

Использование шунгитовых пород в создании радиоэкранирующих композиционных материалов

Мошников И.А., Ковалевский В.В., Лазарева Т.Н., Петров А.В.

Институт геологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, e-mail: kovalevs@krc.karelia.ru

Уникальные особенности шунгитовых пород как сложных природных композитов определяются в первую очередь структурой и свойствами углерода. Интерес к шунгитовым породам Карелии существенно возрос с обнаружением в них фуллеренов [1]. Первая находка молекул C₆₀, образующих новую аллотропную форму углерода в этом природном объекте, заставила по-новому взглянуть на роль углеродистого вещества в геологических процессах и возможность комплексного использования его природных фуллереноподобных форм в наукоемких технологиях. Характерной особенностью шунгитового углерода является, однако, не наличие фуллеренов, а структура, в основе которой лежит глобула – полое многослойное образование с размерами до 10 нм, имеющее характерные особенности гигантских фуллеренов [2, 3].

На лабораторном, полупромышленном и промышленном уровнях выявлено более 20 направлений использования шунгитовых пород, для которых важными характеристиками считаются пористость и электромагнитные свойства шунгитов. Одним из таких направлений является применение их в качестве активного наполнителя композиционных радиоэкранирующих материалов для создания конструкционных материалов и реконструкции обычных помещений с целью защиты от вредного воздействия электромагнитных излучений на биологические структуры [4-6]. В настоящее время медико-биологические, гигиенические и экологические аспекты электромагнитного излучения приобрели особую актуальность. Установлено, что организм человека воспринимает и реагирует как на изменения естественного геомагнитного поля, так и на воздействие электромагнитного излучения от разнообразных и многочисленных антропогенных источников. Особого внимания заслуживают такие источники массового воздействия электромагнитного излучения на человека как мобильная радиосвязь, компьютерная техника, воздушные линии электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения, радиолокационные станции, бытовая техника.

Различные углеродные материалы широко применяются либо самостоятельно, либо как наполнитель в композитах для создания радиоэкранирующих материалов. Так, существуют искусственные углеродные материалы, имеющие особенности в своей структуре, эффективность экранирования которых в результате высокой проводимости и большой удельной площади поверхности выше, чем у металлов [7, 8]. Композитные материалы, в которых используются углеродные материалы как наполнитель, также имеют довольно высокие значения эффективности экранирования. Причем малый размер наполнителя предпочтителен, так как процесс экранирования связан со скин-эффектом [8]. Шунгитовые породы имеют ряд экономических и технологических преимуществ вследствие высокой проводимости и особенностей структуры углерода, связанной с хорошо развитой нанометровой пористостью. Шунгитовый углерод сам по себе является неплохим радиоэкранирующим материалом, а использование его в качестве проводящей матрицы для создания композиционных материалов позволит получить новое поколение композитов с высокой эффективностью экранирования.

В лабораторных условиях были изготовлены композиты на основе полистирола с использованием шунгитовых пород Максовской и Зажогинской залежей, имеющих различную степень структурной анизотропии углеродистого вещества. Выполненные работы показали возможность введения в полистирол большого количества шунгитового наполнителя, вплоть до 80%. Вместе с тем, дальнейшая обработка таких материалов и получение готовых изделий на серийном оборудовании сопряжена с определенными трудностями. Поэтому в качестве максимального содержания шунгита в исходной смеси было выбрано значение порядка 65%. Полученные композиционные материалы имеют довольно однородную макроструктуру и приемлемую прочность, позволяющую планировать проведение дальнейших физических и механических исследований.

Измерение эффективности экранирования осуществлялось на порошках методом электромагнитного спектрального анализа в диапазоне частот от 100 кГц до 1 ГГц (приборы SMV11 и

SMV8.5), а определение электрических параметров при помощи численного моделирования с применением эквивалентной электрической схемы замещения [4, 6]. Полученные результаты приведены в таблице и на рисунках 1,2.

