

Моделирование низкотемпературного окисления титаномагнетита для оценки сохранности "палеомагнитного" сигнала его термоостаточной намагниченности

Роман А. Грачев¹ , Руслан А. Рытов^{2,1} , Валерий И. Максимочкин¹ ,
Алексей Н. Целебровский , Алексей Н. Некрасов³

¹ Lomonosov Moscow State University

² Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave
Propagation of the Russian Academy of Sciences

³ Institute of Experimental Mineralogy of the Russian Academy of Sciences

grachevra@my.msu.ru

Информация о древнем магнитном поле Земли хранится в термоостаточной намагниченности крошечных ферритмагнитных минералов, случайным образом рассеянных в пара/диамагнитной матрице горной породы. Для вулканических горных пород, таких как базальт, характерен титаномагнетит (ТМ) — твердый раствор магнетита (Fe_3O_4) и ульвошпинели (Fe_2TiO_4). ТМ в условиях поверхности Земли химически нестабилен и может быть подвержен процессам окисления и распада, что самым негативным образом сказывается на сохранности его палеомагнитной информации. До настоящего времени остается непонятным: возможно ли корректно расшифровать информацию о древнем магнитном поле (палеонапряженность и палеонаправление) по образцам ТМ, испытавшим низкотемпературное (ниже температуры Кюри) однофазное окисление в естественных условиях? В данной работе было проведено лабораторное моделирование подобного процесса посредством отжига образцов базальта П72/4 рифтовой зоны Красного моря при повышенных температурах в магнитном поле.

Показано, что определение палеонапряженности методом Телье-Коэ[Сое, 1967] по термоостаточной намагниченности (TRM) титаномагнетита можно считать надежным, если титаномагнетит

испытал низкотемпературное однофазное окисление степени не более $Z = 0.5$ в магнитном поле, близком по направлению к TRM: расчетное значение поля (B_{calc}), определенное после лабораторного окисления титаномагнетита базальта при температуре 260°C в магнитном поле (B_{an}) параллельном TRM, совпало в пределах погрешности с лабораторным полем (B_{lab}) создания TRM для времен отжига 12,5-400 часов (степень окисления титаномагнетита $Z < 0.5$.) В случае окисления титаномагнетита в магнитном поле перпендикулярно TRM — результаты определения палеонапряженности не надежны: расчетное значение поля B_{calc} , определенное после отжига в магнитном поле $B_{\text{an}} \perp \text{TRM}$ для $t = 12$ часов оказывалось завышенным на $\sim 40\%$, а в случае $t = 400$ и 1300 часов занижено на $\sim 20\%$ относительно поля создания TRM.

Таким образом установлено, что определение палеонапряженности по базальтам, содержащим однофазно-окисленный ТМ, зависит от направления магнитного поля, действовавшего в процессе его низкотемпературного окисления.

1. Coe R. S. The Determination of Paleo-Intensities of the Earth's Magnetic Field with Emphasis on Mechanisms Which Could Cause Non-Ideal Behavior in Thellier's Method // Journal of geomagnetism and geoelectricity. Res. 19, № 3 (1967), 157.

This research has been supported by:

1. "Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда", grant 24-27-00250