

МОРФОЛОГИЯ И СОСТАВ МАГНИТНЫХ МИКРОСФЕРУЛ ИЗ СНЕГОВ АНТАРКТИКИ

Глухов М.С.¹, Четвертиков Ю.О.², Иванкова Е.М.³, Якубович О.В.^{4,5}, Горюнова А.А.¹

¹Казанский федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия, gluhov.mikhail2015@yandex.ru

²НИЦКИ ПИЯФ, Гатчина, Россия, chetverikov_yo@pnpi.nrcki.ru

³Институт высокомолекулярных соединений РАН, Санкт-Петербург, Россия, ivelen@mail.ru

⁴Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

⁵ИГГД РАН, Санкт-Петербург, Россия, Olya.v.yakubovich@gmail.com

Космическая пыль непрерывно поступает на поверхность Земли. Среди находок космической пыли обнаруживают магнитные микросферы. Их находки повсеместны. Однако они имеют некоторые сходства строения и состава с вулканическими и техногенными микросферами [Glukhov et al., 2018; Карпов, Мохов, 2010; Гребенников и др., 2012]. Почти полное отсутствие континентальной и индустриальной пыли в центральной Антарктиде дает возможность извлечения и исследования космической пыли из свежего сверхчистого снега, полученного в чистых зонах вблизи станции. Поэтому для поиска и дальнейшего изучения космических сферул мы использовали нерастворимый осадок, собранный из снега в районе станции Восток.

Первый этап состоял из полевых работ, связанных со сбором и фильтрованием свежеснежавшего чистого снега с последующим лабораторным исследованием осажённых на фильтрах частиц. Для отбора микроча-

стиц использовался оптический микроскоп и стальная игла. Стальная игла позволяла отбирать магнитные микрочастицы, минералы-ферритмагнетики. С помощью сканирующего электронного микроскопа, оснащенного энергодисперсионным спектрометром (ЭДС), мы изучили поверхностные микротекстуры и состав магнитных микросферул.

Результаты микроскопических исследований 30 магнитных микросферул показали, что все они обладают сферической формой и размерами от 4 до 70 мкм (рис. 1). Поверхностные микротекстуры представлены блочно-мозаичными (рис. 1а) и дендритовым типами (рис. 1б). На поверхности микросферул с мозаичной текстурой обнаруживаются кристаллы кубической сингонии, характерные для семейства ферришпинелидов. Среди изученных микросферул встречаются полые. Это определяется обнаруженными на поверхности отверстиями. Отмечено, что полые микросферы имеют диаметр более 30 мкм.

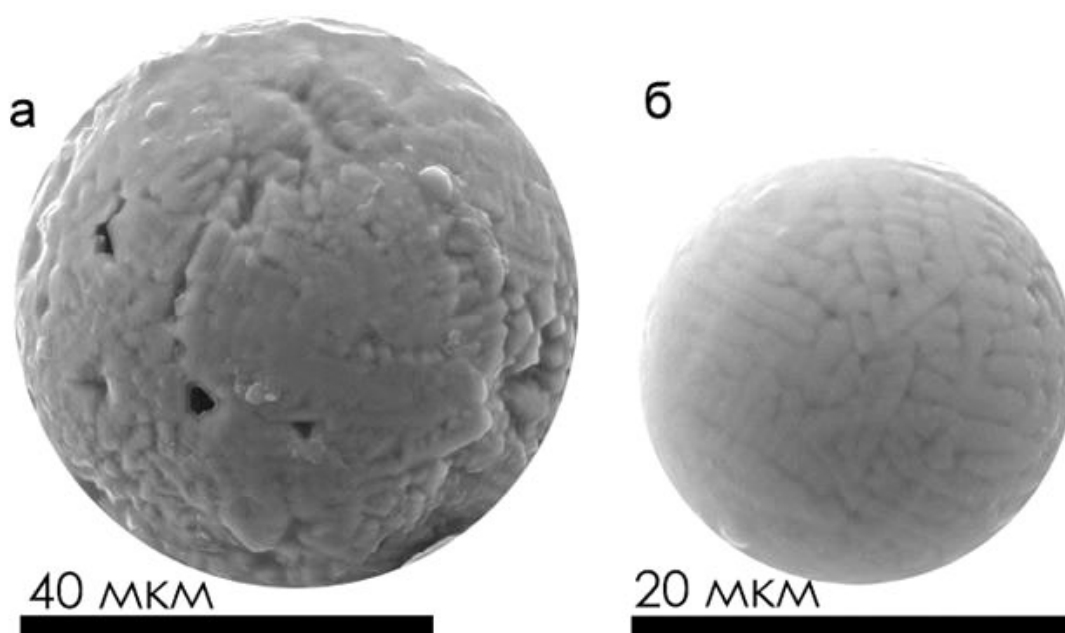


Рис. 1. Морфология магнитных микросферул

По данным ЭДС в составе изученных микросферул преобладает железо, часто обнаруживаются примеси NiO и Cr_2O_3 , реже MnO, Al_2O_3 , SiO_2 . Учитывая магнитные свойства и кристаллографические особенности, можно предположить, что минеральный состав изученных микросферул представлен магнетитом и ферритами (треворитом и хромитом).

Изученные микросферулы обладают внешним сходством и составом, характерным для микрометеоритов I-types [Genge et al., 2008; Goderis et al., 2020]. Химический и минеральный состав также позволяет их отнести к космическим сферулам (рис. 2) [Genge et al., 2008; Goderis et al., 2020].

Похожие микросферулы были обнаружены нами и другими исследователями ранее в древних осадочных породах [Глухов, 2021; Suttle & Genge, 2017]. Это показывает, что микрометеориты в виде магнитных микросферул могут сохраняться в течение очень продолжительного времени и, тем самым, способствуют сохранению информации о структуре и составе поступающих на Землю частиц.

Продолжительное и непрерывное накопление информации позволит детализировать данные о структуре, составе и динамике прохождения отдельных метеороидных потоков, даст возможность сделать выводы об особенностях строения и эволюции родительских тел метеороидов в различное геологическое время.

ЛИТЕРАТУРА

1. Глухов М.С. Диагностика генетических признаков магнитных микросферул из осадочных пород // Металлогения древних и современных океанов–2020. Критические металлы в рудообразующих системах. 2020. № 26. С. 162–166.
2. Гребенников А.В., Щека С.А., Карабцов А.А. Силикатно-металлические сферулы и проблема механизма игнимбритовых извержений (на примере Якутинской вулcano-тектонической структуры) // Вулканология и сейсмология. 2012. № 4. С. 3–22.
3. Карпов Г.А., Мохов А.В. Микрочастицы самородных металлов, сульфидов и оксидов в андезитовых пеплах Карымского вулкана // Вулканология и сейсмология. 2010. № 3. С. 19–35.

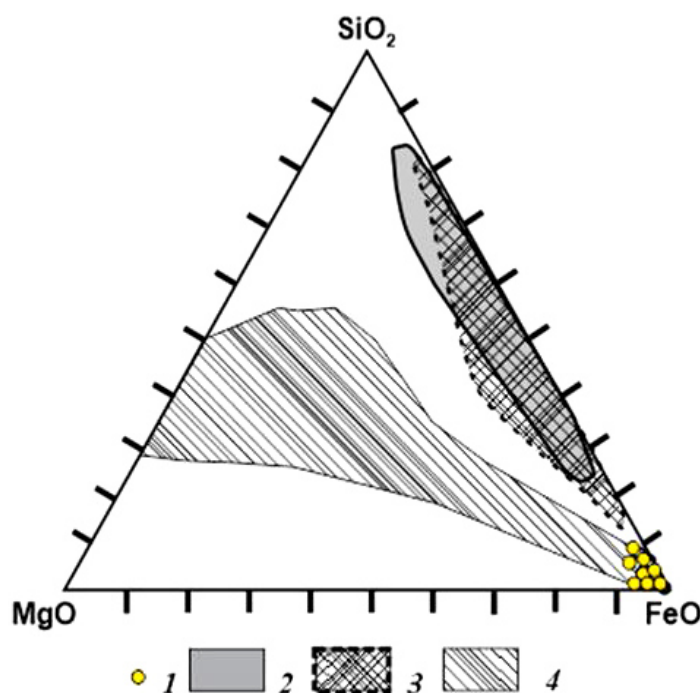


Рис. 2. Состав магнитных микросферул различной природы: 1 – магнитные микросферулы из снегов Антарктики; 2 – из вулканических пород, 3 – из техногенных образований, 4 – область составов космических микросферул и микрометеоритов и ММ из осадочных пород, по [Goderis et al., 2020]

4. Genge M.J., Engrand C., Gounelle M., Taylor S. The classification of micrometeorites // *Meteoritics & Planetary Science*. 2008. V. 43. P. 497–515.
5. Glukhov M.S., Sungatullin R.Kh., Galiullin B.M., Sungatullina G.M., Bakhtin A.I., Gusev A.V., Kuzina D.M. Metallic microspheres of cosmic and technogenic origin // *Meteoritics & Planetary Science*. 2018. V. 53. No. 1. P. 6202.
6. Goderis S., Soens B., Huber M.S. et al. Cosmic spherules from Widerøefjellet, Sør Rondane Mountains (East Antarctica) // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 2020. V. 270. P. 112–143.
7. Suttle M.D., Genge M.J. Diagenetically altered fossil micrometeorites suggest cosmic dust is common the geological record // *Earth and Planetary Science Letters*. 2017. V. 476. P. 132–142.