

SPECIFIC FEATURES IN THERMAL EXPANSION OF $YFe_{11-x}Co_xTiH$ SINGLE CRYSTALS

Nikitin S.A., Tereshina E.A.*, Louchev D.O.

Department of Physics, M.V. Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, Moscow, 119992, Russia

Introduction

The rare-earth (R) - transition metal (M) intermetallics have always attracted large interest due to their potential for application on permanent magnets. Among them, the $R(Fe,Co)_{11}Ti$ with the $ThMn_{12}$ -type structure are in the focus of interest during the nineties. Ti plays the role of stabilizing element. These compounds interact actively with hydrogen gas and form stable hydrides. Upon hydrogenation $R(Fe,Co)_{11}Ti$ intermetallics exhibit substantial changes in their magnetic properties. Magnetoelastic properties have not been studied extensively up to now [1]. The aim of the present work was to investigate the effect of hydrogen on thermal expansion in $YFe_{11-x}Co_xTi$ ($0 \leq x \leq 3$) compounds.

Results and discussion

In this work, particular emphasis was placed on the $YFe_{11}Ti$ and its hydride compounds. Yttrium ions have no localized magnetic moments. This makes it possible to investigate the specific features of thermal expansion of iron sublattice in $RFe_{11}Ti$ compounds. $YFe_{11}Ti$ possesses uniaxial magnetic anisotropy of easy magnetization axis (EMA) type over the entire temperature range of magnetic ordering. The temperature dependencies $\Delta l/l(T)$ for the $YFe_{11}Ti$ and its

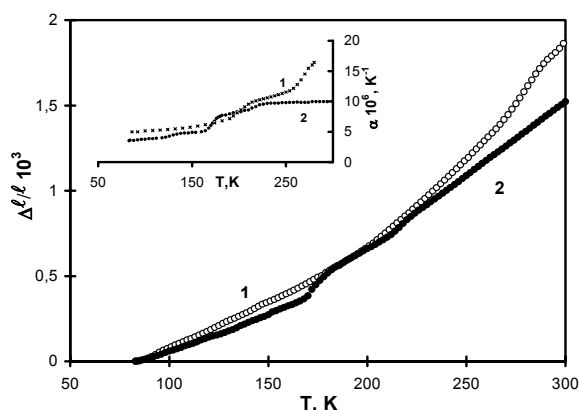


Fig. 1. Temperature dependencies of the thermal expansion along the c axis for the $YFe_{11}Ti$ (1) and $YFe_{11}TiH$ (2) single crystals. The inset shows the temperature dependencies of the linear thermal expansion coefficient for the $YFe_{11}Ti$ and $YFe_{11}TiH$ single crystals.

hydride single crystals depicted in Fig. 1. The inset in Fig. 1 shows the temperature dependence of the linear thermal expansion coefficient $\alpha(T)$. Both dependencies exhibit two clearly pronounced features at $T \approx 180$ and 265 K.

The complex behavior of the $\alpha(T)$ dependence can be explained by the fact that iron ions in the lattice of $YFe_{11}Ti$ compounds occupy three crystallographically nonequivalent positions ($8i$, $8j$, and $8f$) and can be treated as ions forming three sublattices. Note that the magnetic moments localized on iron atoms occupying different crystallographic positions in $YFe_{11}Ti$ considerably differ from each other in magnitude and are equal to 1.92 ($8i$), 2.28 ($8j$), and 1.8 ($8f$). It is known that iron atoms can interact ferromagnetically and antiferromagnetically when the distance between them is larger and smaller than 2.4 \AA , respectively. The Fe-Fe distance in particular pairs is less than the critical value, and they can undergo negative exchange interactions. The temperature dependencies of the magnetization for particular iron sublattices can have a different shape, which leads to the features observed in the thermal expansion of the $YFe_{11}Ti$ and $YFe_{11-x}Co_xTi$ ($0 \leq x \leq 3$) single crystals. It is observed, that the hydrogenation influences the thermal expansion of the 3d sublattice in $R(Fe,Co)_{11}Ti$. The positions of the observed $\alpha(T)$ -curve anomalies shifts toward lower temperatures.

Conclusion

The results show that hydrogenation leads to a change of magnetoelastic interactions.

The work has been supported by the Federal Program on Support of Leading Scientific School Grant NSH -205.2003.2 and RFBR Grants № 02-02-16523, № 03-02-06435.

References

1. V. V. Zubenko, I. S. Tereshina, I. V. Telegina, E. A. Tereshina, D. O. Luhev, and N. Yu. Pankratov Specific Features in Thermal Expansion of $RFe_{11}Ti$ Single Crystals, *Physics of the Solid State*, 2001; 43(7): 1273-1277.

