

DOI:10.26104/NNTIK.2022.93.76.009

Бекенова Г.И., Туйчиева И., Ташполотов Ы., Садыков Э.

**МИНЕРАЛДЫК-ЧИЙКИ ЗАТ РЕСУРСТАРЫНЫН НЕГИЗИНДЕ
ФУНКЦИОНАЛДЫК КЕРАМИКАНЫ ТҮЗҮҮ**

Бекенова Г.И., Туйчиева И., Ташполотов Ы., Садыков Э.

**СОЗДАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ
МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ**

G. Bekenova, I. Tuychieva, Y. Tashpolotov, E. Sadykov

**CREATION OF FUNCTIONAL CERAMICS BASED
ON MINERAL AND RAW RESOURCES**

УДК: 666.017

Бул макалада Кыргыз Республикасынын түштүк аймагынын топурак жана порошок минералдык ресурстарынын негизинде композиттик керамика өндүрүүнүн курамы жана технологиялары иштелип чыккан. Изилдөө объектилери болуп Кыргызстандын түштүгүндөгү Толойкон топурагы жана Озгур оксид кремний кендери саналат. Матрицага толтургучту (кремний оксиди) 6% өлчөмдө кошуп көрсөтүлгөн жана 1000°C температурада үлгүнү жогорку температурада ысытуу 1956 кг/м³ орточо керамикалык тыгыздыкты камсыз кылат, ошол эле учурда композиттик керамиканын сууну жутуу жөндөмдүүлүгү 15,7% дан 8,7% га чейин төмөндөйт, ал эми кысуу бекемдиги максималдуу болуп, 43,6 МПа ды түзөт. Конкреттүү керамиканын түрүн жасоо үчүн топуракты жана толтургучту (кремний оксиди) тандоодо топурак тектеринин жана кремний кычкылынын (гранулометриялык, материалдык жана минералогиялык курамы, аралашма компоненттери ж.б.) физика-химиялык касиеттерин аныктоо зарыл экендиги аныкталган. 1000 °С температурасында жарым кургак технологияны колдонуу бышык композиттик керамиканы алууга мүмкүндүк берет.

Негизги сөздөр: композиттик керамика, топурак, кремний кычкылы, керамиканын бекемдиги, суу сиңирүү жөндөмдүүлүгү, кошулгуч.

В этой статье разработаны состав и технологии получения композиционной керамики на основе глинистых, и порошкообразных минерально-сырьевых ресурсов Южного региона Кыргызской Республики. Объектами исследования являются глины Төлөйкөнского и оксид кремний Озгурского месторождений юга Кыргызстана. Показано, что введение в матрицу наполнителя (оксида кремния) в количестве 6 мас. % и обжиг образца при температуре 1000°C обеспечивает среднюю плотность керамики в 1956 кг/м³, в то же время водопоглощаемость ККМ уменьшается с 15,7% до 8,7%, а прочность на сжатие становится максимальной и составляет 43.6 МПа. Выявлено, что при выборе глинистого сырья и наполнителя для создания конкретной керамики необходимо провести оценки физико-химических свойств глинистой породы и оксида кремния (гранулометрический, вещественный и минералогический составы, примесные составляющие и др.). Установлено, что применение в составе керамической композиции в качестве связующего компонента оксида кремния позволяет полу-

чить по полусухой технологии прочный ККМ при температуре обжига 1000 °С.

Ключевые слова: композиционная керамика, глина, оксид кремния, прочность керамики, водопоглощаемость, наполнитель.

In this article, the composition and technologies for producing composite ceramics based on clay and powdered mineral resources of the southern region of the Kyrgyz Republic have been developed. The objects of study are the clays of the Toloikonskoye and silicon oxide of the Ozgurskoye deposits in the south of Kyrgyzstan. It is shown that the introduction of a filler (silicon oxide) into the matrix in an amount of 6 wt. % and firing the sample at a temperature of 1000°C provides an average ceramic density of 1956 kg/m³, at the same time, the water absorption of the CMC decreases from 15.7% to 8.7%, and the compressive strength becomes maximum and amounts to 43.6 MPa. It was revealed that when choosing a clay raw material and a filler for creating a specific ceramic, it is necessary to evaluate the physicochemical properties of clay rock and silicon oxide (granulometric, material and mineralogical compositions, impurity components, etc.) silicon oxide component makes it possible to obtain a durable CMC using a semi-dry technology at a firing temperature of 1000 °C.

