

МЕТОД ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ПРОХОДЯЩИХ В КЕРАМИЧЕСКИХ МАССАХ ПРИ НАГРЕВАНИИ

Дорошенко А.А.

Научные руководители канд. физ.-мат. наук Харук Г.Н., ст. преподаватель
Мушарапова С.И.

Сибирский федеральный университет

Для повышения качества керамических изделий необходимо учитывать проходящие в материалах физико-химические процессы при его термической обработке. Это позволяет найти правильные режимы обжига, которые обеспечивают необходимые свойства готовых изделий.

Керамические материалы относятся к классу диэлектриков. Это можно сказать и о керамических массах, из которых они получаются в процессе обжига. Способность вещества проводить электрический ток оценивается удельной электрической проводимостью, или обратной ей величиной – удельным объемным сопротивлением. В твердых диэлектриках основными носителями электрического тока являются ионы, освобожденные под влиянием флуктуаций теплового движения. При высоких температурах освобождаются и некоторые ионы кристаллической решетки.

Нами рассмотрена возможность исследований физико-химических процессов и структурных изменений, проходящих в керамических массах при обжиге, методом электропроводности. Для этого формовался керамический образец цилиндрической формы, в который вставлялись электроды из жаропрочного материала. Образец опускался в печь, электроды присоединялись к измерительной установке. Далее производился равномерный нагрев от 20 до 1200°C. Измерение сопротивления образца производилось непрерывно. Затем сопротивление пересчитывалось в удельное сопротивление, и строился график зависимости удельного сопротивления образца от температуры нагрева.

Для проведения исследований с разными керамическими массами использовалась легкоплавкая глина Кубековского месторождения и шлам газоочистки алюминиевого производства ОАО «Русал». Химический состав глины приведен в табл. 1, шлама газоочистки – в табл. 2.

Таблица 1

Сырье	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	п.п.п.
Глина Кубековского месторождения	56,4	13,8	0,25	5,78	7,18	2,3	1,9	1,25	10,7

Таблица 2

Na ₃ AlF ₆	K ₂ NaAlF ₆	NaAlCO ₃	Al ₂ O ₃	CaF ₂	MgF ₂	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	Na ₂ SO ₄	C	Смол.
34,97	1,83	2,87	22,67	1,07	1,05	1,64	0,35	6,56	21,46	5,53

Основным глинообразующим минералом в глине является гидромусковит, из неглинистых минералов отмечается присутствие кварца, альбита и амфибола.

Шлам газоочистки представлен оксидом алюминия, углеродом, криолитом, эльпазолитом и аморфной составляющей. Вводился он в керамические массы для

снижения температуры обжига, расширения интервала спекания и повышения физико-механических свойств изделий.

Шлам газоочистки вводился в глину в количестве 5, 10, 15 и 20%.

В результате проведенных исследований получены графики зависимости удельного сопротивления образцов от температуры обжига (рис. 1, 2, 3). Из полученных кривых видно, что на разных этапах обжига образца скорость изменения его удельного сопротивления разная. Кроме того, при некоторых температурах отмечаются явные изгибы кривой изменения удельного сопротивления.

Причиной этому являются особенности физико-химических процессов и структурных преобразований, проходящих в образцах в зависимости от состава керамической массы.

