

УДК 538.945

Н.Ю.Егоров (асп., каф. ЭИКиК), Ю.А.Полонский, д.т.н., проф.,
Э.Б.Волчков (асп., СПбГТУ – ЛТИ), С.С.Орданьян, д.т.н., проф. СПбГТУ – ЛТИ

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КАНДИДАТНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОЗДАНИЯ РЕЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ КЕМБРИЙСКОЙ ГЛИНЫ И ШУНГИТА

В настоящее время объемные керамические резисторы находят широкое применение в электротехнике. В рамках данной работы для создания резисторов использовалась композиция глина–шунгит. Шунгит применялся в качестве проводящего наполнителя, глина – в качестве диэлектрической основы. Подобный выбор исходных компонентов объясняется необходимостью использования при создании резисторов высокодисперсных проводящих наполнителей и экономически приемлемых глин.

В качестве основы была использована кембрийская глина Чекаловского месторождения Ленинградской области (ТУ-5751-003-03987647-98), широко применяемая в индустрии строительных материалов в Северо-Западном регионе РФ. В качестве проводящего наполнителя использовался шунгит Зажогинского месторождения, расположенного в Республике Карелия вблизи Онежского озера. Шунгит этого месторождения состоит на ~30% из шунгитового углерода и на ~70% из силикатов, в том числе 57,0% SiO₂, 4,0% Al₂O₃, 2,5% FeO, 4,2% H₂O_{крист.}. Шунгитовый углерод обладает некристаллической фуллереноподобной структурой, устойчивой против графитизации. Основным элементом надмолекулярной структуры является глобула – многослойное образование с размерами до 10 нм с порой внутри. Шунгитовый углерод образует в породе матрицу, в которой равномерно распределены дисперсные частицы силикатов со средним размером около 1 мкм. Частицы шунгита обладают полярными свойствами, следствиями которых являются его высокая адгезия и способность хорошо смешиваться с другими веществами, в том числе с глиной. Удельное объемное электрическое сопротивление шунгита составляет ~6,6·10⁻⁴ Ом·м при 20°C.

Начальный этап приготовления образцов заключался в прокалке кембрийской глины при 650...700°C с целью удаления физически связанной воды и органических примесей. Затем глину измельчали в барабанной мельнице. Шунгит также подвергался помолу, после чего его просеивали через сито № 01 (ГОСТ 3584-73). Для получения масс исходные компоненты смешивали с одновременным вводом пластификатора (парафин 4% масс.) в пластиковых контейнерах в этиловом спирте, затем сушили до остаточной влажности 4...6% и просеивали через сито № 1 (размер ячейки в свету 1 мм). Образцы прессовались на гидравлическом прессе в виде прямоугольных параллелепипедов 45×6×6 мм³ при давлении 70 МПа. Для каждой массы было приготовлено не менее 5 образцов. Отформованные образцы спекались в лабораторной трубчатой электрической печи сопротивления в среде аргона с выдержкой в течение одного часа при температуре спекания 1100°C, скорость подъема температуры 300°C/ч.

Методика определения температурной зависимости удельного электрического сопротивления (ρ) композиции кембрийская глина – шунгит была аналогична представленной в [1]. Исследование проводилось в рабочем интервале температур 25...205°C в воздушной среде. Результаты измерений представлены на рис. 1 и 2.

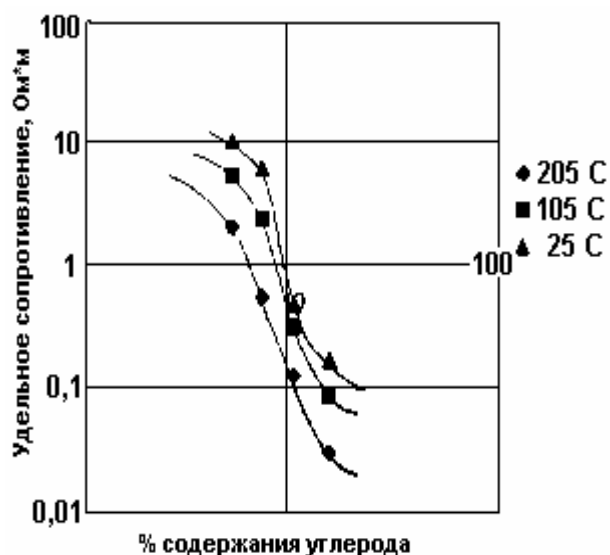


Рис. 1. Концентрационная зависимость ρ .

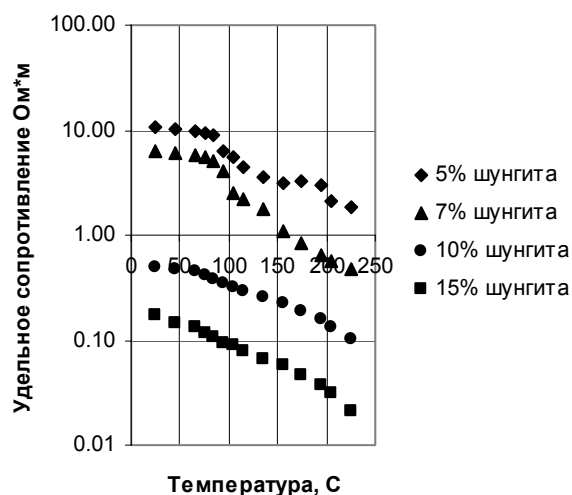


Рис. 2. Температурная зависимость ρ .

Сопоставляя полученные значения для композиции кембрийская глина – шунгит с данными для композиции часовъярская глина – сажа, исследованной нами ранее [1], можно отметить, что:

1. Характер зависимостей удельного электрического сопротивления от температуры и от содержания проводящего наполнителя остался качественно неизменным: для исследованных композиций наблюдается перколяционный переход в концентрационной зависимости и полупроводниковый вид температурной зависимости.

2. Удельное электрическое сопротивление образцов, приготовленных на основе композиции часовъярская глина – сажа, значительно (приблизительно на порядок) выше удельного сопротивления образцов на основе композиции кембрийская глина – шунгит. Это обусловлено, вероятно, тем, что в случае композитов с шунгитом образуется большее число электрических контактов между проводящими и равномерно распределенными частицами углерода, входящими в структуру шунгита.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Орданьян С.С., Омельченко Ю.А., Полонский Ю.А., Волчков Э.Б., Вихман С.В., Егоров Н.Ю. / О возможности создания объемных керамических резисторов в системе глина–углерод // Труды 5 Межд. конф. «Электротехнические материалы и компоненты», МКЭМК-2004 (ИСЕМС-2004). 20-25.09.2004, Крым, Алушта. М.: Институт электротехники МЭИ (ТУ), 2004. С. 58-60.