

Высокопористые керамические материалы из оксида алюминия

Елена Карасик, Цветан Димитров

Highly porous ceramic material of aluminum oxide. Investigated highly porous ceramic based materials of various grades of alumina, which are obtained by duplicating the polymer matrix. The optimum concentration of polyvinyl alcohol to obtain quality ceramic slurry. The influence of clay sintering additives on the properties of the studied ceramics.

Keywords: ceramic filters, slurry, polymeric matrix, properties.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с развитием современной техники к традиционным керамическим изделиям в последние годы предъявляются более жесткие требования, что вызывает необходимость создания новых материалов с заданным комплексом физико-химических свойств.

Наиболее перспективными в этом отношении являются высокопористые керамические материалы [1-3], которые имеют большой срок службы, высокое тепловое сопротивление, экологическую безопасность, пожаробезопасность, устойчивость к бытовым воздействиям, механическую прочность, простоту применения и характеризуются низкой стоимостью.

Весьма интересным материалом, сочетающим весь комплекс указанных свойств, а также имеющим широкое распространение, является корундовая керамика, которая представляет собой чистый оксид алюминия α - Al_2O_3 . Но известно, что корундовую керамику получают при высоких температурах спекания [4-5], поэтому снижение температуры изготовления высокопористой керамики, изготовленной на базе оксида алюминия, является задачей актуальной и перспективной.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В качестве сырьевых материалов для производства корундовой керамики применяют, главным образом, безводные формы оксида алюминия, которые выпускаются промышленностью в виде технического глинозема и белого электроплавленного корунда. Поэтому в работе были выбраны следующие сырьевые материалы: глинозем металлургический марки Г-0 (Николаевский глиноземный завод, ДСТУ 30558-98), глинозем неметаллургический марки ГК-1 (Бокситогорский глиноземный завод, Россия, ДСТУ 30559-98), глиноземы марок АЛО-ЕХ 325, АЛО-ЕХ 33 и АЛО-ЕХ 34 (Венгрия, Ajka Timfoldgyar), оксид алюминия марки «ч» (Завод химических реактивов "Донецк-Реактив", ТУ 6-09-426-75).

Результаты определения удельной поверхности и диаметра частиц исследуемых исходных сырьевых материалов приведены в таблице 1, анализ которых позволяет установить – размер частиц почти всех материалов находится в пределах 15-30 мкм, что свидетельствует о необходимости их предварительного помола с целью активации в процессе дальнейшего обжига и формирования необходимой структуры при относительно низких температурах. Поэтому все выбранные сырьевые материалы предварительно размалывали в фарфоровых барабанах в течение 4 часов с добавлением 50 мас.% воды.

Табл.1 Уд. поверхность и диаметр частиц исследуемых порошков оксида алюминия

Марка	Г-0	«Ч»	ГК-1	АЛО-ЕХ325	АЛО-ЕХ33	АЛО-ЕХ34
S, см ² /г	1158	691	2602	2515	2018	2003
d, мкм	18	29	15	16	20	20

После помола все порошки проявляли склонность к агрегации и характеризовались развитой поверхностью, что позволило прогнозировать возможность получения изделий при относительно низких температурах по сравнению с традиционными.

Высокопористые опытные образцы готовили методом дублирования полимерной матрицы, а именно пенополиуретана (далее ППУ с размером ячеек PPI 10 производства «ТК Руф Фоам»). Для получения керамического шликера использовали водный раствор поливинилового спирта (ПВС) концентрации 2 - 12 мас.% с шагом 2%, обжиг проводили при температуре 1450°C с выдержкой в течение 1 часа. По результатам проведенных опытов следует отметить, что при увеличении концентрации ПВС до 12% полученный керамический шликер (несмотря на тип основного сырья) становится очень вязким, и именно это препятствует равномерному просачиванию ППУ.

После визуального анализа обожженных образцов можно сделать вывод, что наиболее прочные изделия получены на базе следующих марок глинозема: ГК-1, ALO-EX325, ALO-EX 33, ALO-EX 34 Установлено, что максимальная температура обжига 1450°C с выдержкой в течение 1 часа является недостаточной для получения образцов нужной прочности.

Поэтому с целью дальнейшего снижения температуры обжига образцов в качестве спекающих вводили глинистые добавки, а именно глины Часов-Ярскую марки Ч-0, Положскую марки ПЛГ-3 и каолин Положский марки ПЛК-2 в количестве 5 - 50 мас.% (рис. 1, 2).

