

Ф И З И К А

Р. В. ТЕЛЕСНИН

МАГНИТНАЯ СВЕРХВЯЗКОСТЬ УПОРЯДОЧЕННЫХ ФЕРРОМАГНИТНЫХ СПЛАВОВ¹

В 1947 г. нами было обнаружено [1] появление аномально большой магнитной вязкости у некоторых образцов из сплава Ni_3Mn в начальной стадии процесса его упорядочения. Эта вязкость в десятки тысяч раз превосходила вязкость, обычно наблюдавшуюся у железа, пермаллоя и никеля, поэтому мы назвали ее магнитной сверхвязкостью. Затем мы наблюдали сверхвязкость у высококоэрцитивных сплавов для постоянных магнитов: альни, альнико, магнико, а также в деформируемом высококоэрцитивном сплаве викэллой (Co—52%, V—14%, Si—0,6%, остальное Fe).

Одновременно сверхвязкость в сплавах альни, альнико и магнико наблюдали Булгаков и Кондорский [2]. Измерения производились нами согласно методике, описанной в наших прежних работах [3, 4, 5, 6]. Так как время изменения магнитного потока в исследуемых образцах достигало нескольких минут, то размыкание и замыкание намагничивающих и измерительных цепей производилось не маятником Гельмгольца, а обычными выключателями, от руки. Время определялось по секундомеру. В момент времени t_0 размыкался ток в одной из намагничивающих образцов обмоток соленоида, а через время τ измерительная обмотка образца включалась на баллистический гальванометр, который измерял изменение магнитного потока $\Delta\Phi$, происшедшее в образце после момента времени t . При одновременном размыкании намагничивающей цепи и замыкании цепи баллистического гальванометра имеем максимальное изменение потока $\Delta\Phi_0$, определяемое изменением J на статической кривой гистерезиса. Мерой магнитной вязкости является скорость убывания—величина $\psi = \frac{\Delta\Phi}{\Delta\Phi_0}$. За количественную характеристику магнитной вязкости бралось время $t_{0,01}$, по истечении которого гальванометр фиксировал изменение магнитного потока $\Delta\Phi$, равное 0,01 начального его изменения $\Delta\Phi_0$.

Различные комбинации двух противоположно направленных полей намагничивающих обмоток дают возможность осуществлять переход из любой точки на спинке петли гистерезиса в любую другую расположенную ниже точку на той же спинке. Баллистический метод при этих измерениях не дает точного значения $\Delta\Phi$, так как импульс тока через гальванометр протекает в течение довольно значительного промежутка времени, заведомо

¹ Доклад на «Ломоносовских чтениях» 1950 г.

большого, чем тот, который требуется теорией баллистического гальванометра для осуществления пропорциональности между отбросом гальванометра и измеряемым изменением магнитного потока. Однако общий ход кривой изменения магнитного потока в образце со временем воспроизводится достаточно точно. Очевидно, что кривые намагничивания и петли гистерезиса сверхвязкого магнитного материала, снятые баллистическим методом, являются неточными. Для таких измерений, так же как и для точного количественного измерения вязкостного эффекта, следует пользоваться магнитометром или флюксометром [7].

На рис. 2 даны кривые магнитной сверхвязкости и спинки петель гистерезиса различных высококоэрцитивных сплавов, а на рис. 4 — также частично упорядоченного сплава Ni_3Mn . Образцы представляли собой стержни диаметром 0,9—2 мм и длиной 120—300 мм. Как видим, наибольшей сверхвязкостью обладает Ni_3Mn . У этого сплава максимум вязкости наступает после отпуска в течение 50 минут при температуре 466°С. При такой продолжительности отпуска еще не достигается полное упорядочение. Коэрцитивная сила этого сплава невелика, порядка 14 эрстед. Поэтому

мы можем заключить, что одна коэрцитивная сила не определяет величину сверхвязкости, хотя эти величины должны быть связаны между собой. Несомненно, что сверхвязкость, так же как и большая коэрцитивная сила,

