

МЕССБАУЭРОВСКАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ФАЗ В ОЛИВИНЕ ПАЛАССИТА ОМОЛОН

Д. Г. Патрушева, Е. В. Петрова, В. И. Гроховский, М. И. Оштрах

*Уральский государственный технический университет – УПИ имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, dpatr@mail.ru*

Метеорит Омолон принадлежит к главной группе палласитов класса железокаменных метеоритов. Он был обнаружен в 1982 году в бассейне реки Омолон в Магаданской области. Общая масса найденного фрагмента составляет 250 кг. В настоящее время основная масса метеорита хранится в геолого-минералогическом музее СВК НИИ ДВО РАН. Исследованный фрагмент метеорита Омолон имеет размеры 4×3.5×3 см и угловатую поверхность с многочисленными оборванными острыми выступами никелистого железа, содержащего включения кристаллов оливина желтого цвета (рис. 1). Содержание фаялита в оливине – 12.3 мол. % [Sharygin et al., 2006]. Распределение ионов Fe^{2+} в позициях M2 и M1 в оливине можно использовать для оценки термической истории минерала. В настоящей работе приводятся первые результаты изучения оливина из метеорита Омолон методом мессбауэровской спектроскопии с высоким скоростным разрешением.

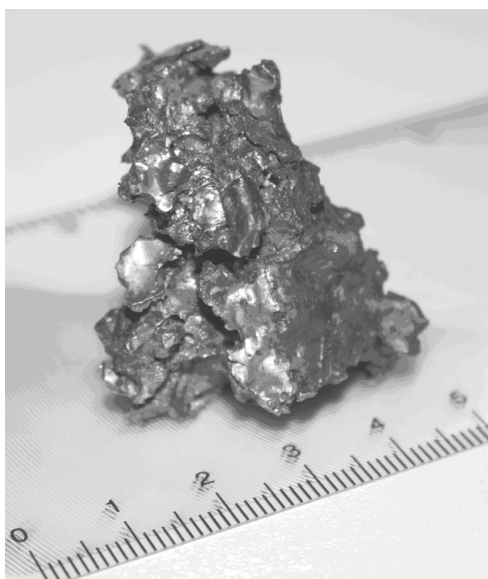


Рис. 1. Фрагмент палласита Омолон.

Образец оливина из метеорита Омолон получали следующим образом: выделенные из железоникелевой матрицы кристаллы оливина измельчались в порошок в агатовой ступке, затем с помощью магнита удалялась магнитная фаза. Полученный порошок наклеивался на подложку диаметром 2 см из очищенного от железа алюминия. Эффективная толщина образца ~ 5 мг Fe/cm^2 .

Мессбауэровские спектры измерялись на автоматизированном прецизионном мессбауэровском спектрометрическом комплексе с высоким скоростным разрешением (4096 каналов) при комнатной температуре. Характеристики комплекса приведены в работах [Oshtrakh et al., 2009; Семенкин и др., 2010]. Мессбауэровские спектры обрабатывались по методу наименьших квадратов по программе UNIVEM-MS (НИИ Физики Южного федерального университета,

Ростов-на-Дону) с использованием линии лоренцевой формы и оценивались следующие параметры: изомерный сдвиг δ , квадрупольное расщепление (квадрупольный сдвиг для магнитно расщепленных спектров) ΔE_Q , магнитное сверхтонкое поле $H_{эфф}$, ширина линии Γ , относительная площадь компонент спектра S и статистический критерий χ^2 . Изомерные сдвиги приводятся относительно α -Fe при 295 К.

Мессбауэровские спектры оливина из метеорита Омолон, измеренные в двух разных скоростных диапазонах, показаны на рис. 2. Результаты наилучшей аппроксимации этих спектров приведены в таблице 1. В спектре, измеренном в большом скоростном диапазоне, выявляется небольшой (2 %) магнитный секстет, параметры которого соответствуют троилиту (FeS). Очевидно, что это остаточный троилит, который не удалось удалить с помощью магнитов. В спектре также присутствуют три квадрупольно расщепленных дублета (компоненты 2–4). Мессбауэровские параметры компонент 2 и 3

