

КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР
АКАДЕМИЯ НАУК УССР

НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМЕ
"ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ"

И. П.

АКАДЕМИЯ НАУК УССР
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

5378
B-852

1/3



"МИС-РТ" - 2018 Сборник № 67-4 <http://ikar.udm.ru/mis-rt.htm>



ВСЕСОЮЗНАЯ

ЗАКАЗ № *11494/44*

Вид копирования			
М	Ф	Ф	ФШ
К-во копий			<i>8</i>
К-во экз.	<i>5</i>		

1. Название журнала (книги) _____
на языке оригинала
Шестьдесят годов Всесоюзной
конференции по физике магнитных явлений
Харьков. 26-29 октября.

Год 19 *79* Том _____ № (м-ц) _____ СТР. *259*

2. Автор *Широков В. Г.*
Название статьи *О роли магнитного поля в действии*
иной на ферромагнетик при резонансе

3. Информационное издание ВИНТИ (обвести) (РЖ) СИ ЭИ
Название *Физика*

Год 19 _____ Выпуск № _____ Реферат _____

Линия отрыва

19-7 О НОВЫХ КОМПОНЕНТАХ СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ФЕРРОМАГ-
 НИКИ ПРИ РЕЗОНАНСЕ. Широносков В.Г. Ижевский го-
 сударственный медицинский институт, кафедра физики

Вопрос о выборе выражения для плотности силы $f_i =$
 $\partial T_{ik} / \partial x_k$ (1) через тензор энергии-импульса $\{T_{ik}\}$ в макро-
 скопической электродинамике давно бы следовало уже отнести к архи-
 классической физики. Однако количество работ, посвященных
 этой теме, за последние годы свидетельствует об обратном [1-4].

Впервые появление силы в условиях ядерного магнитно-
 резонанса было учтено И.Г.Дорфманом [2]: $F = \chi_2 V \partial H_0 / \partial z$ (2),
 где $\chi_2 = \chi_2 H_0$ — статическая намагниченность, χ_2 — ядерная восприимчи-
 вость, H_0 — постоянное неоднородное магнитное поле || оси z , V —
 объем образца, находящийся в условиях резонанса. Позднее Ф.Р.
 Фришталлер [3] на основе нового тензора энергии-импульса полу-
 чил добавку к данному члену $\Delta F = (M_2 - M_0) V \partial H_0 / \partial z$ (3) (при ферро-
 магнитном резонансе). Недавно, в краткой заметке [4], сообщалось
 о новом наблюдении подеромоторных эффектов, обусловленных
 силами в (1) типа $H_0 \partial \chi_2 / \partial x_i$ (4). Предварительная оценка вели-
 чин (2-4) [4] указывает на доминирующую роль членов (4).

В данной работе получена формула для силы, действующей
 на ферромагнетик при резонансе, на примере тензора энергии-
 импульса Минковского. Итак сформулируем следующую задачу: в
 внешнем неоднородном магнитном поле H_0 и однородном внеш-
 нем переменном поле H_1 находится малая сфера из изотропного
 проводящего намагниченного до насыщения ферромагнетика. Кри-
 тическая малость, приближений будут являться следующие: (1) диа-
 метр образца $d \ll \lambda$ — длины электромагнитной волны, приближение
 электростатики, (2) слабой неоднородности магнитного поля

$$\partial H_0 / \partial x_i \ll \omega_1 / \lambda, d, H_0 \gg H_{0c} = 0, \text{ где } \omega_1 = \text{частота релаксации, } F = \text{магнитное отклонение, (3) } H_1 \ll H_0, H_1 \ll \omega_1, H_1 \ll \omega_1, (4)$$

близкие к насыщению, отсутствие доменной структуры, $H_0 > 4T/3M_0$,
 малость изменения температуры образца, обусловленное его
 нагревом при поглощении высокочастотной мощности, (6) не учиты-
 ваем магнитосупругие, нелинейные, обменные взаимодействия. За-
 тем примем уравнение движения намагниченности в форме Блоха

$$\partial \vec{M} / \partial t = \gamma [\vec{M} \times \vec{H}] - \omega_2 (\vec{M} - \vec{M}_0) \quad (5), \text{ где } \vec{H} = \vec{H}_0 + \vec{H}_1 = 4\pi/3 \vec{M}.$$

Выражение для подеромоторной силы, действующей на маг-
 нетик, из теории Минковского имеет вид [5,6]: $f_i = f_i^M - f_i^E =$
 $(M_2 - M_0) \partial H_0 / \partial x_i - H_1 \partial M_2 / \partial x_i$ (6), где f_i^E — плотность силы Лоренца,
 действующей на свободные заряды и электрические токи. Для сред-
 них значений компонент силы за период $T = 2\pi/\omega$ получим $f_i =$
 $(1/2) H_1 \partial M_2 / \partial x_i = K M_0 \partial H_0 / \partial x_i$, где величина $K = -1/2 H_1 / (M_0 \partial H_0 / \partial x_i)$
 играет роль коэффициента усиления силы (2). Используя зависи-
 мость $M_2(H_{02})$ при резонансе из [7] имеем $K = \delta H_1 M_0 / (\omega_1^2 + \delta^2 H_1^2 + \omega_2^2)$
 $\delta = \omega + \gamma H_1$. Коэффициент K имеет экстремумы при $-\delta H_1 = 2\omega_2$,
 $\delta = \pm \omega_2 (5/3)^{1/2}$, $K = \pm \omega / \omega_2$. Для монокристаллов железо-иттриево-
 граната, которые использовались при постановке эксперимента
 $H_0 = 10^4$ и $F = K M_0 V \partial H_0 / \partial z = 10^2 F_T$, где F_T — сила тяжести и
 $\partial H_0 / \partial z = 0,5$ в/см.

Проведенный анализ указывает на необходимость учета
 возникновения подеромоторных сил при наблюдении магнитного ре-
 зонанса в пространственно неоднородных магнитных полях. Нали-
 чие трансляционных и вращательных степеней свободы у кристалло-
 графически-анизотропных образцов и возникновение больших по-
 стоянных сил может приводить к нетривиальным последствиям [4].

В заключение выражаю признательность А.Г.Гуревичу за
 полезные замечания.

В.И.Павлов, УФН, 124, 345, 1978.

И.Г.Дорфман, ДАН СССР, 57, 769, 1947.

Fragnetaler F.R., "Magn. and Magn. Mater. - 1975" 21st,
 Int. Conf., Philadelphia, Pa, 1975, New York, 426, 1975.

В.И.Филатов, В.Г.Широносков, Изв. ВУЗов, Физика, №1, 238, 1977.

В.И.Содов, Механика сплошной среды, Наука, М., 1973, т.1, стр.344.

В.В.Талап, Основы теории электричества, Наука, М., 1976, стр.502.

В.А.Голанцман-Кутузов, В.В.Самарцев, Н.К.Солопаров, Б.М.Хасибу-
 ллаев, Магнитная магнетонная акустика, Наука, М., 1977, стр.44-46.