

ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ПЕСКОВ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ СОВМЕСТНО ПРИСУТСТВУЮЩИХ Fe_2O_3 И Al_2O_3 ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Душкина М.А.

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

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: dushkinama@tpu.ru

Современная строительная и промышленная индустрия, наращивая темпы развития, занимает ранее незатронутые площади, в том числе в сейсмонеустойчивых областях и северных широтах, что повышает потребность в эффективных, надежных и безопасных конструкционно-изоляционных материалах.

Одной из групп материалов, отвечающих таким характеристикам как низкая теплопроводность, высокая прочность в сочетании с низкой плотностью и долговечностью является группа пеностеклокристаллических материалов.

На кафедре Технологии силикатов и наноматериалов (НИ ТПУ) проведен ряд работ, в результате которых предложена технология получения пеностеклокристаллических материалов (ПСКМ) на основе кремнеземистого сырья природного и техногенного происхождения [1].

Одним из сырьевых материалов, пригодных для синтеза стеклогранулята (промежуточный продукт для получения ПСКМ) является стекольный песок – продукт обогащения природных песков, он отличается высоким содержанием кремнезема и низким содержанием примесных оксидов, в частности Fe_2O_3 и Al_2O_3 . Природные пески могут содержать значительное количество вышеуказанных примесных оксидов и пониженное по сравнению со стекольными песками содержание SiO_2 , поэтому актуальным является вопрос о возможности применения песков, не относящихся к категории стекольных, в рассматриваемой технологии.

В связи с чем, целью настоящей работы является оценка пригодности по химическому составу песков, отличающихся повышенным содержанием совместно присутствующих Fe_2O_3 и Al_2O_3 . Для достижения поставленной цели проектировали составы песков на базе расчетов стекольных шихт. Проектирование составов песков включает в себя два основных этапа:

1. Определение допустимых составов стеклофазы (рис.1) стеклогранулята.
2. Прогнозирование допустимых содержания Fe_2O_3 и Al_2O_3 .

На первом этапе выбирали базовый состав стеклофазы на основе анализа трехкомпонентной диаграммы состояния $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$, затем рассчитывали по методу уравнений [2] пятикомпонентные шихты: кварцевый песок – сода – доломит - оксид алюминия - оксид железа. После уточнения составов стеклофазы и расчета

параметров оптимальности, судили о пригодности химического состава синтезируемого стекла.



Рис. 1 Схема определения оптимальных составов стеклогранулята

В качестве параметров оптимальности химического состава стеклогранулята, получаемого на основе песков, выбраны три показателя (таб. 1): модуль вязкости (M_v), коэффициент структуры аниона (КСА) [3], фактор связности (Y) [4].

Таблица 1.

Значения параметров оптимальности

Параметр	Оптимальные значения
M_v	1,6-1,8
КСА	2,2 – 3,0
Y	3,30 – 3,36

Анализ проведенных расчетов показал, что для получения пеностекла оптимальными по химическому составу являются стекла, составы которых попадают в область, представленную в таб.2.

Таблица 2.

Область оптимальных составов стеклофазы

Оксид	SiO_2	Na_2O	Al_2O_3	Fe_2O_3
Содержание, мас. %	не менее 55	12-20	не более 11	не более 6

На втором этапе, основываясь на данных о граничных составах стеклофазы, оптимальной для получения ПСКМ, проектировали составы песков,

пригодных для синтеза промежуточного продукта. Рассчитывали составы трехкомпонентных шихт на основе песка соды и доломита, принимая составы двух последних постоянными, а оксидный состав песка – переменным за счет изменения в нем содержаний SiO_2 , Al_2O_3 и Fe_2O_3 . При этом заменяли часть SiO_2 на Al_2O_3 и вводили в состав песка Fe_2O_3 .

Таблица 3.
Допустимое содержание Al_2O_3 и Fe_2O_3 в песке, пригодном для получения пеностекла

Соотношение SiO ₂ /Na ₂ O	5,2-5,5		3,5 -3,9	
	Содержание оксидов, мас. %			
Примесный оксид в песке	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Содержание в песке, мас. %	10,5	7, 3	13,3	7,6

С целью подтверждения теоретических данных, основываясь на рассчитанных данных, готовили трех- и пятикомпонентные модельные шихты (табл. 4) для синтеза стеклогранулята.

