

## ДОМЕН-АКУСТИЧЕСКОЕ ЭХО В Ni – Cu ФЕРРИТЕ

· М.В. Мануилов, В.С. Бондаренко, В.В. Криночкин,  
Б.В. Соболев

Экспериментально обнаружено явление домен-акустического эхо на частоте 30 МГц в поликристаллическом феррите состава  $Ni_{0,97}Cu_{0,03}Fe_2O_3$ , характеризующееся аномально большим временем релаксации. Механизм явления связывается со смещением доменных границ.

Явление эхо наблюдалось нами в образце поликристаллического феррита  $Ni_{0,97}Cu_{0,03}Fe_2O_3$  тороидальной формы (размерами  $20 \times 8 \times 8 \text{ мм}^3$ ) при возбуждении в нем с помощью катушки 1 (рис. 1) двух импульсов магнитного поля частоты 30 МГц длительностью  $0,3 \div 15 \text{ мкс}$  и временным интервалом между ними  $\tau = 1 \div 20 \text{ мкс}$ . Сигнал двухимпульсного эхо (съем осуществлялся с дополнительной обмотки 2) регистрировался через время  $\tau$  после подачи второго импульса. Через произвольный интервал времени  $T$  (от нескольких микросекунд до суток и более) на катушку 1 подавался третий ("считывающий") импульс той же частоты. Через время  $\tau$  после него регистрировался сигнал трехимпульсного (стимулированного) эхо. Сигналы двухимпульсного и стимулированного эхо идентичны по амплитуде и по форме.

Сигнал стимулированного эхо наблюдался при многократном воздействии "считывающим" импульсом поля: какого-либо изменения амплитуды эхо нами не было обнаружено в течение 3-х суток после воздействия на образец первой парой импульсов.

Среди известных типов высокочастотных эхо <sup>1</sup> такие большие времена релаксации характерны для электроакустического эхо в кристаллических порошках, что объясняется такими механизмами "хранения", как смещение дислокаций, переориентация отдельных частиц порошка и их электризация трением <sup>2-4</sup>. Времена релаксации стимулированного магнитоакустического эхо в ферромагнитных порошках достигают нескольких часов при температуре жидкого азота <sup>5</sup>.

Обнаруженное нами эхо в отличие от <sup>5</sup> наблюдается только в том случае, если образец находится в полидоменном состоянии. При монодоменизации образца внешним постоянным магнитным полем эхо не наблюдается. На рис. 3 приведена зависимость величины сигнала стимулированного эхо от напряженности статического магнитного поля, приложенного к образцу с помощью дополнительной катушки, после однократного воздействия на него первой парой импульсов. Поле напряженностью более 50 Э полностью уничтожает магнитную структуру, сформированную в образце при воздействии первой пары импульсов.

Механизм формирования эхо, на наш взгляд, заключается в следующем. Первым импульсом поля в образце на неоднородностях различного типа (границы образца, доменные стенки, границы кристаллитов и др.) за счет магнитострикции возбуждаются акустические колебания. Нелинейное взаимодействие этих колебаний с магнитным полем второго импульса, основной вклад в которое вносит по-видимому магнитострикция, приводит к образованию в образце стационарной магнитной структуры за счет некоторого смещения доменных границ. Эта структура сохраняется после окончания взаимодействия из-за наличия в образце коэрцитивности.

При воздействии на эту структуру через произвольный интервал времени третьим высоко-частотным импульсом поля в образце возбуждаются акустические колебания, которые оказываются сфазированными через время  $\tau$ . Процесс сфазирования колебаний, как и в случае других типов эхо, осуществляется за счет фазового сопряжения (обращения времени). Сфазированные акустические колебания, благодаря магнитострикции, наводят в катушке сигнал стимулированного эхо.

Формирование эхо по двухимпульсной методике отличается от вышеописанного механизма тем, что второй импульс поля, формируя стационарную магнитную структуру, взаимодействует с ней, тем самым одновременно порождает сигнал эхо.

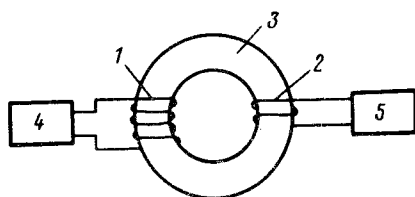
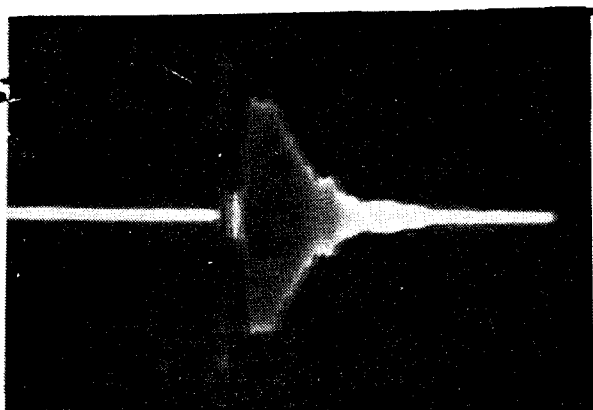


Рис. 1. Схема эксперимента: 1 - катушка возбуждения, 2 - приемная катушка, 3 - ферритовый образец, 4 - генератор радиоимпульсов, 5 - регистрирующее устройство



Затухание акустических колебаний, возбужденных в образце первым импульсом поля, приводит к уменьшению амплитуды сигнала эхо при увеличении времени  $\tau$ . Характер затухания можно непосредственно наблюдать, подавая первый импульс большой длительности (десятки микросекунд), что иллюстрируется приведенной на рис. 2 оциллограммой. Величина затухания ультразвука, рассчитанная по характеру спада сигнала эхо ( $\sim 1$  дБ/мкс), такого же порядка, что и определенная с помощью прямых ультразвуковых измерений на той же частоте.

В заключение авторы считают своим долгом выразить признательность А.Г.Гуревичу за полезное обсуждение и С.И.Меерсону за помощь в работе.

#### Литература

1. Копвиллем У.Х., Пранц С.В. Поляризационное эхо. М.: Наука, 1985.
2. Крайник Н.Н., Леманов В.В., Попов С.Н., Смоленский Г.А. ФТТ, 1975, 17, 2462.
3. Березов В.М., Асадуллин Я.А., Корепанов В.Д., Романов В.С. ЖЭТФ, 1975, 69, 1974.
4. Чабан А.А. Акустический журнал, 1978, 24, 941.
5. Альтшуллер С.А., Аухадеев Ф.Л., Гревцев В.А. и др. ЖЭТФ, 1977, 72, 1907.

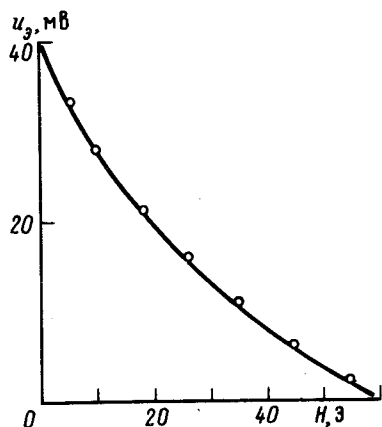


Рис. 2. Оциллограмма сигнала стимулированного эхо: 1 - электромагнитная наводка от считывающего (третьего) импульса, 2 - сигнал стимулированного эхо

Рис. 3. Зависимость сигнала стимулированного эхо от напряженности "стирающего" поля