

УДК 666.223

Студ. Е. В. Манкевич

Науч. рук. доц. Л. Ф. Папко

(кафедра технологии стекла и керамики, БГТУ)

## **РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ СТЕКОЛ ДЛЯ ШТАПЕЛЬНОГО ВОЛОКНА, ПОЛУЧАЕМОГО ЦЕНТРОБЕЖНО-ДУТЬЕВЫМ СПОСОБОМ**

Минеральная вата прочно занимает ведущее положение среди теплоизоляционных материалов из неорганического сырья. Это обусловлено неограниченностью сырьевых запасов, простотой производства, высокой морозостойкостью, малой гигроскопичностью и небольшой стоимостью. Высокие теплозащитные характеристики материалов на основе минерального штапельного волокна обусловлены низким коэффициентом теплопроводности, составляющим 0,03–0,039 Вт/м·К.

В Республике Беларусь производство теплоизоляционных материалов на основе стеклянного штапельного волокна осуществляется на ОАО «Стеклозавод «Неман». На предприятии принят комбинированный центробежно-дутьевой способ формования штапельного волокна (TEL-метод). Данный способ обеспечивает получение волокна диаметром  $6\pm 2$  мкм при отсутствии неволоконистых включений. Вследствие двухступенчатого режима формования при центробежно-дутьевом способе используется «длинное» стекло С-типа, получаемое на основе системы  $\text{Na}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ .

Задачей настоящего исследования является оптимизация составов стекол для штапельного волокна при снижении содержания дорогостоящих компонентов –  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{B}_2\text{O}_3$ .

Экспериментальные составы стекол в системе  $\text{Na}_2\text{O}-\text{MgO}-\text{CaO}-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$  выбраны в соответствии с симплекс-решетчатым планом Шеффе {4, 2} [1]. Варьировалось содержание основных компонентов в следующих пределах, мас. %:  $\text{Na}_2\text{O}$  12–22,  $\text{CaO}$  10–20,  $\text{B}_2\text{O}_3$  0–10,  $\text{SiO}_2$  60–70; оксиды  $\text{MgO}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  вводились в качестве постоянных добавок в количестве 4 мас. %.

Варка опытных стекол велась в газовой пламенной печи периодического действия при температуре  $1400\pm 10^\circ\text{C}$ .

Для оценки влияния химических реагентов определяли показатели химической устойчивости опытных стекол зерновым методом. Определение показателей кислото- и щелочестойкости стекол проводили по потерям массы при обработке 1 н растворами  $\text{HCl}$  и  $\text{NaOH}$  соответственно. Показатели водостойкости опытных стекол, содержащих

12–17 мас.%  $\text{Na}_2\text{O}$ , соответствуют третьему гидролитическому классу. Показатели кислотостойкости и щелочестойкости варьировались от 1,36 до 1,77 % и от 0,99 до 1,81 % потерь массы соответственно.

Важной технологической характеристикой стекол для штапельного волокна является температурная зависимости вязкости. Расчет показателей вязкости представлен в работе [2].

Выработка стекол для штапельного волокна должна производиться при вязкости  $10^2$  Па·с, при этом температура выработки не должна превышать 1100 °С. Для опытных стекол температура, соответствующая вязкости  $10^2$  Па·с, составляет 1060–1224 °С.

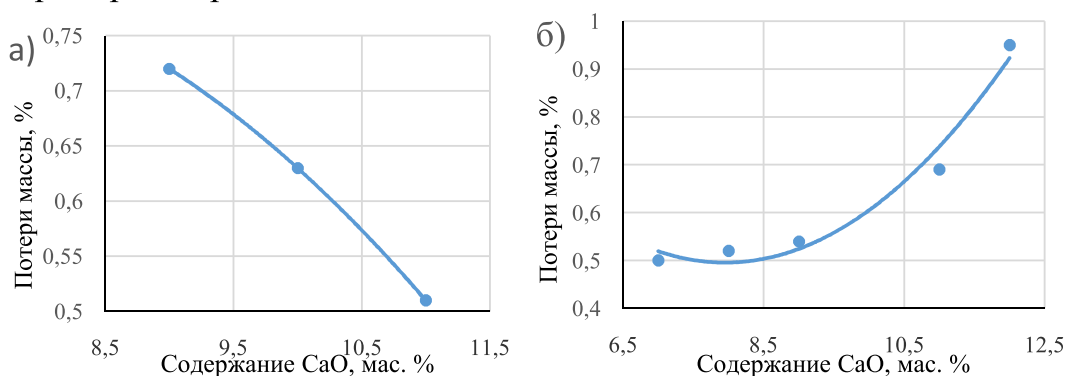
По совокупности показателей свойств опытных стекол выделена область составов стекол, включающая, мас.%:  $\text{SiO}_2$  60–65;  $\text{Na}_2\text{O}$  14–17;  $\text{B}_2\text{O}_3$  2–5.

