

Р. В. ТЕЛЕСНИН

О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ МАГНИТНОЙ ВЯЗКОСТИ

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 20 X 1950)

Магнитной вязкости посвящено довольно большое число работ преимущественно советских авторов.

Нашими работами ⁽¹⁻⁴⁾ была установлена пропорциональность величины магнитной вязкости (времени релаксации установления нового магнитного состояния после изменения магнитного поля) величине магнитной дифференциальной восприимчивости $\chi_d = dJ/dH$.

В 1949 г. Стритт и Уоллей ⁽⁵⁾ предложили теорию магнитной вязкости. Исходя из представлений о механизме вязкостного изменения намагниченности как о процессе тепловой активации областей самопроизвольного намагничения под влиянием тепловых флуктуаций, они получили формулу для нарастания намагниченности во времени

$$\Delta J = ipkT \ln t, \quad (1)$$

где i — изменение намагниченности при перемагничении одной области, p — функция распределения областей по энергиям активации, и формула для скорости изменения намагниченности

$$\frac{dJ}{dt} = \frac{ipkT}{t} (1 - e^{-ct}). \quad (2)$$

Стритт и Уоллей не получают установленной нами пропорциональности между временем релаксации τ и χ_d . Однако из активационной теории легко получить формулу, согласующуюся с опытом, если найти из уравнения (2) время релаксации

$$\int_{J'}^{J'+0,63\Delta J} dJ = 0,63 \Delta J = ipkT \left(\int_0^{\tau} \frac{dt}{t} - \int_0^{\tau} \frac{e^{-ct}}{t} dt \right) = ipkT \left(c\tau - \frac{(c\tau)^2}{2 \cdot 2!} + \dots \right). \quad (3)$$

Здесь J' — намагниченность, которую имел образец в момент изменения поля, а ΔJ — изменение намагниченности при изменении поля на величину ΔH .

Введем дифференциальную восприимчивость, χ_d

$$\Delta J = \Delta H \frac{dJ}{dH} = \Delta H \chi_d. \quad (4)$$

Для быстро протекающих процессов положим $c\tau \ll 1$, тогда

$$\tau = \frac{0,63 \Delta H \chi_d}{c ipkT} = A \frac{\chi_d}{T}. \quad (5)$$

Следовательно, время релаксации, характеризующее магнитную вязкость, прямо пропорционально дифференциальной восприимчивости и обратно пропорционально абсолютной температуре.

Назовем это положение первым правилом магнитной вязкости.

Для проверки формулы (5) было произведено исследование зависимости магнитной вязкости никеля от χ_d при постоянной температуре.

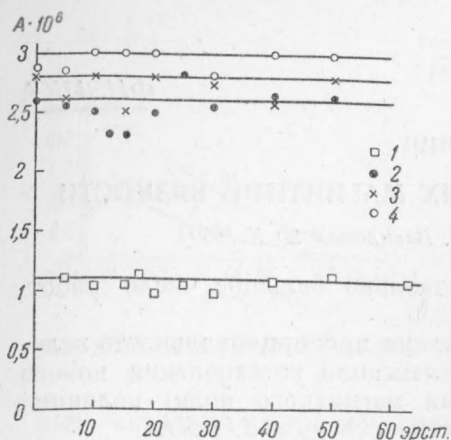


Рис. 1. 1 — без растяжения ($p=0$), 2 — $p=7,5$, 3 — $p=15$, 4 — $p=22,5$ кГ/мм²

Изменения значений функций

При исследовании вязкости на спинке максимальной петли гистерезиса и на основной кривой нами определяются только той точкой на кривой, в которую приводится ферромагнетик, и не зависит от промежуточных состояний, через которые он проходит при переходе в это конечное состояние.

Следовательно, вязкость не зависит от величины изменения поля ΔH (если ΔH не очень мало), а только от конечного состояния ферромагнетика.

Назовем это положение вторым правилом магнитной вязкости.

На рис. 2 даны кривые спада магнитного потока в Ni при различных изменениях поля ΔH . Как видим, при ΔH , равном от 40 до 1,3 эрст., время релаксации одинаково, лишь при $\Delta H=0,3$ эрст. оно меньше. Это правило весьма хорошо соблюдается для всех ферромагнетиков.

Измерения производились по ранее описанной нами методике как на основной кривой намагничивания, так и на спинке петли гистерезиса. Для получения сильно отличающихся значений χ_d никель подвергался растяжению нагрузками до 22,5 кГ/мм². Согласно формуле (5) коэффициент A , который назовем коэффициентом магнитной вязкости, должен оставаться постоянным при изменении χ_d .

На рис. 1 приведены значения коэффициента A для Ni при различных нагрузках от 0 до 22,5 кГ/мм² на спинке петли. Как видим, для каждой нагрузки A остается приблизительно постоянным, но при переходе от одной нагрузки к другой изменяется, возможно, вследствие

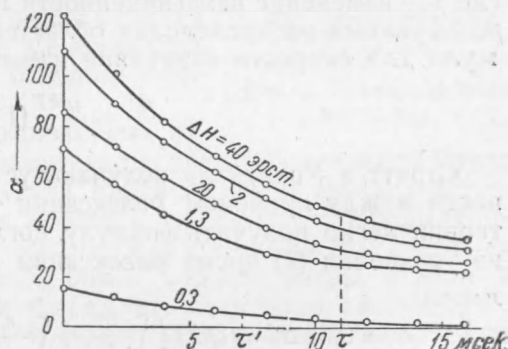


Рис. 2

Научно-исследовательский институт физики
Московского государственного университета
им. М. В. Ломоносова

Поступило
31 VIII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Р. В. Телеснин, ЖЭТФ, 7, № 1, 117 (1937). ² Р. В. Телеснин, ДАН, 20, № 9 (1938). ³ Р. В. Телеснин, Journ. of Phys., № 4, 213 (1941). ⁴ Р. В. Телеснин, ЖЭТФ, 18, № 11, 970 (1948). ⁵ P. Street and J. C. Wolley, Proc. Phys. Soc., 62, № 357A, 562 (1949).