

02;05

Радиопоглощающие свойства никельсодержащего порошкообразного шунгита

© Л.М. Лыньков, Т.В. Борботько, Е.А. Криштопова

Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники, Минск, Республика Беларусь
E-mail: aleks@bsuir.by

В окончательной редакции 9 декабря 2008 г.

Представлены методика синтеза и результаты исследований химического состава и радиопоглощающих свойств никельсодержащего порошкообразного шунгита, синтезированного химическим восстановлением из водных растворов.

PACS: 64.43.Gt, 81.05.Zx, 81.20.Ka

Шунгит представляет собой минерал, основу которого составляет матрица из графитоподобного глобулярного углерода с распределенными в ней частицами оксида кремния (преимущественно в форме альфа-кварца) и незначительным содержанием оксидов металлов, воды в кристаллическом состоянии, серы [1]. Композитный состав, невысокая стоимость, ингибиторные свойства, относительно невысокая масса обуславливают возможность его использования в качестве основы для создания материалов, электронной техники. Одним из путей создания таких материалов является синтез на их поверхности наноразмерных кластеров, позволяющих достигнуть требуемых механических, электрических и магнитных свойств. Кроме того, использование химических реакций восстановления ионов металлов из водных растворов позволит контролировать процесс осаждения и получать покрытия с регулируемыми характеристиками [2].

Шунгит является электропроводным материалом, его удельное сопротивление составляет от $3.53 \cdot 10^{-3}$ до $3.29 \cdot 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$, разница обусловлена содержанием углерода [3]. Это позволяет получить значение коэффициента передачи слоя порошкообразного шунгита толщиной 3 mm не ниже -9 dB при значении коэффициента отражения, равном $-5 \dots -6 \text{ dB}$ [4]. Для снижения величин коэффициентов передачи и

отражения в настоящей работе предлагается создание металлических кластеров на поверхности порошкообразного шунгита методом химического осаждения из растворов. В качестве осаждаемого металла предлагается никель, что обусловлено его ферромагнитными свойствами. Также учитывалось, что химически осажденный никель обладает высокими защитными свойствами из-за меньшей пористости, чем электрохимически осажденный никель. Кроме того, осадки, содержащие в своем химическом остатке фосфор, более стойки к агрессивным средам, чем чистый никель [5]. Данный синтез позволит создать анизотропию электрических и магнитных свойств в объеме порошкообразного материала, что в результате улучшит его радиопоглощающие свойства.

В ходе проведения исследования использовался порошкообразный шунгит Зажогинского месторождения (Карелия, Россия) с размером фракции не более $20\ \mu\text{m}$, содержащий по весу 29% углерода и 67% оксида кремния (в основном в форме альфа-кварца) [1].

Химическое осаждение никеля выполнялось в три стадии. На первой стадии проводилась сорбция ионов Ni^{2+} из водного раствора NiSO_4 порошкообразным шунгитом, на второй — формирование каталитических центров металлизации восстановлением сорбированных ионов металла гипофосфитом натрия, на третьей — осаждение никеля. Кислотность раствора составляла $\text{pH} = 0$, и ее значение поддерживалось введением в раствор аммиака. Рабочая температура процесса осаждения составляла $50\text{--}60^\circ\text{C}$ [5].

Идентификацию химического состава части осуществляли методом рентгенофазового анализа с помощью ASTM картотеки [6]. Для проведения исследований использовалась установка ДРОН-3 с фильтрованным CuK_α излучением (длина волны $\lambda = 1.5417737\ \text{\AA}$). Запись дифракционной картины на диаграммную ленту производилась со скоростью 1000 pulses/s в диапазоне углов от 10 до 80° .

Методом рентгенофазового анализа установлено, что синтезированный никельсодержащий порошкообразный шунгит имеет в своем составе соединения никеля с серой, δ -силикат никеля ($\delta\text{-Ni}_2\text{Si}$) и сульфид кремния (SiS_2), которые появились в результате взаимодействия сернокислого никеля с углеродсиликатной основой шунгита (рис. 1). С помощью оптического микроскопа было определено, что размер частиц никеля на поверхности порошкообразного шунгита составляет $5\text{--}8\ \mu\text{m}$.

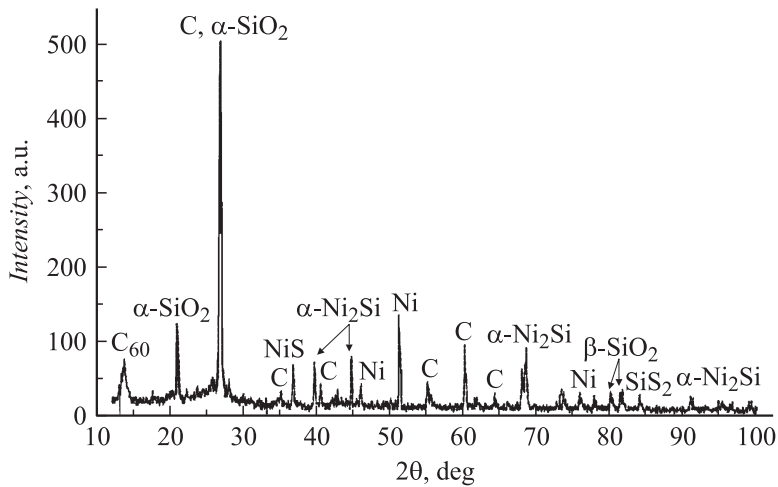


Рис. 1. Дифрактограмма никельсодержащего шунгита.

Шумы, обнаруженные на дифрактограммах, а также увеличение интенсивности рассеянного рентгеновского излучения в области малых углов дифракции объясняются влиянием органической составляющей шунгита [7].

