

ОСОБЕННОСТИ УПРУГИХ СВОЙСТВ Y_3Co

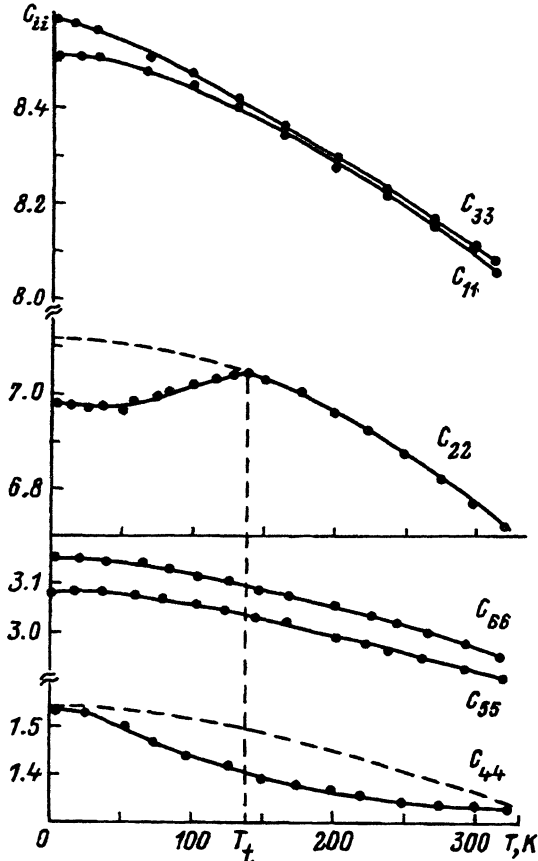
© Г.М.Квашнин, О.П.Квашнина

Красноярский государственный технический университет,
 660049 Красноярск, Россия
 (Поступило в Редакцию 19 сентября 1995 г.)

Относительно магнитных свойств интерметаллического соединения Y_3Co существуют противоречивые сведения. Так, в работах [1,2] утверждается, что в области температур 4.2–300 К это соединение является паулиевским парамагнетиком с нулевым магнитным моментом у ионов Co. В другой, более поздней, работе [3] из результатов измерения магнитной восприимчивости делается вывод о том, что ионы кобальта обладают собственным магнитным моментом порядка $1\mu_B$ и антиферромагнитно упорядочиваются. Очевидно, что существование магнитного момента у $3d$ -ионов должно отразиться на кинетических, упругих и других физических свойствах соединения. Действительно, при измерении электросопротивления Y_3Co в [3] было обнаружено, что ниже $T_i \cong 150$ К удельное сопротивление увеличивается. Аналогичный эффект был обнаружен и в соединениях $(Y_xTb_{1-x})_3Co$ для $x \geq 0.3$ [2].

В данной работе приведены результаты измерения скоростей распространения продольных и поперечных упругих волн в монокристалле Y_3Co . Это интерметаллическое соединение имеет кристаллическую структуру типа Fe_3C , пространственная группа P_{nma} [2]. Измерения производились вдоль главных кристаллографических осей — [100], [010] и [001] — импульсно-фазовым методом [4] на частоте 20 МГц с относительной точностью 0.01%. Абсолютные значения скоростей упругих волн определялись тем же методом с точностью 0.2%. Размеры монокристаллов были примерно $1 \times 1 \times 2$ мм. Образцы были выращены и аттестованы в Проблемной лаборатории постоянных магнитов Уральского государственного университета (Екатеринбург) по методике [2]. Из измеренных значений скоростей по известным формулам для кристаллов орторомбической симметрии рассчитывались диагональные упругие постоянные C_{ii} ($i = 1 \dots 6$). Расчет проводился с учетом температурной зависимости параметров решетки [5] и соответственно рентгеновской плотности ρ . При $T = 300$ К параметры решетки Y_3Co были следующими: $a = 0.702$ нм, $b = 0.945$ нм, $c = 0.634$ нм [5].