Key words: composite ceramics, clay, silicon oxide, ceramic strength, water absorption, filler.

Введение. Разработка и исследование новых композиционных керамических материалов (ККМ) с заданными физико-химическими свойствами является актуальной задачей в связи с многофункциональностью их применения в электротехнике, электронной промышленности, медицине, аддитивных технологиях и в качестве упаковочных материалов [1,2]. В настоящее время требуются керамические материалы с высокими значениями электрической прочности, электро- и теплопроводности, которые можно получить на основе модифицирования композитной смеси путем наполнения их различными наполнителями, что является одним из основных способов создания новых композиционных керамических материалов с заданными свойствами. Целенаправленное управле-

ние физико-технологическими свойствами ККМ осуществляется за счет изменения состава, набора компонентов и условий их смешения [1-3].

В число наиважнейших задач научных исследований являются разработка новых композиционных материалов с прогнозируемыми свойствами, отвечающих требованиям к современным керамическим изделиям различного назначения и использование минерально-сырьевых и природных ресурсов КР для производства ККМ.

Особенностью сырьевой базы южного региона является сложный вещественный состав, что определяет трудности использования такого сырья в пластических технологиях и обуславливает необходимость корректировки составов керамических масс с использованием различных доступных наполнителей [3]. Решение поставленной задачи позволит создавать высококачественные ККМ на основе низкосортных глинистых и горных пород, что обеспечит вовлечение в производство огромных ресурсов местного сырья.

Известно, что керамические материалы используются для изготовления изоляторов и других изделий различного назначения, например, тонкие пластины из алюмооксидной керамики широко применяются в качестве подложки для микропроцессоров и схем, поскольку такая керамика имеет хорошую долговременную электрическую и химическую стабильность при воздействии высокочастотных токов.

При этом расположение наполнителей в керамической матрице и характер проводимости определяются, прежде всего, с количественной долей частиц, участвующих в прохождении тока, контактного сопротивления между элементами, и числа контактов в проводящей цепочке. А число контактов уменьшается

с ростом дисперсности частиц. Расположение частиц наполнителя в виде цепочек, ориентированных параллельно направлению электрического тока, является самым эффективным, поскольку большая часть частиц участвует в прохождении тока через ККМ [1-3].

В соответствии с поставленной задачи объектами исследования являются глины, оксиды алюминия и кремния различных месторождений юга Кыргызстана. Целью настоящей работы разработка составов и технологии получения композиционной керамики на основе глинистых, горных пород Южного региона Кыргызской Республики.

Известно, что керамика состоит из нескольких фаз: кристаллическая, стекловидная и газовая. Кристаллическая фаза керамики определяет характерные свойства материала, например, электрические, магнитные, температурный коэффициент линейного расширения, механической прочности и др. Стекловидная фаза в керамическом материале играет роли связующего и связана со следующими свойствами керамики: температура спекания, степень пластичности керамической массы при формовании, плотность, степень пористости и гигроскопичность материала. Газовая фаза, имеющиеся взакрытых порах, приводит к снижению механической и электрической прочности, диэлектрической потери керамических изделий [1,2].

Экспериментальная часть и результаты исследований. Подготовку проб глины из Төлөйкөнского, оксиды кремния Озгурского месторождений к анализам [4-6] производили по ГОСТ 2642.0-86. Для исследования были подготовлены и изучены восемь шихт образцов. На основе данных микроскопических снимков (рис. 1) установили, что примесные элементы относятся к минеральным фазам.



Рис. 1. Порошкообразный оксид кремния, образующих «заполнитель» керамического композита.

