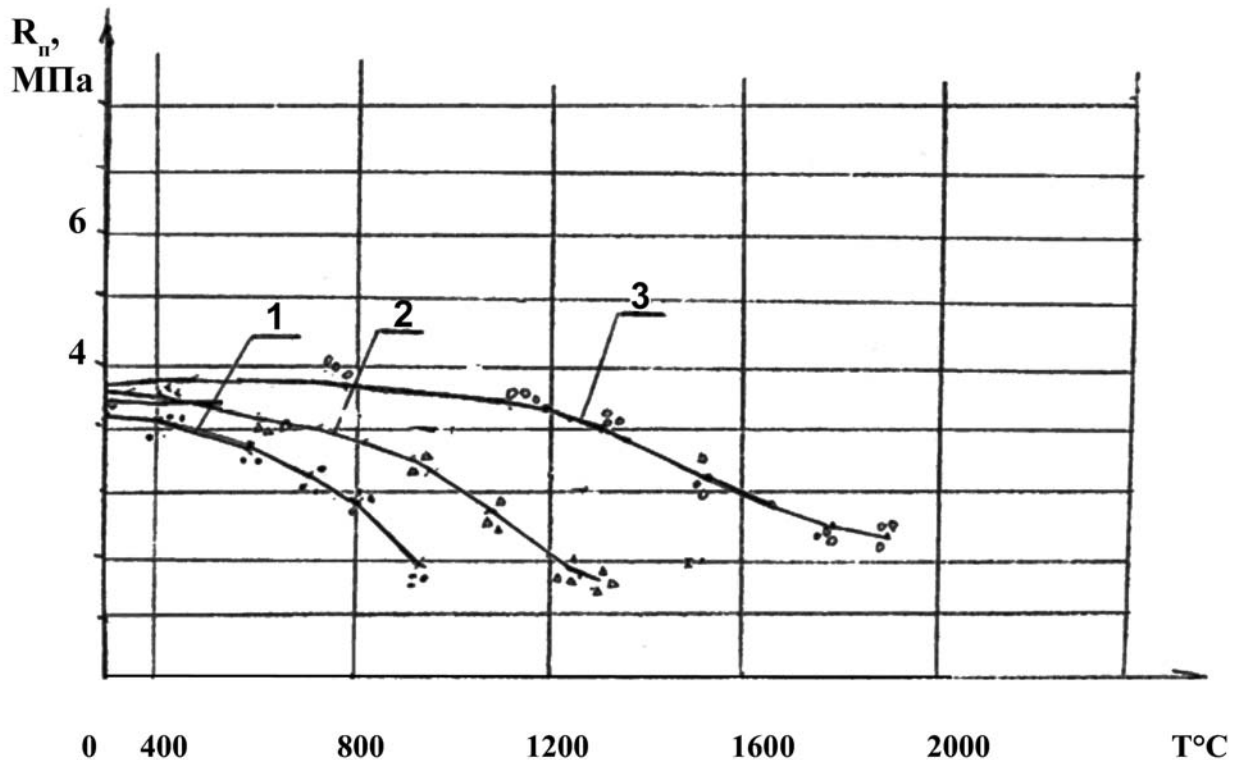


Рисунок 3 - Залежність жаростійкості базальтового волокна від співвідношення оксидів  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$

1. Співвідношення оксидів волокон родовища Янова Долина  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 0,7;
2. Співвідношення оксидів волокон родовища Берестовецьке  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 2,6;
3. Співвідношення оксидів волокон родовища Усачківське  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$  - 4,7

Як видно з наведених кривих, температура структурної перебудови матеріалу базальтового волокна залежить в значній мірі не від абсолютного значення вмісту оксидів заліза, а від співвідношення оксидів  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ . При підвищенні співвідношень оксидів від 0,7 до 4,7 жаростійкість базальтових волокон зростає від 400°C до 1200°C.

Таким чином, можна зробити висновок про можливість регулювання текстурних характеристик базальтового волокна та підвищення його жаростійкості за допомогою регулювання хімічного складу базальтової сировини, тобто за допомогою збільшення співвідношення оксидів  $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ .