

**ДИФРАКЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ОБЪЕМНЫХ
МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЛН В ФЕРРОМАГНИТНОЙ ПЛЕНКЕ**

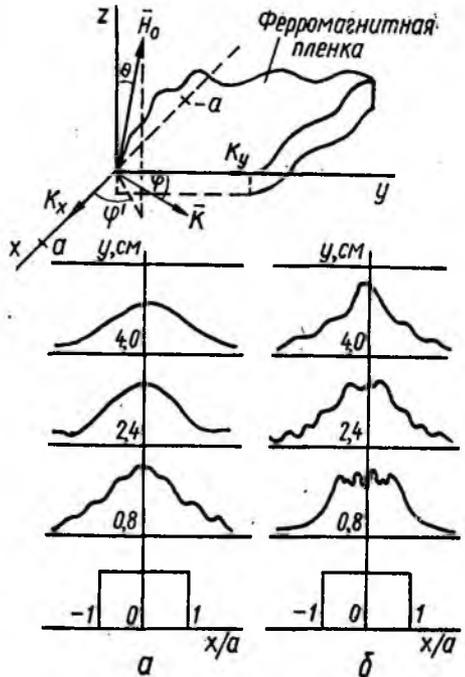
В статье представлен анализ дифракции магнитоэлектрических волн (МСВ) в ферромагнитной пленке. В реальных структурах конечные размеры преобразователя МСВ вдоль оси x (см. рисунок) приводят к зависимости формы пучка волн от x . Поскольку решение точной задачи определения трехмерной диаграммы направленности такого преобразователя достаточно сложно, ограничимся изучением пучка МСВ, распространяющихся в изотропной ферромагнитной пленке, параллельной плоскости xOy (см. рисунок), и описываемых двумерным скалярным магнитоэлектрическим потенциалом (МСП) $\psi(x, y)$, позволяющим определить высокочастотное магнитное поле $\vec{h} = -\text{grad}(\psi)$ [1].

Пусть слева на плоскость $y=0$ (см. рисунок) падает волна с заданными характеристиками так, что МСП в этой плоскости известен, а апертура преобразователя выбранной формы обращает ψ в нуль для всех $|x| > a$ в плоскости $y = 0$. Осциллограммы апертуры зададим выражением

$$\psi(x, 0) = \begin{cases} \psi_0, & |x| \leq a, \\ 0, & |x| > a. \end{cases} \quad (1)$$

Аналогично исследованиям поверхностных акустических волн (ПАВ) потенциал в плоскости xOy справа от апертуры запишем в виде [2]

$$\psi(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} F(k_x) \exp[i(k_x x + k_y y)] dk_x, \quad (2)$$



где k_x, k_y — компоненты волнового вектора $\vec{k} = \{k_x, k_y, 0\}$. Тогда при $y = 0$ из выражения (2) получим распределение МСП на апертуре

$$\psi(x, 0) = \int_{-\infty}^{\infty} F(k_x) \exp(ik_x x) dk_x. \quad (3)$$

Задавая $\psi(x, 0)$ в соответствии с равенством (1), из выражения (3) можно определить Фурье-образ распределения МСП $F(k_x)$

$$F(k_x) = (2\pi)^{-1} \int_{-a}^a \psi_0(x) \exp(-ik_x x) dx, \quad (4)$$

а затем по формуле (2) рассчитать $\psi(x, y)$.

Связь k_x и k_y задается дисперсионным соотношением для МСВ вида

$$k_x^2 + k_y^2 = k^2(\varphi, \omega) \quad (5)$$

(φ — угол между волновым вектором \vec{k} и осью y ; ω — угловая частота), полученным в неявном виде в работе [1]. Предполагая незначительное распывание пучка ($\varphi \ll 1$) вдоль оси «чистой моды» МСВ [2] в параболическом приближении, представим $k = k(\varphi)$ в виде ряда

$$k(\varphi) = k_0(1 + k_N'' \varphi^2 + \dots), \quad (6)$$

где $k_0 = k(0)$, $k_N'' = \left. \frac{1}{2k_0} \frac{\partial^2 k}{\partial \varphi^2} \right|_{\varphi=0}$, $k_N' = \left. \frac{1}{k_0} \frac{\partial k}{\partial \varphi} \right|_{\varphi=0} = 0$.

