УДК 681.84.083.51

НЕОДНОРОДНЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ГОЛОВОК В ЛОРЕНЦМИКРОСКОПИЧЕСКОМ ИЗОБРАЖЕНИИ

Я. М. ПОГОСЯН, А. К. ОВСЕПЯН, З. А. ОЛИКЯН

(Поступила в редакцию 30 августа 1984 г.)

Рассмотрено формирование лоренцмикроскопического конвергентного изображения реальных магнитных головок с присущими им неоднородностями. Математически описывается конхоида Никомеда реальных головок. Полученные результаты качественно согласуются с экспериментом.

В работе [1] путем электронномикроскопического исследования конфигурации поля над зазором магнитной головки было показано, что если в случае идеальной головки конвергентное изображение представляет собой конхоиду Никомеда, то в зависимости от степени неоднородности зазора головки сформировавшийся фокус конвергентного лоренцмикроскопического изображения приобретает астигматизм разного характера.

Целью настоящей работы является количественная оценка влияния формы зазора головки на сформировавшееся конвергентное изображение.

Рассмотрим два случая.

1. Зазор головки имеет крошение и его можно рассматривать как два участка с различной шириной.

2. Ширина зазора вдоль длины меняется по определенной закономерности.

Выражение конхоиды Никомеда в параметрическом виде можно представить следующим образом:

$$x_{1}^{*} = x - \frac{l_{1}x}{\sqrt{a_{1}^{2} + x^{2}}}, \qquad (1)$$

$$y_1^* = \frac{l_1 a_1}{\sqrt{a_1^2 + x^2}}, \qquad (2)$$

где x_1^* , y_1^* — координаты конца вектора l_1 , x — абсцисса начала вектора l_1 , a_1 — ордината фокуса конхоиды Никомеда, l_1 — величина, пропорциональная амплитуде поля рассеяния головки, действующего в рассматриваемой точке x на поверхности головки вблизи зазора.

В случае, когда абсцисса рассматриваемой конхоиды взята произвольно, выражения (1) и (2) можно представить в виде

$$x_{2}^{*} = x - \frac{l_{2}(x-c)}{\sqrt{a_{2}^{2} + (x-c)^{2}}},$$
(3)

$$y_2^* = \frac{l_2 \alpha_2}{\sqrt{a_2^2 + (x - c)^2}},$$
 (4)

208

где с — величина смещения начала координат.

Просуммируем эти две конхоиды при произвольных значениях a_i и l_i , что соответствует случаю, когда имеет место крошение зазора, как это показано на рис. 1.

Разложим векторы l₁ и l₂ на составляющие (рис. 2):

$$l_{1} = \left(-\frac{|l_{1}|x}{\sqrt{a_{1}^{2} + x^{2}}}, \frac{|l_{1}|a_{1}}{\sqrt{a_{1}^{2} + x^{2}}}\right),$$
$$l_{2} = \left(-\frac{|l_{2}|(x - c)}{\sqrt{a_{2}^{2} + (x - c)^{2}}}, \frac{|l_{2}|a_{2}}{\sqrt{a_{2}^{2} + (x - c)^{2}}}\right).$$

Координаты конца суммарного вектора $l = l_1 + l_2$ определяют ся выражениями

$$x^{*} = x - \left(\frac{l_{1} | x}{\sqrt{a_{1}^{2} + x^{2}}} + \frac{|l_{2}| (x - c)}{\sqrt{a_{2}^{2} + (x - c)^{2}}}\right), \quad (5)$$

$$[l_{1} | a_{1} , ... | l_{2} | a_{2}$$

$$y^* = \frac{|\mathbf{l}_1| \, a_1}{\sqrt{a_1^2 + x^2}} + \frac{|\mathbf{l}_2| \, a_2}{\sqrt{a_2^2 + (x - c)^2}}.$$
(6)



Рис. 1. Схематическое изображение ширины зазора головки при наличии кропения: δ_1 — исходная ширина зазора; δ_2 —новый зазор, образовавшийся из-за крошения на участке h_2 ; $h_1 + h_2$ — общая длина зазора головки.

Выражения (5) и (6) соответствуют случаю, когда вдоль длины зазора имеется крошение, в результате чего электроны, проходящие вблизи зазора, параллельного оси 2 головки, на различных участках вдоль длины головки, подвергаются различным воздействиям.



Рис. 2. Принцип формирования конвергентного лоренцмикроскопического изображения поля, действующего на поверкности реальной магнитной головки с заданеой неоднородностью.

Так, например, на участке длиной h_1 (рис. 1) зазор имеет исходную ширину δ_1 , а на участке h_2 из-за крошения зазора ширина составляет δ_2 . Соответственно, электроны, проходящие по траекториям $(A - A_1 - A_2)$ и

(В-В, Ва), будут подвергаться различным воздействиям.

1. На участке A—A, амплитудное значение полей рассеяния головки больше, чем на участке A,—A₂.

2. Компонента поля H_y на участке $A - A_1$ (вдоль осн z) отсутствует, тогда как на участке $A_1 - A_2$ она имсется.

3. Если центр зазора на участке h_1 совпадает с началом выбранной системы координат, то для участка h_2 он окажется смещенным на величину с.

Если теперь задать значение параметров a_t и l_t, исходя из конкретно выбранной модели головки, то легко начертить конхоиду с присущим ей астигматизмом.

Величина а, представляющая собой ординату фокуса конхоиды, как было показано в [2], обусловлена геометрией зазора:

$$a = f(\delta, \xi),$$

где § — глубина зазора.

