

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ
С РЕГУЛИРУЕМОЙ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРОЙ

С.Л. Радченко

Учреждение образования "Белорусский государственный
технологический университет", г. Минск, keramika@bstu.unibel.by

Application expediency of complex poreformation as lignine – sapropel, lignine – dolomite, sapropel – polystirol, lignine – peat for light-weight materials production is shown. Use of combustible additives combinations permits to regulate materials structure and accordinally allows to formate light-weight materials with a wide range of properties.

В качестве одного из способов получения теплоизоляционных тугоплавких керамических материалов с регулируемой пористой структурой и необходимым комплексом физико-химических свойств предлагается введение в шихту керамической матрицы комплексных порообразователей.

Керамическую матрицу образцов составили местная тугоплавкая глина, огнеупорный наполнитель – шамот алюмосиликатный (бой и лом огнеупорных изделий), и небольшое количество огнеупорной глины. Для создания пористой структуры использовались комбинации органических, органоминеральных и минеральных добавок, такие как: лигнин – сапропель, лигнин – доломит, сапропель – полистирол, лигнин – торф. Температура обжига – 1100 °С.

Сапропели – органогенные образования пресноводных водоемов, которые начали использоваться сравнительно недавно [1]. Большинство озер Беларуси значительно заилено, в них сосредоточены огромные ресурсы сапропелей – ценного сырья, добыча и использование которого позволяет решить две задачи: очистку и восстановление огибающих водоемов и использование сапропелей в различных отраслях хозяйства. В работе использовался сапропель оз. Сергеевское карбонатного типа: потери при прокаливании (п.п.п.) – 57%; содержание СаО в зольном остатке – 77,6 мас. %.

Лигнин – это природный полимер, вещество одревеневших растительных тканей, которые скрепляют целлюлозные волокна. Гидролизный лигнин получается при гидролизе древесного сырья (щепы, опилок) разбавленной серной кислотой. На территории республики работают два гидролизных завода Речицкий и Бобруйский. Общее количество лигнина (отхода) составляет 6,5 млн. т. [2]. Лигнин вывозят в отвалы, захламывая значительные земельные участки, представляющие собой большую материальную ценность, при этом утрачивается эстетический вид ландшафта, образуются отвалы с повышенной пожароопасностью. В работе использовался лигнин Бобруйского гидролизного завода; п.п.п. лигнина – 95%.

Порообразователь лигнин-сапропель. Выбор данного комплексного порообразователя объясняется тем, что оба компонента обеспечивают формирование развитой пористой структуры легковесного материала, однако, уровень основных эксплуатационных свойств различен: применение лигнина обуславливает высокую пористость и низкие значения кажущейся плотности (800-1000 кг/м³) при невысокой механической прочности (2,5-4 МПа); введение сапропеля определяет более высокую кажущуюся плотность (>1150 кг/м³) и значительную прочность (>10 МПа). Очевидно, что за счет совместного введения указанных порообразователей можно повысить уровень физико-химических свойств. Кроме того, существует

возможность целенаправленного формирования структуры материала с обеспечением заданного комплекса основных свойств путем введения указанных выгорающих компонентов в различном соотношении.

На рис.1 приведены зависимости свойств материалов данной серии от соотношения выгорающих добавок. Из приведенных данных видно, что с увеличением процентного содержания в массе сапропеля и, соответственно, уменьшением лигнина водопоглощение и кажущаяся пористость образцов снижаются, возрастают кажущаяся плотность, коэффициент теплопроводности и механическая прочность при сжатии, что является вполне логичным (параметры основных свойств материалов проявляют свою аддитивность) и объясняются различными значениями п.п.п. использованных порообразователей. Зависимости свойств от соотношения выгорающих компонентов имеют прямолинейный характер. В этой связи представляло определенный интерес изучение особенностей формирования пористой структуры образцов и их фазового состава.

