

Письма в ЖЭТФ, том 10, стр. 527–531

5 декабря 1969 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОМЕННОЙ СТРУКТУРЫ КРЕМНИСТОГО ЖЕЛЕЗА С ПОМОЩЬЮ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ НЕЙТРОНОВ

Г.М.Драбкин, В.А.Трунов, А.Ф.Жебетов

Ранее, различными авторами с разной степенью приближения рассматривалась связь между деполаризацией нейтронов в прошедшем пучке, размерами доменов и индукцией насыщения [1–3]. Эти работы позволяли оценить средние параметры доменов, однако в них не рассматривалось влияние доменной структуры в целом на характер прохождения поляризованных нейтронов. С целью более тщательного изучения домен-

ной структуры нами были поставлены опыты по влиянию магнитного поля и температуры на деполяризацию нейтронов. Объектом исследования явились монокристаллы железа размером $1,1 \times 1,8 \times 0,047$ см. Исследовались три типа пластинок: направление $[100]$ вдоль большей стороны, под углом 45° и 90° к ней. Плотность пластинки совпадает с плоскостью типа (110) с точностью $1-2$ градуса. Образец состоял из 11 пластин. Образцы отжигались в вакууме при температуре 1100°C в течение 24 часов.

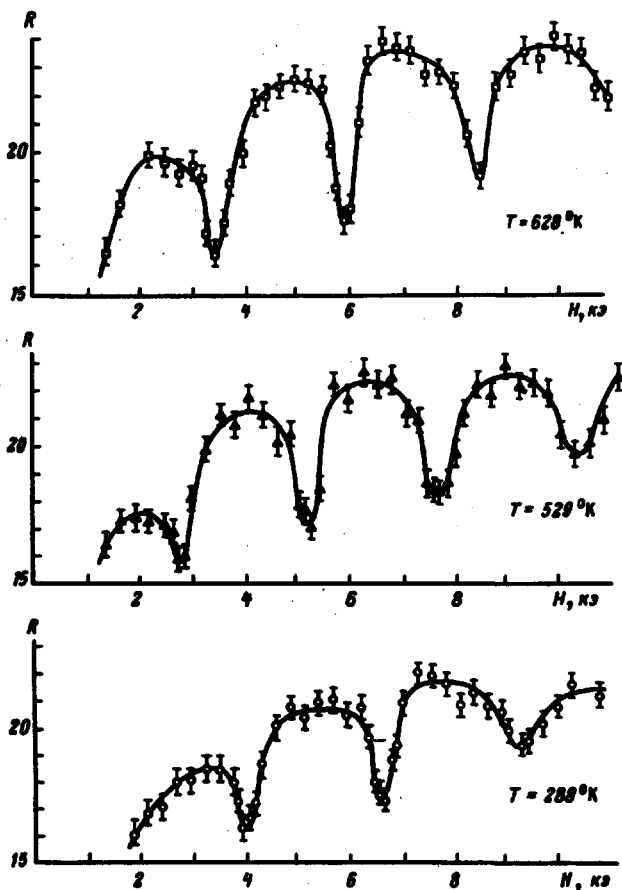


Рис. 1. Величина R , как функция величины внешнего поля, в которое помещен образец. Направление $[100]$ составляет 45° с большой стороной пластинки. Пучок проходит в направлении, перпендикулярном к плоскости пластинки

Измерения проводились на спектрометре поляризованных нейтронов, описанном ранее [4]. Параметры пучка: $\lambda = 1,13 \text{ \AA}$, $P_1 P_2 = 0,952$.

λ — длина волны нейтронов, P_1 и P_2 — поляризационная эффективность кристаллов анализатора и поляризатора, соответственно. Определялась

зависимость поляризационного отношения R от приложенного магнитного поля и температуры. R определяется как отношение интенсивности нейтронного пучка без включенного неадиабатного переворота спина нейтронов к интенсивности при включенном перевороте. Пластинки ориентировались большей стороной по полю. Результаты измерения приведены на рис. 1 и рис. 2. Необходимо отметить, что характер деполаризации зависит от угла между направлением $[100]$ и направлением магнитного поля,

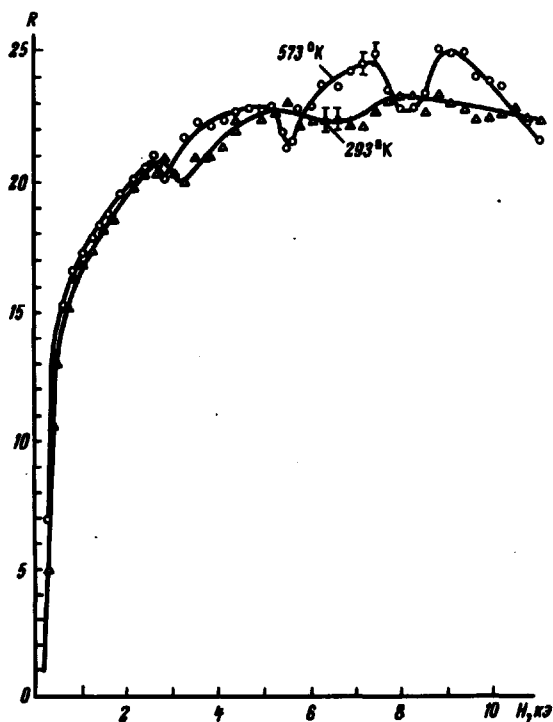


Рис. 2 Величина R , как функция величины внешнего магнитного поля. Направление $[100]$ параллельно большой стороне монокристаллической пластинки

от температуры, а также обратить внимание на резонансную зависимость от величины магнитного поля. На образцах из пластинок поликристаллического железа такие резонансы не обнаружены. С целью выявления природы обнаруженных резонансов нами были проведены опыты по влиянию скорости нейтронов на местоположение резонансов. (Аналогичные измерения проводились при изучении резонансного переворота спина нейтронов на пространственно-периодичном постоянном поле [4]).