Таблица. Параметры шунгитонаполненных композиционных материалов

Исходные параметры			Электрофизические параметры, рассчитанные по ЭЭСЗ (при частотах 15 кГц/ 100 МГц/ 1 ГГц)		
Наполнитель	Углеродистое вещество	Проводимость $\sigma \times 10^{-6}$, (См/м)	Эффективность экранирования (дБ)	Проводимость $\sigma \times 10^{-3}$ (См/м)	Диэлектрическая проницаемость (ϵ)
Максово	Анизотропное	22.2	0.04/ 0.22/ 3.3	1.8/ 6.3/ 32.2	10.9/ 9.2/ 8.3
Загогино	Изотропное	13.8	0.05/ 0.21/ 2.9	2.2/ 6.2/ 22.8	9.2/ 8.5/ 7.7

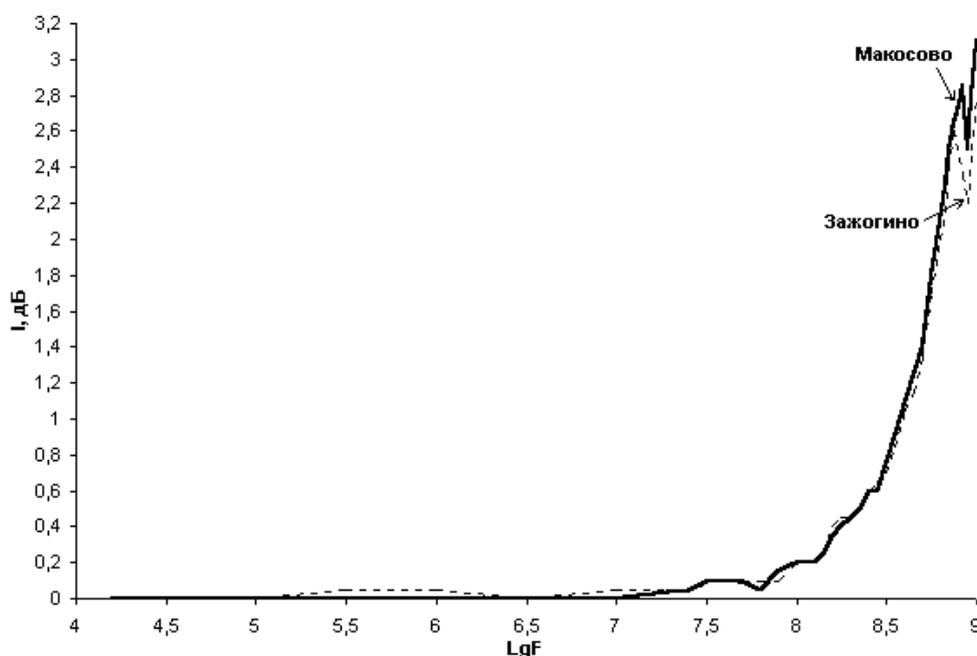
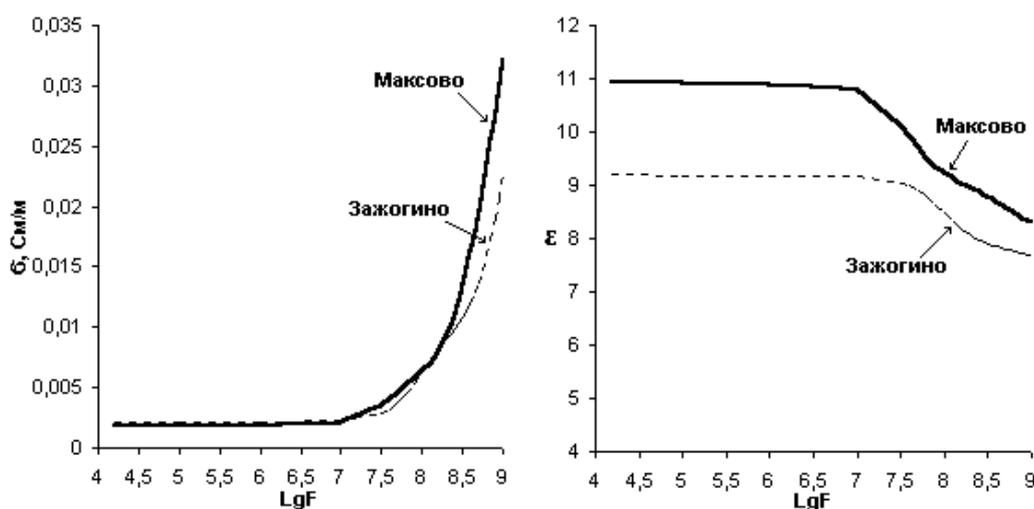


