

ЭНЕРГИЯ МАГНИТНОГО МОМЕНТА В ЦИРКУЛЯРНО-ПОЛЯРИЗОВАННОМ ПОЛЕ

Лютый Т.В., доцент

Сумский государственный университет

Поиск новых способов нагревания ферромагнитных наночастиц является важной задачей с точки зрения усовершенствования современного метода терапии раковых опухолей – магнитной гипертермии [1]. В литературе рассматривались три механизма нагревания наночастицы в переменном магнитном поле [2]: 1) вследствие вязкого трения при механическом вращении всей частицы; 2) вследствие диссипативного движения магнитного момента неподвижной частицы; 3) нагревание частицы токами Фуко. При этом в качестве механизма, имеющего непосредственную прикладную ценность, рассматривался именно первый. В то же время, в ряде недавних экспериментальных работ (см., например, [3]) указывается на необходимость учета потерь энергии за счет прецессии магнитного момента.

Целью настоящей работы является нахождение выражения для потерь энергии за один период для магнитного момента одноосной ферромагнитной наночастицы во вращающемся магнитном поле. В отличие от подхода, предложенного для решения данной задачи в приближении анизотропной частицы [4], здесь искомая величина находилась интегрированием результатов скалярного произведения обеих частей уравнения Ландау-Лифшица и эффективного магнитного поля. В результате удалось получить точное выражение для энергии магнитного момента для случая однородной прецессии, а также уравнение в квадратурах, описывающее эту величину для неоднородной прецессии.

Анализ выражения для однородной прецессии показал, что поглощаемая энергия резонансным образом зависит от частоты поля, а также определяется направлением поляризации вращающегося поля, что показывает преимущество использования именно вращающегося магнитного поля относительно линейно-поляризованного для нагревания наночастиц.

1. A. Jordan, et al., *J. Magn. Magn. Mater.* **201**, 413 (1999).
2. R.E. Rosensweig, *J. Magn. Magn. Mater.* **252**, 370 (2002).
3. X. Zhang, et al., *Biomed. Eng.: App. Bas. C.* **22**, 393 (2010).
4. P.F. de Chatel, et al., *J. Phys.: Condens. Matter* **21**, 124202 (2009).