Величина l, действующая на поверхности головки вблизи зазора, задается амплитудой полей рассеяния и определяется соотношением

$$l_i(H) \sim \frac{1}{r_i}$$

где r_t — расстояние от рассматриваемой точки на поверхности головки до сформировавшегося фокуса конхоиды [3]. Масштаб величины 1 здесь роли не играет, так как экспериментально он может задаваться степенью расфокусировки микроскопа.

На рис. 2 приводятся три конхонды: пунктирная линия соответствует идеальной головке с шириной зазора $\delta_1 = 2$ мкм и длиной $h_1 = 0.5$ мм; пунктирно-точечная линия — головке с $\delta_2 = 5$ мкм, $h_2 \doteq 0.5$ мм; сплошная линия — реальной головке с длиной $h_0 = 1$ мм и исходной шириной $\delta = 2$ мкм, в которой из-за крошения на участке зазора протяженностью 0,5 мм образовался новый зазор шириной 5 мкм. Таким образом, сплошная конхоида представляет собой суммарный эффект двух конхоид.

Схожесть приведенного изображения с аналогичными рисунками работы [1] указывает на применимость выражений (5) и (6) в рассматриваемой задаче.

Рассмотрим теперь случай, когда головки имеют произвольную форму зазора. Разделим этот зазор по длине на множество участков Δh_i , в пределах которых кромки зазора можно считать параллельными, и примем, что на электрон, проходящий вблизи зазора, действует сила Лоренца, обусловленная только полем участка Δh_i . В этом случае сформировавшееся конвергентное изображение будет представлять собой конхонду Никомеда, удовлетворяющую уравнениям

$$x_{i}^{*} = x - \frac{l(h_{i})(x - c(h_{i}))}{\sqrt{(a(h_{i}))^{2} + (x - c(h_{i}))^{2}}},$$
(7)

$$y_{i}^{*} = \frac{l(h_{i}^{*}) a(h_{i})}{\sqrt{(a(h_{i}))^{2} + (x - c(h_{i}))^{2}}}.$$
(8)

С учетом действия всех участков (Δh_t) конечное сформировавшееся конвергентное лоренцмикроскопическое изображение, представляющее собой реальную конхоиду Никомеда, в параметрическом виде будет выражаться следующим образом:

$$x^* = x - \sum_{i=0}^{n-1} \frac{l(h_i) (x - c(h_i))}{\sqrt{(a(h_i))^2 + (x - c(h_i))^2}},$$
 (9)

$$y^* = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{l(h_i) a(h_i)}{\sqrt{(a(h_i))^2 + (x - c(h_i))^2}},$$
 (10)

где $l(h_t)$ для каждого участка будет определяться параметрами данного участка, т. е.

$$l(h_i) = \frac{k \Delta h_i}{\delta(h_i) h_0}, \qquad (11)$$

 h_0 — общая длина зазора, $\delta(h_i)$ — ширина на участке h_i .

Подставляя (11) в (9) и (10) и устремляя $\Delta h_t \rightarrow 0, n \rightarrow \infty$; получим

$$x^{*} = x - \frac{1}{h_{0}} \int_{0}^{h_{0}} \frac{k(x-c(h)) dh}{\frac{1}{2}(h) \sqrt{(a(h))^{2} + (x-c(h))^{2}}},$$
 (12)

$$y^* = \frac{1}{h_0} \int_0^{n_0} \frac{k \, a \, (h) \, dh}{\delta \, (h) \, \sqrt{(a(h))^2 + (x - c \, (h))^2}}.$$
 (13)

Таким образом, зная характер дефектов в зазоре (наличие крошения зазора, клинообразность зазора и т. д.), можно найти форму конвергентного изображения и, наоборот, зная исходные параметры головки — ширину и протяженность зазора, на основе лоренцмикроскопического изображения можно установить характер дефектов головки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Погосян Я .М., Овсепян А. К., Погосян Т. А. Депонированная рукопись, ВИНИТИ, 10. 07. 84, № 4923-84.

2. Погосян Я. М., Погосян Т. А., Овсепян А. К. Авторское свидетельство СССР № 1045265. Кл G 11B5/46 (1983).

3. Погосян Я. М., Овсепян А. К. Изв. АН АрмССР, Физика, 19, 323 (1984).

ԳԼԽԻԿՆԵՐԻ ԱՆՀԱՄԱՍԵՌ ՄԱԳՆԻՍԱԿԱՆ ԴԱՇՏԵՐԸ ԼՈՐԵՆՑ–ՄԱՆՐԱԴԻՏԱԿԱՑԻՆ ԱՐՏԱՊԱՏԿԵՐՄԱՆ ՄԵՋ

ՅԱ. Մ. ՊՈՂՈՍՅԱՆ, Ա. Կ. ՀՈՎՍԵՓՅԱՆ, Զ. Ա. ՕԼԻԿՅԱՆ

Աշխատանջում դիտարկվում է իրական մագնիսական գլխիկների լորենց-մանրադիտակային զուղամետ արտապատկերման ձևավորումը գլխիկներին հատուկ անհամասեռություններով հանդերձ։ Մաթեմատիկորեն նկարագրվում է իրական գլխիկների Նիկոմեդի կոնխոիդը։ Ստացված արդյունջները որակապես համընկնում են փորձնական արդյունջների հետ։

LORENTS-MICROSCOPIC IMAGE OF INHOMOGENEOUS MAGNETIC FIELDS OF HEADS

YA. M. POGOSYAN, A. K. HOVSEPYAN, Z. A. OLIKYAN

The formation of convergent Lorents-microscopic image of real magnetic heads with typical inhomogeneity is studied. The Nickomed concoid of real heads is described analytically. The results are in agreement with experimental data.