

Письма в ЖЭТФ, том 14, стр. 242 – 245

20 августа 1971 г.

**ОСОБЕННОСТИ РЕЗОНАНСА СМЕЩЕНИЯ ГРАНИЦ ДОМЕНОВ
В ДИСКЕ**

А. И. Пильщиков, Н. Е. Сырьев

Теоретические и экспериментальные исследования [1, 2] магнитных резонансов в монокристаллах ферритов при наличии доменной структу-

ры на сферических образцах показали, что размагничивающие поля являются одним из основных факторов, определяющих резонансные частоты и связь различных типов колебаний.

С этой точки зрения представляет интерес исследование ферромагнитного резонанса (ФМР) и резонанса смещения границ доменов на образцах в форме диска, обладающего резко выраженной анизотропией размагничивающих полей. При расчете условий ФМР и колебаний границ доменов, рассматривается эллипсоидальный образец (рис. 1) монокристалла кубической симметрии с отрицательной анизотропией, главная ось которого совпадает с осью кристалла $[100]$ и внешним постоянным полем H . Предполагается, что в образце существует смешанная доменная структура, состоящая из двух групп доменов с разными объемами [2]. В первой группе 1 - 3 (рис. 1, а) границы доменов составляют угол 90° с внешним полем H , во второй 2 - 4, границы ориентированы параллельно полю.

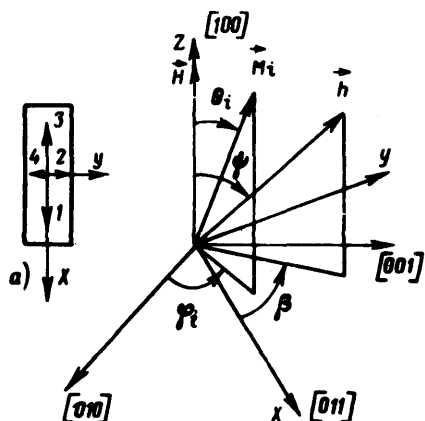


Рис. 1. Система координат и а - взаимное расположение векторов намагниченности в диске, вырезанном в плоскости $(0\bar{1}1)$.

Проведенный расчет, аналогичный [2] позволил получить условия равновесного состояния и уравнения движения, согласно которым существует шесть типов связанных колебаний. Четыре из них описывают прецессию намагниченности в доменах при продольном (+) (два) и поперечном (-) (два) возбуждении, и два ($\Delta\nu$) соответствуют смещению границ доменов, возбуждающихся только антисимметричным по отношению к данной группе доменов поперечным полем.

Связь поперечных типов колебаний (-), а также (-) и ($\Delta\nu$) различных групп доменов определяется только размагничивающими полями образца. Связь колебаний (-) с колебаниями границ доменов ($\Delta\nu$) в каждой группе доменов осуществляется за счет размагничивающих полей образца и доменов.

На рис. 2 показана зависимость приведенных резонансных частот поперечного ($\omega_{\perp 1,2}$) и продольного ($\omega_{\parallel 1,2}$) типа колебаний от приведенного внешнего поля в отсутствие связи (-) и $\Delta\nu$.

Собственные частоты колебаний границ доменов в этом случае будут определяться размагничивающими полями образца и, для диска, вырезанного в плоскости $(0\bar{1}1)$, резонансные частоты первой и второй

группы будут сильно отличаться друг от друга за счет различия размагничивающих факторов образца. За счет этого различной будет и связь колебаний границ доменов с колебаниями намагниченности в доменах. Из анализа теоретических данных, в частности, следует, что для данного образца такая связь для второй группы доменов будет значительно больше, чем для первой.

Экспериментальные исследования проведены на дисках монокристаллического иттриевого граната с параметрами $4\pi M = 1750 \text{ эс}$, $|K/M| = 43 \text{ э}$.

