

Math-Net.Ru

Общероссийский математический портал

С. В. Станкус, А. С. Басин, Исследование плотности и теплового расширения тербия при высоких температурах, *ТВТ*, 1983, том 21, выпуск 5, 1029–1030

Использование Общероссийского математического портала Math-Net.Ru подразумевает, что вы прочитали и согласны с пользовательским соглашением

<http://www.mathnet.ru/rus/agreement>

Параметры загрузки:

IP: 44.211.24.175

9 ноября 2024 г., 14:41:07



В тех случаях, когда расчет по формулам (2) давал ошибку в 10%, результат при использовании программы получался с наперед заданной точностью. Работоспособность алгоритма хорошо подтвердилась. Расчеты проводились на ЭВМ СМ-1. При разделении цилиндра на 500 слоев время вычислений составляло 10–30 мин (в зависимости от задаваемой точности вычислений).

Предлагаемый метод может найти применение при исследованиях композиционных и других материалов со значительной зависимостью теплофизических характеристик от температуры, а также с повышенной точностью. В связи со сравнительно небольшим объемом вычислений и компактностью рабочей программы алгоритм может с успехом использоваться и на малых ЭВМ.

Пермский политехнический институт

Поступило в редакцию
28.V.1982

ЛИТЕРАТУРА

1. Свеч Д. Я. Объективные методы высокотемпературной пирометрии при непрерывном спектре излучения. М.: Наука, 1968, с. 240.
2. Поскачей А. А., Чарихов Л. А. Пирометрия объектов с изменяющейся излучательной способностью. М.: Металлургия, 1978, с. 199.

УДК 546.663:536.421.4

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОТНОСТИ И ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ ТЕРБИЯ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Станкус С. В., Басин А. С.

Представляются результаты впервые проведенных измерений плотности и коэффициента теплового расширения (KTP) твердого и жидкого состояний металлического тербия в широком интервале температур (293–1900 К). Эксперименты выполнены на гамма-плотномере-дилатометре оригинальной конструкции [1] по методике, применявшейся в опытах с другими лантаноидами [2, 3].

Исследовался поликристаллический тербий марки Т6М-1. Исходное содержание контролируемых примесей составляло (в мас. %): Gd+Y+Dy < 0,10; Fe, Ca < 0,01; Si < 0,03; Ta+Mo < 0,02. Образцы массой ~230 г (четыре штуки) предварительно отжигались в инертной атмосфере при температуре ~1400 К. Для исследования свойств расплава использовался точеный танталовый тигель диаметром ~28 мм. Температура образцов измерялась термодарами ВР5/20_{вв}-1.

В таблице представлены согласованные данные о плотности ρ и истинном коэффициенте объемного расширения β твердого и жидкого тербия вместе с оценками доверительных границ случайных $\delta(\beta)$ и общих $\delta_\epsilon(\rho)$ погрешностей.

Плотность жидкого тербия (г/см^3) в исследованном интервале температур описывается линейным уравнением вида

$$\rho_{\text{ж}}(T) = 7,678 - 4,84 \cdot 10^{-4} (T - 1630) \text{ К}. \quad (1)$$

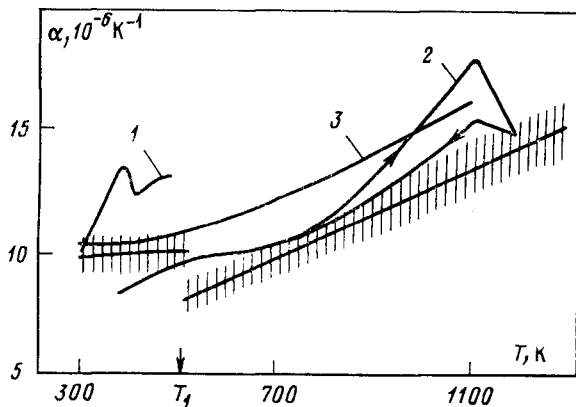
При кристаллизации плотность Tb увеличивается, причем измеренное значение скачка плотности при плавлении составляет

$$\delta\rho_{\text{пл}}(Tb) = 1,33 \pm 0,15\%. \quad (2)$$

(Температура начала плавления исследованных образцов $T_{\text{пл}} = 1630 \pm 6$ К практически совпадает со справочным значением $T_{\text{пл}}(Tb) = 1638$ К.)

