

Грузоприемная платформа, внешний вид которой показан на рисунке 1, представляет собой два несущих швеллера, между которыми располагается настил арочной формы, которая позволяет использовать весы без въездных аппарелей и обеспечивает высокую жесткость конструкции. Также разработана конструкция весов с двумя грузоприемными площадками под двухосную колесную тележку (рисунок 2).

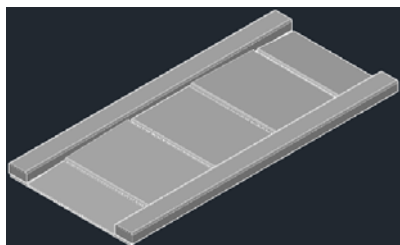


Рисунок 2 – Вариант весов

В полостях швеллеров расположены четыре весоизмерительные опоры на основе малогабаритных бесконтактных дифференциальных индуктивных преобразователей. Выбор преобразователей был обусловлен тем, что они обладают высокими метрологическими характеристиками и позволяют располагать электронный блок на значительном расстоянии. Подобные преобразователи использовались авторами в весоизмерительных опорах дозаторов компонентов бетонных смесей [1]. Электронный блок в этом случае располагался на расстоянии 50 м, в экспериментах датчики нормально работали при длине трехпроводного экранированного кабеля 100 м. В качестве упругого элемента в опорах использован так называемый «механический мост», широко применяемый с тензодатчиками, однако он разнесен по концам швеллеров, то есть каждая опора использует половину упругого элемен-

та. Такая конструкция позволяет максимально уменьшить габариты опор.

Основание весов выполнено в виде двух отдельных швеллеров, вложенных в швеллеры платформы, что позволяет защитить весоизмерительные опоры от воздействия атмосферных осадков, пыли, песка, мусора. Металлические элементы конструкции покрыты слоем цинка для защиты от коррозии.

Электронный блок имеет цифровое отсчетное устройство со светодиодными индикаторами, которое показывает вес автомобиля отдельно по каждой оси и автоматически выполняет суммирование по заданному количеству осей, которое задается переключателем. Предполагается ввести в электронный блок устройство сопряжения с ЭВМ типа IBM PC через последовательный интерфейс RS-485 или с использованием беспроводных систем коммуникации.

Предлагаемое весоизмерительное устройство находится в стадии изготовления. Готовая конструкция будет иметь следующие технические характеристики (указаны ориентировочно):

- наибольший предел взвешивания (на одно колесо) – 10 000 кг;
- наименьший предел взвешивания (на одно колесо) – 100 кг;
- класс точности по ГОСТ 30414-96 – 1;
- габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм – 1000×600×75

Взвешивание автомобилей производится при скорости движения до 10 км/ч.

#### Литература

1. Минченя Н.Т. Весоизмерительное устройство к дозатору компонентов бетонных смесей / Н.Т. Минченя, А.Л. Савченко // Материалы МНТК «Наука и технологии на рубеже XXI века». – Минск, 2000.

УДК 666.651.2

### КОРДИЕРИТСОДЕРЖАЩАЯ КЕРАМИКА НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ МАГНИЙСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ

Попов Р.Ю.<sup>1</sup>, Дятлова Е.М.<sup>1</sup>, Самсонова А.С.<sup>1</sup>, Шамколович В.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Кордиерит  $Mg_2Al_4Si_5O_{18}$  – единственное тройное соединение в системе  $MgO-Al_2O_3-SiO_2$ ; кристаллизуется в поле муллита. Плавится incongruently с выделением муллита и магнезиального расплава при температуре около 1435 °С. Плотность кордиерита 2600–2800 кг/м<sup>3</sup>, твердость по шкале Мооса – 7–7,5, система кристаллов – ромбическая [1].

Изделия из кордиеритовой керамики нашли применение в машино- и приборостроении, ис-

пользуются для изготовления термостойкой посуды.

Основными проблемами технологии получения кордиеритосодержащих изделий на основе традиционных сырьевых материалов являются высокие температуры синтеза, что необходимо для достижения надлежащего содержания кордиерита в материале, а также узкий интервал спекания, который обычно составляет 15–30 °С и обусловлен образованием расплавов с малой вязко-

стью при быстром нарастании его количества, что приводит к опасности деформации изделий [2].

Синтез кордиерита осуществляется из оксидов. Однако для промышленного изготовления кордиеритовой керамики используют природные материалы – тальк, высококачественные огнеупорные глины и искусственный технический глинозем или электроплавленный корунд [3–5]. Температура обжига кордиерита 1 300–1 410 °С. Кордиеритовая керамика имеет очень короткий интервал обжига, что сильно затрудняет ее производство.