* Факс: (095) 939 8820

E-mail: jane@rem.phys.msu.su

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ $YFe_{11-x}Co_xTiH$

Никитин С.А., Терешина Е.А.*, Лучев Д.О.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
Ленинские горы, Москва, 119992, Россия

Введение

Соединения железа (М) с редкоземельными металлами (РЗ) вызывают особый интерес, благодаря их применению в качестве постоянных магнитов. Соединения $R(Fe,Co)_{11}Ti$ с кристаллической структурой типа $ThMn_{12}$ привлекают к себе внимание с начала 90-х годов. Ti в этих соединениях играет роль стабилизирующей добавки. Соединения активно взаимодействуют с водородом, образуя стабильные гидриды. После гидрирования происходит изменение их магнитных свойств, однако, до сих пор магнитоупругие свойства соединений $R(Fe,Co)_{11}Ti$ были мало изучены [1]. Целью данной работы является исследование влияния гидрирования на тепловое расширение соединений $YFe_{11-x}Co_xTi$ ($0 \leq x \leq 3$).

Результаты и обсуждение

В данной работе уделялось особое внимание соединению $YFe_{11}Ti$, поскольку ион иттрия не обладает локализованным магнитным моментом, что дает возможность изучить особенности теплового расширения подрешетки Fe в соединениях $RFe_{11}Ti$. $YFe_{11}Ti$ обладает одноосной магнитной анизотропией типа ОЛН во всем интервале температур магнитного упорядочения.

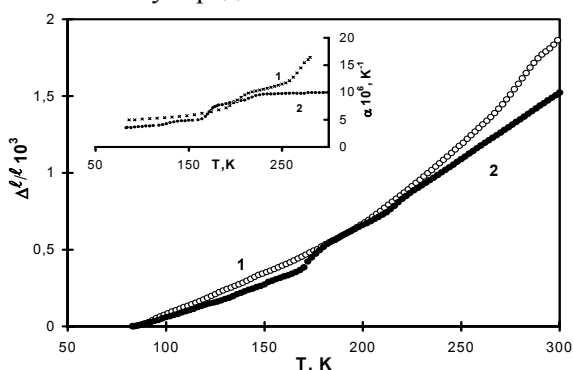


Рис. 1. Температурные зависимости теплового расширения монокристаллов $YFe_{11}Ti$ и $YFe_{11}TiH$, измеренные вдоль оси с. На вставке: температурные зависимости линейного коэффициента теплового расширения.

На рис. 1 представлена температурная зависимость теплового расширения $\Delta l/l(T)$ и линейного коэффициента теплового расширения $\alpha(T)$ (см. вставку) монокристалла $YFe_{11}Ti$ и его гидрида. Видно, что обе кривые проявляют ярко выраженные особенности при $T \approx 180$ и 265 К.

Сложное поведение $\alpha(T)$ можно объяснить, если учесть, что в $RFe_{11}Ti$ ионы Fe занимают три кристаллографически неэквивалентные позиции 8i, 8j, 8f и могут быть рассмотрены как три подрешетки. Причем в разных позициях магнитные моменты в $YFe_{11}Ti$, локализованные на атомах Fe, сильно отличаются друг от друга и равны 1.92 (8i), 2.28 (8j), и 1.8 (8f). Известно, что атомы Fe взаимодействуют ферро- или антиферромагнитно, если расстояние между ними больше или меньше чем 2.4 \AA . Расстояния в некоторых парах Fe-Fe меньше критического и в этих парах имеют место отрицательные обменные взаимодействия. Можно предположить, что поскольку температурная зависимость намагниченности отдельных подрешеток Fe имеет различный вид, это приводит к наблюдаемым особенностям теплового расширения монокристаллов $YFe_{11}Ti$ и $YFe_{11-x}Co_xTi$ ($0 \leq x \leq 3$). Обнаружено, что гидрирование влияет на тепловое расширение подрешетки Fe в $R(Fe,Co)_{11}Ti$. Аномалии на кривых $\alpha(T)$ сдвигаются в область низких температур.

Выводы

Итак, можно сделать вывод, что гидрирование приводит к изменению магнитоупругих взаимодействий. Работа поддержана грантами НШ -205.2003.2, РФФИ № 02-02-16523 и № 03-02-06435-мас.

Литература

1. В.В. Зубенко, И.С. Терешина, И.В. Телегина, Е.А. Терешина, Д.О. Лучев, Н. Ю. Панкратов, Особенности теплового расширения соединений $RFe_{11}Ti$, ФТТ, 2001, 43(7), 1225-28.

* Факс: (095) 939 8820

E-mail: jane@rem.phys.msu.su