

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОЕМКОСТИ ФЕРРИТОВ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ В ОКРЕСТНОСТИ ТОЧКИ КЮРИ

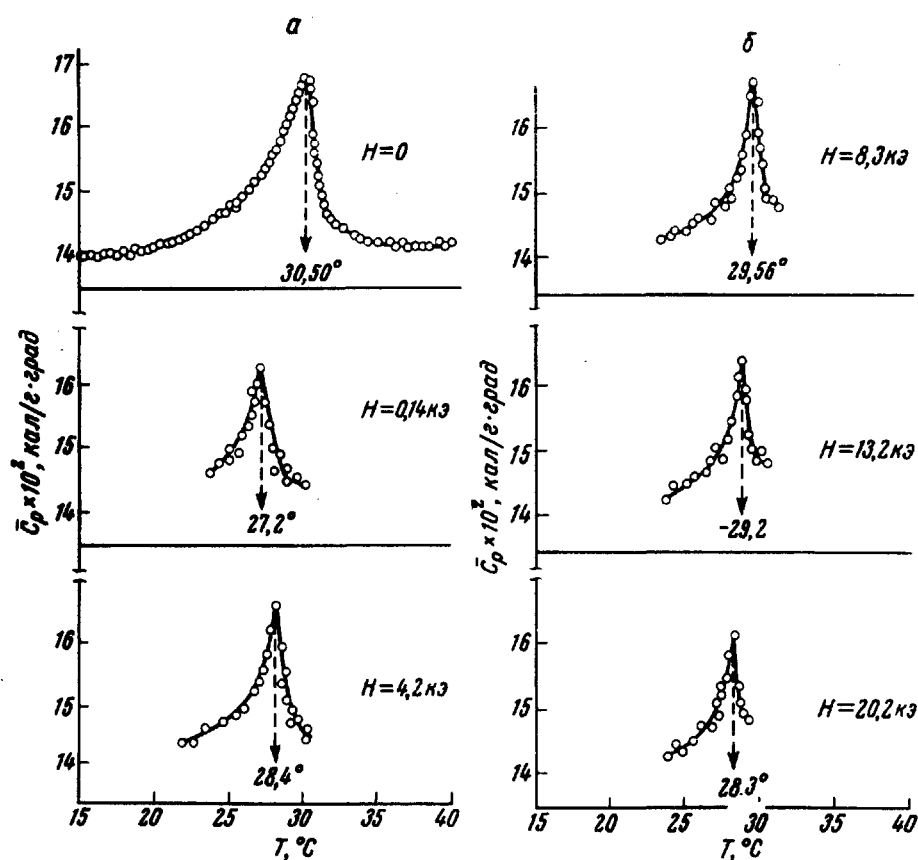
И. К. Камиллов, Г. М. Шахматов, Г. Г. Мусатов

Приводятся экспериментальные данные по исследованию теплоемкости феррита $\text{Cu}_{0,4}\text{Cd}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$ в окрестности магнитного фазового перехода в зависимости от напряженности внешнего магнитного поля. На основе этих измерений установлена фазовая H - T -диаграмма феррита вблизи точки Кюри. Приводится обсуждение полученных результатов.

Основная цель, преследуемая при изучении критических явлений – установление точной формы сингулярности физических параметров, в том числе и теплоемкости (C), до сих пор не достигнута. Единственно, надежно установленным фактом считается, что характер сингулярности теплоемкости в критической области не отвечает теории Вейса – Ван дер Ваальса – Брэгга. Еще менее исследованным остается вопрос о ее поведении в случае, когда изменяются внешние условия. В этой работе излагаются результаты исследования теплоемкости $\text{Cu}_{0,4}\text{Cd}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$ в окрестности точки Кюри T_c . В магнитном отношении $\text{Cu}_{0,4}\text{Cd}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$ – ферримагнетик с тремя магнитными подрешетками. Сложная подрешеточная магнитная структура может сказаться на поведении C и в особенности при изучении ее в магнитном поле H . Характер аномалий теплоемкости в T_c ферритов во внешнем поле H до сих пор не исследован. Результаты измерений C $\text{Cu}_{0,4}\text{Cd}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$ в полях $H = 0; 0,14; 4,2; 8,3; 13,2$ и $20,2$ кэ приведены на рис. а и б. Измерения теплоемкости проведены с использованием адиабатического калориметра [1].