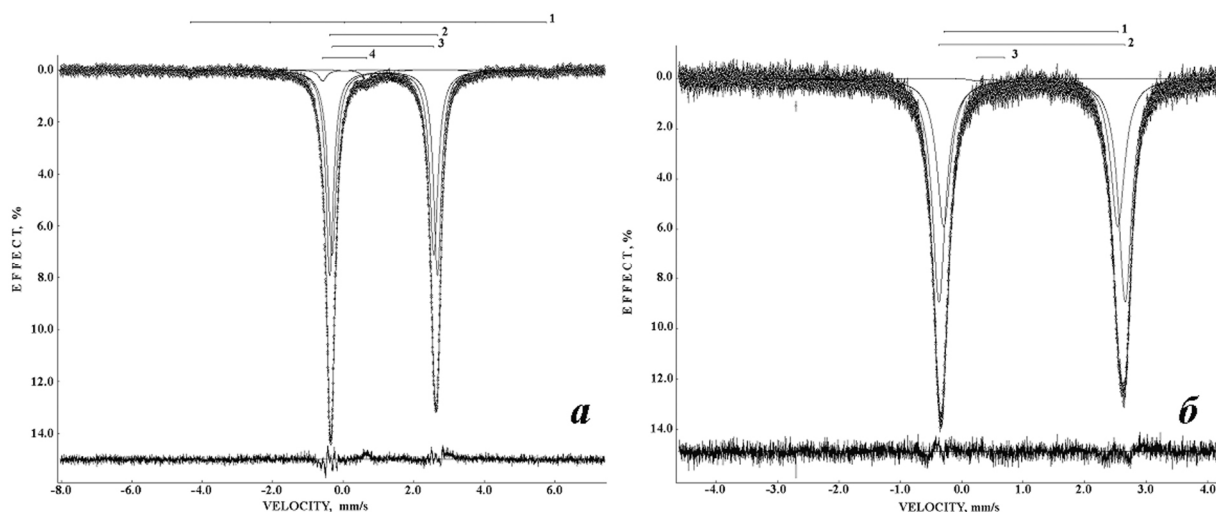


Рис. 2. Мессбауэровские спектры оливина из метеорита Омолон, измеренные при комнатной температуре на 4096 каналов: а – в большом скоростном диапазоне, б – в малом скоростном диапазоне.

соответствуют ядрам ^{57}Fe , находящимся в позициях М1 и М2 в оливине (см., например, [Morozov et al., 2005; Oshtrakh et al., 2008]). Параметры компоненты 4 можно связать с неизвестным соединением Fe^{+3} . Следует отметить, что вид дифференциального спектра на рис. 2, а свидетельствует о недостаточном качестве аппроксимации этого спектра. Однако, дальнейшее увеличение числа компонент при аппроксимации данного спектра не давало положительного результата. Поэтому, учитывая малый вклад троилита, было проведено новое измерение мессбауэровского спектра в меньшем скоростном диапазоне (рис. 2, б). Этот спектр был аппроксимирован тремя квадрупольно расщепленными дублетами (компоненты 1–3), параметры которых приведены в таблице 1. Мессбауэровские параметры компонент 1 и 2 соответствуют ядрам ^{57}Fe , находящимся в позициях М2 и М1 в оливине. Величины ΔE_Q для этих компонент слегка отличаются от соответствующих значений ΔE_Q , полученных для мессбауэровского спектра оливина, измеренного в большом скоростном диапазоне. Кроме того, значения относительных площадей компонент 1 и 2 оказались различны ($\sim 41\%$ и $\sim 59\%$), что соответствует ранее полученным данным для обыкновенных хондритов [Oshtrakh et al., 2008]. Компонента 3 по своим параметрам соответствует высокоспиновому соединению Fe^{+3} .

Таблица 1

Параметры мессбауэровских спектров оливина из метеорита Омолон

Спектр	δ , мм/с	ΔE_Q , мм/с	$N_{\text{эфф}}$, кЭ	S, % (ошибка 10 %)	№ компоненты в спектре	Минерал
Рис. 2,а	0.78 ± 0.01	-0.12 ± 0.02	313.4 ± 0.8	2.07	1	Троилит
	1.147 ± 0.004	3.057 ± 0.004	–	47.88	2	Оливин (М1)
	1.128 ± 0.004	2.887 ± 0.004	–	47.46	3	Оливин (М2)
	0.041 ± 0.004	1.250 ± 0.008	–	2.58	4	Соединение Fe^{+3}
Рис. 2,б	1.124 ± 0.002	2.834 ± 0.002	–	40.78	1	Оливин (М2)
	1.146 ± 0.002	3.033 ± 0.002	–	58.56	2	Оливин (М1)
	0.47 ± 0.03	0.45 ± 0.05	–	0.66	3	Соединение Fe^{+3}

Таким образом, первое исследование оливина, выделенного из метеорита Омолон, методом мессбауэровской спектроскопии с высоким скоростным разрешением позволило

выявить присутствие троилита и соединения Fe^{+3} в оливине, а также оценить доли ядер ^{57}Fe , находящихся в позициях M1 и M2 в оливине.

Литература

Семенкин В. А., Оштрах М. И., Мильдер О. Б., Новиков Е. Г. Мессбауэровский спектрометрический комплекс с высоким скоростным разрешением для биомедицинских исследований // Известия РАН, сер. Физическая. 2010. 74. № 3. С. 475–479.

Morozov M., Brinkmann C., Lottermoser W., Tippelt G., Amthauer G., Kroll H. Octahedral Cation Partitioning in Mg,Fe^{2+} -Olivine // Eur. J. Mineral. 2005. 17. P. 495–500.

Oshtrakh M. I., Petrova E. V., Grokhovsky V. I., Semionkin V. A. A Study of Ordinary Chondrites by Mossbauer Spectroscopy with High-Velocity Resolution // Meteor. & Planet. Sci. 2008. 43. P. 941–958.

Oshtrakh M. I., Semionkin V. A., Milder O. B., Novikov E. G. Mossbauer Spectroscopy with High Velocity Resolution: An Increase of Analytical Possibilities in Biomedical Research // J. Radioanal. Nucl. Chem. 2009. 281. P. 63–67.

Sharygin V. V., Kovyazin S. V., Podgornykh N. M. Mineralogy of Olivine-Hosted Inclusions from the Omolon Pallasite // 37 LPSC, 2006, № 1235.