Доклады Академии наук СССР
1955. Том 104, № 2

ФИЗИКА

Я. С. ШУР и В. Р. АБЕЛЬС

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ПОРОШКОВЫХ ФИГУР МАГНИТНОЙ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛОВ КРЕМНИСТОГО ЖЕЛЕЗА

(Представлено академиком И. П. Бардиным 6 VI 1955)

1. До настоящего времени не проводилось детальных исследований магнитной структуры на поверхности ферромагнитных кристаллов, имеющих разнообразную кристаллографическую ориентацию, хотя подробные сведения об этой структуре могут иметь решающее значение для дальнейшего развития теории ферромагнетизма.

В настоящей работе на основе изучения магнитной структуры кристаллов кремнистого железа устанавливаются общие закономерности зависимости этой структуры от кристаллографической ориентации поверхности образца.

2. Исследование магнитной структуры проводилось методом порошковых фигур на крупнокристаллических образцах в форме дисков (толщина 0,02—0,2 мм, диаметр 10 мм). Подготовка поверхности образцов и изготовление магнитной суспензии выполнялись по методике, описанной в роботе (1). Кристаллографическая ориентация отдельных кристаллитов определялась рентгеновским методом с точностью до 2°. Ориентация вектора намагниченности I_s в отдельных областях устанавливалась по скоплению порошка в виде полосок, располагающихся перпендикулярно к I_s области (1), а также по смещению границ областей под действием магнитного поля.

3. Наблюдениями, проведенными над порошковыми фигурами на поверхностях кристаллов, имеющих различную кристаллографическую ориентацию, было установлено следующее. На поверхностях кристаллов, совпадающих с плоскостями (100) или (110), вся поверхность состоит из основных областей, у которых I_s параллелен легкому направлению намагничивания, ближайшему к поверхности образца (области типа *А*). Замыкающие области возникают только на концах основных областей. Нами было обнаружено, что в некоторых случаях вся поверхность может состоять из замыкающих областей особого вида, при этом основные области расположены внутри образца. На рис. 1 *а* приведен фотоснимок такой структуры (структура *Б*), а на рис. 1 *б* и рис. 1 *в* — ее схематическое представление внутри образца.

Если направления легкого намагничивания не совпадают с поверхностью образца, то наряду с основными областями возникают замыкающие области, в том числе и на поверхностях, имеющих структуру *Б*. Замыкающие области могут иметь разнообразный вид. Так например, было обнаружено, что на поверхностях кристаллов, близких к плоскости (110), возникают замыкающие области каплевидной формы (рис. 2). На кристаллах с поверхностью, близкой к плоскости (100), кроме уже хорошо изученных замыкающих областей в форме «елочек» (1), обнаружены также замыкающие области древовидной формы (рис. 3) и в форме

«гребенок» (рис. 4). Наблюдались также замыкающие области переходного вида от одного из перечисленных типов замыкающих областей к другому.

4. Из теории Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица ([2]) вытекает, что в ферромагнитном кристалле должны существовать замыкающие области, служащие для уменьшения магнитостатической энергии ферромагнетика.

На основании анализа магнитных структур на поверхностях кристаллов кремнистого железа, имеющих различную кристаллографическую ориентацию, можно заключить, что вид магнитной структуры находится в определенной зависимости от ее кристаллографической ориентации. Наряду с основными областями всегда существуют замыкающие области, которые приводят к уменьшению магнитостатической энергии, возникающей от наличия магнитных зарядов на поверхности образца. Если поверхность образца совпадает с плоскостью (100) или (110), то замыкающие области возникают только на концах основных областей. Когда нет строгого совпадения этих плоскостей с поверхностью образца, то это приводит к появлению магнитных зарядов на всей поверхности образца, а для их уничтожения (или ослабления) на этой поверхности возникают замыкающие области. Форма этих замыкающих областей может быть различной и будет определяться кристаллографической ориентацией поверхности образца. Вектор намагниченности в замыкающих областях ориентирован вдоль направлений легкого намагничивания, причем преимущественно тех направлений, которые составляют минимальные углы с поверхностью образца.

Форма замыкающих областей и ориентация I_s в них таковы, что на поверхности ферромагнетика сохраняются минимальные магнитные заряды при минимальной величине граничной энергии, появление которой вызвано образованием границ между областями.

Институт физики металлов
Уральского филиала Академии наук СССР и
Уральский государственный университет
им. А. М. Горького

Поступило
6 IV 1955

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] H. J. Williams, R. M. Bozorth, W. Shockley, Phys. Rev., 75, 155 (1949).
Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, Sow. Phys., 8, 153 (1935).

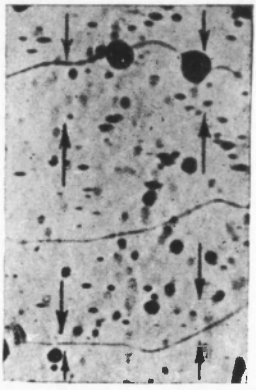


Рис. 1а ×320 ↕[100]

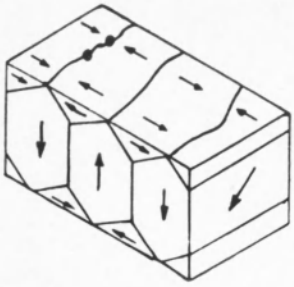


Рис. 1б

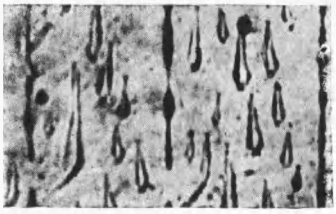


Рис. 2а ×150 ↕[100]

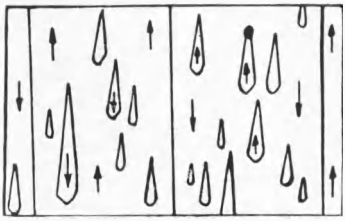


Рис. 2б



Рис. 3а ×300 ↕[100]

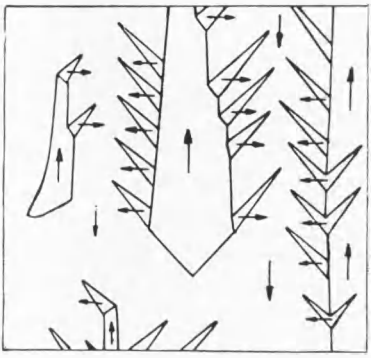


Рис. 3б

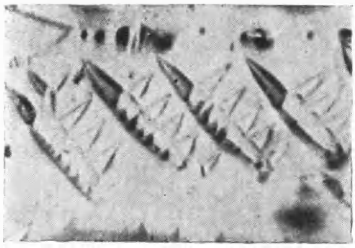


Рис. 4а ×300 ↕[100]

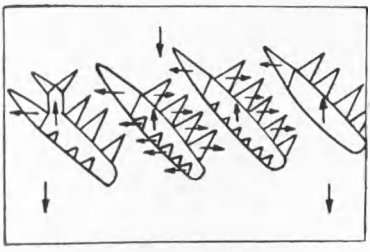


Рис. 4б