Усредненные значения многочисленных измерений теплоемкости в нулевом поле в области T_c представлены на рис. 1 (кривая $H = 0$). Экспериментальные значения скачка теплоемкости $\Delta C_{\text{экс}}$ в нулевом поле в T_c больше $\Delta C_{\text{теор}}$, рассчитанного на основе теорий молекулярного поля, что свидетельствует о наличии флуктуационного вклада в теплоемкость, неучитываемого в этих теориях. Для ферритов скачек $\Delta C_{\text{теор}}$, рассчитанный на основе теорий молекулярного поля имеет еще меньшую величину [2]. В таком случае естественно рассчитать критические индексы α для C . Из-за некоторого размытия C нахождение α не имеет особого смысла особенно в области $T \leq T_c$, где следует ожидать трудно учитываемый вклад доменов. Но в случае $T \gtrsim T_c$, где получаются более или менее повторяющиеся значения C определение α не лишено смысла. Соответствующая обработка данных показывает, что в парамагнитной области $C \sim |(T - T_c)/T_c|^{-0,31}$, т.е. $\alpha = 0,31$. Точка Кюри определена нами по методу термодинамических коэффициентов и равна $30,5^\circ\text{C}$. Обсудим результаты измерений в поле H . Характерные особенности поведения теплоемкости в поле следующие: 1) аномалии теплоемкости в T_c не снимаются полем; 2) величина пика C и размытость превращений уменьшаются с ростом H и, наконец, максимум C сдвигается: в слабых полях влево затем, вплоть до $H = 8,3$ кэ вправо и далее опять влево. На-

блюденные закономерности не укладываются в рамки какой-либо одной теории. Тем не менее приведем попытку качественной расшифровки полученных интересных экспериментальных фактов. Сужение и уменьшение пика теплоемкости в области T_c , вероятно, связаны с подавлением спиновых флуктуаций как вдали, так и в самой точке перехода. Сохранение аномалий теплоемкости в поле свидетельствует о том, что одним параметром упорядочения, как это делается в теории Ландау, переход ферромагнетик – парамагнетик полностью не объясняется. В данном случае более пригодны представления работы [3], в которой рассматривается магнитный фазовый переход в поле H . С точки зрения этой работы ферромагнетик при $T < T_c$ и $H = 0$ благодаря действию магнитодипольных сил, находится в магнитно-неоднородном состоянии, выше T_c – в однородном. При переходе через T_c в поле H в системе происходит фазовый переход из состояния с одним типом магнитного упорядочения в состояние с другим типом. Отсюда следует, что фазовый переход второго рода в ферромагнетике сохраняется в конечном поле H .



Из [3] также вытекает смещение максимума C в слабых полях влево, а затем вправо, что наблюдается и в $\text{Cu}_{0,4}\text{Cd}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}$. Подобная ситуация, для компонент комплексной восприимчивости $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$ обнаружена в работе [4]. По мнению [4] магнитные моменты неоднородных об-

ластей [5] в T_c располагаются антипараллельно, что приводит к кажущемуся антиферромагнитному поведению системы в слабых полях вплоть до разрушения такой структуры. Затем эти максимумы смещаются вправо с ростом H , что характерно для ферромагнетиков. Казалось бы, что дальнейший рост поля должен снять эти аномалии. Однако наши измерения теплоемкости в полях от $H = 13,2$ кэ до $H = 20$ кэ показывают, что аномалии теплоемкости сохраняются и максимумы их смещаются в сторону низких температур (рис. 6). Подобное поведение характерно для антиферромагнетиков. Поэтому можно предположить, что именно в сильных полях теплоемкость феррита $\text{Cu}_{0,4}\text{Cd}_{0,6}\text{Fe}_2\text{O}_4$ обнаруживает поведение действительно характерное для фазовой диаграммы антиферромагнитной структуры, установленной в работе [6], что с точки зрения микроскопической и реализуется в ферримагнетиках.

Таким образом, исследования теплоемкости в магнитном поле раскрывают новые особенности ферритов и приводят к весьма их своеобразной магнитной фазовой H - T -диаграмме вблизи точки Кюри.

В заключение авторы благодарят Х.И.Амирханова, К.П.Белова и А.С.Боровика-Романова за внимание к работе.

Дагестанский

Государственный университет

им. В.И.Ленина

Поступила в редакцию

20 июля 1973 г

Литература

- [1] И.К.Камилов, Г.М.Шахшаев. Письма в ЖЭТФ, 15, 480, 1972.
- [2] L.N.Howard, J.Smart. Phys. Rev., 97, 17, 1953.
- [3] A.Arrot. Phys. Rev. Lett., 20, 1029, 1968.
- [4] К.П.Белов, Н.В.Шебалдин. Письма в ЖЭТФ, 7, 268, 1968; ФТТ, 12, 684, 1970.
- [5] Г.М.Драбкин, А.М.Окорочков, В.И.Волков, А.Ф.Шебетов. Письма в ЖЭТФ, 13, 3, 1971.
- [6] А.С.Боровик-Романов. Антиферромагнетизм. Сб. "Итоги науки", вып. 4, стр. 50, Изд. АН СССР, 1962.