

ОБ АНОМАЛЬНОМ КОЭФФИЦИЕНТЕ ХОЛЛА В ОБЛАСТИ ПАРАПРОЦЕССА

Е.П.Свирина, Э.А.Новикова, Е.Н.Поливанова

Известно, что большинство экспериментальных данных по эффекту Холла в магнитных материалах в основном описывается двучленным соотношением:

$$E_x = R_0 H + R_1 I. \quad (1)$$

Здесь E_x — ЭДС Холла, R_0 и R_1 — классический и аномальный коэффициенты Холла. Величина R_1 определяется как отношение E_{xs}/I_s , где E_{xs} и I_s — спонтанные ЭДС Холла и намагниченность, полученные методом экстраполяции кривых $E_x(H)$ и $I(H)$ с области магнитных полей H , больших полей технического насыщения H_s . Вблизи температуры Кюри значения E_{xs} и I_s рассчитываются методом термодинамических коэффициентов [1, 2], однако при этом в ряде случаев необходимо учитывать классическое поле Холла $R_0 H$ (см., например, [3]). Коэффициент R_1 , определенный таким способом, равен тангенсу угла наклона прямой $E_x(I)$ в технической части кривой намагничивания при малых H .

Согласно существующим теоретическим представлениям, температурная зависимость аномального коэффициента Холла R_1 определяется в основном изменением магнитной части электросопротивления ρ_m , т.е. сопротивлением, соответствующим рассеянию носителей тока на спиновых неоднородностях (см., например, [4]). Действительно, в ряде экспериментальных работ было показано, что с изменением температуры коэффициент R_1 линейно зависит от ρ_m [5 — 8].

В настоящей работе приводятся новые экспериментальные данные по эффекту Холла в некоторых магнитных материалах с большим парапроцессом. Эти результаты вызывают необходимость уточнения существующих теоретических представлений о природе аномального коэффициента Холла.

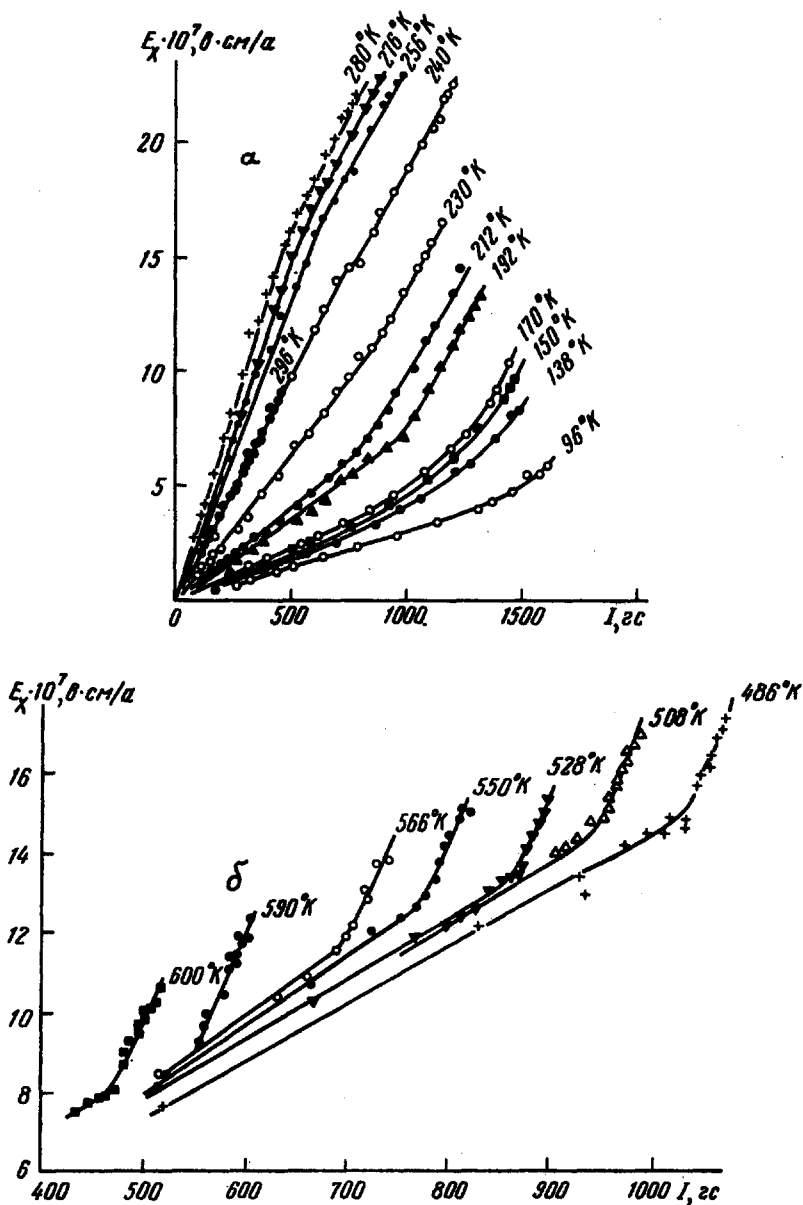


Рис. 1. Зависимость ЭДС Холла от намагниченности при различных температурах: а – для гадолиния, б – для сплава инварного типа (36% Ni, 58% Fe, 6% Co)

На рис. 1, а и б представлены кривые зависимости ЭДС Холла E_H от намагниченности I при различных температурах для гадолиния и сплава инварного типа. Видно, что в области парапроцесса имеет место независимость угла наклона прямых $E_H(I)$ от температуры, в то время как в технической части кривой намагничивания этот угол увеличивается при приближении к точке Кюри.

