

И. Г. ФАКИДОВ и Н. П. ГРАЖДАНКИНА

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ  
СОПРОТИВЛЕНИЕ ФЕРРОМАГНИТНОГО СПЛАВА  
МАРГАНЕЦ — СУРЬМА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 15 IV 1949)

Изменение электрического сопротивления  $\Delta R/R$  под действием магнитного поля (эффект Томсона — Гольдгаммера) у ферромагнетиков совершенно иное по своему характеру, чем у неферромагнитных металлов, для которых  $\Delta R/R$  всегда величина положительная, независимо от взаимного расположения электрического тока в образце и магнитного поля\*.

Для ферромагнетиков вследствие анизотропности магнитных сил в области полей, где протекают процессы технического намагничивания, величина  $\Delta R/R$  может быть как положительной, так и отрицательной, в зависимости от того, параллельно или перпендикулярно ориентированы друг по отношению к другу ток в образце  $j$  и магнитное поле  $H$ ; как правило, при  $H \parallel j$  (продольный эффект)  $\Delta R/R > 0$  и при  $H \perp j$  (поперечный эффект)  $\Delta R/R < 0$  (1).

В области сильных магнитных полей  $\Delta R/R$  у ферромагнетиков с увеличением поля всегда падает, что связано с ростом истинной намагниченности (2).

Эффект Томсона — Гольдгаммера, как известно, относится к так называемым четным эффектам, т. е.  $\Delta R/R$  не меняет своего знака и величины с изменением направления магнитного поля.

Теория этих эффектов была разработана Н. С. Акуловым (3). До недавнего времени считали, что теория Акулова удовлетворительно объясняет явления, относящиеся к классу четных эффектов, в том числе эффект Томсона — Гольдгаммера. Однако в последнее время были установлены факты, не укладывающиеся в рамки этой теории.

И. К. Кикоин и А. П. Люстрова, Бэйтс (4), В. И. Дрожжина и Я. С. Шур (5, 6), А. П. Комар и И. И. Портнягин (7), изучая эффект Томсона — Гольдгаммера для некоторых жестких и мягких магнитных сплавов, обнаружили „аномальное“ изменение их электропроводности под действием магнитного поля: оказалось, что  $\Delta R_{\perp}/R$  и  $\Delta R_{\parallel}/R$  имеют одинаковый (отрицательный) знак. Попытки увязать указанную аномалию с особенностями высококоэрцитивных сплавов ничего не дали. Кроме того, одним из материалов, изученных Дрожжиной и Шуром, являлось кремнистое железо ( $H_c = 0,5$  эрстед).

В нашей лаборатории только что получены данные, показывающие, что в ферромагнитном сплаве хром — теллур (50 ат. %  $\Delta R_{\perp}/R$  и  $\Delta R_{\parallel}/R$  имеют также одинаковый (отрицательный) знак.

\* Исключением является чистый теллур, для которого Р. А. Ченцов обнаружил, что  $\Delta R/R$  при низких температурах имеет отрицательный знак (10).

В настоящей статье излагаются результаты исследования влияния магнитного поля на электропроводность ферромагнитных сплавов марганец—сурьма (54 и 50 ат. % Sb).

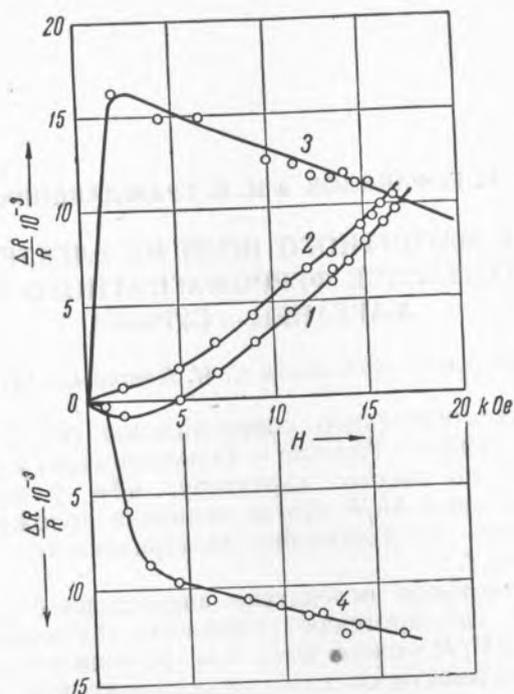


Рис. 1. 1 —  $\Delta R_{\parallel} / R$  MnSb, 54 ат. % Sb;  
2 —  $\Delta R_{\perp} / R$  MnSb, 54 ат. % Sb;  
3 —  $\Delta R_{\parallel} / R$  Ni; 4 —  $\Delta R_{\perp} / R$  Ni

1. Эти сплавы изготовлялись в эвакуированных кварцевых ампулах путем нагревания до  $1100-1200^{\circ}$  с последующим медленным охлаждением. В качестве исходных материалов служили электролитический марганец, из которого вакуумным нагреванием удалялся водород, и кальбаумовский Sb.

2. Эти сплавы чрезвычайно хрупки, вследствие чего образцы можно было изготовлять только путем шлифовки. Исследованные нами образцы имели размеры  $0,5 \times 2 \times 30$  мм, концы их покрывались электролизом меди, после чего припаивались токовые и потенциальные медные провода. Сплавы эти относятся к магнитно-мягким материалам ( $H_c = 8$  эрстед).

