

Ф. ГАЛЬПЕРИН

ИЗМЕНЕНИЕ НАМАГНИЧЕНИЯ НАСЫЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗА
ПРИ УПРУГОМ ВСЕСТОРОННЕМ СЖАТИИ

(Представлено академиком Л. Д. Ландау 28 III 1951)

Влияние высоких давлений на магнитные свойства ферромагнетиков еще мало изучено. В особенности это относится к чистым металлам; действию упругой деформации на их намагничение насыщения посвящены всего лишь две экспериментальные работы (1, 2).

Нами были поставлены исследования — теоретическое и экспериментальное — влияния высоких давлений на намагничение насыщения чистых металлов (железа и никеля) и сплавов. Целью экспериментального исследования была проверка наших формул, связывающих атомный магнитный момент (намагничение насыщения) ферромагнетика и межатомное расстояние в его кристаллической решетке, тип последней, координационное число и т. д. (3).

Из этих формул вытекает, что атомный магнитный момент линейно зависит от межатомных расстояний, и поэтому при всестороннем сжатии он должен уменьшаться, а при всестороннем растяжении — увеличиваться. Известно, что именно такое уменьшение и наблюдалось в опытах со всесторонним сжатием металлов и сплавов (1), а при одностороннем растяжении наблюдалось увеличение намагничения (2). Таким образом эти, а также наши собственные опыты качественно подтверждают упомянутые формулы.

Однако количественные результаты, получаемые по этим формулам, не совпадают с наблюдавшимися на опыте (1). Известно (1), что

$$\frac{1}{\sigma_0} \frac{d\sigma}{dp} = \frac{1}{\psi_0} \frac{d\psi}{dp} - \frac{x}{3} \quad (1)$$

где σ и σ_0 — намагничение единицы массы ферромагнетика, ψ и ψ_0 — магнитные потоки в нем, соответственно, при давлении p и нормальном давлении, x — сжимаемость.

Например, для железа с объемноцентрированной кубической решеткой, по данным (1), левая часть равенства (1) равна $-6 \cdot 10^{-7}$, в то время как по нашей формуле (левые части (1) и (2) совпадают)

$$\frac{1}{m_0} \frac{dm}{dp} = \frac{0,69r_0}{m_0} \frac{1}{r_0} \frac{dr}{dp} = -\frac{0,69r_0}{m_0} \frac{x}{3} = -1,54 \cdot 10^{-7}, \quad (2)$$

т. е. приблизительно в 4 раза меньше по абсолютной величине ($m_0 = 2,22$ магнетона, $x = 6 \cdot 10^{-7}$, r_0 — наименьшее межатомное расстояние, $r_0 = 2,478$ Å).

Вследствие такого расхождения между результатами, вычисленными из наших формул и полученными из опыта (¹), нами и был поставлен упомянутый выше эксперимент.

Последний показал, что в случае железа (в данной статье рассматривается только этот случай) намагничение насыщения уменьшается при всестороннем сжатии, как и следовало ожидать.

Далее оказалось, что в полях насыщения (от 1300 до 4000 эрст.) величина $\frac{1}{\psi_0} \frac{d\psi}{dp} = 0$. В таком случае левая часть равенства (1) равна $-2 \cdot 10^{-7}$, что удовлетворительно согласуется со значением $-1,54 \cdot 10^{-7}$, вычисленным по нашей формуле (2).

Равенство $\frac{1}{\psi_0} \frac{d\psi}{dp} = 0$ означает, что

$$\frac{1}{\sigma_0} \frac{d\sigma}{dp} = -\frac{x}{3} = \frac{1}{l_0} \frac{dl}{dp}, \quad (1')$$

т. е. что $\sigma \sim l$, или, иначе, магнитный момент линейно зависит от межатомного расстояния (постоянной решетки).

Рассмотренное выше уменьшение атомного магнитного момента (среднего числа незанятых мест в $3d$ -оболочке атома) обусловлено, по видимому, тем, что под влиянием всестороннего сжатия часть наружных $4s$ -электронов переходит в $3d$ -оболочку.

Опыты проведены П. Т. Орешкиным по нашему предложению и под руководством автора и профессоров Е. И. Кондорского и Л. Ф. Верещагина.

Поступило
28 III 1951

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Н. Ebert u. A. Kussman, Phys. Zs., 38, 437 (1937). ² К. Белов, ЖЭТФ, 19, 346 (1949); ДАН, 61, 807 (1948). ³ Ф. Гальперин, Изв. АН СССР, сер. физ., 13, 574 (1949).