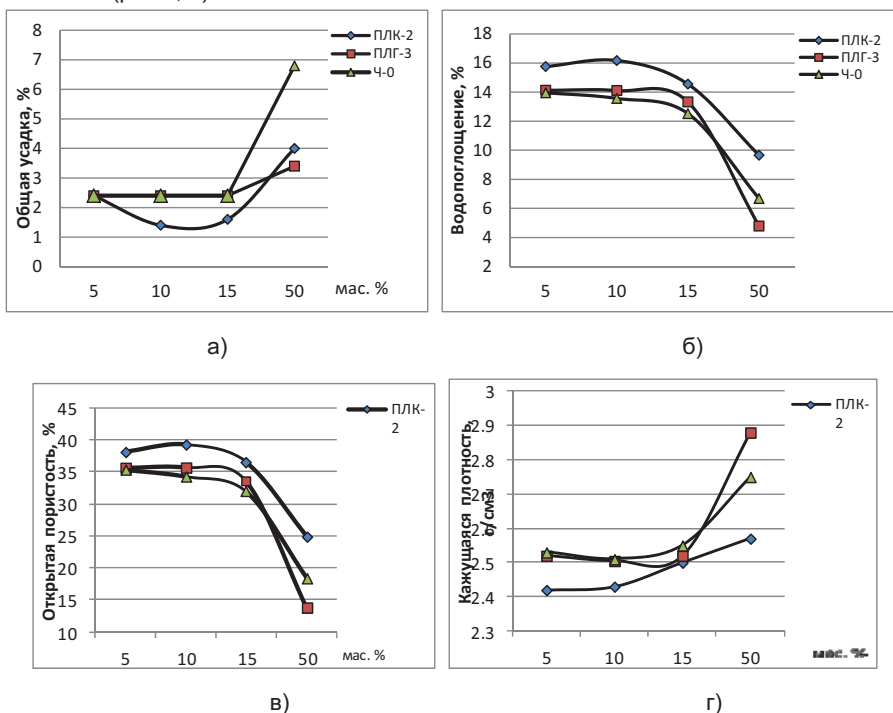


Рис. 1 Влияние глинистой добавки на свойства керамики (Al₂O₃ марки ALOEX-34): а) общая усадка, %; б) водопоглощение, %; в) открытая пористость, %; г) кажущаяся плотность, г/см³.

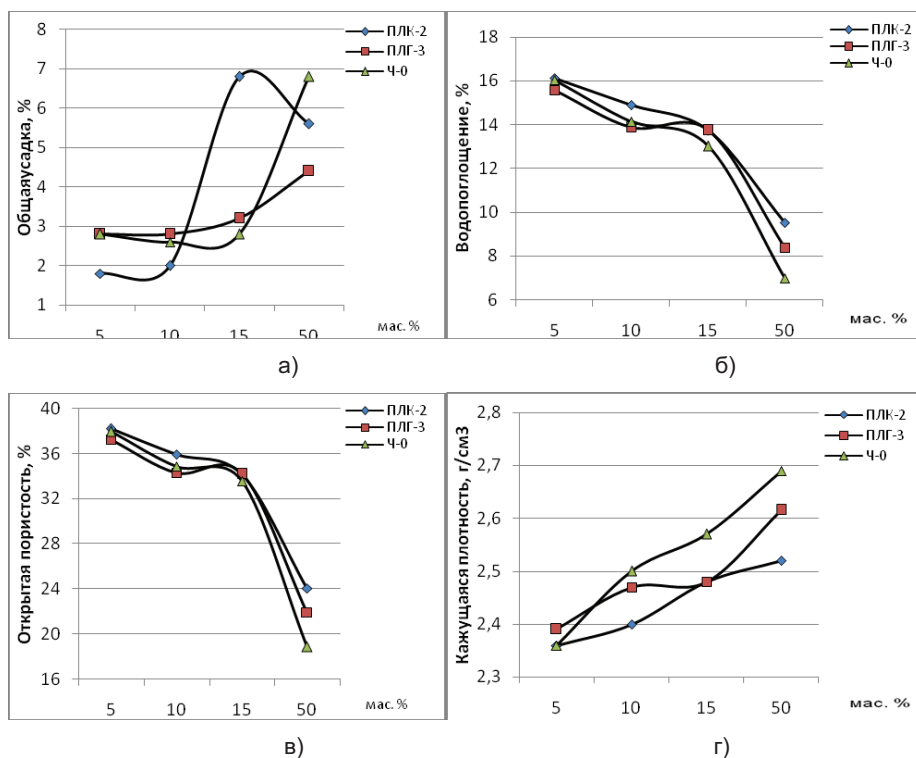


Рис. 2 Влияние глинистой добавки на свойства керамических материалов (Al₂O₃ марки ГК-1): а) общая усадка, %; б) водопоглощение, %; в) открытая пористость, %; г) кажущаяся плотность, г/см³.

Образцы готовили полусухим двухступенчатым прессованием в виде цилиндров. Композиционные смеси предварительно подвергали сухому помолу в планетарной мельнице в течение 5-10 минут. Обжиг проводили в силитовой печи в течение 1 часа при температуре 1300°C.

