

ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ ИТТРИЯ И ГАДОЛИНИЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Козловский Ю.М.

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН,
630090, Россия, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 1

Дилатометрическим методом на установке DIL-402C (NETZSCH) в интервале температур 100–590 К исследовано тепловое расширение иттрия чистотой 99,83 % и гадолиния чистотой 99,85 % в твердом состоянии. Все эксперименты проведены в инертной статической атмосфере гелия особой чистоты (99,995 об. %), дополнительно очищенного системой отчистки газов ЭПИШУР-А 11 СЛ. Скорость нагрева-охлаждения печи составляла 2 К/мин, а для гадолиния была проведена дополнительная серия экспериментов со скоростью 0,5 К/мин. Для измерений использовался кварцевый держатель и толкатель. Нулевой ход дилатометра определялся по стандартному образцу плавленого кварца в условиях, идентичных условиям основных экспериментов. Апробация установки была проведена на образце высокочистого алюминия (99,999 %). Эти эксперименты показали, что отклонение измеренных значений термического коэффициента линейного расширения (ТКЛР) от справочных данных [1] не превышает 1 %.

Тепловое расширение иттрия исследовалось в трех циклах нагрева-охлаждения образца. На рис. 1 приведены объединенные данные по всем циклам.

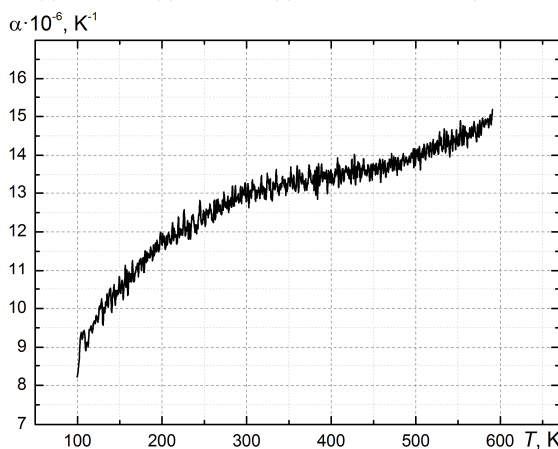


Рис. 1. Коэффициент теплового расширения иттрия

Исследование гадолиния было проведено в четырех последовательных экспериментах: два со скоростью 2 К/мин и два со скоростью 0,5 К/мин, что позволило получить более 30000 экспериментальных точек. Это, в свою очередь, предоставило возможность подробно изучить изменение ТКЛР в окрестности точки Кюри. На рис. 2 приведены результаты измерений коэффициента теплового расширения гадолиния в рамках одного цикла нагрева-охлаждения, полученные при скорости 2 К/мин. На графике на-

блюдаются две аномалии. Первая вызвана спин-переориентационным магнитным переходом [2] в области 225 К. Вторая, с ярко-выраженным минимумом в области 293 К, связана с превращением гадолиния из ферромагнитного состояния в парамагнитное.

Обработка данных по ТКЛР гадолиния проводилась с использованием скейлинговых зависимостей [3], которая показала, что экспериментальные данные в окрестности точки Кюри не аппроксимируются одним уравнением.

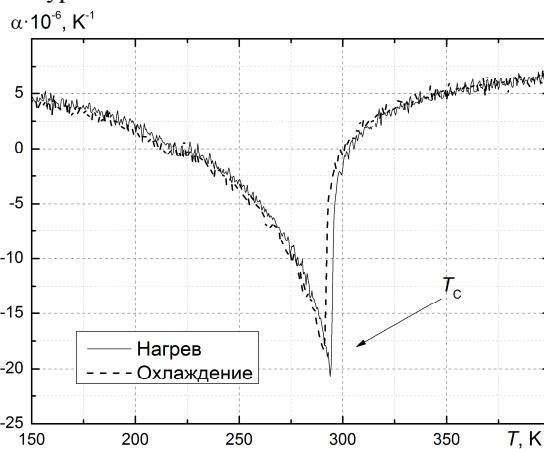


Рис. 2. Коэффициент теплового расширения гадолиния в окрестности точки Кюри

После обработки данных для обоих материалов были получены аппроксимационные зависимости относительного удлинения и ТКЛР, разработаны справочные таблицы. Также для гадолиния были определены критические индексы и критические амплитуды ТКЛР.

Список литературы:

1. Kroeger F.R., Swenson C.A. Absolute linear thermal expansion measurements on copper and aluminium from 5 to 320 K // J. Appl. Phys. – 1977. – Vol. 48, № 3. – P. 853-864.
2. Savage S.J., Palmer S.B. The magnetoelastic anomaly in gadolinium // Phys. Lett. – 1977. – Vol. 60A, № 4. – P. 358-360.
3. Dolejsi D.A., Swenson C.A. Experimental thermal expansivities for single crystal gadolinium near the Curie temperature // Phys. Rev. B: Condens. Matter. – 1981. – Vol. 24, № 11. – P. 6326-633

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 13-08-00137.