РАЗДЕЛ III. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Альмеева Г.И., Женжурист И.А.

Особенности технологии спекания глинисто-кремнеземистой композиции с микроволновой активацией обжига

*Казанский государственный архитектурно-строительный университет
(Россия, Казань)*

doi:10.18411/spc-22-09-2018-03

idsp: 000001:spc-22-09-2018-03

Аннотация

Рассмотрены результаты исследования технологии производства керамики из глинисто-кремнеземистой композиции с соевым минерализатором и активацией массы в поле СВЧ. В качестве добавки аморфного кремнезема были использованы: Инзенский диатомит Ульяновской области, микрокремнезем, кремнегель, бой кварцевого стекла. В качестве минерализатора – соль NaCl. Установлено значительное повышение прочности образцов при активации массы в поле СВЧ. Наибольшие показатели прочности были получены для добавки кремнегеля. Сделан вывод о эффективности использования обработки алюмосиликатной композиции в поле СВЧ для спекания керамики.

Abstract

Results of research of the production technology of ceramics from clay and silicic composition with a salt mineralizer and activation of weight in the field of the microwave oven are considered. As an additive of amorphous silicon dioxide were used: Inzensky diatomite of the Ulyanovsk region, microsilicon dioxide, kremnegel, fight of quartz glass. As a mineralizer – NaCl salt. Substantial increase of durability of samples at activation of weight in the field of the microwave oven is established. The greatest indicators of durability were received for an additive kremnegelya. The conclusion is drawn on efficiency of use of processing of alyumosilikatny composition in the field of the microwave oven for agglomeration of ceramics.

Глинисто-кремнеземистые композиции являются основой большинства керамических строительных материалов, термообработка которых происходит при температурах выше 1000°C. Технология керамических материалов является наиболее энерго- и материалоемким процессом. Необходимость энергосбережения вынуждает к поиску вариантов решения этой проблемы. Дефицит качественного глинистого сырья к поиску путей использования низкосортного местного сырья и возможных путей интенсификации процесса получения материала.

Использование электромагнитного поля СВЧ для обработки различных композиций проводится с целью ускорения химических реакций, процессов образования фаз и термической обработки. Это позволяет значительно интенсифицировать процесс получения материала, при этом осуществить его по безотходной, энергосберегающей и экологически чистой технологии. С этих позиций представляется перспективными методы использования электромагнитных высокочастотных полей различной мощности для спекания керамического композита.

Ранее были исследованы свойства материалов, полученных из глинистых композиций, прошедших обработку в электромагнитном поле высокой частоты [1, 2]. При этом формирующиеся фазы в процессе обжига имеют нано-размерный диапазон и стимулируют структурообразование всей массы композиции шихты.

Все сырьевые материалы, независимо от их агрегатного состояния, обычно находятся в неактивном состоянии и при комплексной обработке могут приобретать химическую активность в результате энергетического взаимодействия на границе раздела фаз. С этих позиций в технологии керамики важным сырьем можно считать такое, в котором кремнезем (основной компонент керамических масс) присутствует в активной форме – аморфное состояние. Он содержится в диатомите, трепеле, силикатном стекле, которое присутствует в многочисленных вулканических породах, в дегидратированной глине, кварцевом стекле, в различных техногенных отходах, таких как микрокремнезем и кремнегель.

С точки зрения структуры аморфный кремнезем представляет собой неплотное, пронизанное порами, но довольно прочное твердое тело. В состав аморфного кремнезема всегда входит некоторое количество воды и других веществ, захваченных им из окружающей среды.

Известны химические методы активации минеральных составляющих растворами электролитов, в частности растворами солей, влияние ионов щелочных металлов и прежде всего Na^+ , на свойства силикатов [3].

Процессы образования новых фаз и спекание керамики начинаются с момента контактирования поверхности зерен минеральных частиц и жидкой фазы при нагреве. Управляя электроповерхностными свойствами взаимодействующих частиц, можно воздействовать на процессы структурообразования материала. С этих позиций важны исследования влияния поля СВЧ на композиции, в состав которых входит добавка на основе аморфного кремнезема.