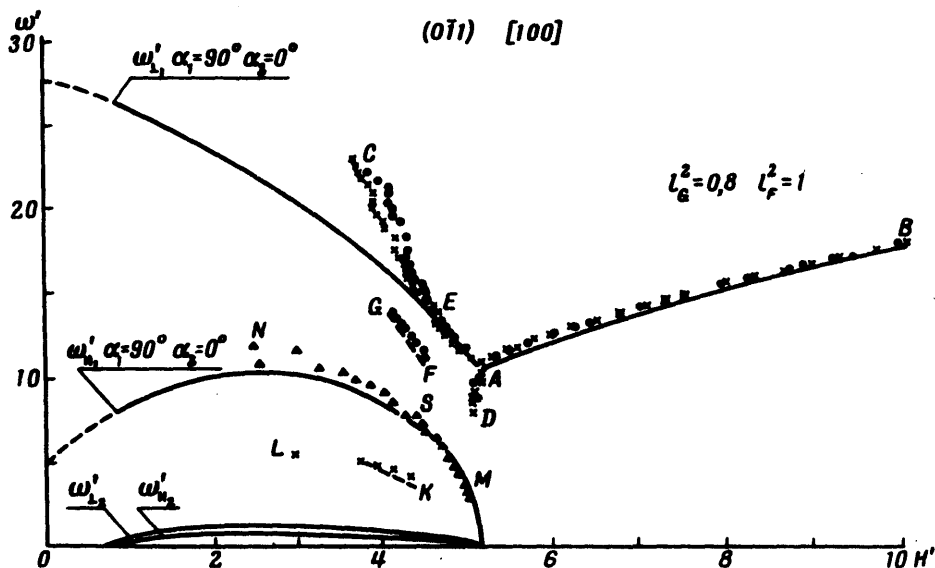


Рис. 2. Зависимость приведенных резонансных частот от приведенного постоянного магнитного поля. Сплошные кривые — теория ($N_x = N_z = 0,078$, $N_y = 0,844$, $N_{yL} = N_{yH} = 2\pi$). Точки — эксперимент. • — $h = h_y$ (антисимметричное возбуждение по отношению к группе доменов 2 — 4), \times — $h = h_x$ (антисимметричное возбуждение по отношению к группе доменов 1 — 3), Δ — $h \parallel H$, ℓ_G^2 и ℓ_F^2 значения параметра ℓ^2 в точках G и F

Результаты эксперимента для диска с размерами $\phi = 2 \text{ мм}$ и толщиной $0,2 \text{ мм}$ (аналогичные результаты были получены и на дисках других размеров) показаны на рис. 2. Как следует из рис. 2 наряду с ветвями AC, AB и MN, соответствующих прецессии намагниченности, получены две дополнительные ветви GF и KL. Кривые резонансного поглощения, последних, появляются только при антисимметричном возбуждении: для ветви GF по отношению к доменам 2 — 4 (h_y), а для KL по отношению к доменам 1 — 3 (h_x). Такие условия возбуждения дают основания полагать, что ветви GF и KL соответствуют резонансным частотам смещения границ доменов. В диапазоне полей $4,6 < H' < 5,2$ имеется хорошее совпадение теоретических кривых с экспериментальными данными (участки AE и MS). Следовательно, можно считать, что доменная структура в образце близка к выбранной теоретической модели. Для полей $H' < 4,6$ наблюдается отход экспериментальных то-

чек от теоретической кривой для ω_{11}^{\prime} (участок EC), что, по-видимому, обусловлено связью с резко выраженным резонансом смещения границ (ветвь GF) в этой области полей. Как указывалось выше, связь колебаний намагниченности в доменах со смещением границ наиболее сильной будет для доменов 2 - 4. Поэтому, учитывая только эту связь, можно провести оценку параметра ρ^2 по методике, предложенной в [1]. Используя экспериментальные и теоретические значения частот ветви EC были рассчитаны значения параметра ρ^2 и по формулам для частот связанных колебаний, определены резонансные частоты колебаний границ для групп доменов 2 - 4. Результаты этого расчета представлены в виде пунктирной линии GF . Эти же значения параметра ρ^2 были использованы для расчета резонансных частот группы доменов 1 - 3 без учета связей (пунктирная линия KL).

Следует отметить, что значения параметра ρ^2 для диска согласуются со значениями, полученными для сферы [1]. Резкое различие экспериментальных значений резонансных частот колебаний границ первой и второй групп доменов показывает, что, по крайней мере, для иттриевого граната, размагничивающее поле образца является основной "упругой силой", определяющей резонансную частоту смещения границ доменов.

Физический факультет
 Московского
 государственного университета
 им. М В Ломоносова

Поступила в редакцию
 9 июля 1971 г.

Литература

- [1] В.И.Дудкин, А.И.Пильщиков. ЖЭТФ, 52, 677, 1967.
 [2] В.И.Дудкин, А.И.Пильщиков. ЖЭТФ, 53, 56, 1967.