Рис. 1. Зависимости эффективности экранирования от логарифма частоты



а

б

Рис. 2. Расчетные данные проводимости (а) и диэлектрической проницаемости (б) шунгитонаполненных композиционных материалов

Измеренные значения эффективности экранирования (рис. 1) являются весьма незначительными для полученных композиционных материалов, что связано с низкими значениями проводимости и обусловлено почти полной изоляцией проводящих частиц шунгитового наполнителя связующим. Однако, несмотря на это, при частоте более 100 МГц происходит относительно резкое увеличение эффективности экранирования, которое особенно заметно на частотах выше 1 ГГц и может быть обусловлено, в первую очередь, радиопоглощающими свойствами композиционного материала. При этом, большие значения эффективности экранирования, проводимости и диэлектрической проницаемости наблюдаются для анизотропного углерода шунгитовой породы Максово, характеризующегося преимущественной ориентацией углеродных слоев. Полученные результаты дают возможность прогнозировать обработку технологических режимов с целью получения оптимальной проводимости композиционных материалов с шунгитовым наполнителем.

Работа выполнена при поддержке РФФИ и Республики Карелия (грант 05-05-97520).

Литература

1. Buseck PR, Tsipursky SJ, Hettich R. Fullerenes from the geological environment // Science 1992. Vol. 257, p. 215–217.
2. Ковалевский В.В. Структура шунгитового углерода // Журн.неорган.химии 1994. Т.39. № 1, с. 31–35.
3. Юшкин Н.П. Глобулярная надмолекулярная структура шунгита: данные растровой туннельной микроскопии // ДАН 1994. Т.337, № 6, с. 800–803.
4. Соловов В.К. Радиоэкранирующие свойства композитных материалов на основе шунгитовых пород и сооружений из этих материалов, дисс. канд. тех. наук, Петрозаводск, 1990, 155 с.
5. Мошников И.А., Ковалевский В.В., Яковлев А.Н. Исследование структуры и свойств жидкостекольных шунгито-наполненных композиций // Углеродосодержащие формации в геологической истории. Петрозаводск, КНЦ РАН, 1998, с. 95.
6. Мошников И.А., Петров А.В., Ковалевский В.В. Электромагнитный спектральный анализ шунгитовых пород Карелии // Электромагнитная совместимость технических средств и биологических объектов. СПб, 2000, с. 142–147.
7. X. Luo, D.D.L. Chung. Electromagnetic interference shielding reaching 130 dB using flexible graphite.// Letters to the editor. Carbon 1996, Vol. 34, No. 10, p. 1293–1294.
8. D.D.L. Chung. Electromagnetic interference shielding effectiveness of carbon materials.// Carbon 2001, Vol. 39, p. 279–285.

Редкоземельные элементы в цирконах метаморфических пород как один из дополнительных критериев интерпретации их генезиса (на примере архейских гнейсов Балтийского щита)

Мыскова Т.А.¹, Бережная Н.Г.², Милькевич Р.И.¹, Скублов С.Г.¹, Пресняков С.Г.², Родионов Н.В.²

¹Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, г. Санкт-Петербург, e-mail: admin@ad.igpp.ras.spb.ru

²Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П.Карпинского, г. Санкт-Петербург

Циркон чаще других минералов используется для определения возраста пород. В полиметаморфических комплексах, как правило, зерна циркона имеют сложное строение, отражающее их длительную геологическую историю. При реконструкции природы и возраста процессов, в которых были сформированы такие цирконы, наряду с морфологией и внутренним строением зерен, большое значение в настоящее время приобретает геохимия редких и редкоземельных элементов.

При подготовке к датированию были изучены цирконы из гнейсов пяти архейских комплексов Балтийского щита, имеющих различную первичную природу и в различной степени подвергшихся метаморфической переработке в условиях от амфиболитовой до гранулитовой фации: каликорвинского комплекса и участка Кичаны (Северо-Карельская система зеленокаменных поясов), тундровой серии (Северо-Кольская система зеленокаменных поясов), кольской серии (Центрально-Кольский блок) и кондалитов Лапландского гранулитового пояса. В цирконах всех перечисленных проб изучено внутреннее строение в оптике и в катодолюминесценции, измерен возраст (U-Pb,