Целью работы было исследование влияния добавок аморфного кремнезема и солевого минерализатора на процесс спекания глинистой керамики. Изучалась возможность получения керамического материала из смеси местной кирпичной глины и добавки аморфного кремнезема с прочностью обожженного камня, соответствующей диапазону прочности клинкера при температуре обжига ниже 1100°C .

Для экспериментальной работы были выбраны: гидрослюдисто-монтмориллонитовая местная глина Калининского месторождения Татарстана (Г), Инзенский диатомит Ульяновской области (60% аморфного кремнезема) (Д) (табл. 1). Главная часть кремнеземистого панциря (скелета) диатомовых водорослей – гидраты кремнезема различной степени – опалы вида $m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Из техногенных отходов производства – микрокремнезем (Мк), кремнегель (Кг), бой кварцевого стекла (С). В качестве минерализатора – соль NaCl .

Таблица 1

Состав компонентов местного сырья

Сырьевые материалы	Содержание оксидов, %							
	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	Fe_2O_3	CaO	MgO	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	SO_3
Калининс-кая глина	69,7	13,54	0,75	6,44	1,87	1,85	2,54	0,05
Диатомит	98,7	0,1	0,08	0,05	0,1	0,2	0,65	0,01

Экспериментальная работа проводилась в микроволновой печи марки «Simens» при максимальной мощности 800 Вт и частоте поля 2450 МГц.

Компоненты шихты в сухом состоянии растирались в ступке до полного прохождения через сито 1. Масса делилась пополам. Готовили раствор соли в дистиллированной воде и увлажняли композицию для получения 10 % влажности шихты. Из одной половины шихты на гидравлическом прессе формовали образцы при давлении 40 МПа. Вторую половину шихты обрабатывали в микроволновой печи 1 мин. и увлажняли раствором соли перед прессованием образца. Образцы обжигали в печи при 1000°C , затем испытывали на сжатие. Наилучшие показатели были

получены для составов с 5% аморфного кремнезема и 0,5 % NaCl. При большом количестве соли в массу на поверхности обожженных образцов выпадал налет кристаллического вещества, предположительно конденсата паров соли. При этом наблюдали небольшое падение прочностных показателей.

Результаты испытания для образцов с лучшими показателями прочности представлены на гистограмме (рис. 1). Видно, что для всех составов масс наблюдается увеличение прочности обожженных образцов, шихта которых была активирована в поле СВЧ. Прирост прочности отличается для разных добавок аморфного кремнезема. Наибольшие показатели прочности были получены для добавки кремнегеля. Для состава с NaCl эффект повышения прочности наиболее значителен.

В результате проведенных исследований было показано влияние добавки аморфного кремнезема в глинистую массу. Добавка в алюмосиликатную массу минерализующей соли и активация композиции в поле СВЧ приводит к значительному повышению прочности обожженных образцов, показывает эффективность использования обработки алюмосиликатной композиции в поле СВЧ для спекания керамики.

Рис. 1. Прочность на сжатие обожженных при 1000 °С образцов из глиняных масс с добавкой аморфного кремнезема и соли NaCl.

1. Прохина А.В., Шаповалов Н.А., Латыпова М.М. Модификация поверхности глинистых минералов с высоким содержанием монтмориллонита в электромагнитном поле высокой частоты //Современные наукоемкие технологии. 2011. № 1. С. 135–136.
2. Женжурист И.А. Влияние микроволновой энергии на фазовые преобразования алюмосиликатов и свойства материалов на их основе // Неорганические материалы. 2018, том 54, № 9. С. 924 – 928. DOI:10.1134/S0002337X1809018X.
3. Куртукова Л.В. Изменение свойств бентонитовых глин под действием различных активаторов / Л.В. Куртукова, В.А. Сомин, Л.Ф. Комарова //Ползуновский вестник. 2013. №1.С. 287 – 289.