На рис. 3 представлены результаты этих измерений. Путем поворота кристалла анализатора из энергетического спектра падающих нейтронов выбирались те или иные участки. Из рис. 3 следует, что резонанс для более длинноволновых нейтронов наступает при меньших значениях приложенного поля.

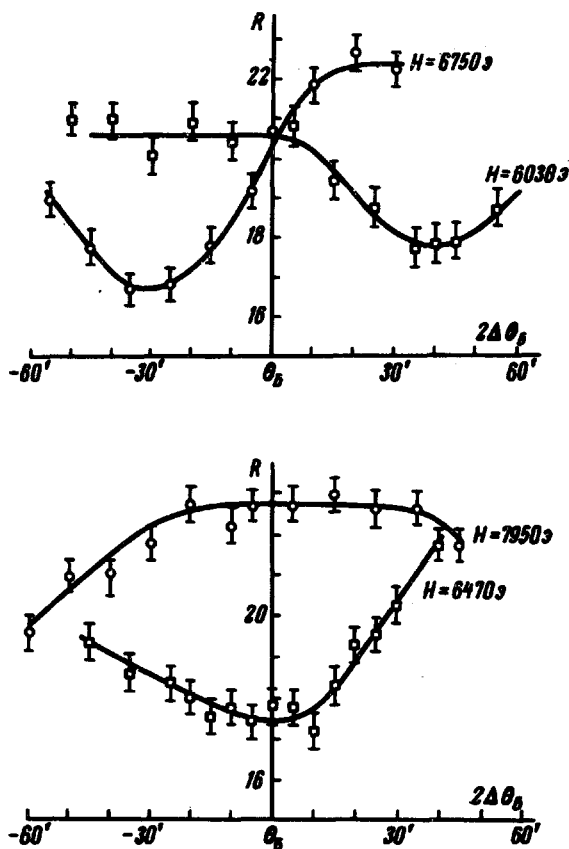


Рис. 3. Положение резонанса на кривой $R-2\theta$ в зависимости от величины внешнего магнитного поля. По оси абсцисс отложено угловое отклонение детектора от Брэгговского положения, кристалл-анализатор при этом поворачивается на вдвое меньший угол. Ис следовался второй резонанс кривой рис. 1 при комнатной температуре

Для определения влияния геометрии доменов нами проведены измерения для случая разворота образца вокруг направления поля на $\pm 25^\circ$. При этих поворотах резонанс наступает также при меньших значениях магнитного поля.

Эти опыты указывают на наличие пространственно-периодического поля, образованного доменами (смотри подробнее работу [5]). Составными элементами этой структуры являются домены с направлением намагниченности по полю, остаточные домены много меньшего размера с намагниченностью против поля и блоховские стенки с составляющей намагниченности, перпендикулярной полю. Эта ситуация аналогична случаю пространственной периодичности полей магнитного резонатора нейтронов [4]. По разности значений индукции образца, соответствующей соседним резонансам, можно определить период остаточной доменной структуры $2d = (3,9 \pm 0,9) 10^{-2}$ см. Оценка размера домена для образца в ненамагниченном состоянии дает для $d = 1,5 \cdot 10^{-2}$ см [6]. Глубина резонансов существенно зависит от толщины блоховских стенок. В свою очередь толщина блоховских стенок определяется магнитной анизотропией, а следовательно, и температурой. Этим можно объяснить влияние температуры на глубину резонансов деполяризации.

Таким образом проведенные опыты указывают на наличие периодической структуры доменов в случае почти полного намагничения образца. Опыты показывают, что наличие периодически расположенных блоховских границ может привести к резонансной деполяризации нейтронного пучка и дать информацию для определения периода такой структуры.

В заключение авторы выражают благодарность С.В.Малееву и В.А.Рубану, Р.П.Дмитриеву за обсуждение и участие в измерениях.

Физико-технический институт

им. А.Ф.Иоффе
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
29 октября 1969 г.

Литература

- [1] O.Halpern, T.Holstein. Phys. Rev., 59, 960, 1941.
- [2] R.R.Newton, Ch.Kittel. Phys. Rev., 74, 1604, 1948.
- [3] M.T.Burgy, D.I.Hughes, I.R.Wallace, R.B.Heller. W.Woolf. Phys. Rev., 80, 953, 1950.
- [4] Г.М.Драбкин, В.А.Трунов, В.В.Рунов. ЖЭТФ, 54, 362, 1968.
- [5] С.В.Малеев, В.А.Рубан, В.А.Трунов. Письма в ЖЭТФ. Данный номер, стр. 541.
- [6] Е.М.Лифшиц. ЖЭТФ, 15, 97, 1945.