

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ХАРАКТЕР КРИСТАЛЛОГРАФИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДА ВЕРВЕЯ В МАГНЕТИТЕ

К.П.Белов, А.Н.Горяга, В.Н.Шереметьев, В.Н.Пронин

Исследовано влияние внешнего магнитного поля на характер кристаллографического перехода Вервея в магнетите. Показано, что в районе данного перехода наложение внешнего магнитного поля приводит к индуцированию в магнетите несоразмерной кристаллической структуры.

В последнее время большое внимание уделяется теоретическому и экспериментальному изучению влияния внешнего магнитного поля на характер различных фазовых переходов (магнитных, спин-переориентационных, кристаллографических и т. д.)^{1 - 4}.

В магнетите в районе 119 К наблюдается кристаллографический переход Вервея, при котором его пространственная группа изменяется с O_h^7 на C_{2v}^7 . Представляло интерес выяснить будет ли оказывать влияние магнитное поле на характер перехода Вервея.

В качестве объекта исследования был взят естественный монокристаллический образец магнетита (Fe_3O_4) с соотношением $Fe_2O_3/FeO = 1,070$, в котором, согласно химическому анализу, имеется небольшое количество примесных ионов Ti^{4+} . Как показали рентгеновские исследования, при 293 К данный образец представляет собой однофазную шпинель с параметром решетки $a = 8,390 \text{ \AA}$. На этом образце было изучено влияние магнитного поля на характер поведения теплового расширения $\Delta l/l$ по трем кристаллографическим осям: [100], [110], [111]. Измерения $\Delta l/l$ проводились тензометрическим методом с использованием мостовой схемы. Запись кривых $\Delta l/l(T)$ осуществлялась на двухкоординатном самописце. Первоначально запись кривой $\Delta l/l(T)$ в интервале температур 80 \div 160 К проводилась в отсутствии внешнего магнитного поля. Затем образец охлаждался со скоростью 3 – 4 град/мин до 80 К в поле $H = 6 \text{ кЭ}$ и после выключения поля снова проводилась запись кривой $\Delta l/l(T)$.

На рис. 1 пунктирными линиями даны кривые $\Delta l/l(T)$, снятые при $H = 0$, а сплошными линиями – кривые $\Delta l/l(T)$, полученные после охлаждения в магнитном поле. Видно, что в районе перехода Вервея магнитное поле оказывает существенное влияние на характер поведения теплового расширения по всем трем кристаллографическим осям. Например, если при $H = 0$ имеет место анизотропное поведение теплового расширения, то после охлаждения образца в магнитном поле по всем трем кристаллографическим осям происходит только сжатие образца. Из рис. 2, где приведены температурные зависимости коэффициента ли-

нейного расширения $\alpha = (1/l) (\partial l / \partial T)$. видно, что существенное влияние магнитное поле оказывает на температурный ход коэффициента α по осям [100] и [111]. После охлаждения в поле по оси [100] возникает ярко выраженная отрицательная λ -аномалия коэффициента α , а в случае оси [111] происходит изменение λ -аномалии коэффициента α с положительной на отрицательную. В то же время по оси [110] λ -аномалия коэффициента α остается отрицательной, но становится значительно больше по величине.

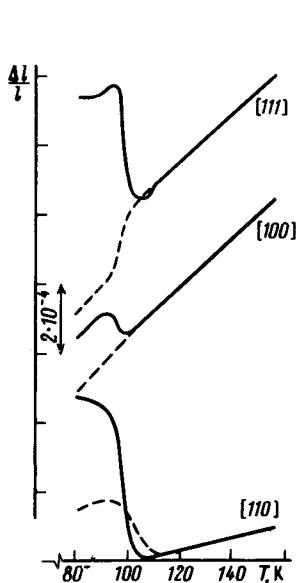


Рис. 1. Температурные зависимости теплового расширения естественного монокристаллического образца магнетита

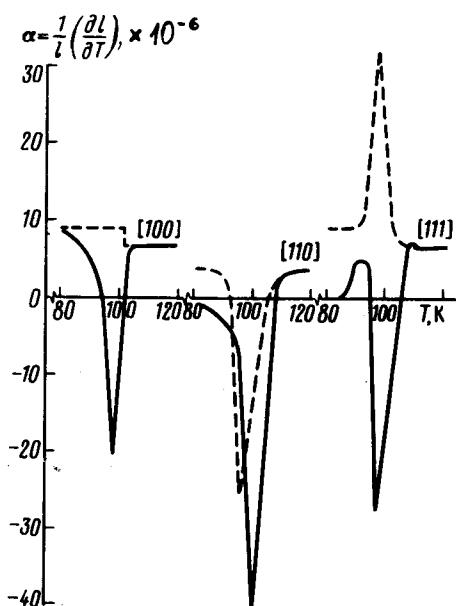


Рис. 2. Температурные зависимости коэффициента линейного расширения α естественного монокристаллического образца магнетита

В теоретической работе ⁵ Витебский на основе теории фазовых переходов Ландау показал, что в веществах с магнитным упорядочением вблизи кристаллографического перехода второго рода под действием внешнего магнитного поля возможно, в силу общих симметрийных соображений, появление модулированной кристаллической структуры. В этом случае на исходную кристаллическую структуру будут накладываться длиннопериодические искажения, период которых несопоставим с периодом исходной решетки. Такие модулированные структуры носят название несопоставимых кристаллических структур (НКС). Переходы из соразмерной кристаллической структуры (СКС) в НКС многими авторами исследуются либо с помощью нейтронографии, либо с помощью измерения теплового расширения. Согласно результатам работ ^{6, 7}, одним из отличительных признаков существования в веществе НКС является наличие отрицательной λ -аномалии коэффициента α в районе кристаллографического перехода. На основании полученных нами результатов по исследованию поведения коэффициента α в зависимости от температуры и, принимая во внимание выводы работ ⁵⁻⁷, можно считать, что в районе перехода Вервея наложение внешнего магнитного поля приводит к индуцированию в магнетите НКС.

В пользу данного предположения свидетельствуют и результаты нейтронографических исследований ^{8, 9}. Авторы этих работ обнаружили, что ниже температуры перехода Вервея в образце магнетита, охлажденном в магнитном поле, наблюдаются смещения атомов из их исходных позиций на величину порядка $\Delta x = 0,02 \text{ \AA}$.

Литература

- Белов К.П., Звездин А.К. и др. Ориентационные переходы в редкоземельных магнетиках. М.: Наука, 1979, стр. 317.

2. Завадский Э.А. Физика магнитоупорядоченных веществ. Новосибирск.: Наука, 1976, стр. 210.
3. Bertaut E., Nhung N. Compt. Rend., 1967, **264**. B1416.
4. Hastings J. et al. Phys. Chem. Sol., 1967, **28**, 1089.
5. Витебский И.М. ЖЭТФ, 1982, **82**, 357.
6. Geerken B. et al. J. Phys. F: Met. Phys., 1982, **12**, 1603.
7. Bastow Y. Proc. Phys. Soc., 1966, **88**, 935.
8. Shirane G. et al. J. Phys. Soc. Japan, 1975, **39**, 949.
9. Fujii U. et al. Phys. Rev., 1975, **11**, 2036.

Московский
государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
17 мая 1984 г.