

Таблица 1 Свойства опытных стекол

Наименование свойства		№ состава стекла				
		2	5	14	15	1
ТКЛР ( $\alpha \cdot 10^7, K^{-1}$ )	экспериментальный	84,7	83,8	87,6	87,8	90,3
	расчетный	91,3	90,6	91,8	92,7	
Плотность стекла, $кг/м^3$	экспериментальная	2479	2468	2479	2487	2496
	расчетная	2493	2492	2500	2504	
Микротвёрдость, МПа		5864	5761	5701	5688	5850
Количество 0,01 н HCl, израсходованной на титрование, мл		0,8	0,9	1,3	0,9	0,8
Гидролитический класс		III	III	III	III	III

Заключение. Таким образом, в результате проведенных исследований кристаллизационной способности, технологических параметров и физико-химических свойств выявлена возможность снижения содержания в составах листовых стекол  $Al_2O_3$  на 25–35 % при условии компенсации возникающих негативных последствий путем оптимизации соотношений оксидов ( $MgO, SiO_2, Na_2O, CaO$ ). Составы №№ 2 и 15 по комплексу характеристик в наибольшей степени отвечают требованиям, предъявляемым к флоат-стеклу, что позволяет рекомендовать их для апробации в условиях ОАО «Гомельстекло».

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРАНИТОИДНЫХ ОТСЕВОВ И МЕТАДИАБАЗА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПЛИТОК ТИПА «ГРЭС»

Гундилович Н.Н., ХТиТ 5-9

Научный руководитель профессор, д.т.н., зав. кафедрой технологии стекла и керамики И.А. Левицкий

*Белорусский государственный технологический университет (г. Минск)*

Целью работы является исследование возможности использования гранитных отсевов или метадиабаз в производстве плиток для полов типа «грэс». Работа направлена на изучение возможности частичного либо полного замещения полевого шпата вишневогорского на гранитные отсевы или метадиабаз в составе масс.

Керамические плитки типа «грэс» относятся к изделиям строительной керамики со спекшимся черепком. Они отличаются высокой механической прочностью (прочность при изгибе составляет более 25 МПа), плотностью, сопротивлением истиранию (при применении кварцевого песка – менее  $0,18 \text{ г/см}^2$ ). Керамические плитки типа «грэс» имитируют природный камень, при этом керамический гранит устойчив к воздействию слабоагрессивных сред. Данные изделия не глазуруются и должны обладать низким водопоглощением (менее 0,5 %) для обеспечения требуемых эксплуатационных свойств.

Основными сырьевыми компонентами при производстве являются: глина «ДН-2», глина Веско-Техник, полевой шпат вишневогорский, каолин глуховецкий, каолин жежелевский, песок кварцевый, гранитоидные отсевы – отходы камнедробления гранитов или метадиабаз – магматическая горная порода. Кроме того, в состав массы сверх 100 % добавлялся бой плитки в количестве 2 %. В качестве электролита сверх 100 % в массы вводили  $Na_5P_3O_{10}$  в количестве 0,35 %.

Полевой шпат вишневогорский (Челябинская обл., Россия) имеет светло-серый цвет. Плотность –  $2572 \text{ кг/м}^3$ . Сырьевой компонент содержит в составе полевые шпаты в количестве 96,57%. Они представлены ортоклазом (70,89 %), большим количеством альбита (25,08 %) и анортитом (0,60 %). Присутствует также небольшое количество лимонита (0,18%), слюд и каолинита (2,28%), а также кварца (1,13%).

Гранитоидные отсевы являются побочным продуктом при добыче гранита. Граниты представляют собой кислую магматическую интрузивную горную породу, состоящую из кварца, плагиоклаза, калиевого полевого шпата и слюды. Плотность – 2600 кг/м<sup>3</sup>.

Метадиабаз является метаморфической горной породой, особенностью является высокое содержание оксидов железа: общее количество 10,66 % ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 4,30 %,  $\text{FeO}$  – 6,20 %). Химические составы метадиабазы, полевого шпата вишневогорского и гранитоидных отсевов представлены в таблице.

Таблица – Химический состав компонентов

Компонент	Оксиды и их содержание, %									
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	ППП	$\Sigma$
Полевой шпат вишневогорский	58,64	22,27	–	0,14	0,82	–	8,19	8,54	1,41	100
Гранитоидные отсевы	53,94	17,44	0,90	8,80	6,43	3,25	3,59	3,90	1,74	100
Метадиабаз	52,83	16,80	1,19	10,66	6,85	4,18	2,15	3,85	1,49	100

Из таблицы видно, что гранитоидные отсевы и метадиабаз содержат большое количество оксидов железа и меньшее количество оксидов щелочных металлов и  $\text{Al}_2\text{O}_3$  по сравнению с полевым шпатом. Эти факты должны оказывать значительное влияние на процессы спекания и свойства готовых изделий.

