

КОЭФФИЦИЕНТ ТЕМПЕРАТУРОПРОВОДНОСТИ ГАДОЛИНИЯ В ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР ОТ ТОЧКИ КЮРИ ДО 1000°C

Агажанов А.Ш., Савченко И.В., Самошкин Д.А.

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

В настоящее время, несмотря на то, что гадолиний получил широкое применение в электронике и атомной технике, его транспортные свойства, в частности, коэффициент температуропроводности a , исследован недостаточно подробно. По нашим сведениям имеется ограниченное количество работ [1–4], в которых измерялась температуропроводность поликристаллического гадолиния. В основном, эти работы выполнены при высоких температурах, не ниже 600...800°C. Не удалось найти опубликованные данные по зависимости $a(T)$ вблизи точки Кюри. В этой связи целью настоящей работы являлась попытка восполнить этот пробел, экспериментально исследовав коэффициент температуропроводности поликристаллического гадолиния в широком интервале температур от комнатной до 1000°C, включая область магнитного фазового перехода.

Измерение коэффициента температуропроводности a проводилось методом лазерной вспышки [5] на автоматизированной экспериментальной установке LFA-427 фирмы Netzsch. Для экспериментов использовался гадолиний марки ГдМ-1 чистотой 99,85 % по массе. Образец был изготовлен в виде диска диаметром 12,6 мм и толщиной 2 мм с плоскопараллельными шлифованными торцами.

Исследуемый образец, предварительно отожжённый в вакууме (10^{-5} Торр) при температуре 1100°C в течение нескольких часов, устанавливался в вертикально расположенный держатель на игольчатые подставки внутри высокотемпературной электропечи LFA-427 с инертной атмосферой (аргон 99,992 об. %). Нижняя поверхность диска облучалась коротким лазерным импульсом (1,064 мкм) от Nd: YAG лазера с длительностью 0,8 мс и энергией до 10 Дж. Изменение температуры верхней поверхности регистрировалось ИК-детектором, который охлаждался жидким азотом. Коэффициент температуропроводности a рассчитывался по термограмме разогрева с учетом тепловых потерь по модели [6]. Вводилась поправка на конечную длительность лазерного импульса и его реальную форму. Измерения при заданной температуре осуществлялись после термостатирования образца в серии из трех «выстрелов» лазера. Интервал между «выстрелами» составлял 3 минуты. Температура образца измерялась при помощи термопары типа S, рабочий спай которого был расположен на расстоянии 2–3 мм от образца. Погрешность определения температуры $\pm 5^\circ\text{C}$. Общая погрешность определения коэффициента температуропроводности составляет 2 % при 20°C и 4 % при 1000°C.

Первичные результаты измерения a гадолиния представлены на рис. 1. Данные на рисунке получены в нескольких сериях нагрева в интервале температур 14–1000°C. Также на графике для сопоставления нанесены результаты работ [1–4], включая данные

a_{\parallel} и a_{\perp} из [7] для монокристалла по двум направлениям, параллельному и перпендикулярному к гексагональной оси c металла.

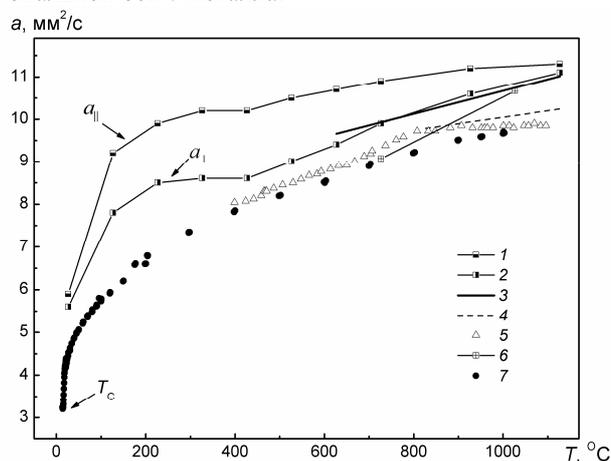


Рис. 1. Коэффициент температуропроводности гадолиния. 1, 2 – данные [7] для направлений, параллельного и перпендикулярного к гексагональной оси c , 3 – [1], 4 – [2], 5 – [3], 6 – [4], 7 – наши данные.

Как видно из рисунка, наши данные охватывают наиболее широкий температурный интервал с подробным исследованием поведения $a(T)$ в окрестности точки Кюри $T_C = 14 \pm 5^\circ\text{C}$. В пределах погрешности измерений полученные результаты согласуются с данными работы [3].

Список литературы:

1. Зиновьев В.Е., Гельд Л.П., Чуприков Г.Е., Епифанова К.И. Кинетические свойства гадолиния при высоких температурах // Физика твердого тела. 1972. Т. 14. № 9. С. 2747-2749.
2. Новиков И.И., Мардыкин И.П. Температуропроводность и электросопротивление иттрия и гадолиния при высоких температурах // Атомная энергия. 1976. Т. 40. №1. С. 63-64.
3. Куриченко А.А., Ивлиев А.Д., Зиновьев В.Е. Исследование теплофизических свойств редкоземельных металлов с использованием модулированного лазерного излучения // ТВТ. 1986. Т. 24. № 3. С. 493-499.
4. Новиков И.И., Костюков В.И. Исследование теплофизических свойств лантаноидов при высоких температурах // ИФЖ. 1980. Т. 39. №6. С. 1010-1012.
5. Станкус С.В., Савченко И.В., Багинский А.В., Вербя О.И., Прокопьев А.М., Хайруллин Р.А. Коэффициенты переноса тепла нержавеющей стали 12X18H10T в широком интервале температур // ТВТ. 2008. Т. 46. №5. С. 1-3.
6. Cape J.A., Lehman G.W. Temperature and Finite Pulse-Time Effects in the Flash Method for Measuring Thermal Diffusivity // J. Appl. Phys. 1963. V. 34. № 7. P. 1909.
7. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. Справ. изд. / В.Е. Зиновьев. М.: Металлургия, 1989. 384 с.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 14-08-00602).