

этом водопоглощение изменялось в пределах от 9,1 до 5,7 %, что можно объяснить уменьшением открытой пористости за счет улучшения спекания образцов. Этому способствует ряд факторов. Наряду с появлением расплава и развитием жидкофазного механизма переноса вещества при введении алюминия возникает процесс СВС, выделение дополнительной энергии способствует активации вязкого течения жидкости. Образование при этом Al способствует не только снижению пористости, но и повышению механической прочности спекаемого материала. ТКЛР образцов (при 400 °С) изменялся от  $7,1 \cdot 10^{-7}$  К-1 до  $2,5 \cdot 10^{-7}$  К-1. С повышением температуры обжига наблюдалось уменьшение значений ТКЛР, что обусловлено изменением фазового состава материала и выделением малорасширяющихся фаз. Механическая прочность при сжатии возрастала от 350 до 515 МПа с увеличением содержания металлического алюминия в массах и увеличением температуры обжига.

Оптимизация результатов исследования позволила сделать вывод о том, что наиболее оптимальным является состав массы, обожженный при температуре 1300 °С и содержащий 10 % металлического алюминия. Образцы данного состава имеют наименьшее водопоглощение (5,7 %), наибольшую кажущуюся плотность ( $2392 \text{ кг/м}^3$ ), наименьшую открытую пористость (12,8 %), минимальные значения ТКЛР ( $2,5 \cdot 10^{-7} \text{ К}^{-1}$ ) и наибольшую механическую прочность (515 МПа). Повышенные термомеханические характеристики материалов обусловлены как активацией процесса спекания при введении металлического алюминия, так и выделением фазы корунда дополнительно к муллито-кордиеритовой матрице. Полученные материалы рекомендуется использовать в качестве огнеприпаса и футеровки печей обжига.

УДК 666.266

### Синтез ситаллов с использованием отходов гальванических производств

Студентка гр. 8 Кухта М.А.

Научный руководитель – Кравчук А.П.

Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

Стеклокристаллические материалы благодаря своим высоким механическим, термическим и диэлектрическим свойствам, которые обеспечиваются различным фазовым составом, находят всё более широкое применение в различных отраслях промышленности. Особый интерес представляют ситаллы полученные с использованием недефицитного, недорогого сырья – отходов промышленного производства.

В этом случае наиболее целесообразным является получение пироксеновой фазы в качестве ведущей, поскольку в результате широкого изоморфизма пироксенов получаемый ситалл будет иметь мономинеральный состав, что и обеспечит ему высокие химическую стойкость и механические свойства.

Целью исследований являлось изучение возможности получения пироксеновых ситаллов с использованием отходов гальванического производства.

Анализ усреднённого химического состава гальваношлама, приведенного в таблице 1 показывает, что для формирования пироксеновой фазы (эгирина  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ) в нём содержится недостаточное количество  $\text{Na}_2\text{O}$  и  $\text{SiO}_2$ . Поэтому в составы стёкол вводился  $\text{Na}_2\text{O}$  в количестве 6,5–14,0 мас.% и  $\text{SiO}_2$  – 49,0–56,0 мас.%.

Таблица 1 – Химический состав гальваношлама, мас. %

Оксид	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{ZnO}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{FeO}$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{MnO}$	$\text{Cr}_2\text{O}_3$
Содержание, мас. %	1,64	0,26	21,3	58,54	2,65	4,54	2,7	3,02	0,02	0,27	4,88

В качестве технологической добавки позволяющей улучшить варочные и выработочные свойства стёкол использовали  $\text{MgO}$  и  $\text{CaO}$  в количестве 7,1 и 10 мас.% соответственно. Синтез стёкол проводился в фарфоровых тиглях при температуре 1450 °С.

Изучение устойчивости стеклообразного состояния методом градиентной кристаллизации показало, что синтезированные стёкла в интервале температур 650–1000 °С кристаллизуются с образованием тонкодисперсной ситалловой структуры, т.е. обладают высокой кристаллизационной способностью.

Согласно данным полученным в ходе изучения кристаллизационной способности синтезированные стёкла были подвергнуты термообработке по следующему режиму: 1) нагрев до 650 °С и выдержки 30 мин; 2) нагрев до 850 °С (выдержка 1 час); 3) инерционное охлаждение в печи.

Рентгенофазовый анализ термообработанных стёкол показал, что основными кристаллическими фазами в них являются диопсид ( $\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ ), геденбергит ( $\text{CaO} \cdot \text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ) и эгирин ( $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{SiO}_2$ ).

