

УДК 666.01

Исследование возможности использования колеманита в производстве стекловолокна

Студентка гр. 8 Шаверга И.М.
Научный руководитель – Павлюкевич Ю.Г.
Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

Целью настоящей работы является усиление внимания к проблеме расширения минерально-сырьевой базы боросиликатных стекол для производства стеклянного волокна.

За последние годы наблюдается рост темпов развития производства стеклянного волокна и расширение областей применения стекловолокнистых материалов, обладающих особыми свойствами, не присущими природным материалам.

Наибольшее распространение в мире получило стеклянное волокно из кальцийалюмоборосиликатного стекла типа Е, содержащего менее 1% оксидов щелочных металлов.

Они характеризуются высокой химической стойкостью к воде, хорошими электрическими свойствами (удельное электрическое сопротивление 10^{12} Ом·м), достаточно высокой прочностью (до 3300 МПа) и низким температурным коэффициентом линейного расширения ($\text{ТКЛР } 60 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$).

Тем не менее стекло Е имеет ряд технологических недостатков. К наиболее серьезным, прежде всего относится присутствие в нем летучего компонента – оксида бора, который вводится в состав шихты борной кислотой. В этом случае, потери B_2O_3 в процессе варки составляют не менее 15%, что часто приводит к нарушению химической однородности стекла, а также загрязнению окружающей среды. Кроме того, борная кислота является дефицитным и дорогостоящим компонентом, что также является большим недостатком.

Актуальной задачей современной стекольной промышленности, в частности производства стекловолокна из стекла типа Е, является расширение минерально-сырьевой базы, повышение качества продукции и снижение себестоимости путем разработки новых составов, снижение вредного воздействия на экологию в целом.

С этой целью были проведены исследования по изучению возможности использования природного колеманита ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11}\cdot\text{H}_2\text{O}$) в производстве стеклянного волокна в качестве борсодержащего сырья.

Колеманит в настоящее время не используется в стекольной промышленности, поэтому большой интерес представляет выявление его роли в процессе получения стекол.

В качестве базового состава для синтеза стеклокерамики был выбран промышленный состав стекла типа Е, предназначенный для производства непрерывного стекловолокна, по одностадийной технологии.

В шихтовом составе опытных стекол постепенно заменяли содержание H_3BO_3 на $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11}\cdot\text{H}_2\text{O}$ в следующих соотношениях: 0:100; 50:50; 100:0. Колеманит вводили в шихту с целью изучения его влияния на технологические свойства вырабатываемых стекол.

Варка стекла осуществлялась при температуре $1500\pm 10^\circ\text{C}$ в газопламенной печи периодического действия. Скорость подъема температуры $250^\circ\text{C}/\text{час}$ с выдержкой при максимальной температуре 1 час.

Для изучения процессов стекло- и силикатообразования провели рентгенофазовый анализ. Образцы шихт подвергали термической обработке в электрической печи при температурах 500°C , 700°C , 900°C , 1100°C , с последующей выдержкой, при максимальных температурах, в течении 1-го часа.

* – здесь и далее по тексту массовое содержание.

Исследовали физико-химические свойства стекол: кристаллизационную способность; температурный коэффициент линейного расширения; плотность; температуру начала размягчения - для выявления процесса улетучивания оксида бора в опытных стеклах.

Для изучения процессов фазообразований в шихте использовали метод термического анализа.

В ходе эксперимента установлено следующее:

- в шихте, на основе колеманита, при температуре 700°C , образуется $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{SiO}_7$, который, при температуре 900°C , разлагается, с образованием CaBSi_2O_3 . В шихте, на основе борной кислоты, процесс силикатообразования $\text{Ca}_2\text{B}_2\text{SiO}_7$ проходит при более высоких температурах. Из полученных данных следует, что процессы стекло- и силикатообразования в шихте, на основе колеманита проходят значительно быстрее, чем в шихте, на основе борной кислоты. В итоге существенно облегчается варка стекол, снижается расход топлива.

- в процессе термической обработки, при температуре 500°C , шихта, на основе $\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11}\cdot\text{H}_2\text{O}$, увеличилась в объеме, примерно на 10-20%, что связано с процессом удаления кристаллизационной воды. Этот процесс необходимо учитывать при производственных варках кальцийалюмоборосиликатного стекла типа Е, на основе колеманита.

- в ходе физико-химических исследований выявили, что свойства полученных опытных стекол одинаковы и они соответствуют требованиям, предъявляемым к составам стекол типа Е. Стекла имеют следующие характеристики:

- температурный коэффициент линейного расширения, $\text{K}^{-1} - 52,0 \cdot 10^{-7}$;
- плотность, $\text{кг}/\text{м}^3 - 3560$;
- область кристаллизации, $^\circ\text{C} - 1100-970$;

Однако необходимо отметить тот факт, что в процессе составления шихты, на основе борной кислоты, учитывали 15% потерь на улетучивание оксида бора в процессе варки. Шихта на основе колеманита составлялась без учета потерь. Поскольку приведенные выше свойства стекол одинаковы, то можно сделать вывод об идентичности химического состава этих стекол. Из чего следует, что, с введением борной кислоты значительная часть B_2O_3 улетучивается, а с введением колеманита этого не происходит, так как B_2O_3 находится в связанном состоянии.

Результаты исследований позволили сделать вывод о перспективности использования колеманита в производстве стеклянного волокна из стекла типа Е.

В ходе эксперимента выявили, что значительно уменьшаются потери B_2O_3 в процессе варки при замещении колеманита на борную кислоту, что позволит решить ряд технологических проблем: повышение качества продукции, уменьшение себестоимости, снижение вредного воздействия указанного компонента на экологию в целом.

Литература

1. Безбородов, М.А. Химическая устойчивость силикатных стекол. М.: Наука и техника, 1972. – 304 с.
2. Ходаковский, М.Д. Производство стеклянных волокон и тканей. М.:Химия, 1973. – 346 с.
3. Колесов, Ю.И., Кудрянцев, М.Ю., Михайленко, Н.Ю. Типы и составы стекол для производства непрерывного стеклянного волокна. Стекло и керамика, 2001. - №6-5 с.
4. Стеклянные волокна / Под общ. ред. Асланова М.С. - М.:Химия, 1979. – 296 с.
5. Стеклянные волокна / под общей ред. Аслановой М.С. –М.: «Химия», 1979.-256 с.
6. Химическая технология стекла и ситаллов/ Под общ. ред Н.М Павлушкина - М.: Стройиздат, 1983.-427 с.