

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ФЕРРОХРОМОВЫХ ШЛАКОВ МЕТОДОМ СПЕКАНИЯ\*

Получение стеклокристаллических материалов методом спекания является наиболее перспективным, так как дает возможность ввести в состав материала 85 - 90% шлака. При получении материалов этим способом уменьшаются капитальные и энергетические затраты на их производство. Это дает возможность снизить себестоимость стеклокристаллических материалов в сравнении с аналогичными материалами, полученными другими методами. К тому же керамическая технология позволяет изготавливать из ситаллов изделия сложной формы и точных размеров [1].

Порошковый метод получения шлакоситаллов позволяет получить достаточно тоннокристаллическую структуру материала на основе кристаллической фазы исходных материалов. Рентгенофазовый анализ шлака показал наличие в нем двух кристаллических фаз - форстерита ( $Mg_2SiO_4$ ) и шпинели ( $MgAl_2O_4$ ), которые являются весьма перспективными с точки зрения получения химически- и износостойчивого материала [2, 3].

Объектом настоящего исследования был выбран закристаллизованный шлак Актюбинского завода ферросплавов следующего химического состава (в мас. %): 36,6  $SiO_2$ ; 15,99  $Al_2O_3$ ; 42,39  $MgO$ ; 0,16  $FeO$ ; 4,11  $Cr_2O_3$ ; 0,6  $TiO_2$ ; 0,15  $S^{2-}$ .

С целью повышения кислотоустойчивости материала и снижения температуры спекания в качестве добавок к шлаку апробированы песок и сульфат натрия. В качестве пластификатора использовалась сульфитно-спиртовая барда с плотностью 1,2. Количество  $SiO_2$ , вводимого в состав массы, варьировалось от 5 до 20 мас. %,  $Na_2O$  - от 1 до 5 мас.%. Предварительные эксперименты проводились при следующих технологических параметрах: давление прессования  $500 \text{ кг/см}^2$ , удель-

\* Работа выполнена под руководством докт. техн. наук, профессора Л.А.Жуниной.

ная поверхность порошков  $30\ 000\ \text{см}^2/\text{г}$ . Спекание образцов  $\phi\ 25\ \text{мм}$  и толщиной  $4 - 5\ \text{мм}$  осуществляли в силитовой печи в температурном интервале  $1250 - 1350^\circ\text{C}$ . При анализе полученных данных установлено, что оптимальным является состав, содержащий (сверх  $100\%$ )  $90\%$  шлака,  $10\%$  - песка и  $3\% - \text{Na}_2\text{O}$ .

Для установления оптимальных технологических параметров синтеза спеченного стеклокристаллического материала исследовалось изменение свойств в зависимости от удельной поверхности порошка, давления прессования и температуры спекания.

Удельная поверхность порошков определялась хроматографическим методом по тепловой десорбции. Исследовалось изменение кажущейся плотности ( $\rho$ ), открытой пористости ( $\Pi$ ) и водопоглощения от удельной поверхности порошков (рис.1). По полученным данным, степень спекаемости, которая характеризуется этими свойствами, находится в прямой зависимости от

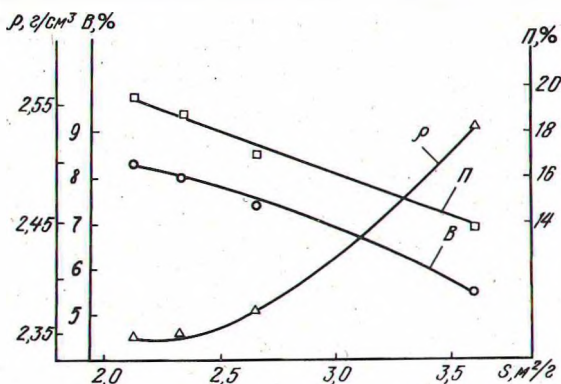


Рис. 1. Зависимость свойств спеченного материала от удельной поверхности порошков:  $\rho$  - кажущаяся плотность;  $B$  - водопоглощение;  $\Pi$  - пористость.

