

О влиянии диполь-дипольного взаимодействия ядер на амплитуду дипольного эха в стеклах в магнитном поле

А. В. Шумилин¹, Д. А. Паршин²

¹ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 533-06-27, эл. почта: hegny@list.ru

²Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Санкт-Петербург, Россия

При температурах ниже 1К стекла проявляют ряд универсальных свойств, отличающихся от свойств аналогичных кристаллов [1]. Эти свойства принято описывать в рамках модели двухуровневых систем (ДУС). Одним них является дипольное двухимпульсное эхо — запаздывающий отклик стекла на два приложенных к нему последовательных электромагнитных импульса. Амплитуда дипольного эха может немонотонно зависеть от магнитного поля даже в стеклах, не имеющих парамагнитных центров [2]. Было показано, что этот эффект определяется спинами входящих в стекло ядер. В случае если энергия таких спинов зависит от состояния двухуровневой системы, расщепление уровней ДУС может приводить к существенной (до 1/2 от максимального значения) зависимости амплитуды эха от магнитного поля.

Впервые теория этого явления была построена для случая, когда в стекло входят ядра, обладающие электрическим квадрупольным моментом [3]. Взаимодействие этих квадрупольных моментов с внутренним электрическим полем зависит, во-первых, от ядерного спина a , во-вторых, от состояния ДУС, что, в конечном итоге приводит к зависимости амплитуды дипольного эха от магнитного поля. В нашей работе [4] мы выделили случай, в котором характерная энергия взаимодействия ядерных квадрупольных моментов с внутренним полем меньше \hbar/τ (где τ — временной интервал между двумя приложенными к стеклу импульсами). В этом случае, зависимость амплитуды дипольного эха от магнитного поля при достаточно больших магнитных полях (таких что Зеемановская энергия взаимодействия ядерных спинов с внешним магнитным полем больше чем энергия ядерных квадрупольных моментов во внутреннем поле) имеет универсальный вид, не зависящий от микроскопической структуры двухуровневых систем.

Позднее было показано, что причиной зависимости амплитуды дипольного эха от магнитного поля может служить также энергия диполь-дипольного взаимодействия ядерных магнитных моментов, зависящая от состояния двухуровневых систем [5].

В данной работе мы провели теоретическое исследование влияния магнитного поля на амплитуду дипольного эха в стеклах, вызванного диполь-дипольным взаимодействием ядерных спинов, в случае, когда энергия диполь-дипольного взаимодействия ядер меньше чем \hbar/τ .

Мы показали, что в случае одинаковых взаимодействующих ядер, зависимость амплитуды дипольного эха от магнитного поля также имеет универсальный вид, не зависящий от микроскопической структуры двухуровневых систем. При этом, дан-

ная зависимость отличается от случая взаимодействия ядерных квадрупольных моментов с микроскопическим полем только вертикальным масштабом.

В случае диполь-дипольного взаимодействия различных ядер, универсальный вид зависимости нарушается и на поведение амплитуды эха в магнитном поле может влиять, например, микроскопическая структура двухуровневых систем.

Наши результаты хорошо согласуются с экспериментальными данными по измерению амплитуды дипольного эха в магнитном поле в глицероле [5].

Литература

1. Amorphous Solids Low — Temperature Properties, Ed. W. A. Phillips, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1981).
2. S. Ludwig, C. Enss, P. Strehlow and S. Hunklinger, Phys. Rev. Lett. , 88, 075501 (2002).
3. A. Wurger, A. Fleischmann, and C. Enss, Phys. Rev. Lett. , 89, 237601 (2002).
4. А. В. Шумилин, Д. А. Паршин, Письма в ЖЭТФ, 89, 143 (2009).
5. M. Bazrafshan, G. Fickenscher, M. v Schickfus, A. Fleischmann and C. Enss, J. Phys. : Conf. Ser. 92, 012135 (2007).