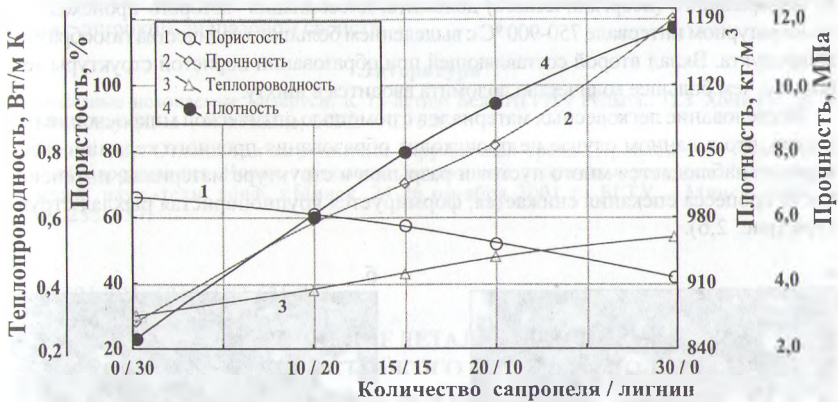


Рис.1. Зависимости свойств легковесов серии лигнин-сапропель от количественного соотношения выгорающих компонентов в комбинации

Проведенное исследование с помощью оптической микроскопии (рис. 2,а) показало, что решающее влияние на строение синтезированных легковесов оказывает введение лигнина и полученные материалы характеризуются наличием, в основном, анизометричных пор размером до 1,3 мм (при соотношении лигнин / сапропель равном 2/1) и формой, соответствующей частицам лигнина. С изменением соотношения порообразователей до 1/2 наблюдается некоторое количество округлых пор размером до 0,5 мм, обусловленных частицами сапропеля. Однако структуры с мелкими изометричными порами, характерной для материалов, полученных с применением сапропеля, даже в этом случае не отмечается. Очевидно, лигнин существенно разрыхляет структуру материала, поры при этом часто соединяются друг с другом, образуя полости сложной формы.

Повышение прочности образцов с увеличением доли сапропеля в комбинации, очевидно, связано с процессами кристаллизации расплава, образовавшегося за счет взаимодействия СаО зольного остатка с легкоплавкими железистыми эвтектиками, с формированием алюмосиликатов и силикатов кальция. В фазовом составе обо-

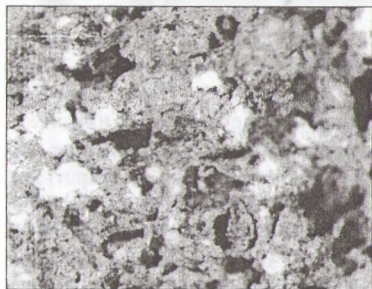
жеженных образцов отмечены следующие кристаллические фазы: муллит, анортит, гематит, кварц. Зафиксированы также следы кристобалита. С увеличением доли сапропеля повышается количество анортитовой фазы.

Порообразователь лигнин-доломит. По аналогии с сапропелем, представляющим собой естественную органоминеральную композицию, исследуемый порообразователь лигнин-доломит является искусственной органоминеральной добавкой. Указанный комплексный порообразователь составлен с целью получения легковесных материалов с повышенной пористостью.

Анализ экспериментальных данных показывает, что с введением и повышением количества доломита происходит формирование более развитой пористой структуры материалов с повышенной кажущейся пористостью и, соответственно, более низкой кажущейся плотностью. Это можно объяснить тем, что процессы порообразования в исследуемых составах, аналогично составам серии лигнин-сапропель, происходят в два этапа: 1) за счет выгорания органического компонента – лигнина; 2) при термообработке минерального (неорганического) доломита, диссоциация которого происходит в температурном интервале 750-900 °С с выделением большого количества газообразного продукта. Вклад второй составляющей при образовании пористой структуры тем больше, чем большее количество доломита вводится в шихту.