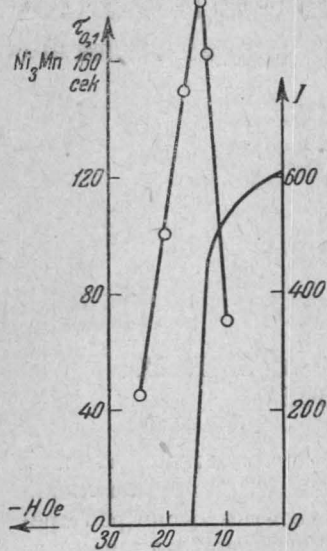


Рис. 1

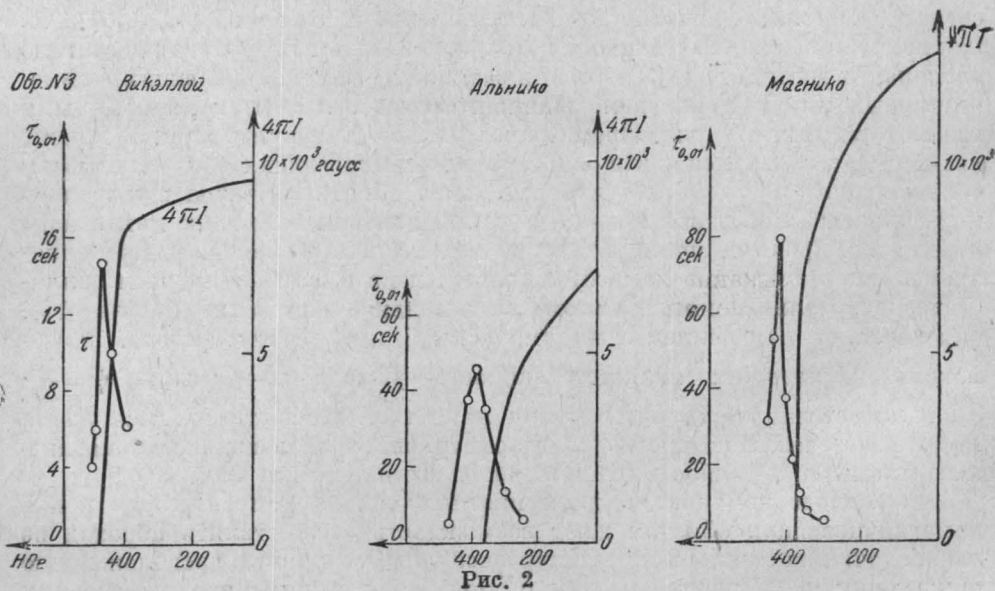


Рис. 2

связана с процессами упорядочения сплавов [8, 9, 10]. При этих процессах можно предположить образование в неупорядоченной парамагнитной или слабо ферромагнитной фазе ферромагнитных включений в форме пла-

стинок, как это рассматривается некоторыми авторами [11, 12, 13, 14] для высококоэрцитивных сплавов.

Процесс изменения намагниченности в такой многофазной системе связан с перестройкой областей самопроизвольного намагничения при переходе их в новое энергетическое состояние. При такой перестройке могут происходить и процессы диффузии атомов, требующие для своего осуществления значительных промежутков времени. Диффузия атомов может рассматриваться как частный случай активации. Рассматривая магнитную вязкость как растянутый во времени процесс перемагничивания областей самопроизвольного намагничения, происходящий под влиянием тепловой активации этих областей при флуктациях тепловой энергии, Стритт и Уоллей [15] предложили теорию, дающую для некоторых ферромагнетиков достаточно хорошее согласие с опытом. Нами дано развитие активационной теории, приводящее к объяснению ранее наблюдаемого факта совпадения максимумов магнитной вязкости и дифференциальной магнитной восприимчивости $\chi d = \frac{dY}{dH}$. Последняя зависимость подробно исследована нами совместно с П. Б. Хазановой.

Поступила в редакцию
10.5. 1950 г.

Магнитная
лаборатория

ЛИТЕРАТУРА

1. Телеснин Р. В. «Вестник Московского университета» № 11, стр. 11, 1948.
2. Булгаков Н. В. и Кондорский Е. И. ДАН 69, № 3, стр. 325, 1949.
3. Телеснин Р. В. ЖЭТФ 7, вып. 1, стр. 117, 1937.
4. Телеснин Р. В., Рудая Л. Я. и Чулкова М. И. «Вестник Московского университета» № 1, стр. 117, 1947.
5. Телеснин Р. В. ДАН 59, № 5, стр. 887, 1948.
6. Телеснин Р. В. ЖТФ 18, № 11, стр. 970, 1948.
7. Калашников А. Г. Флюксметр. Изд. АН СССР, М., 1949.
8. Акулов Н. С. ДАН СССР 66, № 3, стр. 361, 1949.
9. Акулов Н. С. Ферромагнетизм, М., 1939.
10. Вонсовский С. В. и Шур Я. С. Ферромагнетизм. М.—Л., стр. 603, 1948.
11. Займовский А. С. и Усов В. В. Металлы и сплавы в электро-технике. М.—Л., стр. 291, 1949.
12. Шубина Л. А. и Шур Я. С. ЖТФ XIX, вып. 1, стр. 88, 1949.
13. Дрожжина В. И., Лугинская и Шур Я. С. ЖТФ XIX, вып. 1, стр. 96, 1949.
14. Штуркин Д. А. и Шур Я. С. ЖТФ XIX, вып. 2, стр. 235, 1949.
15. Street and Wolley. Proc. Phys. Soc. 62, № 9, 1949.