

УДК 537.635

Арманд Эбанга (5 курс, каф КЭ), В.И.Тарханов, к.т.н., доц.

ЭХО-СИГНАЛЫ В ЛИТИЕВОМ ФЕРРИТЕ

ABSTRACT: Two different kinds of resonance phenomena participate in echo signal formation observed in lithium ferrite polycrystals in response to two radiofrequency pulses applied through ordinary broadband pulsed NMR spectrometer. One is NMR in ^{57}Fe nuclei. The other is supposed to be a magnetoacoustic resonance phenomenon. The investigation deals with comparison of their properties and their resonance characteristics.

Импульсные методы магнитного резонанса позволяют изучать когерентные отклики исследуемого образца на приложение импульсов радиочастотного магнитного поля. Чем ближе несущая частота радиоимпульса к резонансу, тем сильнее сигнал спада свободной индукции или эха, генерируемый образцом. Эта зависимость часто используется для поиска и исследования линий ядерного магнитного резонанса в магнитоупорядоченных веществах. Необходимость такого поиска связана с тем, что ЯМР в магнитоупорядоченных веществах наблюдается во внутренних локальных магнитных полях кристаллической решетки, величина которых определяется составом, структурой и технологией изготовления образца. Таким образом, измеренные частоты магнитного резонанса могут дать полезную информацию о наличии в образце конкретных ядер группы железа и о структуре молекул, в состав которых они входят.

В ходе исследования резонансных характеристик поликристаллических образцов литиевых ферритов было замечено, что в формировании наблюдаемых эхо-сигналов принимают участие две совершенно различные резонансные системы. Одна из них – это спиновая система ядер ^{57}Fe , обладающих гиромагнитным отношением $\gamma = 1,3756$ МГц/Гл. Ее резонансы группируются в интервале частот от 65 МГц до 72 МГц в зависимости от состава и технологии изготовления образца. Другая никак не связана с ядерным магнитным резонансом и проявляет резонансные свойства в широком диапазоне частот от 10 МГц до 150 МГц, который ограничивался только характеристиками измерительной аппаратуры.

Оба механизма формирования эхо-сигналов запускаются импульсами радиочастотного магнитного поля. Оба регистрируются стандартной катушкой индуктивности резонансного приемного контура. Различия проявляются в ширине диапазона частот, в которых наблюдаются эти резонансные явления и во временах релаксации, которые ограничивают времена наблюдения эхо-сигналов и в интенсивностях эхо-сигналов.

Механизм формирования магнитоакустического эха может выглядеть следующим образом. Импульсы радиочастотного магнитного поля за счет эффекта магнитострикции возбуждают в образце акустические колебания, которые из-за неоднородности образца и способов возбуждения распределены в широком диапазоне частот. Они отражаются от внутренних структур поликристаллов образца или ограничиваются резонансными колебаниями отдельных кристаллитов в порошковых образцах. Отраженные сигналы рождают обычное акустическое эхо, которое за счет обратного эффекта магнитострикции преобразуются снова в магнитную составляющую радиочастотных колебаний. Последние и улавливаются катушкой регистрации приемного контура.

Но магнитоакустические колебания являются не единственной возможной причиной наблюдавшихся короткоживущих резонансных явлений. Другой механизм может быть связан с низкочастотной ветвью спинового резонанса электронов, участвующих в формировании упорядоченных внутренних локальных магнитных полей на ядрах. Известно, что величина магнитного момента электрона в 1000 раз больше, чем величина магнитного момента ядер. Известно также, что времена релаксации в электронной спиновой системе должны

быть значительно короче, чем ядерные. Однако сделать однозначный вывод об истинном характере наблюдавшихся резонансных явлений пока не удастся.

В докладе описывается экспериментальная установка, на которой проводились исследования; приводятся результаты экспериментов, сравниваются условия возбуждения и регистрации обоих видов эхо-сигналов и основные характеристики соответствующих резонансных систем.

Заключение. В сложных физических системах, таких как поликристаллические образцы литиевого феррита, может существовать несколько различных физических процессов, приводящих к формированию нестационарных когерентных явлений. Они маскируются общим характером возбуждения и регистрации, но могут быть связаны с принципиально различными процессами формирования наблюдаемых сигналов. Для точной идентификации сигналов короткоживущего эха необходимо провести серию специальных дополнительных исследований.