Для оптимизации составов стекол для штапельного волокна провели варку стекол, в составах которых варьировалось содержание компонентов, в том числе  $\text{MgO}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , с шагом 1 мас.‰.

Показатели водостойкости опытных стекол возрастают с ростом содержания  $\text{MgO}$ , вводимого взамен  $\text{CaO}$ , а также при замене  $\text{B}_2\text{O}_3$  на  $\text{CaO}$ . Замена оксида кремния на оксид алюминия существенно на показатель водостойкости не влияет.

На рисунке 1 приведены зависимости показателей кислотостойкости стекол от состава.

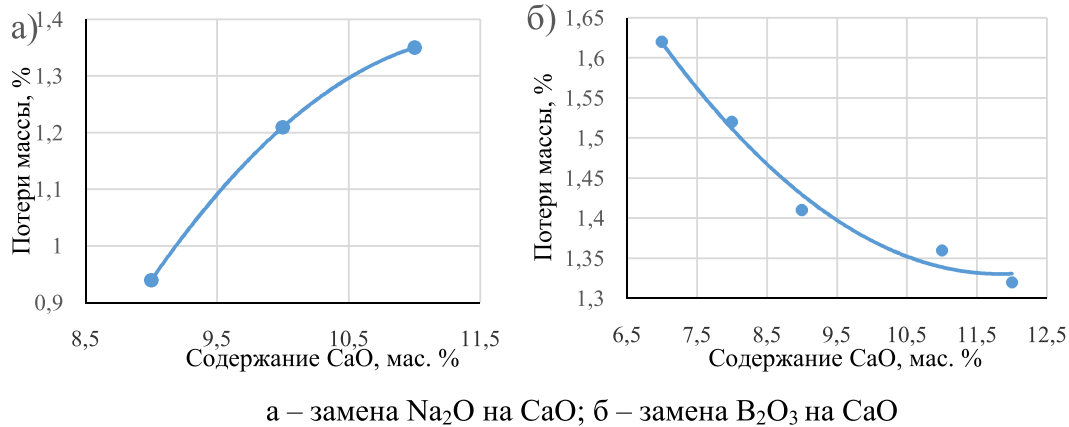
Замена  $\text{Na}_2\text{O}$  на  $\text{CaO}$  закономерно приводит к повышению устойчивости к действию 1 н раствора  $\text{HCl}$ . Увеличение содержания в составе стекол  $\text{CaO}$  за счет  $\text{B}_2\text{O}_3$  снижает показатели кислотостойкости, при этом зависимость носит нелинейный характер (рисунок 1б). Увеличение содержания  $\text{Al}_2\text{O}_3$  за счет  $\text{SiO}_2$  снижает показатели кислотостойкости, так как оксид алюминия в сильноокислых растворах ускоряет растворение стекол.



а – замена  $\text{Na}_2\text{O}$  на  $\text{CaO}$ ; б – замена  $\text{B}_2\text{O}_3$  на  $\text{CaO}$

**Рисунок 1 – Зависимости кислотостойкости от состава стекол**

На рисунке 2 приведены зависимости потерь массы образцов стекол при воздействии 1 н раствора NaOH.



**Рисунок 2 – Зависимости щелочестойкости от состава стекол**

При уменьшении содержания в составе стекол оксида кальция за счет увеличения содержания оксидов магния и натрия показатели щелочестойкости снижаются. Как следует из рисунка 2б, замена В<sub>2</sub>O<sub>3</sub> на CaO повышает щелочестойкость стекол. При увеличении содержания Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> за счет SiO<sub>2</sub> потери массы при воздействии щелочного раствора снижаются.

По температурной зависимости вязкости стекол определены температурные интервалы формования. Температуры, соответствующие выработочной вязкости стеклорасплава 10<sup>2</sup> Па·с, изменяются в пределах 1060–1120 °С.

По результатам исследования реологических и физико-химических свойств опытных стекол определен состав стекла, которое не уступает промышленному по показателям химической устойчивости и широкий температурный интервал формования, составляющий 1080–650 °С. Снижение содержания В<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>O в разработанном составе стекла обеспечит уменьшение затрат на сырьевые материалы при производстве теплоизоляционных материалов на основе штапельного волокна.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахназарова, С. Л. Методы оптимизации эксперимента в химической технологии / С. Л. Ахназарова, В.В. Кафаров. – М.: Высшая школа, 1985. – 326 с.
2. Fluegel, A. Glass viscosity calculation based on a global statistical modeling approach / A. Fluegel // Glass Technol.: Europ. J. Glass Sci. Technol. A. –2007. – Vol. 48, №1. – P. 13–30.