Таблица 4.
Компонентный состав модельных шихт

Шифр шихты	Содержание компонента, мас. %				
	Песок	Сода	Доломит	Al_2O_3	Fe_2O_3
1	61,0	22,0	17,0	0,0	0,0
2	54,6	17,8	16,2	6,6	4,8
3	63,0	30,0	7,0	0,0	0,0
4	54,6	25,0	6,5	5,2	8,8

Термический анализ показал, что для всех исследуемых шихт завершение реакций силикатообразования происходит в температурном интервале 810-830 °С, при этом степень завершения реакций силикатообразования при $T=700$ °С находится на уровне 60 – 70%.

Дополнительно оценивали температуру размягчения шихт согласно методике, предложенной в патентном описании [5]. На рис. 2 представлена графическая зависимость, описывающая характер поведения исследуемых шихт при нагревании, из которой следует, что температура размягчения шихт 1 и 2, отличающихся меньшим содержанием соды, находится в интервале 830-850 °С, а для шихт 3 и 4 составляет порядка 800 °С. Максимальное количество расплава для всех шихт достигается при температурах не превышающих 900 °С. Шихта 2, отличающаяся низким содержанием соды, показала наименьшую степень размягчения. Полученные данные свидетельствуют о появлении у шихт 1,3,4 достаточного для синтеза стеклофазы количества расплава при температурах до 900 °С.

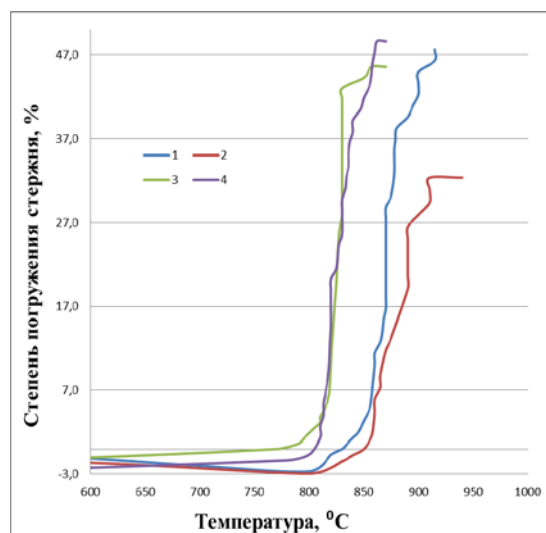


Рис. 2. Зависимость коэффициента погружения иглы от температуры.

Таким образом, расчетные и экспериментальные данные свидетельствуют о возможности применения песков с повышенным содержанием до 13 мас.% Al_2O_3 и 7,5 мас.% Fe_2O_3 для синтеза стеклогранулята при температурах не превышающих 900 °С. При этом для получения качественного стеклогранулята стоит рекомендовать применение высокощелочных составов шихт.

Работа выполнена при финансовой поддержке ГЗ «Наука» № 1235.

Список литературы

1. Патент 2 361 829 РФ МПК C03C 11/00 Шихта для изготовления стеклогранулята для пеностекла / Верещагин В.И., Казьмина О.В., Абияка А.Н. Заявлено: 21.05.2007 Опубликовано: 20.07.2009 Бюл. № 20
2. Матвеев М.А., Матвеев М.Г., Френкель Б.Н. Расчеты по химии и технологии стекла справочное пособие Стройиздат – 1972 240 с.
3. В.А. Лешина, Г.В. Катаева Использование коэффициента структуры анионов при проектировании стеклокристаллических материалов Стекло и керамика 2003 №3
4. Ермоленко Н.Н. Химическое строение и некоторые свойства оксидных стекол // Стеклообразное состояние. Труды 8 вс. совещания. Л.- Наука, 1988, с. 132 – 139.
5. Казьмина О.В, Абияка А.Н, Верещагин В.И. Устройство для определения температуры размягчения и оценки вязкости материалов. Патент на полезную модель РФ, № 77443. 20.10.2008.