

К. М. ПОЛИВАНОВ

О НАБЛЮДЕНИИ ГИРОМАГНИТНОГО ЭФФЕКТА ФИШЕРА В ТЕЛЕ, РАСПОЛОЖЕННОМ В ВОЛНОВОДЕ

(Представлено академиком В. А. Котельниковым 1 II 1954)

Среди различных гиромагнитных эффектов Фишером ⁽¹⁾ был указан следующий: ферромагнетик во вращающемся поле должен намагничиваться в направлении оси вращения (см. рис. 1) так, как будто бы он находился во внешнем поле,

$$H_a = \frac{2m}{ge} \omega, \quad (1)$$

направленном вдоль оси ^(2,3).

Полагая, что намагничение обусловливается поворотом спинов ($g = 2$), из (1) получаем

$$H_a(\text{эрст.}) = 3,58 \cdot 10^{-7} f(\text{Гц}). \quad (2)$$

Намагничение вдоль оси M должно наблюдаться, если под действием вращающегося поля элементарные носители стремятся вращаться вместе с ним. В слабых полях, когда процессы намагничивания обусловливаются в основном смещением границ между магнитными областями (доменами), эффект наблюдаться не должен. С. В. Вонсовский и Я. С. Шур этим и объясняют ⁽²⁾ отрицательный результат экспериментов, поставленных для наблюдения эффекта Фишера. Более того, Беккер и Деринг ⁽²⁾ говорят о технической невозможности наблюдения рассматриваемого эффекта и, помещая рисунок, объясняющий этот эффект, ставят вопросительный знак около изображения продольного момента (см. рис. 1). Свое заключение авторы основывают на рассмотрении обычных в низкочастотной технике способов получения вращающегося поля (при частотах порядка 20 кГц). Иначе обстоит дело в области сверхвысоких частот, где, во-первых, могут быть получены эквивалентные действующие поля ⁽²⁾ на 5—6 порядков большие за счет увеличения частоты и где, во-вторых, все процессы намагничивания, вероятно, обусловлены процессами вращения (см., например, ⁽⁴⁾).

Внутри волновода (см. рис. 2) при распространении волны типа H_{01} поле выражается равенствами:

$$E_z = A \frac{\omega \mu_0 a}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{a} y\right) \sin(\omega t - kx),$$

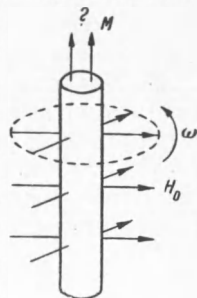


Рис. 1. Схема, объясняющая появление продольного намагничивания (по оси) под действием поперечного (радиального) вращающегося поля ⁽³⁾

$$\begin{aligned}
 H_x &= A \cos\left(\frac{\pi}{a}y\right) \cos(\omega t - kx), \\
 H_y &= -A \frac{ka}{\pi} \sin\left(\frac{\pi}{a}y\right) \sin(\omega t - kx), \\
 E_x = E_y = H_z &= 0, \quad k = \sqrt{\left(\frac{\omega}{c}\right)^2 - \left(\frac{\pi}{a}\right)^2}.
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

В точках с координатами y , удовлетворяющими равенству

$$\operatorname{ctg} \frac{\pi}{a}y = \frac{ka}{\pi} = \sqrt{\left(\frac{a\omega}{\pi c}\right)^2 - 1}, \tag{4}$$

внутри волновода создается именно вращающееся магнитное поле; для точек $x=0$ оно выражается равенствами, вытекающими из (3) и (4):

$$H_x = H_0 \cos \omega t, \quad H_y = -H_0 \sin \omega t. \tag{5}$$

Помещая в такое поле небольшое тело, скажем, ферритовый эллипсоид, можно обнаружить его намагничение в направлении z , соответствующее эффекту Фишера.

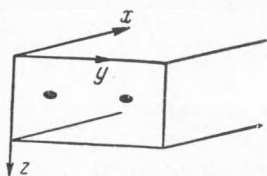


Рис. 2. Прямоугольный волновод с ферромагнитным телом, расположенным в области вращающегося поля

В целях уменьшения размагничивающего фактора (для вращающегося поля) целесообразно ферромагнитному телу придать форму эллипсоида вращения, сплюснутого в направлении z ; размагничивающее действие в направлении оси z не должно оказывать существенного влияния из-за больших значений H_0 .

При подаче периодически повторяющихся импульсов от магнетронного генератора легко получить достаточно сильные поля. Применяя обычную технику детектирования и усиления (аналогичную, например, описанной в статье Дэмона ⁽⁵⁾), можно наблюдать периодически повторяющееся намагничение, которое должно возникать в результате рассматриваемого гиромагнитного эффекта.

Результаты описанного эксперимента позволят судить о природе намагничения в полях сверхвысоких частот, о длительности установления равновесного состояния (путем изменения длительности импульсов) и представляют не меньший интерес, чем другие гиромагнитные эффекты. Возможно применение ожидаемого эффекта к измерениям полей в области сверхвысоких частот.

Поступило
1 II 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ J. W. Fischer, Proc. Roy. Soc. (A), **109**, 7 (1925). ² С. В. Вонсовский, Я. С. Шур, Ферромагнетизм, 1948. ³ R. Becker, W. Döring, Ferromagnetismus, Berlin, 1939. ⁴ M. Johnson, G. Rado, M. Maloof, Phys. Rev., **71**, 322 (1947); Ферромагнитный резонанс, сборн. ст. под ред. С. В. Вонсовского, 1952 (статья 38). ⁵ R. Damon, Rev. Mod. Phys., **25**, 239 (1953).