Материалы на основе системы  $MgO-Al_2O_3-SiO_2$  представляют значительный интерес для производства термостойких электроизоляционных керамических материалов, способных работать в условиях высоких температур, не разрушаясь и сохраняя высокие показатели электроизоляционных свойств.

Сочетание низкого значения термического расширения и достаточно высоких электроизоляционных показателей позволяют рассматривать кордиеритовую керамику как один из наиболее перспективных керамических материалов в данной области исследования.

Для изготовления кордиеритовой керамики в настоящей работе предлагается использовать следующие сырьевые компоненты: глина «Керамик-Веско», технический глинозем, тальк онотский, дунит и серпентинит, в качестве добавки – карбонат лития. Количество компонентов подбиралось таким образом, чтобы соответствовать стехиометрическому составу кордиерита, а содержание добавки в пределах 1,5–4,5 мас. %.

Технология изготовления образцов предусматривала следующие стадии. Все сырьевые материалы высушивались в сушильном шкафу при температуре 100–110 °С, затем проходили предварительное дробление и измельчение до прохождения продукта через сито с сеткой №05 (остаток на сите до 2 %). Подготовленные сырьевые компоненты, взвешивали в соответствии с рецептурой, перемешивали и для лучшего усреднения массы и помещали в планетарную мельницу фирмы Retsch PM-100 на 20 мин.

Приготовленная смесь увлажнялась до влажности 6–8 %, готовый пресс-порошок вылеживался в течение 1 сут. для усреднения по составу и влажности. Формование образцов осуществлялось на гидравлическом прессе при давлении 35–40 МПа. Далее производилась сушка образцов в сушильном шкафу при температуре 100–110 °С в течение 2 ч. После чего осуществлялся однократный обжиг в электрической печи при температурах 1 100 °С, 1 150 °С и 1 200 °С с выдержкой при максимальной температуре 1 ч. Скорость подъема температуры в процессе обжига составляла 200–250 °С/ч. Образцы охлаждались инерционно в течение 1 сут.

В процессе выполнения работы исследованы физико-химические характеристики образцов, установлены зависимости свойств материала от состава сырьевых смесей и температуры обжига.

Значения физико-химических свойств изменялись в довольно широком интервале в зависимости от вида применяемого сырья, шихтового состава керамических масс и температуры обжига. Так, кажущаяся плотность образцов, термообработанных при 1 100 °С, в случае применения в качестве магнийсодержащего компонента талька, составила 1 470–2 038 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение – 16,4–32,4 %, открытая пористость – 33,4–47,6 %; кажущаяся плотность в образцах, содержащих дунит – 1540–2183 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение – 12,6–26,7 %, открытая пористость – 27,4–41,1 %; кажущаяся плотность при введении в состав масс серпентинита – 1 615–2 252 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение – 11,2–24,1 %, открытая пористость – 25,3–38,9 %.

С увеличением температуры обжига наблюдается закономерное изменение показателей спекания материала: повышается кажущаяся плотность и механическая прочность образцов, снижается водопоглощение и открытая пористость. Такие изменения свойств связаны с увеличением содержания стекловидной фазы, снижением вязкости расплава, повышением его проникающей способности, а также с процессом формирования некоторых кристаллических фаз.

Таким образом, образцы керамики, полученные на основе различных магнийсодержащих компонентов после обжига при температуре 1200 °С, характеризовались следующими показателями свойств: кажущаяся плотность при использовании талька – 1 659–2 186 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение – 16,4–32,4 %, открытая пористость – 24,8–38,3 %; кажущаяся плотность в образцах, содержащих дунит – 1 751–2 352 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение – 8,5–19,5 %, открытая пористость – 19,9–34,2 %; кажущаяся плотность при введении в состав масс серпентинита – 1818–2427 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощение – 6,3–16,4 %, открытая пористость – 15,3–28,7 %.

Следует отметить, что введение в состав керамических масс карбоната лития несколько ухудшает показатели спекания в интервале температур 1 100–1 200 °С, однако присутствие оксида лития способствует снижению температурного коэффициента линейного расширения.

Наилучшими показателями спекания характеризуются образцы, синтезированные на основе серпентинита, что связано с химическим, а также минеральным составом сырья. При этом наибольшее влияние оказывают оксиды щелочных, щелочноземельных металлов, соединения железа.

Механическая прочность образцов (при сжатии), полученных на основе масс исследуемой

системы, в зависимости от вида применяемого магнийсодержащего компонента, а также температуры обжига находятся в достаточно широком интервале: при температуре 1100 °С – 32,0–101,5 МПа; 1150 °С – 34,8–108,7 МПа; при 1200 °С – 47,7–117,6 МПа.