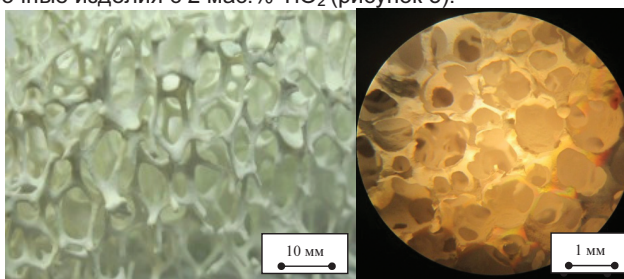
Наибольшее влияние для керамики на основе Al₂O₃ марки ALOEX-34 оказывают добавки глин ПЛГ-3 и Ч-0. Добавка каолина характеризуется менее интенсивным воздействием на спекание при выбранной температуре и, как следствие, практически не улучшает свойства образцов. Это вероятно обусловлено тем, что каолин является более чистым сырьем и содержит меньше примесей в своем составе, поэтому жидкая фаза при спекании образуется при более высокой температуре по сравнению с глинами. На свойства керамики на основе Al₂O₃ марки ГК-1 все три добавки влияют почти одинаково. Это можно объяснить тем, что содержание α-Al₂O₃ в указанных сырьевых материалах разный, поэтому температура для спекания керамического материала на основе ALOEX-34 должна быть больше, чем на основе ГК-1, следовательно, даже при выбранных условиях обжига небольшая разница в количестве примесей имеет значительное влияние. В общем лучшие показатели свойств для всех образцов имеют материалы с добавкой глины Часов-Ярской Ч-0, причем при увеличении количества добавки все указанные свойства вполне логично улучшаются, однако введение избыточного количества глинистого сырья не является целесообразным, поскольку в дальнейшем может

привести к ухудшению механических и огнеупорных свойств. Поэтому для изготовления высокопористых образцов в качестве добавки целесообразно использовать глины в количестве ~ 15 мас. %.

На основе разработанных материалов были изготовлены высокопористые изделия, обжиг которых проводили при температуре 1400°C с выдержкой в течение 1 часа. По показателям прочности, лучшими из них оказались образцы 1 (чистый ALOEX-34), 2 (ALOEX-34 + 5% ПЛК-2), 6 (ALOEX-34 + 5% ПЛГ-3) и 10 (ALOEX-34 + 5% Ч-0), остальные изделия оказались очень хрупкими.

Таким образом, значительно уменьшить температуру получения высокопористых образцов за счет введения пластичной глинистой составляющей не представляется возможным. Структурные перестройки, которые проходят во время обжига приводят к разрушению образцов. Предварительный обжиг глин и каолинов с целью удаления связанной воды должен проводиться очень тщательно: их структурная перестройка должна проходить полностью, что в производственных условиях усложняет процесс и является нецелесообразным, т.е. образование жидкой фазы в процессе обжига в данном случае не приводит к качественному спеканию и получению прочных изделий.

Поэтому с целью интенсификации твердофазного спекания к опытным смесям добавляли оксиды магния и титана в количестве 2 мас. % сверх 100%. Только после обжига образцов при температуре 1500°C в течение 2 часов были получены относительно прочные изделия с 2 мас. % TiO_2 (рисунок 3).



а)

б)

Рис. 3 Морфология полученных высокопористых керамических материалов на базе глинозема марки ALOEX-34

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После проведения комплекса исследований установлено, что для изготовления качественных высокопористых керамических изделий необходимо очень тщательно проводить подготовку исходного сырья: в процессе обжига в исходных сырьевых материалах не должно происходить структурных перестроек. Существенно уменьшить температуру получения высокопористых образцов за счет введения пластичной глинистой составляющей не представляется возможным. Структурные перестройки, которые проходят во время обжига в глинах и каолинах, а именно удаление структурной влаги и кристаллизация муллита, приводят к разрушению образцов. Некоторое снижение температуры изготовления высокопористых корундовых изделий возможно за счет интенсификации твердофазного спекания, а именно введения добавок, например MgO и TiO_2 . Температура обжига полученной таким образом высокопористой корундовой керамики находится в пределах 1500-1600°C.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Scheffler M., Colombo P. Cellular Ceramics. – Weinheim: Wiley – VCH, 2005 – 669 p.

[2] Гузман И.Я. Высокоогнеупорная пористая керамика – М.:«Металлургия», 1971 – 333 с.

[3] Кайнарский И.С., Дегтярева Э.В., Орлова И.Г. Корундовые огнеупоры и керамика. – М.: «Металлургия», 1981. – 168 с.

[4] Керамика из высокоогнеупорных окислов/ Бакунов В.П., Балкевич В.Л., Власов А.С. и др. – М.: «Металлургия», 1977 – 304 с.

Для контактов:

К.т.н., доцент Карасик Елена, Кафедра химической технологии керамики и стекла, Украинский государственный химико-технологический университет (г.Днепропетровск), тел. (050)340-02-16, e-mail:karalvit@rambler.ru

Доц. д-р Цветан Димитров, Русенски университет "Ангел Кънчев"– филиал Разград, кафедра "Химии и химической технологии", e-mail: tz_dimitrow@abv.bg

Доклад был рецензирован