Никельсодержащий шунгит предполагается использовать в качестве материала для защиты персонала радиолокационных станций от неблагоприятного электромагнитного излучения и снижения радиолокационной заметности объектов.

В частотном диапазоне 8–12 GHz были определены амплитудно-частотные зависимости коэффициентов передачи (S11) и отражения (S21) образцов, представляющих собой герметизированный полиэтиленом слой порошкообразного материала (исходного и никельсодержащего шунгита) толщиной 3 mm. Измерения были проведены с помощью панорамного измерителя коэффициента стоячей волны по напряжению и коэффициента передачи, при их проведении образец закреплялся между фланцев волноводов измерительного тракта [8].

Установлено снижение значения коэффициента передачи синтезированного никельсодержащего шунгита по сравнению с исходным материалом с $-8 \dots -9$ до -12 dB (рис. 2) при незначительном уменьшении

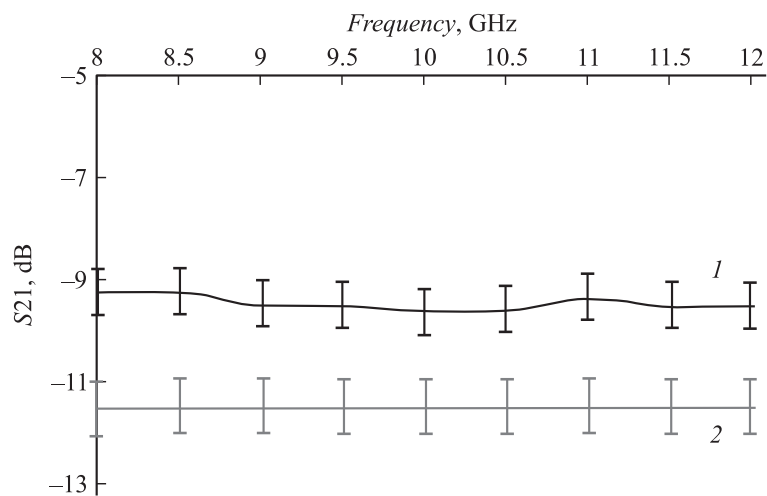


Рис. 2. Частотная зависимость коэффициента передачи в диапазоне частот 8–12 GHz: 1 — исходный порошкообразный шунгит; 2 — никельсодержащий порошкообразный шунгит.

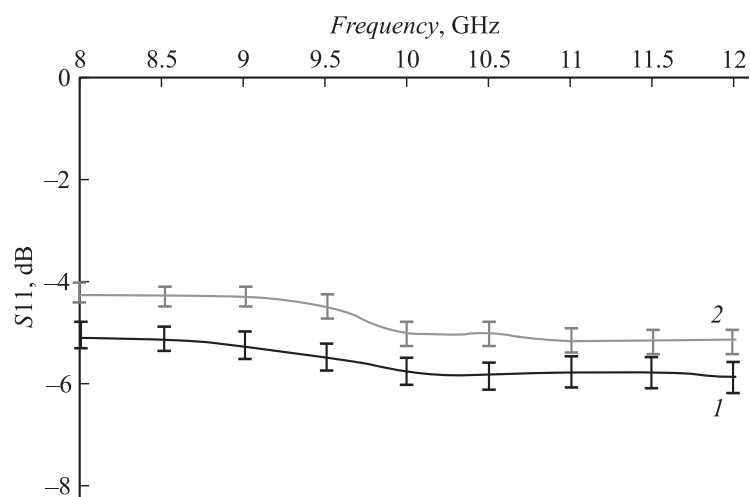


Рис. 3. Частотная зависимость коэффициента отражения в диапазоне частот 8–12 GHz: 1 — исходный порошкообразный шунгит; 2 — никельсодержащий порошкообразный шунгит.

коэффициента отражения с $-5 \dots -6$ до $-4.2 \dots -5$ dB (рис. 3). Эти изменения могут быть объяснены увеличением радиопоглощающих свойств никельсодержащего шунгита за счет наличия в его составе ферромагнитного никеля.

На основе полученных результатов можно предположить, что методом химического осаждения из растворов формируются материалы с управляемыми радиопоглощающими свойствами путем подбора осаждаемого металла и режима его осаждения.

Список литературы

- [1] *Шунгиты Карелии и пути их комплексного использования* / Под ред. В.А. Соколова, Ю.К. Калинина. Карелия: Петрозаводск, 1975. 240 с.
- [2] *Лыньков Л.М., Глыбин В.П., Богуш В.А., Борботько Т.В.* // Доклады НАН РБ. 2002. Т. 46. № 3. С. 120–122.
- [3] *Березкин В.И., Константинов П.П., Холодкевич С.В.* // ФТТ. 1997. Т. 39. № 10. С. 1783–1786.
- [4] *Криштопова Е.А., Лыньков Л.М., Борботько Т.В.* // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2008. № 3. С. 64–68.
- [5] *Вансовская К.М.* Металлические покрытия, нанесенные химическим способом / Под ред. П.М. Вячеславова. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд.-е, 1985. 103 с.
- [6] *Егоров-Гисменко Ю.К.* Кристаллография и кристаллохимия. М.: Книжный дом „Университет“, 2005. 587 с.
- [7] *Горелик С.С., Расторгуев Л.Н., Скаков Ю.А.* Рентгенографический и электронооптический анализ. М.: МИСиС, 2002. 360 с.
- [8] *Богуш В.А., Борботько Т.В., Гусинский А.В., Лынькова Л.М., Тамело А.А.* Электромагнитные излучения. Методы и средства защиты. Минск: Бест-принт, 2003. 406 с.