Исследуемые составы получены путем частичного или полного замещения полевого шпата вишневогорского на гранитоидные отсевы или метадиабаз. Замещение производилось в шаге 5,5 % в количестве от 5,5 до 33 %.

Сырьевые компоненты подвергались совместному мокрому помолу в шаровой мельнице до остатка на сите №0063 1–2 %. Полученная суспензия высушивалась в сушильном шкафу до влажности не более 2 % с дальнейшим получением пресс-порошка с влажностью 6–8 %. Формование образцов осуществлялось на гидравлических прессах при двухступенчатом давлении прессования: 1 ступень – 6 МПа, 2 ступень – 7,5 МПа. Обжиг производился при температуре  $1180 \pm 10$  °С в течение 50 мин в промышленной газопламенной печи конвейерной FMS 2500/113,4 (Италия).

В результате визуальной оценки изделий после обжига установлено, что внешний вид, качество и цвет образцов отличаются в зависимости от химического состава. Увеличение содержания гранитоидных отсевов и метадиабазы, имеющих в составе большее по сравнению с полевым шпатом количество красящих оксидов ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{FeO}$ ), приводит к более темной окраске керамического черепка, которая усиливается при повышении их количества.

Дифференциально-термический анализ керамических масс выполнен с помощью дериватографа OD-102 фирмы «МOM» (Венгрия). Кривые ДТА состава, содержащего 5,5% гранитоидных отсевов и такое же количество метадиабазы, аналогичны. При температуре 115–125 °С эндозэффект связан с удалением физической влаги. При температуре 560 °С отмечается эндотермический эффект, обусловленный разложением каолинита. Диссоциация карбонатов характеризуется эндозэффектом очень малой интенсивности, обусловленным разложением присутствующего кальцита. При температуре 860–865 °С – кальцита. Интенсивный экзозэффект при 910–915 °С свидетельствует о высокой интенсивности кристаллизационных процессов.

На основании определения водопоглощения образцов, проведенного по методике ГОСТ 2409, установлено, что степень спекания образцов исследуемых составов

керамических масс зависит от содержания и соотношения компонентов массы. Так, значения водопоглощения для образцов на основании гранитоидных отсеков находятся в интервале 0,44–0,67%. Для образцов, полученных с использованием метадиабаза значения водопоглощения составили 0,43–0,68 %. Исходный состав, содержащий только полевого шпата, имеет водопоглощение 0,43 %. Таким образом, при одновременном уменьшении содержания полевого шпата вишневогорского и увеличении гранитных отсеков или метадиабаза наблюдается повышение значений водопоглощения. Требованиям стандарта удовлетворяют только составы с содержанием гранитных отсеков не более 5,5 % или метадиабаза не более 11 % (водопоглощение менее 0,5 %).

Определение температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) исследуемых образцов производилось в интервале температур 20–400 °С на электронном dilatометре DEL 402 PC фирмы «Netzsch» (ФРГ). ТКЛР образцов с введением гранитоидных отсеков составил  $(5,55–6,28) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , ТКЛР образцов с использованием метадиабаза –  $(5,10–5,79) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . ТКЛР исходного состава на основе полевого шпата имеет значение  $6,27 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ . Таким образом, наблюдается снижение ТКЛР при увеличении количества гранитных отсеков или метадиабаза, что обусловлено уменьшением содержания оксидов щелочных металлов в составах масс. Это явление является положительным, так как обеспечивается повышение термостойкости керамических плиток.

Механическая прочность образцов проводилась на прессе марки ИП-100. Значения механической прочности при изгибе образцов, полученных с использованием гранитоидных отсеков составили 25,96–26,71 МПа, при введении метадиабаза – 25,87–26,67 МПа. Исходный состав имеет механическую прочность при изгибе 27,04 МПа. На рисунке представлена графическая зависимость значений механической прочности при изгибе образцов от содержания гранитоидных отсеков.