дисперсности порошка. Для дальнейших исследований выбран порошок с размером зерен менее  $60\ \text{мкм}$ , что соответствует удельной поверхности  $36\ 000\ \text{см}^2/\text{г}$ .

Для исследования влияния давления прессования изготавливались образцы в виде плиток  $50 \times 50 \times 5\ \text{мм}$ . Формование проводилось двухступенчатым прессованием в интервале давлений  $400 - 800\ \text{кг}/\text{см}^2$ . Промежуточное давление составляло  $40\%$  от конечного. Анализ полученных данных (рис.2) показал, что оптимальными свойствами обладают спеченные стекло-

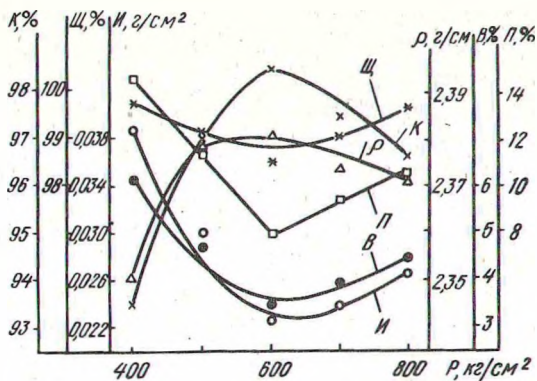


Рис. 2. Зависимость свойств спеченного материала от давления прессования:

К — кислотостойкость; Щ — щелочестойчивость; И — потери массы при истирании;  $\rho$  — кажущаяся плотность; В — водопоглощение; П — пористость.

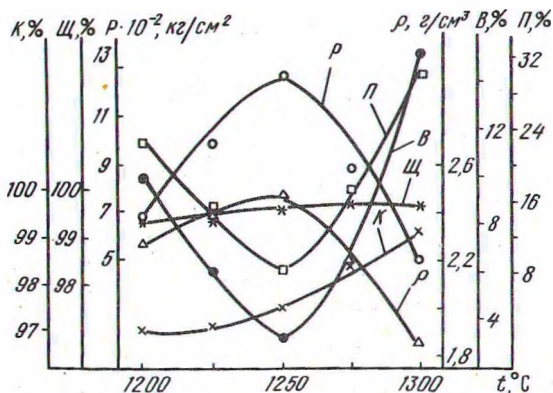


Рис. 3. Влияние температуры спекания на свойства стеклокристаллического материала:

Р — предел прочности при сжатии; К — кислотостойкость; Щ — щелочестойчивость;  $\rho$  — кажущаяся плотность; В — водопоглощение; П — пористость.

кристаллические материалы, полученные при удельном давлении прессования  $600 \text{ кг/см}^2$ . Ухудшение свойств при больших значениях удельного давления прессования, очевидно, обусловлено перепрессовкой, которая выражается в появлении трещин, видимых либо скрытых, но обнаруживаемых при хранении полуфабриката или после его термообработки. Перепрессовка обусловлена упругим расширением, основные причины которого: упругие напряжения, накопленные деформированными минераль-



ными частицами; растягивающие напряжения, создаваемые давлением запрессованного воздуха; раздвигающее действие жидкости, вытесненной в крупные поры в процессе сжатия и возвращающейся после снятия давления в межчастичные прослойки под влиянием поверхностных сил [4,5].