Из соотношения (5) с учетом (6) при $k_x/k_0 \approx \varphi$ получим выражение для k_y

$$k_y \approx k_0 - (1 - 2k_N'') k_x^2 / 2k_0. \quad (7)$$

Подстановка его в выражение (2) позволяет записать МСП

$$\psi(x, y) = \exp(ik_0 y) \int_{-\infty}^{\infty} F(k_x) \exp[i(k_x x - y(1 - 2k_N'') k_x^2 / 2k_0)] dk_x. \quad (8)$$

Исследуем профили пучка $|\psi(x, y)|$ поверхностных (П) МСВ и обратных объемных (ОО) МСВ для однородной освещенности апертуры $\psi_0(x) = 1$, $a = 0,3$ см при направлении поля подмагничивания $\vec{H}_0 = \vec{H}_0(\varphi', \theta)$ вдоль оси x ($\theta = \pi/2$, $\varphi' = 0$) и вдоль оси y ($\theta = \varphi' = \pi/2$) соответственно. На рисунке представлены поперечные дифракционные профили ПМСВ для $\Omega = \omega/\gamma 4\pi M_0 = 0,7$; $\Omega_H = H_0/4\pi M_0 = 0,29$; $4\pi M_0 = 1750$ Гс; $\gamma = 2,8$ МГц/э, где γ — намагнитченность насыщения феррита, и ООМСВ для $\Omega = 0,47$; $\Omega_H = 0,29$; $4\pi M_0 = 1750$ Гс, рассчитанных по формуле (8) с учетом дисперсионного уравнения, полученного в работе [1].

Анализ дифракционных профилей волн показал более сильное распывание пучка ПМСВ по сравнению с ООМСВ, что подтвердило экспериментальные результаты работы [4] и предположения, сделан-

ные в работе [3]. Таким образом, расчет позволяет оценивать степень дифракции пучка для различных типов МСВ, что необходимо учитывать при разработке приборов на МСВ с оптимальными параметрами.

1. *Берегов А. С.* Управление спектром и групповой скоростью магнитоэлектрических волн // Радиотехника и электроника. 1983. XXVIII, № 1. С. 127. 2. *Оливер А.* Поверхностные акустические волны. М.: Мир, 1981. 390 с. 3. *Parikh I. P., Tuan H. S.* Beams steering and diffraction of magnetostatic backward volume waves // J. Appl. Phys. 1981. Vol. 52, p. II, N 3. P. 2279—2281. 4. *Smith C. V., Owens I. M., Mears T. I., Parikh N. D.* Induction probing of magnetostatic delay line fields // IEEE Trans. 1979. Vol. MAG- 15, N 6. P. 1738—1740.

Поступила в редколлегию 03.09.84

УДК 621.373.826:62

Н. Ф. БОГОМОЛОВ, мл. науч. сотр., С. Н. ХОТЯИЦЕВ, канд. техн. наук, В. А. АНДРУЩЕНКО, В. Г. ГУМЕНЮК, В. А. ЖИТНИК, студенты

ЛАЗЕРНЫЙ ДОППЛЕРОВСКИЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ СКОРОСТИ (ЛДИС) ГАЗОПЫЛЕВЫХ ПОТОКОВ

Рассмотрим лазерный доплеровский измеритель скорости с волоконно-оптическим трактом, позволяющим осуществить передачу зондирующего излучения к выбранной точке исследуемого потока через оптически мутную среду [2]. Измеритель работает совместно с аппаратурой обработки доплеровского сигнала.

Оптическая часть измерителя выполнена по гетеродинной схеме [1], принцип работы которой основан на выделении методом фото-смещения доплеровского сдвига частоты, пропорционального скорости исследуемого потока: $f_d = 2V \cos \Theta / \lambda$, где V — скорость потока, λ — длина волны излучения лазера в исследуемой среде, Θ — угол между осью оптического волновода и вектором скорости потока.

Прибор (рис. 1) состоит из передающего и приемного узлов, расположенных в одном несущем корпусе 1 на основании 2, мягко подвешенном внутри корпуса на пружинных амортизаторах 3. Этим обеспечивается сохранность лазера и фотоэлектронного умножителя (ФЭУ) при транспортировке и эксплуатации прибора. Излучение лазера 4 (ЛГ-72-1) мощностью 15 мВт через юстируемый оптосоединитель 5 вводится в световодный тракт. Световод подсоединен через смеситель и устройство вывода оболочечных мод 6 к направленному ответвителю 7, обеспечивающему развязку зондирующего и рассеянного потоком излучений. Световодный тракт в приборе оканчивается выходным юстируемым оптическим разъемом 8. К нему подсоединяется рабочий волоконный зонд 9 длиной до 25 м, на выходе которого расположена коллимирующая сменная оптическая насадка 10. Параметры насадки 10 определяют форму измерительного объема, что позволяет измерить бесконтактно на расстояниях 0 ... 50 мм от насадки скорость газопылевых потоков, формируемых эжектором 11 в канале 12.

В приемной части использован фотоприемник 13 (ФЭУ-79), связанный с приемным световодом, юстируемым двухкоординатным оп-