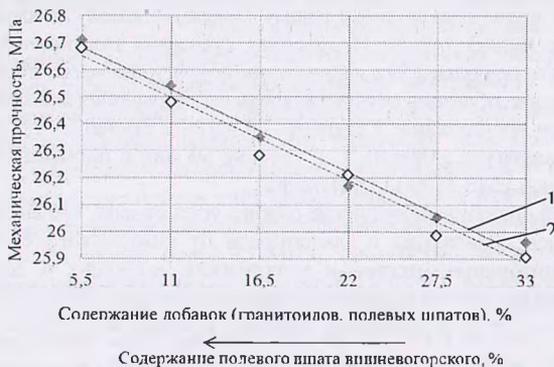


Рисунок – Зависимость значений механической прочности при изгибе образцов плиток 1 – от добавок гранитоидных отсеков, 2 – метадиабазов

Таким образом, увеличение содержания гранитоидных отсеков или метадиабаза приводит к снижению механической прочности, однако все составы обеспечивают требуемую по нормативно-технической документации прочность изделий (более 25 МПа).

Дифрактограммы исследуемых образцов снимались на дифрактометре ДРОН-3. Излучение  $\text{CuK}\alpha$ , детектор – сцинтилляционный счетчик. Запись производилась в диапазоне углов 14–70 °. В результате установлено, что фазовый состав полученных образцов представлен в основном анортитом, гематитом и  $\alpha$ -кварцем. Присутствует

небольшое количество муллита. При этом сохраняются также декоративные свойства керамических гранитов. Исследование структуры керамического черепка с использованием сканирующего микроскопа JEOL JSM-5610 LV синтетизированных масс, содержащих 5,5 % добавок, показало их идентичность. Структура черепка представлена кристаллическими образованиями преимущественно светлоцветных минералов с размером зерен 2--3 мкм. На их равномерном зернистом фоне видны темноцветные включения, равномерно распределенные на общем фоне. Их цвет темно-коричневый, до черного. Размеры данных включений составляют 1,5--2 мкм и принадлежат железосодержащим минералам. На общем фоне различимы игольчатые минералы, которые можно отнести к муллиту.

Замещение импортируемого полевого шпата вишневогорского на местные гранитные отсевы или метадиабаз позволит снизить затраты на производство керамической плитки типа «грэс». Однако среди исследуемых масс соответствие требованиям стандарта обеспечивают составы с содержанием гранитных отсеков или метадиабазы в количестве 5,5 и 11 % соответственно. Использование данных добавок не приведет к существенному изменению технологического режима получения плиток.

### ВЯЗКОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ СТЕКОЛ СИСТЕМЫ $BaO-B_2O_3-La_2O_3-TiO_2-SiO_2$

Дяденко М.В. ассистент к.т.н.

Научный руководитель профессор д.т.н. И.А. Левицкий

*УО «Белорусский государственный технологический университет» (г. Минск)*

Волоконная оптика относится к высокотехнологичным и перспективным материалам современности. Темпы роста волоконной оптики и оптоэлектроники на мировом рынке опережают все другие отрасли техники и составляют около 40 % в год.

Оптическое волокно представляет собой систему, состоящую из световедущей жилы, светоотражающей и защитной оболочек.

Оптическое стекло в настоящее время остается основным материалом для изготовления волоконно-оптических элементов различного назначения.

В Республике Беларусь производство волоконно-оптических изделий осуществляется на ОАО «Завод «Оптик» (г. Лида). В настоящее время на предприятии при производстве жесткого оптического волокна для изготовления световедущей жилы используют стекло марки ТБФ-10, состав которого разработан в середине прошлого столетия, и в настоящее время его оптические и технологические характеристики не отвечают современным запросам. Поэтому весьма актуальной является разработка состава стекла для световедущей жилы с требуемым комплексом характеристик.

Для решения поставленной задачи выбрана область составов стекол на основе системы  $BaO-La_2O_3-B_2O_3-TiO_2-SiO_2$  при постоянном суммарном содержании компонентов  $B_2O_3$ ,  $ZrO_2$ ,  $SiO_2$  и  $Nb_2O_5$ , составляющем 60 %. Содержание оксидов данной системы варьировалось в следующих пределах, %:  $BaO$  15--40;  $La_2O_3$  0--25;  $TiO_2$  0--25.

Выбор для исследования частного сечения многокомпонентной системы  $BaO-La_2O_3-B_2O_3-TiO_2-SiO_2$  с постоянными добавками  $ZrO_2$ ,  $Nb_2O_5$  при варьировании содержания оксидов  $BaO$ ,  $La_2O_3$  и  $TiO_2$  обусловлен их существенным влиянием на кристаллизационную способность стекол, их реологические и оптические характеристики.

Анализ доступных патентно-литературных источников в области составов и свойств стекол для производства оптического волокна выявил отсутствие систематизированных данных по исследованию лантансодержащих стекол с повышенным показателем преломления.

Получение стекол для световедущей жилы оптического волокна с требуемым показателем преломления представляется возможным на основе низкремнеземистых