

**ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ СИШТОФА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОСТЕКЛЯНЫХ  
МАТЕРИАЛОВ**М.А. Душкина

Научный руководитель: профессор, д.т.н. О.В. Казьмина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: dushkinama@tpu.ru

**ASSESSMENT OF SUITABILITY OF SI-STOFF FOR FOAM GLASS PRODUCTION**M.A. Dushkina

Scientific adviser: professor, DPil O.V. Kazmina

Tomsk Polytechnic University, Russia, Tomsk, Lenin str., 30, 634050

E-mail: dushkinama@tpu.ru

***Annotation.** In this work gives the analysis of suitability of use of by-product processing aluminum for manufacture of heat-insulating material construction purpose.*

В настоящее время наблюдается тенденция к комплексному безотходному использованию природных минеральных ресурсов. Наряду с разработкой и внедрением эффективных способов обогащения минерального сырья большое внимание уделяется поиску возможных путей использования и утилизации побочных продуктов и отходов обогащения. Одним из таких материалов является сиштоф — побочный продукт кислотной переработки алюминий-содержащего сырья (нефелин, бокситы). В зависимости от перерабатываемой породы химический состав сиштофа несколько отличается, но является высококремнеземистым с содержанием аморфного  $\text{SiO}_2$  более 75 %. Сиштоф характеризуется большой дисперсностью и реакционной способностью, что делает перспективным его применение в производстве строительных силикатных материалов [1-2].

Целью настоящего исследования — оценить пригодность сиштофа в качестве основного сырья для получения пеностекляного материала по низкотемпературной технологии при температурах, не превышающих 900 °С.

Согласно данной технологии материал получается через две стадии. На первом этапе синтезируется гранулят, представляющий собой стеклообразный продукт с содержанием остаточной кристаллической фазы не более 25 %. На второй стадии готовится пенообразующая смесь с последующим ее вспениванием и получением пеноматериала [3]. Ранее было установлено, что для синтеза гранулята пригодными являются различные кремнеземистые материалы природного и техногенного происхождения, например, такие как диатомит, опока, маршалит, микрокремнезем и др [4]. Учитывая высокую активность сиштофа, обусловленную наличием аморфного  $\text{SiO}_2$ , частицы которого характеризуются большой дисперсностью, и высокое содержание  $\text{SiO}_2$ , можно предположить, что данный материал возможно использовать в производстве пеностекла. Однако наряду с этими факторами, на процесс получения пеноматериала оказывает влияние состав исходной шихты, присутствие примесей

окислительного и восстановительного характера, вязкость расплава. Поэтому оценка пригодности шихтофа проводилась предварительно по расчетным данным с последующей экспериментальной проверкой.

В работе исследован шихтоф со следующими характеристиками. Химический состав материала на 90% представлен оксидом кремния с незначительными примесями оксидов алюминия, железа и титана (таб. 1). Фазовый состав шихтофа на 80 % состоит из аморфной составляющей и 20 % кристаллической фазы в виде кварца. По гранулометрическому составу материал является тонкодисперсным. Согласно данным лазерного дисперсионного анализа исследуемый шихтоф на 100 % состоит из частиц диаметром до 100 мкм. Данные показатели являются благоприятной предпосылкой для низкотемпературного синтеза стеклогранулята.

Таблица 1.

Химический состав шихтофа

Содержание оксидов, мас.%					
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	ППП
90,5	2,2	0,2	0,7	0,1	3,7

Проведенные с использованием трехкомпонентной системы Na<sub>2</sub>O – CaO – SiO<sub>2</sub> расчеты, позволили выбрать составы стекол, подходящие для синтеза низкотемпературного гранулята (таб. 2). Для данных стекол рассчитаны составы шихт, использованные в работе.

Таблица 2.

Граничные составы стекла

Состав стекла, мас.%			Обозначение шихты
Na <sub>2</sub> O	CaO	SiO <sub>2</sub>	
16	11	73	ШС-1
21	5	74	ШС-2

В качестве компонентов шихты, помимо шихтофа как основного стеклообразователя, для введения щелочных и щелочно-земельных оксидов использовали соду и доломит. Как показал термический анализ шихт (рис. 1), основные реакции силикатообразования заканчиваются при температурах до 800 °С, о чем свидетельствует выход термогравиметрической кривой на горизонталь при 760 °С.

