

Г. П. ДЬЯКОВ и Р. А. РЕЗНИКОВА

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОСТРИКЦИИ ЖЕЛЕЗО-НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА В СИЛЬНЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ

(Представлено академиком В. В. Шулейкиным 1954)

Целью настоящей работы являлось экспериментальное изучение магнитострикции железо-никелевых сплавов в области подхода к насыщению.

Описание установки. Магнитострикция измерялась тензометрическим методом ⁽¹⁾. Тензометры, применявшиеся нами, изготовлялись из тонкой нихромовой проволоки диаметром 18 μ . Такой тензометр, наклеенный на исследуемый образец целлулоидом, разведенным в ацетоне, включался в мостиковую схему на постоянном токе. Вследствие магнитострикции образца изменялось сопротивление датчика, что вело к нарушению компенсации моста. По отклонению гальванометра, включенного в диагональную ветвь моста, можно вычислить величину магнитострикции. Исследование магнитострикции проводилось в намагничивающей катушке, описанной ранее одним из авторов ⁽²⁾, с некоторыми изменениями в системе ее охлаждения. Намагничивающие ветки наматывались из эмалированной проволоки так, что промежуток между витками составлял 0,4 мм, а слои разделялись квадратными текстолитовыми прокладками шириной 1,5 мм. Витки омывались непрерывным потоком масла. Масло в катушке поступало из помпы через змеевик, охлаждаемый водой. По выходе из катушки масло снова проходило через второй змеевик, который, как и первый, находился в резервуаре с проточной водой.

Объект исследования и результат эксперимента. Для исследования магнитострикции нами был использован железо-никелевый сплав, содержащий 41% железа и 59% никеля. Этот сплав, по данным Лихтенбергера ⁽³⁾, обладает почти полной магнитострикционной изотропией. Исходными компонентами для сплава были чистый электродный никель и карбонильное железо. Плавка производилась в открытой индукционной печи под флюсом (молибденовое стекло). Из каждого сплава было вытянуто в фарфоровые трубки 2 образца в виде цилиндров, из которых затем протягивались проволоки диаметром 2,5 мм и длиной 260 мм. С целью снятия напряжений образцы отжигались в вакууме при температуре 800° в течение 2 час. при последующем медленном охлаждении в печи. С этих образцов снимались кривые зависимости магнитострикции от магнитного поля. Для

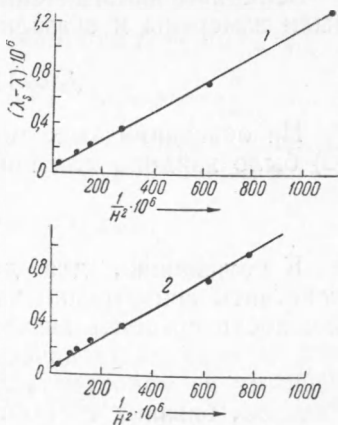


Рис. 1. 1 — образец № 1;
2 — образец № 2

каждого образца производились трехкратные измерения. По результатам эксперимента строилась зависимость $\lambda_s - \lambda$ от H^{-2} . Результаты исследований представлены на рис. 1. Из экспериментальных данных были определены тангенсы углов наклона прямых к оси абсцисс. Для образца № 1 получено $\operatorname{tg} \varphi = 1,11 \cdot 10^{-3}$, для образца № 2 $\operatorname{tg} \varphi = 1,16 \cdot 10^{-3}$.

Таким образом, исходя из данных измерений, можно сделать вывод, что магнитострикция является линейной функцией от H^{-2} . К такому выводу для магнитострикции изотропных в магнитострикционном отношении материалов мы пришли ранее теоретическим путем. Одному из нас ⁽⁴⁾ удалось установить, что магнитострикция для этого класса материалов описывается соотношением

$$\lambda = \lambda_s \left(1 - \frac{32 K^2}{35 J_s^2} \frac{1}{H^2} \right), \quad (1)$$

где λ_s — магнитострикция насыщения; K — константа магнитной анизотропии; J_s — намагниченность при насыщении.

Из теоретической формулы (1) можно вычислить также тангенс угла наклона прямых, представляющих зависимость $\lambda_s - \lambda$ от H^{-2} , к оси абсцисс. Действительно:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{32 K^2}{35 J_s^2} \lambda_s. \quad (2)$$

Таким образом, если из эксперимента известны значения $\operatorname{tg} \varphi$, а также J_s и λ_s , то по формуле (2) мы можем определить величину константы магнитной анизотропии K .

Величины намагниченности и магнитострикции при насыщении нами были измерены и оказались, соответственно, равными

$$J_s = 1175 \text{ гаусс}, \quad \lambda_s = 18,44 \cdot 10^{-6}.$$

На основании этих экспериментальных данных нами по формуле (2) было найдено для константы анизотропии значение

$$K = 9,8 \cdot 10^3 \text{ эрг/см}^3.$$

К сожалению, для данного состава сплава пока нет измерений константы анизотропии на монокристаллах. Поэтому мы лишены возможности сравнить значение константы, полученное нами из измерений на поликристаллическом образце, со значениями константы, измеренными на монокристалле. Однако в ⁽⁵⁾ приводится значение K для сплавов, близких по концентрации никеля в железе к исследуемому нами сплаву: $K = 11 \cdot 10^3 \text{ эрг/см}^3$. Между тем, в работе ⁽⁶⁾ дается для железо-никелевого сплава с содержанием никеля 58,2% значение константы $K = 6 \cdot 10^3 \text{ эрг/см}^3$.

Уже это сравнение показывает, что мы имеем не плохое согласие теоретической формулы (1) с опытом. Очевидно, соотношение (1) открывает новые возможности для определения константы магнитной анизотропии по измерениям на поликристаллических образцах.

Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

Поступило
26 II 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ю. Е. Гольдман, Phys. Rev., 72, 529 (1947). ² Г. П. Дьяков, Изв. АН СССР, сер. физ., 11, № 6, 667 (1947). ³ F. Lichtenberger, Ann. d. Phys., 15, 45 (1932). ⁴ Г. П. Дьяков, ДАН, 68, № 1, 33 (1949). ⁵ С. В. Вонсовский, Я. С. Шур, Ферромагнетизм, М.—Л., 1948. ⁶ И. М. Пузей, Изв. АН СССР, сер. физ., 16, № 5, 552 (1952).