Значительное влияние на свойства спеченных стеклокристаллических материалов оказывает температура спекания. Оптимальная температура спекания (1200°C) определялась по температурным зависимостям механической прочности, химической устойчивости, пористости водопоглощения и кажущейся плотности (рис.3). Ниже ее об-

разуется недостаточное количество жидкой фазы и, очевидно, по этой причине не осуществляется максимальное уплотнение материала, что приводит к повышенным значениям пористости и водопоглощения. Поднятие температуры спекания выше 1250°C вызывает структурные изменения в материале, связанные с явлениями рекристаллизации, т.е. одни кристаллы растворяются, а другие растут до значительных размеров, что, вероятно, приводит к снижению механической прочности и увеличению пористости (рис. 4). В результате проведенных исследований получен стеклокристаллический материал, характеризующийся следующими физико-химическими свойствами;

Кажущаяся плотность	2,45 г/см <sup>3</sup>
Кислотостойкость (1 н HCl )	97,5%
Щелочеустойчивость (1 н NaOH)	99,5%
Водопоглощение	3%
Коэффициент термического расширения	$86,7 \cdot 10^{-7}$ град <sup>-1</sup>
Потери массы при истирании	0,022 г/см <sup>2</sup>
Микротвердость	687 кг/мм <sup>2</sup>
Предел прочности при сжатии	1250 кг/см <sup>2</sup>

Спеченный стеклокристаллический материал может быть рекомендован в качестве химически- и износостойчивого мате-

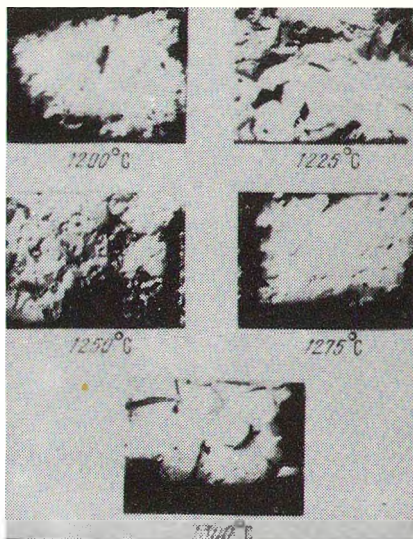


Рис. 4. Изменение структуры спеченного материала в зависимости от температуры спекания.

риала для изделий, работающих в условиях агрессивных сред и абразивного износа.

### Л и т е р а т у р а

1. Кручинин Ю.Д., Кручинина Л.П., Худякова И.Ф. Использование отвальных шлаков от плавки окисленных никелевых руд. - М., 1977. 2. Павлушкин Н.М. Основы технологии ситаллов. - М., 1970. 3. Балкевич В.Л. Техническая керамика. - М., 1968. 4. Кингери У.Д. Введение в керамику. - М., 1967. 5. Химическая технология керамики и огнеупоров/ Под ред. П.П.Будникова. - М., 1972.

УДК 666.117.90388046

С.Е.Баранцева, А.К.Бабосова

Г.Г.Скрипко

### ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ДОБАВКИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И КРИСТАЛЛИЗАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СТЕКОЛ С ПИРОКСЕНОВОЙ ОСНОВОЙ

С целью получения практических составов для химически стойких и механически прочных ситаллов в основу исследования была положена система  $\text{SiO}_2 - \text{MgO} - \text{CaO}$  [1], которая дополнялась оксидами  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , обеспечивающими удовлетворительные технологические свойства исходных стекол. В качестве эффективно действующего стимулятора кристаллизации при получении ситаллов в данном случае использовалась  $\text{TiO}_2$ .

Варка расчетных составов стекол велась в фарфоровых тиглях при температуре  $1480 \pm 20^\circ\text{C}$  с выдержкой 1 ч в окислительных условиях. При окислительном режиме варки происходит увеличение координации структурных единиц в расплаве и кристаллической решетке, что приводит в свою очередь к росту прочности минеральной фазы, формирующейся в дальнейшем [2 - 4].

На основании результатов градиентной кристаллизации для исследования были отобраны стекла составов 6 и 7, которые кристаллизовались объемно, без деформации.

Термограммы стекол составов 6 и 7 свидетельствовали о выделении одной кристаллической фазы (рис. 1). Дифрактограммы образцов этих стекол (рис. 2), термообработанных при  $1000^\circ\text{C}$  в течение 2 ч, подтверждают выделение кристал-