3. Образец монтировался в горизонтальном положении на эбонитовом цилиндрическом держателе, который коаксиально скреплялся с вращающейся частью лимба электромагнита, что позволяло устанавливать образец его длиной параллельно или перпендикулярно к магнитному полю с точностью до долей градуса, в то время как поворот образца на  $2^{\circ}$  не приводил к заметным изменениям сопротивления образца.

4. Измерения производились при комнатной температуре с помощью малоомного компенсатора Диссельхорста, соединенного с гальванометром чувствительностью порядка  $3 \cdot 10^{-8}$  в/1 $^{\circ}$ , что позволяло измерять электрические сопротивления с большой точностью.

Результаты наших измерений представлены в виде кривых на рис. 1 для сплава с составом в 54 ат. % Sb.

Как  $\Delta R_{\perp}/R$ , так и  $\Delta R_{\parallel}/R$ , начиная с 5000 эрстед, имеют один и тот же знак (положительный) и по величине примерно одинаковы. Указанная „аномалия“ противоположна той, которая наблюдается вышеуказанными авторами, причем  $\Delta R_{\parallel}/R$  до 5000 эрстед отрицательно, в то время как  $\Delta R_{\perp}/R$  во всей области полей от 0 до 20 000 эрстед остается положительным.

Кривые рис. 2, относящиеся к 50% сплаву MnSb, аналогичны кривым на рис. 1 для сплава с составом в 54 ат. % Sb.

Для окончательной проверки правильности результатов наших измерений мы изготовили контрольный образец из никеля таких же размеров и формы, как и образец исследуемого сплава, и исследовали его в тех же условиях. Кривые  $\Delta R/R$ , относящиеся к Ni, как функция магнитного поля, приведены (для сравнения) на том же рис. 1, из которого видно, что кривые  $\Delta R/R$  для Ni аналогичны кривым, полученным рядом других авторов; это подтверждает достоверность наших данных о сплаве MnSb. Этот факт еще раз напоминает о том, что теория четных эффектов должна быть уточнена, чтобы она могла объяснить эти вновь обнаруженные аномалии эффекта Томсона — Гольдгаммера для ферромагнитных сплавов.

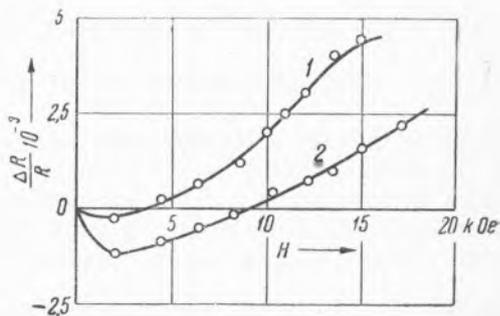


Рис. 2. MnSb, 50 ат. % Sb: 1 —  $\Delta R_{\perp}/R$ ; 2 —  $\Delta R_{\parallel}/R$

С. В. Вонсовский<sup>(8)</sup> показал, что простое уточнение закона анизотропии четных эффектов Акулова может объяснить одинаковость знаков  $\Delta R_{\perp}/R$  и  $\Delta R_{\parallel}/R$  в области полей, где происходят процессы технического намагничивания. Однако физический механизм этих „аномалий“ остается пока неясным.

Кроме того, следует отметить то, что в наших опытах впервые обнаружен положительный знак для  $\Delta R/R$  в области очень высоких полей, где имеет место истинное намагничивание, в то время как все прежние опыты с другими ферромагнетиками дают в этой области полей только уменьшение сопротивления ( $\Delta R/R < 0$ ). Принципиальная возможность различных знаков  $\Delta R/R$  при истинной намагниченности вытекает из теоретического анализа этих явлений, данного С. В. Вонсовским<sup>(9)</sup>.

Благодарим С. В. Вонсовского за обсуждение результатов наших измерений.

Институт физики металлов Уральского филиала  
Академии наук СССР  
Свердловск

Поступило  
15 IV 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Д. А. Гольдгаммер, Уч. зап. Императ. моск. ун-та, в. 8 (1889); W. Webster, Proc. Roy. Soc., **114**, 611 (1927); E. Englert, Ann. d. Phys., **14**, 589 (1932). <sup>2</sup> С. В. Вонсовский, ЖЭТФ, **17** (1947). <sup>3</sup> Н. С. Акулов, Ферромагнетизм, 1939. <sup>4</sup> L. F. Bates, Proc. Phys. Soc., **58**, 153 (1946). <sup>5</sup> В. И. Дрожжина и Я. С. Шур, ЖТФ, **17** (1947). <sup>6</sup> В. И. Дрожжина и Я. С. Шур, ДАН, **58**, № 6 (1947). <sup>7</sup> А. П. Комар и И. И. Портнягин, ДАН, **60**, № 4 (1948). <sup>8</sup> С. В. Вонсовский, ЖТФ, **18**, в. 2, 145 (1948). <sup>9</sup> С. В. Вонсовский, ЖЭТФ, **16**, 981 (1946). <sup>10</sup> Р. А. Ченцов, ЖЭТФ, **18**, 374 (1948).