Плотность тербия

| Фаза | Т, К | ρ , г/см ³ | β , 10 ⁻⁵ К ⁻¹ | Погрешность, % | |
|-------------------|-------------------|----------------------------|--|----------------|--------------------------|
| | | | | $\delta(\rho)$ | $\delta_\epsilon(\beta)$ |
| ГПУ | 293,15 | 8,243 | 2,85 | 0,05 | 10 |
| | 400 | 8,218 | 2,86 | 0,07 | 10 |
| T_1^- | 570 | 8,178 | 2,87 | 0,14 | 10 |
| T_1^+ | 570 | 8,178 | 2,38 | 0,14 | 8 |
| ГПУ | 800 | 8,127 | 3,05 | 0,19 | 4 |
| | 1000 | 8,073 | 3,64 | 0,22 | 6 |
| | 1200 | 8,010 | 4,24 | 0,25 | 9 |
| | T_2^- | 1323 | 7,966 | 4,62 | 0,31 |
| T_2^+ | 1323 | 7,966 | 7,51 | 0,31 | 12 |
| | 1500 | 7,860 | 7,61 | 0,44 | 12 |
| | $T_{\text{пл}}^-$ | 1630 | 7,782 | 7,69 | 0,56 |
| $T_{\text{пл}}^+$ | 1630 | 7,678 | 6,32 | 0,60 | 10 |
| Расплав | 1800 | 7,596 | 6,38 | 0,61 | 10 |
| | 1900 | 7,547 | 6,42 | 0,62 | 10 |



Температурная зависимость линейного коэффициента теплового расширения ГПУ фазы поликристаллического тербия: 1 — [4], 2 — [5], 3 — [6], заштрихованные области — интервалы изменения α , определенные в данной работе

Зависимость $\rho(T)$ твердого тербия в интервале $293 \text{ К} - T_{\text{пл}}$ существенно нелинейна (см. таблицу и рисунок). Измерения показали три интервала монотонного изменения $\rho(T)$ и $\beta(T)$, разделенных температурами $T_1 = 570 \pm 50 \text{ К}$ и $T_2 = 1323 \pm 12 \text{ К}$;

$$\rho(T) = 8,243 - 2,349 \cdot 10^{-4}(T - 293), \quad 293 \leq T \leq 570 \text{ К}; \quad (3)$$

$$\rho(T) = 8,178 - 1,946 \cdot 10^{-4}(T - 570) - 1,151 \cdot 10^{-7}(T - 570)^2, \quad (4)$$

$$570 \leq T \leq 1323 \text{ К};$$

$$\rho(T) = 7,966 - 5,982 \cdot 10^{-4}(T - 1323), \quad 1323 \leq T \leq T_{\text{пл}}. \quad (5)$$

(В пределах случайных погрешностей плотность тербия в особых точках не претерпевает разрывов: $|\delta\rho_1| < 0,05\%$, $|\delta\rho_2| < 0,15\%$.) Изменение α при $T_1 \sim 570 \text{ К}$ подтверждает существование низкотемпературного непрерывного фазового превращения [4] при 420 К . Заметная разница значений T_1 объясняется, по-видимому, различной степенью чистоты образцов.

Следует отметить, что при высоких температурах в области ГПУ \rightleftharpoons ОЦК структурного превращения тербия ($T_3 = 1562 \text{ К}$ [7]) в проведенных экспериментах наблюдались нерегулярные изменения плотности, которые начинались (при охлаждении) от $T = 1575 \pm 7 \text{ К}$. Характер политемпы плотности в этом температурном интервале в общих чертах напоминает зависимости $\rho(T)$ для Y и Gd [2, 3] вблизи $T_{\text{пл}}$: небольшое уплотнение металла при 1575 К , сопровождающееся значительным возрастанием КТР (при нагреве). Однако в измерениях эти объемные изменения плохо воспроизводились и в силу их малости не учитывались при обработке.

Институт теплофизики СО АН СССР
г. Новосибирск

Поступило в редакцию
17.V.1982

ЛИТЕРАТУРА

1. Басин А. С., Багинский А. В., Колотов Я. Л., Станкус С. В. В кн.: Гамма-метод в металлургическом эксперименте. Новосибирск: ИТФ СО АН СССР, 1981, с. 11.
2. Станкус С. В., Басин А. С., Ревенко М. А. ТВТ, 1981, т. 19, № 2, с. 293.
3. Станкус С. В., Басин А. С. В кн.: Фазовые переходы в чистых металлах и бинарных сплавах. Новосибирск: ИТФ СО АН СССР, 1980, с. 72.
4. Зиновьева Г. П., Гельд П. В., Зиновьев В. Е., Сперелун В. И. ДАН СССР, 1980, т. 254, № 1, с. 95.
5. Barson F., Legvold S., Spedding F. H. Phys. Rev., 1957, v. 105, p. 418.
6. Spedding F. H., Hanak J. J., Daane A. H. J. Less-Common Metals, 1961, v. 3, p. 110.
7. Handbook on the Physics and Chemistry of Rare Earth. V. 1. Ed. Gschneidner K. A., Eyring L. R. Amsterdam: North-Holland Publ. Co., 1978. 893 p.