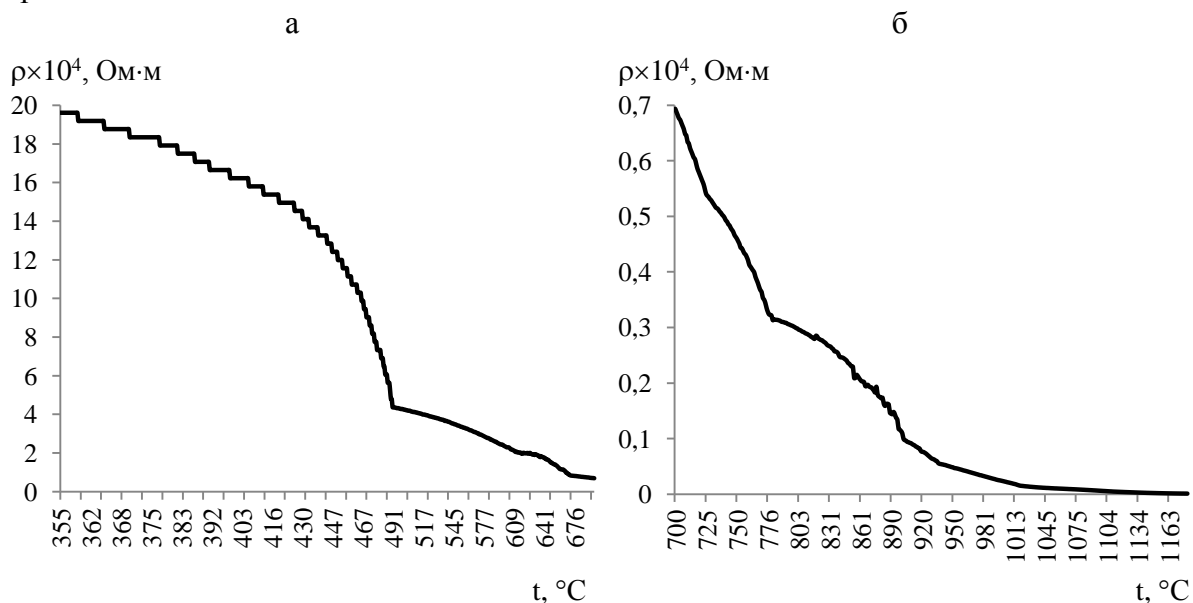


Рис. 1. Графики зависимости удельного сопротивления образца от температуры нагревания для глины Кубековского месторождения.

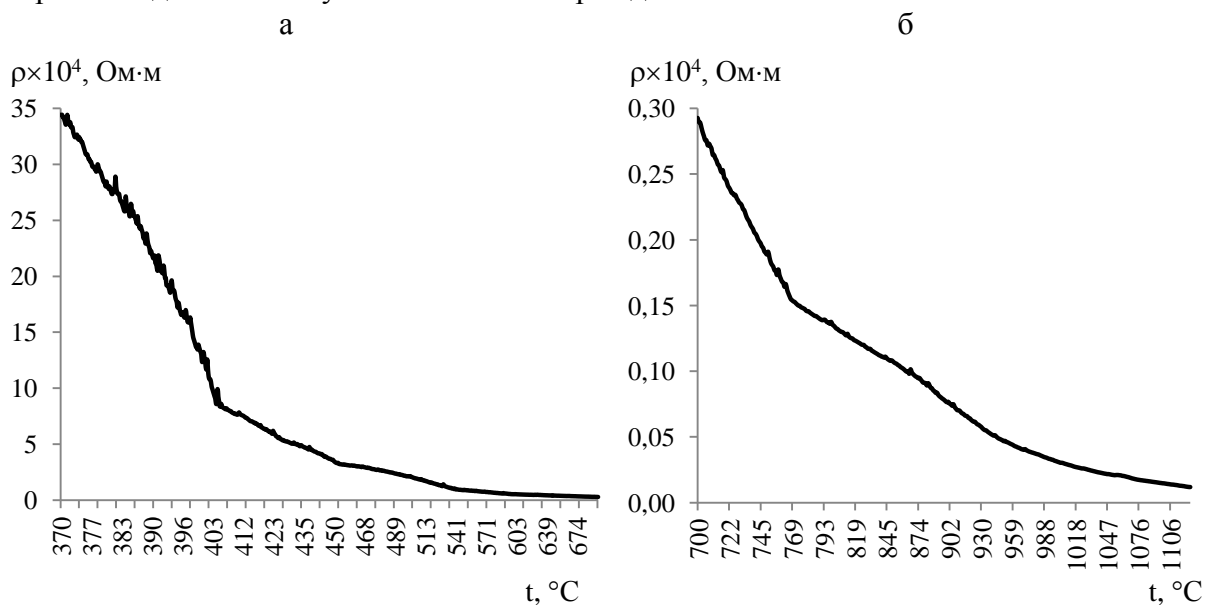


Рис. 2. Графики зависимости удельного сопротивления образца от температуры нагревания для состава: Кубековская глина 95% + шлам газоочистки ОАО «Русал» 5%.