Микротвёрдость закристаллизованных стёкол изменялась в пределах от 8070 до 8890 МПа. Наибольшей микротвёрдостью характеризовались, закристаллизованные стёкла, содержащие  $\text{Na}_2\text{O}$  в количестве 6,5 мас.%,

что обеспечивается образованием в этих стёклах максимального количества пироксеновой кристаллической фазы.

Исследование теплового расширения термообработанных стёкол показало, что их ТКЛР изменялся в интервале от 69 до  $89 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ . Существенное влияние на величину ТКЛР закристаллизованных стекол оказывало введение  $\text{Na}_2\text{O}$ , как компонента, присутствующего в стеклофазе и обладающего высоким парциальным значением ТКЛР  $395 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ .

Таким образом, в ходе исследований установлено, что отходы гальванического производства могут использоваться для получения пироксеновых ситаллов, характеризующихся высокими физико-химическими свойствами (микротвёрдость 8070–8890 МПа, ТКЛР  $69\text{--}89 \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$ ).

УДК 666.762

### **О возможности использования каолинов Республики Беоарусь для получения керамических изделий различного назначения**

Студентка гр. 9. Комисарук Е.С., Козловская Е.В.

Научный руководитель – Дятлова Е.М.

Белорусский государственный технологический университет  
г. Минск

В настоящее время в связи с импортозамещением сырьевых материалов в керамической промышленности значительный интерес вызывает возможность использования местного каолинового сырья. В связи с этим возникла необходимость в детальном исследовании месторождений глинистого сырья и каолинов, условий их образования, определить зависимость технологических свойств сырья от химического, минералогического и гранулометрического состава, от условий их залегания. Решение этих вопросов позволит разработать оптимальные составы для получения конкурентоспособных керамических изделий различного назначения.

Одним из перспективных сырьевых материалов, представляющих интерес для получения строительной и технической керамики является каолин «Ситница» Брестской области Республики Беларусь, запасы которого превышают 6 млн. тонн. Химический состав каолина характеризуется содержанием оксидов, мас. %:  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 29,7;  $\text{SiO}_2$  – 54,12;  $(\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2)$  – 2,27;  $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$  – 2,23;  $(\text{CaO}+\text{MgO})$  – 0,91. По количеству  $\text{Al}_2\text{O}_3$  каолин «Ситница» можно отнести к полукислородному сырью со средним содержанием красящих оксидов и незначительными карбонатными включениями. По содержанию тонкодисперсных фракций каолин оценивается как низкодисперсное сырье. Число пластичности каолина составляет 4–7, что позволяет его классифицировать как малопластичное глинистое сырье. Каолин характеризуется значительным содержанием кварцевых примесей, количество которых составляет 55–60 %.

Для улучшения свойств каолинов в керамической промышленности применяют различные виды обогащения: мокрое, сухое, методы физико-химического и биологического воздействия. В последние годы значительно возрос интерес к биологической обработке глинистого сырья с целью повышения его качественных характеристик.

В работе проведено исследование влияния биологической обработки препаратом силикатных бактерий *Bacillus thuringiensis* на технологические свойства каолина «Ситница». В результате проведенных исследований установлено, что после биологической обработки увеличивается количество тонкой фракции в каолине (0,001 мм и менее). Это свидетельствует о том, что силикатные бактерии в результате своей жизнедеятельности выделяют поверхностно активные вещества, участвующие в ионообменных процессах и способствующие диспергации глинистых частиц. Поскольку диспергация глинистых частиц сопровождается увеличением числа контактов в единице объема, то наблюдается повышение пластичности каолина с 7 до 13.

С использованием каолина «Ситница» были синтезированы алюмосиликатные керамические материалы технического назначения. Опытные составы масс содержат каолин «Ситница», тугоплавкую глину «Городное», алюмосиликатный шамот. Для получения спеченной керамики использовали дополнительно полевой шпат и кварцевый песок.

Образцы получали методом полусухого прессования (тугоплавкая керамика) и литья (техническая керамика). Были изучены свойства синтезированных материалов (механическая прочность, водопоглощение, термический коэффициент линейного расширения) и установлена их зависимость от состава и температуры спекания (1200, 1250 и 1300 °С). Исследованы их фазовый состав и структура.

Результаты исследования показали, что каолин «Ситница» может быть использован как основной компонент для получения керамики строительного назначения, шамотных огнеупоров и алюмосиликатной керамики технического назначения, в частности для варки стекол и других высокотемпературных процессов.