Повышение механической прочности материалов обусловлено интенсификацией процессов фазообразования, причем главенствующую роль играют, в основном, муллит и кордиерит, обеспечивающие достаточно неплохие физико-химические свойства. Кроме того, увеличение содержания образующегося при термообработке расплава, насыщаемого тугоплавкими и огнеупорными компонентами, его проникающая способность, приводящая к цементированию отдельных агрегатов массы в одну керамическую матрицу, также способствует образованию более плотной структуры с необходимым набором механических характеристик.

Значения ТКЛР синтезированных образцов находятся в достаточно широком пределе значений от 0,12 до  $4,62 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , что говорит о важной роли используемых компонентов на процессы, протекающие при обжиге керамики, и, прежде всего, на формирование фазового состава. Использование оксида лития, введенного  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ , оказывает положительное влияние на формирование низкорасширяющихся кристаллических фаз, что способствует повышению термостойкости материала.

Согласно данным рентгенофазового анализа, фазовый состав керамики представлен: кордиеритом  $\text{Mg}_2\text{Al}_3[\text{AlSi}_5\text{O}_{18}]$ , муллитом ( $\text{Al}_6\text{Si}_2\text{O}_{13}$ ), корундом  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ , низкотемпературным кварцем

( $\text{SiO}_2$ ), кроме того в материале присутствует твердый раствор кордиерита и сподумена сложного состава, шпинель ( $\text{MgAl}_2\text{O}_4$ ), а также в незначительных количествах форстерит ( $\text{Mg}_2\text{SiO}_4$ ).

Таким образом, в работе изучены возможности применения различных магнийсодержащих сырьевых материалов для получения кордиеритсодержащих изделий, проведены исследования свойств, структуры, фазового состава синтезированной керамики, установлены закономерности изменения свойств материала в зависимости от типа применяемого магнийсодержащего сырья, его химического состава, температурно-временных режимов обжига образцов. Оптимизирован состав керамических масс, а также уточнены режимы обжига изделий.

#### Литература

1. Берри Л. Минералогия / Л. Берри, Б. Менсон, Р. Дитрих. – М.: Мир, 1987. – 592 с.
2. Авакумов Г.Н. Кордиерит – перспективный керамический материал / Г.Н. Авакумов, А.А. Гусев. – Новосибирск: Наука, 1999. – 167 с.
3. Балкевич В.Л. Техническая керамика: учеб. пособие для вузов / В.Л. Балкевич. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
4. Мержанов А.Г. СВС-абразивы: производство, свойства, применение / А.Г. Мержанов // Наука – производству. – 1999. – № 10. – С. 5–8.
5. Шихта для изготовления огнеприпаса: пат. 2079467 РФ, МПК<sup>6</sup> С 04В 33/22; 35/195 / И.Р. Невский, И.Ю. Бескова, В.Б. Акименко, М.В. Рябова, Р.П. Савенкова, Л.Р. Харланов, Ю.А. Чашников; заявитель Акционерное общество Конаковский фаянсовый завод «Фаянс». – № 95108366/03; опубл. 20.05.97 // Открытия. Изобрет. – 1997. – № 14. – С. 105–108.

УДК 666.7

### ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ВОЛЛАСТОНИТА

Попов Р.Ю.<sup>1</sup>, Дятлова Е.М.<sup>1</sup>, Самсонова А.С.<sup>1</sup>, Шамкалович В.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь

Электроизоляционные материалы должны обладать комплексом важных технических характеристик: высокой механической и электрической прочностью, термостойкостью, высоким удельным объемным сопротивлением. Часто та-электроизоляционные материалы используются при высоких температурах (электроизоляция печей сопротивления, индуктуров), в этих случаях имеют значения такие свойства как теплопроводность и термическое расширение. Среди большого множества керамических электроизоляционных материалов востребованной является

керамика на основе силикатов и алюмосиликатов кальция.

Метасиликат кальция  $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$  – минерал, известный под названием «волластонит». Это соединение существует в двух модификационных формах:  $\alpha\text{-CaO} \cdot \text{SiO}_2$  – псевдоволластонит и  $\beta\text{-CaO} \cdot \text{SiO}_2$  – собственно волластонит. Волластонит кристаллизуется в триклинной сингонии, а псевдоволластонит – в псевдогексагональной. При 1125 °С волластонит необратимо переходит в псевдоволластонит с незначительным изменением объема. Температура плавления 1540 °С.