

УДК 666.193.2

Студ. Е.Л. Воронкович

Науч. рук.доц., к.т.н. Л.Ф.Папко

(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗАЛЬТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ НЕПРЕРЫВНОГО ВОЛОКНА

Широко распространено производство волокнистых теплоизоляционных материалов на основе базальтов по технологии штапельного волокна. В последнее время производители непрерывного волокна осваивают технологию изготовления базальтоволокнистых материалов. Базальтовые волокна обладают высокой исходной прочностью, стойкостью к воздействию агрессивных сред, долговечностью, достаточно высокими электроизоляционными свойствами, являются экологически чистым материалом. Это определяет возможность использования непрерывного базальтового волокна в производстве композиционных материалов, а также теплоизоляционных материалов широкого назначения.

Важное значение в производстве непрерывного базальтового волокна имеет выбор горной породы. По содержанию основных компонентов составы базальтов могут изменяться в следующих пределах, мас. %:  $\text{SiO}_2$  47–55;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  14–18;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$  8–15;  $\text{MgO}$  4–7;  $\text{CaO}$  6–12. Снижение содержания  $\text{SiO}_2$  в составе базальтов приводит к снижению вязкости расплава, однако низковязкие расплавы пригодны только для получения штапельного волокна [1].

Целью настоящей работы является исследование свойств расплавов на основе базальтов Марнеульского (Грузия) и Подгорнянского (Украина) месторождений, предназначенных для производства непрерывного волокна одностадийным методом.

В таблице 1 представлены данные по химическому составу образцов базальтов, который определялся на волновом рентгенофлуоресцентном спектрометре Axios.

**Таблица 1 – Химический состав базальтов**

Месторождение базальта	Содержание оксидов, мас. %							$M_k$
	$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	$\text{CaO}$	$\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$	
Марнеульское	50,81	1,66	16,87	11,13	4,99	8,53	5,13	5,01
Подгорнянское	52,26	1,20	17,32	11,56	4,11	8,59	4,37	5,48

По результатам термообработки базальтов в электропечи в интервале температур 800–1300 °С температура начала плавления базальта Марнеульского месторождения составляет 1160 °С, базальта

Подгорнянского месторождения – 1190 °С. При термической обработке в пламенной печи температура полного плавления базальтов составляет 1400 °С, однако для достижения химической однородности температура должна быть повышена до 1450–1500 °С при выдержке в течение не менее 2 ч.

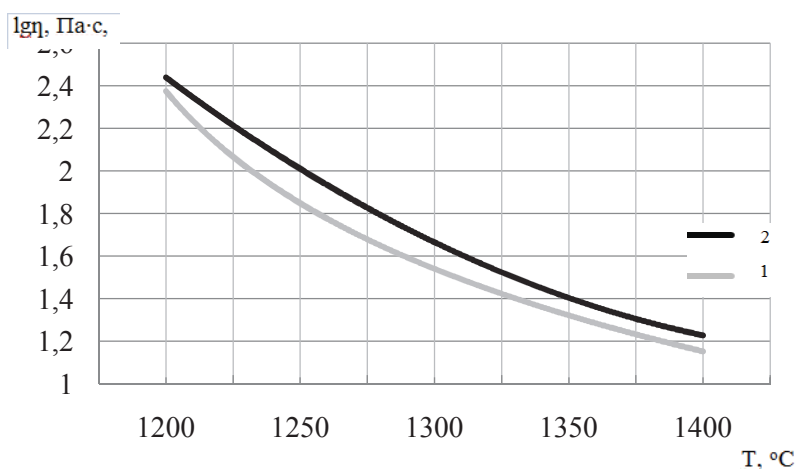
По данным градиентной термообработки базальтовые стекла имеют высокую склонность к кристаллизации: верхняя температура кристаллизации составляет 1260 и 1300 °С соответственно для стекол на основе базальтов Марнеульского и Подгорнянского месторождений, при этом имеется широкий температурный интервал объемной кристаллизации.

Для определения вязкостных характеристик базальтовых расплавов использована предложенная в работе [2] математическая модель, которая обеспечивает хорошую сходимость расчетных и экспериментальных данных. Уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$\eta = 3,62(\text{SiO}_2)^{3,07}(\text{Al}_2\text{O}_3)^{-0,16}(\text{CaO})^{-0,4}(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)^{1,34}(\text{M}_k)^{1,25}(T-1100)^{-2,58},$$

где  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}$ ,  $\text{CaO}$  – содержание компонентов, мас.%;  $\text{M}_k$  – модуль кислотности,  $T$  – температура расплава, °С.

На рисунке представлена температурная зависимость  $\lg\eta$  базальтовых расплавов.



**Рисунок – Температурная зависимость вязкости расплавов на основе базальтов Марнеульского (1) и Подгорнянского (2) месторождений**

Температурный интервал формования непрерывного волокна ограничен верхней температурой кристаллизации. Показатели  $\lg\eta$  расплава на основе базальта Подгорнянского месторождения в интервале температур 1300–1350 °С составляют 1,47–1,63. Для расплава на основе базальта Марнеульского месторождения такие показатели вязкости достигаются при температуре 1260–1310 °С. Следовательно,

температура выработки непрерывного волокна при использовании базальта Марнеульского месторождения должна быть на 40 °С ниже.

Для регулирования технологических и физико-химических свойств базальтовых стекол проводилась подшихтовка базальтов такими материалами, как мел, борат кальция и доломит в количестве 5–20 мас.ч. на 100 мас.ч. базальта. В таблице 2 приведены результаты определения показателей химической стойкости стекол, полученных на основе базальта Подгорнянского месторождения. Введение модифицирующих добавок приводит к снижению показателей химической стойкости базальтовых стекол, особенно для стекол на основе композиций базальт – мел и базальт – доломит.

**Таблица 2 – Химическая устойчивость стекол на основе базальта**

Состав композиции	Водостойкость, кол-во 0,01н р-раHCl, мл/г	Потери массы, %, при обработке 1н р-ром HCl	Потери массы, %, при обработке 1н р-ром NaOH
Базальт	0,1	0,95	1,06
Базальт–мел	0,15	1,15	1,27
Базальт–борат кальция	0,15	1,02	1,26
Базальт–доломит	0,2	1,60	1,30

Установлено, что введение модифицирующих компонентов приводит к снижению вязкости базальтовых расплавов. По влиянию на технологические свойства оптимальным является использование бората кальция, поскольку наряду со снижением вязкости снижается также верхняя температура кристаллизации, что позволяет снизить температуру выработки на 40–50°С.

Таким образом, использование базальта Марнеульского месторождения, а также подшихтовка базальтов борсодержащими компонентами обуславливает снижение температуры формования волокна и, как следствие, снижение энергозатрат при формовании и увеличение срока службы фильерных питателей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Джигирис, Д.Д. Основы производства базальтовых волокон и изделий / Д.Д. Джигирис, М.Ф. Махова. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 412 с.

2 Татаринцева, О.С. Зависимость вязкости базальтовых расплавов от химического состава исходного минерального сырья / О.С. Татаринцева, Н.Н. Ходакова, Т.К. Углова // Стекло и керамика. – 2011. – №10. – С.11–14.