На рис. 2, а и б следует, что численные значения коэффициентов Холла, соответствующие технической и парапроцессной частям намагничивания, существенно различны.

К.П.Беловым и одним из нас в работах [9, 10] для описания ЭДС Холла в области парапроцесса было предложено трехчленное выражение:

$$E_x = R_0 H + R_1 I_x + R_2 I_1, \quad (2)$$

где R_1 — коэффициент Холла, соответствующий истинной намагниченности I_1 , равной разности $I - I_x$.

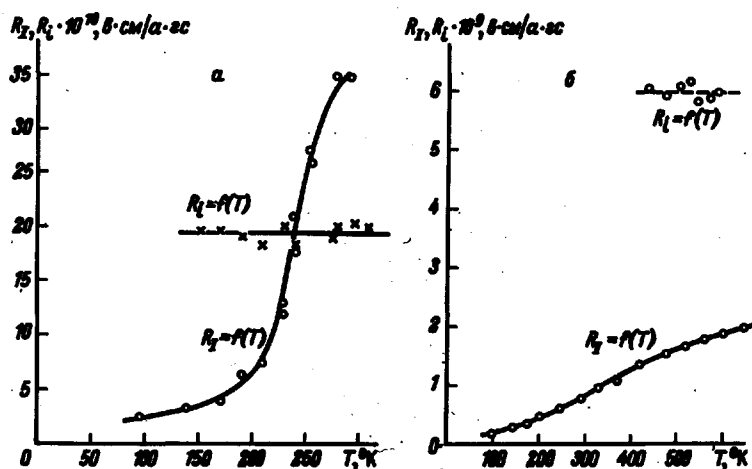


Рис. 2. Температурная зависимость аномальных коэффициентов Холла, соответствующих технической части кривой намагничивания R_2 и области парапроцесса R_1 : а — для гадолиния, б — для сплава инварного типа

В дальнейшем, Волков и Козлова [8] показали, что соотношение (2) хорошо описывает ЭДС Холла в никеле.

Вопрос, связанный с наличием коэффициента R_1 , в литературе теоретически не обсуждался. Считалось, что в области парапроцесса изменение угла наклона кривой обусловлено уменьшением магнитных неоднородностей с ростом истинной намагниченности [3, 11].

Наши результаты эксперимента, представленные на рис. 1 и 2, показывают, что коэффициент R_2 не зависит от температуры, а следовательно и от степени спинового разупорядочения.

Численные величины коэффициентов R_2 и R_1 заметно различны при одной и той же температуре. Например, для гадолиния вблизи точки Кюри коэффициент R_2 почти в два раза меньше коэффициента R_1 , а

для инварного сплава значение R_1 в три раза превышает значение коэффициента R_1 .

Интересно отметить, что по данным Бабушкиной [7] парамагнитная константа R_p для гадолиния, измеренная при температурах, значительно превышающих точку Кюри, численно близка к значениям R_1 , полученным нами при измерениях эффекта Холла в гадолинии в области температур ниже точки Кюри. Отсюда следует, что изменение ЭДС Холла в парамагнитной и парапроцессной областях может быть описано и той же константой $R_p \approx R_1$, не зависящей от температуры, а следовательно и от общего магнитного электросопротивления ρ_m .

Этот факт является существенно новым и требует специального теоретического рассмотрения природы аномального поля Холла в области парапроцесса.

Авторы выражают свою признательность Л.А.Максимову и К.П.Белову за интерес к работе и участие в обсуждении результатов эксперимента.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступило в редакцию
25 ноября 1968 г.

Литература

- [1] К.П.Белов, Е.П.Свирина, Ю.В.Белюс. ФММ, 6, 621, 1958.
- [2] Н.В.Баженова. Кандидатская диссертация. М., 1965.
- [3] К.П.Белов, Е.П.Свирина. ФТТ, 8, 1217, 1966.
- [4] Ю.П.Ирхин. Докторская диссертация. Свердловск, 1968.
- [5] И.К.Кикоин, Г.Н.Игошева. ЖЭТФ, 46, 67, 1964.
- [6] Г.Н.Игошева. Кандидатская диссертация. М., 1967.
- [7] Н.А.Бабушкина. Кандидатская диссертация. М., 1968.
- [8] Д.И.Волков, Г.М.Козлова. Исследования в области теоретического и прикладного магнетизма. 826, 48, 1967.
- [9] К.П.Белов, Е.П.Свирина. ЖЭТФ, 37, 1212, 1959.
- [10] К.П.Белов, Е.П.Свирина. Тезисы конференции по ферритам в Минске, 1958.
- [11] Е.И.Кондорский. ФММ, 22, 168, 1966.