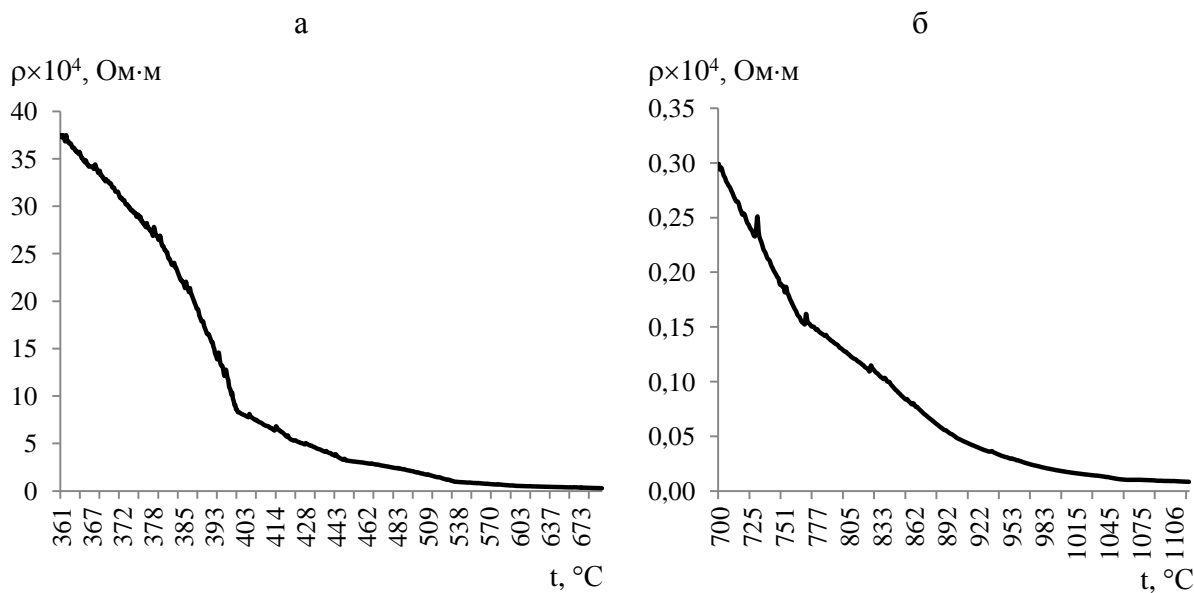


Рис.3. Графики зависимости удельного сопротивления образца от температуры нагревания для состава: Кубековская глина 90% + шлам газоочистки ОАО «Русал» 10%.

Так, перегиб на кривых удельного сопротивления, соответствующий 700 °С, обоснован разложением каолинита и монтмориллонита в глине, и началу роста анортита. Интенсификация роста кристаллов анортита приходится на 940, 930, и 920°С (рис. 1 б, 2 б, 3 б) для различных составов.

Для установления вида физико-химических процессов были проведены параллельно исследования по определению у образцов усадки, водопоглощения, прочности на сжатие и изменения линий интенсивности минералов, формирующих минералогический состав массы (рис. 4).

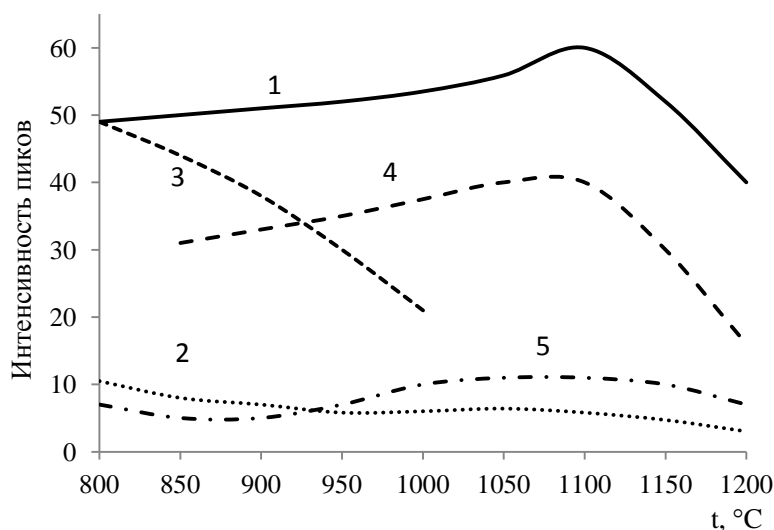


Рис. 4. Кривые интенсивности пиков минералов от температуры обжига для состава Кубековская глина 90% + шлам газоочистки ОАО «Русал» 10% :1 – кварц (d=4,24), 2 – мусковит (d=3,5), 3 – альбит (d=3,21), 4 – анортит (d=3,18), 5 – гематит (d=2,69)

На основании сравнительных данных проведенных исследований можно сказать, что кривые изменения удельного сопротивления образцов при обжиге позволяет фиксировать выход адсорбционной воды, разрушение кристаллических решеток минералов, образование жидкой фазы и формирование новых кристаллических структур.