

УДК 666.01

Получение стеклокристаллических изделий сложной формы с высокой износостойкостью на основе минерального сырья

Студент гр. 8, Корженевич М.А.

Научный руководитель – Терещенко И.М.

Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

На предприятиях нефтехимического комплекса широко используются транспортирующие установки, работающие в сложных условиях коррозионного и абразивного воздействия, что вызывает быстрый износ отдельных деталей и выход установок из строя.

В настоящее время основным материалом для изготовления ответственных элементов оборудования, например сферических элементов запорных устройств, являются дефицитные легированные стали. Однако в последнее время резко возросла их стоимость, что в совокупности с двумя характерными особенностями металлов: относительно невысокой устойчивостью к механической и химической коррозии, делает актуальным использование других видов материалов, например стеклокерамических, имеющие высокую прочность на сжатие, прочность, твердость, устойчивость к воздействию расплавов солей, шлаков, металлов, агрессивных жидкостей и газов, действию температуры, что позволяет применять их в химической и металлургической отраслях литейном производстве и др.

Таким образом, основная цель решаемой в данной работе, формулируется следующим образом: разработка технологии получения стеклокерамических изделий сложной формы, устойчивых к абразивному износу и коррозии.

Важными требованиями к разрабатываемым процессам является их экономическая и экологическая эффективность.

В качестве основы СКМ был выбран базальт, прежде всего по экономическим факторам, к которым относятся доступность и дешевизна данного вида сырья, а также в следствии высоких технико-эксплуатационных характеристик получаемых на их основе изделий: твердости, износостойкости, химической устойчивости.

В данной работе использовались базальты Ровненского месторождения (Украина), отличающиеся стабильностью химико-минералогического состава.

Анализ химического состава базальта показывает, что он является в полнее благоприятным для получения стекол и петроситаллов, поскольку отличается сравнительно низким содержанием SiO_2 – менее 50 мас.% и значительным содержанием модификаторов ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{RO} + \text{R}_2\text{O}$) – оксидов, снижающих температуру варки стекла.

Из возможных вариантов технологии получения изделий из СКМ был выбран порошковый способ. Этот способ синтеза ситаллов представляется как более продолжительный, трудо- и энергоемкий в сравнении с «классическим стекольным», преимуществами которого являются относительная простота, поточность, производительность, возможность обеспечения высокого уровня автоматизации технологических процессов. Однако в классической технологии имеются и недостатки: жесткие требования к варочным и формовочным свойствам стекла, его кристаллизационной способности, необходимостью точного соблюдения химических составов шихты и технологических параметров. Кроме того получаемые порошковым способом изделия обладают определенными достоинствами перед традиционной стеклокерамикой: повышенный уровень прочности, износо- и термической устойчивости, широких ассортиментов, технологичностью (широкий интервал спеченного состояния, равномерность усадки при обжиге, устойчивость к деформации в обжиге).

Особенностью порошкового способа является тот факт, что спеканию подвергаются порошки стекла с размером зерен около 8-10 мкм с добавкой катализатора кристаллизации, который вводится либо на стадии варки, либо на стадии помола стекла.

В настоящей работе с целью повышения эффективности термопластической технологии получения изделий на основе базальтов была видоизменена. В частности, принято решение существенно сократить долю стекла в исходной шихте, используя его в качестве высокотемпературного связующего. Оставшаяся часть шихты была представлена тонкоизмельченным базальтом. Другими словами частично осуществлен переход от стекольной технологии получения изделий к керамической, что позволяет существенно снизить энергоемкость производства.

Неотъемлемой частью термопластической технологии является приготовление порошковой стекольной шихты (удельная поверхность 5000 г/см^2), которая для получения готового изделия подвергается спеканию с одновременной кристаллизацией стекла. Особое внимание при получении петроситалла следует уделять определению температурных интервалов: 1) выгорания связующего; 2) кристаллизации; 3) спекания материала. Ответы на эти вопросы были получены при изучении исходного стекла методом дифференциально-термического анализа.

Установлено, что в области температур 160–550 °С на ней наблюдается несколько экзоэффектов, связанных с выгоранием связующего. Известно, что парафин является сложной смесью углеводородов с различными молекулярными массами, причем в интервале температур 160–300 °С выгорают легкие фракции, количество которых весьма велико, в интервале 320-470 °С удаляются средние фракции, содержание которых мало, а наиболее интенсивный экзоэффект при 500 °С связан с выгоранием большого количества тяжелых фракций. Поскольку интенсивное газовыделение при удалении термопластического связующего может привести к растрескиванию и потери формы изделия были приняты следующие меры предосторожности:

- низкая скорость подъема температуры (менее 2 град/мин) в интервале температуры 50-550 °С;
- выдержка при 200 °С в течение 0,5 ч;
- выдержка при 470 °С в течение 0,5 ч.

В дальнейшем ход обеих дериватограм идентичен и лишь при 850 °С наблюдается экзоэффект, связанный с кристаллизацией первой кристаллической фазы – авгита. Важна что процесс кристаллизации образцов не сопровождается существенными объемными изменениями, что позволяет осуществлять быстрый подъем температуры (до 300 град/ч).

Для выбора конечной температуры обжига потребовалось изучение изменения физико-химических свойств в зависимости от материала в интервале 750–1100 °С.

Данные изучения кажущейся плотности, водопоглощения и пористости, показывают что, их значения мало изменяются, вплоть до температуры 1050 °С. В интервале температур 1050-1100 °С происходит резкое снижение водопоглощения, пористости и увеличение кажущейся плотности в ходе интенсивно протекающего процесса спекания, который практически завершается к температуре 1100 °С.

Таким образом эта температура и была принята конечной температурой обжига, выдержка изделий при ней составляла 1 ч.

Основными кристаллическими фазами в синтезированном материале являются следующие: анортит, диопсид, авгит и гематит.

Основные свойства петроситаллов, полученные по термопластической технологии в соответствии с разработанным режимом термообработки следующие: кислотостойкость в 1н HCl – 98%, водопоглощение – 0,12%, потери при истирании – $0,03 \text{ г/см}^2$.