Исследование легковесных материалов с помощью оптической микроскопии показало, что в данном случае не происходит образования прочного керамического каркаса: наблюдается много пустот и разрывов в структуре материала, интенсивность процесса спекания снижается, формируется крупнопористая рыхлая структура (рис. 2,б).

а



б



Рис. 2. Структура материалов (t_{12}):

а – порообразователь лигнин-сапропель, *б* – порообразователь лигнин-доломит

За счет увеличения пористости образцов повышается эффективность теплоизоляции синтезированных легковесов (коэффициент теплопроводности $< 0,28$ Вт/м·К), но, вместе с тем, образование такого типа пористой структуры обуславливает понижение механической прочности до 2,3-2,1 МПа, что значительно ниже требуемый действующего стандарта. Поэтому введение в лигнинсодержащую массу более 5% доломита не рекомендуется.

Порообразователь сапропель-полистирол (вспученный полистирол фракции 0,2-0,3 мм). Введение полистирольных гранул способствует формированию мелкопористой структуры с достаточно высокой долей закрытых сферических пор, что

положительно сказывается как на величине теплопроводности материалов, которая уменьшается до 0,25 Вт/м·К (при максимальном содержании полистирола), так и препятствует резкому снижению прочности образцов до 4 МПа.

Порообразователь лигнин-торф. Комплексное введение данных органических выгорающих компонентов, характеризующихся анизометричностью частиц, не изменяет структуру материалов, изготовленных из масс с одним из порообразователей. Структура образцов исследуемой серии представляет собой прерывистый каркас зернистого строения с микротрещинами и неплотными контактами между зёрнами, поверхность пор, как правило, шероховатая. Форма пор в основном продолговатая, размер находится в пределах от десятых долей до 2,5 мм. Зависимости свойств от соотношения выгорающих компонентов носят линейный характер.

Таким образом, проведенный эксперимент по применению различных комплексных порообразователей (комбинаций) показал, что совместное введение в шихту добавок различного вида позволяет регулировать структуру теплоизоляционных керамических материалов, что в свою очередь обеспечивает формирование легковесов с широким диапазоном свойств.

Литература

1. Полезные ископаемые Беларуси: К 75-летию БелНИГРИ / Редкол.: П.З. Хомич и др. – Мн.: Адукацыя і выхаванне, 2002. – С. 528.
2. Белый О.А. Отходы как загрязнители окружающей среды. Проблемы их утилизации и обезвреживания. Новые технологии рециклинга вторичных ресурсов: Материалы междунауч.-техн. конф. г. Минск, 24-26 октября 2001 г./ БГТУ. – Минск, 2001. – С. 255-257.

УДК 621.793+621.8.002:621.793

УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН НАНЕСЕНИЕМ ИЗНОСОСТОЙКОГО СЛОЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛА СВС-РЕАКЦИЙ

В.В. Саранцев

Белорусский национальный технический университет, г. Минск

The way of coating a wearproof layer is developed due to heat exothermic reactions. The technology of coating a wearproof layer on flat and round parts is resulted. Influence of preliminary deformation hardening on size of a transitive zone is investigated.

Синтез сжиганием, или СВС (самораспространяющийся высокотемпературный синтез), технология получения керамических материалов, основанная на прямом синтезе тугоплавких неорганических соединений и интерметаллидов в экзотермических реакциях между химическими элементами. Характерной особенностью метода СВС является то, что при однократном поджоге смеси порошков исходных элементов с одного конца инициируется химическая реакция и возникает волна горения, которая затем без внешнего воздействия распространяется вдоль образца. Теплота реакции при этом расходуется на нагревание смеси и спекание образующегося материала [1].

С точки зрения теории горения описываемая реакция представляет собой распространение пламени в горючей смеси (горение предварительно смешанных реагентов) или распространение пламени с высокотемпературной волной горения. В таких процессах горения обычно четко различаются зона пламени и зона догорания.