



**Рис. 1.** Частные зависимости полученных осадков от концентрации растворов

меди, цинка и бария, а так же изменение pH среды реакционной смеси (рис. 1):

$$Y = \frac{0,003536e^{30,13X_1} X_1^{-1,263} \cdot 3,9228e^{-1,561X_2} X_2^{0,476} \cdot 0,1381e^{10,52X_3} X_3^{-0,4198} \cdot 0,05111X_4^{1,298}}{0,7246}$$

где  $X_1$  – концентрация  $\text{CuCl}_2$ ;  $X_2$  – концентрация  $\text{ZnCl}_2$ ;  $X_3$  – концентрация  $\text{BaCl}_2$ ;  $X_4$  – pH среды. Коэффициент нелинейной множественной корреляции равен  $R=0,94$ , а соответствующий ему коэффициент значимости равен  $t_R=24,97$

Таким образом, подобраны оптимальные условия процесса совместного соосаждения. Максимальный выход смеси сукцинатов 73,4% может быть получен при следующих концентрациях и pH среде:  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{BaCl}_2$  равны 0,1 М, а pH = 10. При уменьшении концентраций солей и pH среды выход осадка уменьшается.

## Моделирование составов песков пригодных для синтеза стеклогранулята

М.А. Душкина

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

Томский политехнический университет

634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, dushkinama@tpu.ru

Анализ научных исследований в области разработки пеностекольных материалов показывает актуальность вопроса расширения сырьевой базы для получения стекла, пригодного для вспенивания [1–3]. Наиболее доступным видом нерудного сырья является песок. Предварительные исследования показали пригодность стекольного кварцевого песка для получения низкотемпературного стеклогранулята – исходного материала для получения пеностекольного материала [3]. Природные пески в отличие от стекольных, являющихся продуктом обогащения, характеризуются повышенным содержанием примесей  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и

пониженным содержанием  $\text{SiO}_2$ , поэтому практический интерес представляет применение в технологии пеностекла небогатых песков.

Цель работы – определение граничных составов песков с повышенным содержанием  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , пригодных для синтеза стеклогранулята.

Допустимые концентрации  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в песке определяли в два этапа. На первом – находили область оптимальных составов стеклогранулята с повышенным содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Для этого на основе граничных составов стеклогранулята (табл. 1), рассчитывали методом уравнений компонентный состав модельных шихт (на основе песка Туганского месторождения, кальцинированной соды и доломита Заиграевского месторождения и оксидов алюминия и железа) и оксидный состав стеклогранулята с повышенным содержанием  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . При определении составов пересчет проводили с учетом частичного замещения  $\text{SiO}_2$  на  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{Na}_2\text{O}$  на  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

**Таблица 1.** Граничные составы стеклогранулята на основе стекольных песков

Состав	Содержание оксида, % мас.						
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	CaO	MgO	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{TiO}_2$
Низкощелочной	73,29	0,69	0,12	6,24	3,5	16,12	0,04
Высокощелочной	74,71	0,59	0,09	2,59	1,44	20,53	0,05

Рассчитанные составы стеклогранулята ограничиваются следующими пределами:  $\text{SiO}_2$  58–75 % мас.,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  не более 15 % мас. и  $\text{Na}_2\text{O}$  13–22 % мас. [3]. Полученные составы проверяли на соответствие критериям оптимальности, в качестве которых были выбраны: модуль вязкости (оптимальное значение 1,6–1,8), коэффициент структуры аниона (оптимальное значение 2,2–3,0) и фактор связности (оптимальное значение 3,30–3,36). Анализ рассчитанных значений показал, что допустимые содержания  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  при их совместном присутствии в стеклогрануляте, соответствующем критериям оптимальности составляют: 0,5–6 % мас.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и 0,7–8,6 % мас.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  для низкощелочного стеклогранулята ( $\text{Na}_2\text{O}$  13–16 % мас.); 0,5–10 % мас.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и 2,15–11,8 % мас.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  для высокощелочного стеклогранулята ( $\text{Na}_2\text{O}$  14,5–20 % мас.).

На втором этапе, исходя из данных об оптимальных составах стеклогранулята, определяли допустимые содержания  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  в составе песка. При расчетах принимали допущение, что химический состав соды и доломита постоянны, а состав песка переменен, причем уве-

личение содержаний  $Al_2O_3$  и  $Fe_2O_3$  эквивалентно уменьшению содержания  $SiO_2$ . Полученные данные показывают возможность использования песков с содержанием  $Fe_2O_3$  до 7,7% и  $Al_2O_3$  10,6% (содержание  $SiO_2$  не менее 81,5%) и  $Fe_2O_3$  до 10,6% и  $Al_2O_3$  до 14% (содержание  $SiO_2$  не менее 74%) для низкощелочного и высокощелочного стеклогранулята соответственно.

Таким образом, моделирование составов песков показало возможность использования в технологии пеностекла песков, содержащих примесные оксиды железа и алюминия до 10,6 и 14 % мас. соответственно. Это позволяет расширить сырьевую базу пеностекольных материалов за счет использования необогащенных природных песков.

### Список литературы

1. Патент 2 424 999 РФ МПК C03C 11/00 Стекло для получения пеностекла (варианты) / Бурученко А.Е., Середкин А.А. Заявлено: 26.01.2010; Опубликовано: 27.07.2011 Бюл. №21.
2. Патент 2 515 520 РФ МПК C03C 11/00 Гранулированное пеношлакостекло / Смолий В.А., Яценко Е.А., Косарев А.С., Гольцман Б.М. Заявлено: 10.09.2012; Опубликовано: 10.05.2014 Бюл. №20.
3. Казьмина О.В., Верещагин В.И., Абияка А.Н. Пеностеклокристаллические материалы на основе природного и техногенного сырья. Изд-во Томского политехнического университета, 2014.– 246 с.

---

## Влияние концентрации олеиновой кислоты на флотированность пирита

А.М. Ежов

Научный руководитель – к.т.н., доцент Ю.Б. Швалёв

*Томский политехнический университет*

*634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, erwachen74@mail.ru*

Проведение флотационного процесса основывается на применении специальных реагентов, делающих возможным разделение полезных минералов и пустой породы. Основными флотореагентами являются собиратели, чья задача заключается в гидрофобизации поверхности минерала. Сорбируясь на его частицах, собиратели многократно повышают возможность закрепления минерала на пузырьках воздуха. Прочность закрепления собирателя на поверхности определяется энергией связи его функциональной группы с минералом [1]. Одним из наиболее распространенных и универсальных собирателей является олеиновая кислота.