Матрица композиционного керамического материала формировалась из глинистого сырья, а в качестве наполнителя использовали порошки оксида кремния Озгурского месторождения Кыргызской Республики. Далее подготовленные образцы подвергались к температурной обработке. Изучены оптимальный интервал спекания образцов на основе объемной усадки, водопоглощения и плотности образцов и определена прочность, полученной ККМ. Полученные данные представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Физико-механические параметры керамических образцов из глины на основе оксида Кремния Озгурского месторождения в при различных температурах. Массовая концентрация оксида кремния в образце составляло 9%.

№, п/п	Характеристики	Температура обжига, °С							
		500	600	700	800	900	1000	1100	1200
1.	Усадка при обжиге, об. %	26	33	45	47	48	47	41,5	47
2.	Плотность, г/см ³	1812	1880	1901	1915	1935	1956	1942	1938
3.	Водопоглощение, %	17,0	9,7	6,7	4,1	3,1	2,6	1,8	1,5
4.	Пористость, %	10,6	10,1	7,8	5,0	4,7	4,5	3,4	3,3

Таблица 2

Физико-механические характеристики ККМ в зависимости от концентрации оксида кремния. Температура обжига 1000 °С.

№ п/п	Массовое содержание оксида кремния в ККМ, %	Прочность ККМ при сжатии, МПа	Средняя плотность ККМ, кг/м ³	Водопогл-е, %
1.	0	18,6	1765	15,7
2.	2	25,5	1850	13,3
3.	4	42,3	1935	10,5
4.	6	43,2	1956	8,7
5.	8	41,6	1903	6,1
6.	10	26,1	1862	4,9

На основании полученных экспериментальных данных, представленные в таблицах 1 и 2 можно сделать следующие выводы:

1. При выборе глинистого сырья и наполнителя для создания конкретной керамики необходимо провести оценки физико-химических свойств глинистой породы и оксида кремния (гранулометрический, вещественный и минералогический составы, примесные составляющие и др.)

2. Введение наполнителя (оксида кремния) в количестве 6 мас. % в матрицу и обжиг образца при температуре 1000°С обеспечивает среднюю плотность керамики в 1956 кг/м³, в то же время водопоглащаемость ККМ уменьшается с 15,7% до 8,7%, а прочность на сжатие становится максимальной и составляет 43.6 МПа.

3. Применение в составе керамической композиции в качестве связующего компонента оксида кремния позволяет получить по полусухой технологии прочный ККМ при температуре обжига 1000 °С.

В дальнейших исследованиях намечается получить электропроводящие керамические композиции, на основе добавления небольшого количества (0,1-0,5 вес.%) низкоразмерных частиц углерода (электропроводящая сажа), полученный из биоресурсов КР и

оксида алюминия из базальта. Такой подход является реальным способом в производстве электропроводящих керамических композиций для электротехнической отрасли.

Литература:

1. Шульга А.В. Композиты. Ч. 1. Основы материаловедения композиционных материалов / А.В. Шульга - М.: НИЯУ МИФИ, 2013. - С. 96.
2. Шевченко В.Я., Баринов С.М. Техническая керамика. / В.Я. Шевченко, С.М. Баринов - М.: Наука, 2002. – С. 192.
3. Крок, П. Современные композиционные материалы / Под ред. П. Крока, Л. Броумана. Пер. с англ. под ред. А.А. Ильюшина и Б.Е. Победри. - М.: Мир, 1978. – С. 568.
4. Пат. 2160240 РФ. Сырьевая масса для изготовления керамических изделий / А.И. Каймаков, Н.Е. Вороновский, А.Н. Тюрин, В.Г. Хозин. Оpubл. 10.12.2000.
5. Мурзахалилов К.С., Матмусаев Б.С., Анапиев К.Т., Ташполотов Ы. Разработка технологии получения электроизоляционной керамики на основе базальта. // Наука и новые технологии, 2001, №1. – С. 26-29.
6. Ташполотов Ы., Мурзахалилов К.С., Матмусаев Б.С., Солтонова М.А., Анапиев К.Т. Самоорганизация диссипативных систем: глина + базальт / Наука и новые технологии, 2001, №1. – С. 24-26.