

ПРИМЕНЕНИЕ ПОРООБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОНИЦАЕМО ПОРИСТОЙ КЕРАМИКИ

Е.В. ДЬЯКОНОВА, А.И. ЧЕРЕПАНОВА, К.В. КАМЫШНАЯ, Т.А. ХАБАС

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: habas@yandex.ru

Керамические фильтры в отличие от фильтров из полимеров и металлов имеют ряд преимуществ, в числе которых высокая термо- и химическая стойкость и высокое сопротивление изнашиванию в условиях трения и др. [1]. Керамический материал не является питательной средой для микроорганизмов, а лабиринтная структура порового пространства способствует удалению из фильтруемой среды очень мелких фрагментов. Но актуальной проблемой является улучшение механических свойств керамических фильтров, прочность которых уменьшается с увеличением пористости.

Свойства пористой керамики всех составов зависит от многих факторов, в том числе от вида, количества и качества применяемых порообразователей [2, 3]. В данном исследовании было проведено сравнение свойств пористой керамики на основе кордиерита ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) при введении в шихту традиционно применяемого порообразователя в виде отходов деревообработки (опилки) и специально подготовленного кристаллического органического вещества – карбамида. Оба вещества подвергаются термической деструкции с образованием пор в теле керамики. При этом учитывалось, что фильтрующие элементы должны иметь преимущественно проникаемую канальную пористость. Образование такой пористости облегчается при применении порообразователя с частицами удлиненной игольчатой формы. Поэтому в случае применения древесных отходов были выбраны опилки с коэффициентом формы 5 – 10 (отношение длины к диаметру), проходящие через сито с отверстием 0.2 мм. Карбамид в виде удлиненных кристаллов также был просеян через сито с аналогичным размером ячейки. Форму частиц порообразователей исследовали на электронном микроскопе JEOL 6000 (рис.1), характер пористости готовой керамики определялся методом ртутной порометрии на приборе «Поромер QuantachromePoreMaster 33», проникаемая пористость измерялась методом насыщения образцов водой по соотношению объема впитываемой воды к объему всего материала.

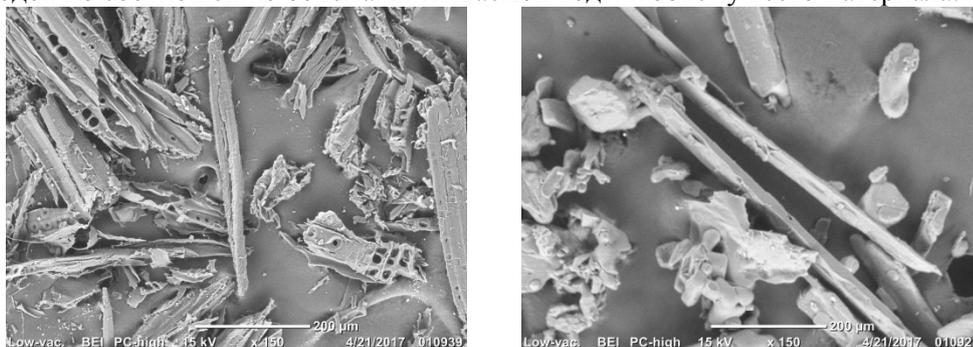


Рисунок 1 - Микрофотография частиц порообразователя: а) карбамид, б) опилки

Оптимальное количество вводимых в шихту опилок было установлено на уровне 2 мас.%. карбамида – 20 мас.%.

Кордиерит для керамических фильтров получали из шихты глина-серпентинит-боксит при температуре синтеза 1300 °С, затем производилось измельчение синтезированного кордиерита до тонины помола 0063, приготовление шихты и формование изделий методом полусухого прессования. Окончательный обжиг проводился так же до конечной температуры 1300 °С.

Микроструктура керамических образцов с порообразователем обоих видов показана на рисунке 2.

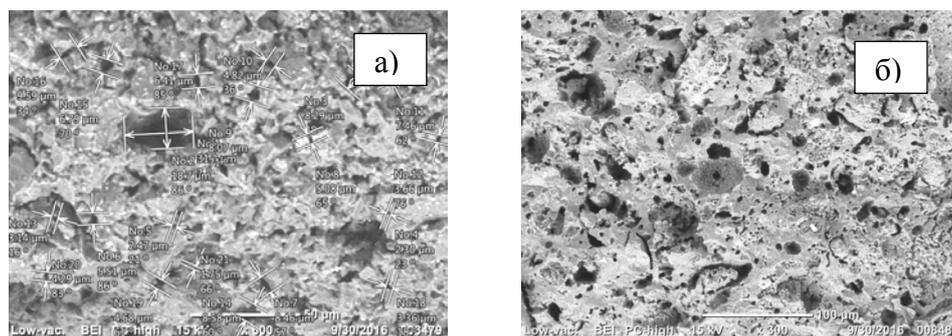


Рисунок 2 - Микроструктура керамики из кордиерита с порообразователем: а) в виде опилок (связка содержит 5% глины) и в) в виде карбамида

Определение характера пористости образцов с помощью ртутной порометрии и путем насыщения керамики водой показало, что объем пор от 3 до 20 мкм от общего объема порового пространства у образцов, полученных с применением порообразователя в виде опилок, составляет 52 – 54 %, карбамида - 60– 63 %. Более мелкие поры (0,7 – 5 мкм) в образце с введением опилок составляют 13 – 15 %, карбамида – до 40 %. Подобное отличие объясняется относительно меньшим количеством древесного порообразователя в шихте по сравнению с образцами, в которые вводился карбамид. Это обусловлено отличием свойств порообразователей. Применяемые в данном исследовании опилки сосны имеют плотность 450 кг/м³ и насыпную плотность 116 кг/м³; карбамид, соответственно, 1335 кг/м³ и 304 кг/м³. Из чего следует, что при одинаковой массе опилки занимают больший объем, чем карбамид, и, кроме того, они более упруги, чем карбамид. В образцах с опилками уже на стадии формования возникают многочисленные дефекты, которые отчетливо проявляются при спекании. Положительно сказывается на морфологии образцов этой группы добавление связки, содержащей сырую глину, карбоксиметилцеллюлозу (КМЦ), поливиниловый спирт (ПВС). Наиболее пластичные массы, дающие бездефектную прессовку получились при введении в шихту небольшой добавки (не более 0,5 мас.%) наноразмерного порошка алюминия, полученного электрическим взрывом проводника. Карбамид более плотный, не обладает такой сопротивляемостью упругим деформациям, какую имеет дерево, поэтому может быть введен в состав шихты в значительно большем количестве. Прочность пористой кордиеритовой керамики с порообразователем в виде карбамида превышает прочность керамики с опилками в шихте не менее чем в шесть раз.

Список литературы

1. Кордиерит - перспективный керамический материал / Е. Г. Аввакумов, А. А. Гусев.- Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-ния Рос. акад. наук, 1999. – 165 с.
2. J. G. Ayala-Landeros, V. Saucedo-Rivalcoba, S. Bribiesca-Vasquez, V.M. Castaño, A. L. Martínez-Hernández, C. Velasco-Santos. Influence of Corn Flour as Pore Forming Agent on Porous Ceramic Material Based Mullite: Morphology and Mechanical Properties// Science of Sintering, 48 (2016) 29-39.
3. Ye Li, Wei Cao, Lunlun Gong, Ruifang Zhang, Xudong Cheng. Properties of highly porous cordierite ceramic obtained by direct foaming and gelcasting method// Ceramics-Silikáty 60 (2), 91-98 (2016).