На рисунке показаны температурные зависимости упругих постоянных Y_3Co . Видно, что при $T = 300$ К упругая константа C_{22} , характеризующая продольные деформации вдоль оси [010], заметно (на 20%) меньше констант C_{11} и C_{33} . Константа C_{44} , характеризующая сдвиговые деформации в плоскости (101) (поперечная упругая волна распространяется вдоль оси [010] с поляризацией вдоль оси [001]), также заметно меньше сдвиговых констант C_{55} и C_{66} . Другими словами, явно просматривается «смягчение» кристалла Y_3Co вдоль оси [010]. Отчасти это можно связать с относительно большим межплоскостным



Температурные зависимости упругих постоянных соединения Y_3Co .
 Значения C_{ii} даны в единицах 10^{10} N/m^2 .

расстоянием в направлении оси $[010]$ (параметр $b > a, c$). Относительно большое значение b приводит к ослаблению межионного взаимодействия в направлении $[010]$ и, следовательно, к повышению чувствительности упругих постоянных C_{22} и C_{44} к каким-либо структурным, электронным или магнитным фазовым переходам.

Вторым интересным результатом наших измерений является необычное температурное поведение указанных упругих констант (C_{22} и C_{44}). С понижением температуры, начиная с $T \cong 150 \text{ K}$, на зависимости $C_{22}(T)$ наблюдаются излом и дальнейшее «смягчение» упругой константы. Поведение же $C_{44}(T)$ иное: от комнатной температуры и до $T = 4.2 \text{ K}$ кривая идет с прогибом вниз. Если, используя теорию Дебая, построить «классическую» температурную зависимость $C'_{44}(T)$ (штриховая линия на рисунке), то максимальное различие ΔC_{44} между этими кривыми наблюдается, опять же при температуре $T_t \cong 150 \text{ K}$. При этой же температуре наблюдается излом на зависимости удельного сопротивления $\sigma(T)$ в монокристалле Y_3Co [3]. Аналогичное поведение $\sigma(T)$ наблюдалось и в соединениях $(Y_xTb_{1-x})_3Co$ для $x \geq 0.3$ при температурах $T_g(x)$ [2]. Интерполяция $T_g(x)$ к значению $x = 1$ также дает

температуры перехода $T_g(1) \cong T_i$, которую можно отметить для кривой с $x = 1$ на рис. 4 работы [2], хотя сами авторы почему-то приняли $T_g(1) = 0$, что не соответствует их экспериментальным данным. Если бы измерения $\sigma(T)$ в этой работе были проведены вдоль оси [010], то эффект был бы гораздо заметнее.

В работе [3] не дается какого-либо объяснения относительно аномального поведения в Y_3Co ниже 150 К. Авторами [2] высказано предположение, что увеличение удельного сопротивления $\sigma(T)$ связано с рассеянием электронов на магнитных неоднородностях, появляющихся в $(Y_xTb_{1-x})_3Co$ ($x \geq 0.3$) ниже T_i . При $T = T_i$, по их мнению, в соединении происходит переход от парамагнитного состояния к стохастической магнитной структуре типа спинового стекла. Необходимо отметить, что рост удельного сопротивления в металлах не обязательно связан с рассеянием на магнитных неоднородностях. Изменение формы поверхности Ферми, например, отражается на поведении продольных упругих волн, в нашем случае на $C_{22}(T)$. Изменение межионного, ион-электронного и межэлектронного взаимодействия проявляется в аномальном поведении поперечных упругих волн, в частности $C_{44}(T)$ в нашей работе. Для окончательного ответа на вопрос о природе наблюдаемых эффектов в этом соединении необходимы более детальные эксперименты с использованием эффекта де Гааза-ван Альфена, циклотронного и магнитоакустического геометрического резонанса и др.

Список литературы

- [1] Gignoux D., Lemaire R., Chaussy J. Тр. Междунар. конф. по магнетизму МКМ-73. М. (1974). Т. 5. С. 361-364.
- [2] Баранов Н.В., Дерягин А.В., Козлов А.И., Сеницын Е.В. ФММ 61, 4, 733 (1986).
- [3] Talik E., Szade J., Heimann J., Winiarska A., Winiarski A., Chelkovski A. J. of Less-Comm. Met. 138, 129 (1988).
- [4] McSkimin H.J. J. Acoustic Soc. Amer. 22, 4, 413 (1950)..
- [5] Андреев А.В., Баранов Н.В., Вохмянин А.П., Дерягин А.В., Задворкин С.М., Квашиин Г.М., Келарев В.В., Сеницын Е.В. ФММ 62, 3, 482 (1986).