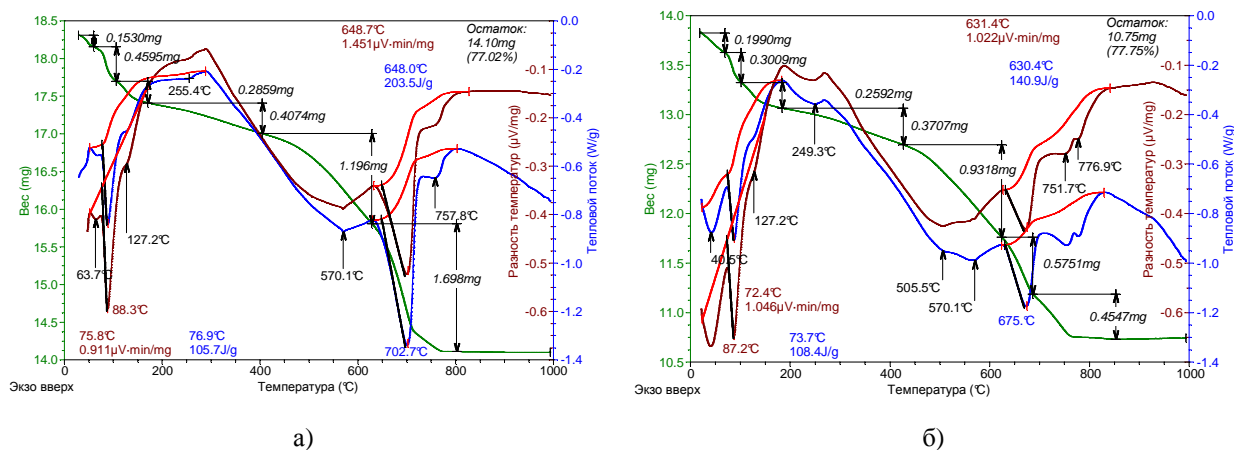
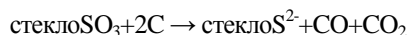


Рис. 1. TG, DTA, DTG кривые сырьевых шихт: а) ШС-1; б) ШС-2

## «ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК»

Подготовленные шихты уплотнялись методом полусухого прессования и подвергались термической обработке при различных температурах. Анализ рентгенограмм синтезированного гранулята показал, что при температурах 900 °С для шихты ШС-1 и при 830 °С для шихты ШС-2 получается стеклогранулят с содержанием стеклофазы в количестве 90 и 95 % соответственно. Это является достаточным количеством для получения пеноматериала.

Стеклогранулят измельчали до удельной поверхности 6000 см<sup>2</sup>/гр и готовили пенообразующую смесь с использованием сажи в количестве 0,5 мас.%. Гранулы пенообразующей смеси, полученные с использованием воды в качестве связки подвергали вспениванию в температурном диапазоне 800 – 850°С при изотермической выдержке 10-15 минут. Анализ структуры получаемых гранул показал необходимость введения дополнительного окислителя в виде сульфат иона для более активного протекания процессов вспенивания, которые схематично можно представить уравнением:



Указанные условия позволили получить пеноматериал с плотностью 250-300 кг/ м<sup>3</sup>, с водопоглощением 2-2,5 %, теплопроводностью 0,08-0,09 Вт/(м·К) и прочностью не менее 2 МПа, что указывает на возможность применения материала как теплоизоляционного.

Выполненные исследования показали принципиальную возможность использования шихтофа в качестве основного кремнеземистого компонента шихты для получения низкотемпературного гранулята, с содержанием стеклофазы порядка 90 % при температурах не превышающих 900 °С. Данный гранулят пригоден для получения качественного пеноматериала при условии корректировки пенообразующей смеси компонентом, содержащим сульфат-ион.

*Комплексный термический анализ и определение гранулометрического состава проведены на оборудовании ЦНИО (ТПУ).*

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Лайнер Ю.А. Комплексная переработка алюминий-содержащего сырья кислотными способами — М.: «Наука», 1982. — 208 с.
2. Суворова О.В., Манакова Н.К. Утилизация горнопромышленных отходов Кольского полуострова с получением гранулированного пористого материала. // Экология промышленного производства. – 2014. Т.1. – С. 2–5.
3. Казьмина О.В., Верещагин В. И., Семухин Б.С., Абьяка А.Н. Низкотемпературный синтез стеклогранулята из шихт на основе кремнеземсодержащих компонентов для получения пеноматериалов // Стекло и керамика. – 2009. – № 10. – С. 5–8.
4. Казьмина О.В., Верещагин В. И., Абьяка А.Н. Пеностеклокристаллические материалы на основе природного и техногенного сырья. Изд-во Томского политехнического университета. – 2014. – 246 с.