KPmag2024-main024

Моделирование петель гистерезиса полидисперсных смесей магнитных наночастиц

Руслан А. Рытов[1,2] , Валерий И. Максимочкин[2] , Алексей Н. Целебровский[2] , Роман А. Грачев[2]

[1] Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation of the Russian Academy of Sciences
[2] Lomonosov Moscow State University

ruslan.rytov2017@yandex.ru

Содержащиеся в горных породах ансамбли магнитных нано- и субмикронных частиц несут в себе информацию о направлении, интенсивности и эволюции древнего магнитного поля Земли. Такие породы часто содержат смеси магнитных наночастиц в широком диапазоне диаметров, магнитные свойства которых существенно различаются [1]. Магнитные наночастицы в зависимости от материала, диаметра и формы могут быть суперпарамагнитными, однодоменными или иметь вихревое/многодоменное состояние намагниченности (псевдооднодоменные частицы). Этот факт делает получение и интерпретацию палеомагнитных данных горных пород достаточно трудоёмким процессом.

Так, магнитные петли гистерезиса с “осиной талией”, сжатые в средней области, часто измеряются на образцах базальтовых стёкол. [2]. Качественно форма таких петель объясняется содержанием в породе примеси суперпарамагнитных частиц с пониженной коэрцессивностью. В данной работе с помощью компьютерного моделирования показаны условия возникновения сжатых петель гистерезиса для полидисперсных ансамблей наночастиц, а также показана возможность возникновения таких петель в ансамблях, содержащих только суперпарамагнитные или только псевдооднодоменные частицы.

С помощью кинетического моделирования были рассчитаны квазистатические петли гистерезиса полидисперсной смеси наночастиц магнетита в диапазоне диаметров D = 15 – 50 нм. Далее, с помощью микромагнитного моделирования была показана возможность возникновения сжатых петель для цепочек суперпарамагнитных частиц биогенного магнетита D = 20 – 30 нм, а также для ансамблей частиц магнетита с вихревым состоянием намагниченности D > 60 нм.

[1] Tselebrovskiy A. N. et al., Izvestiya, Physics of the Solid Earth. 59 (2023) 1.

[2] Roberts A. P., Cui Y., Verosub K. L., Journal of Geophysical Research: Solid Earth. 100 (1995) B9.

This research has been supported by:

1. "Российский научный фонд", grant 24-27-00250