

РУБИНОВАЯ ШКАЛА ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ

В.В. Прут^{1,2}¹ НИИЦ Курчатовский институт, г. Москва, Россия² Московский физико-технический институт, г. Долгопрудный, Россия

Предлагается калибровка рубиновой шкалы, основанная на ударных адиабатах и статических изотермах при высоких давлениях веществ: Al, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Ta, W, Pt, Au. Определены новые функциональные зависимости $P(\lambda)$. Анализируются ошибки, возникающие вследствие погрешностей экспериментальных ударных и статических данных и использования различных функциональных зависимостей уравнений состояния. Проведено сравнение с большинством опубликованных калибровок.

Ключевые слова: алмазные наковальни, линии флюоресценции рубина, шкалы высоких давлений.

Введение

Алмазные наковальни (DAC – Diamond anvil cell) были впервые предложены в 1959 г. Weir С.Е. et al. Однако долгое время DAC систематически не применялись, поскольку в то время не существовало адекватного способа измерения давления в них. Метод измерения давления, основанный на сдвиге линии люминесценции рубина R1, впервые был описан в работе Forman et al., 1972. В сравнительно узком интервале давлений было показано, что длина линии люминесценции рубина R1 монотонно увеличивается с гидростатическим сжатием. Для этого в ячейку с алмазными наковальнями помещают исследуемый образец и рубин размером ~ 10 мкм. Флюоресценцию рубина возбуждают обычно лазером. В результате получается зависимость линий флюоресценции рубина от давления. В настоящее время рубиновая шкала является признанным стандартом давления при измерениях в DAC для мегабарной области давлений.

На основании этого метода были предложены зависимости рубиновой шкалы, большинство из которых приведены в табл. 1, где $[a]$ = ГПа, λ – длина волны линии люминесценции рубина.

Таблица 1

Authors	Parameters	Year	Ref	Source
$p = a/b \times (\xi^b - 1), \quad \xi = \lambda/\lambda_0 \geq 1$				
Mao et al.	$a = 1904, b = 5.0$ $a = 1904, b = 7.665$	1978 1986	[1] [2]	Cu, Mo, Pd, Ag, Cu, Ag to 80 GPa
Chijioke et al.	$a = 1876, b = 10.71$	2005	[3]	shockwave data
Dewaele et al.	$a = 1920, b = 9.61$	2008	[4]	Al, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Ta, W, Pt, Au
Jacobsen et al.	$a = 1904, b = 10.32$	2008	[5]	MgO to 118 GPa
Kraus et al.	$a = 1915, b = 10.60$	2016	[6]	Cu
$p = a\delta(1+b\delta), \quad \delta = \lambda/\lambda_0 - 1 \geq 0$				
Aleksandrov et al.	$a = 1892, b = 6.4$	1987	[7]	Diamond to 42 GPa
Dorogokupets et al.	$a = 1884, b = 5.5$	2007	[8]	Analysis of published data
Syassen	$a = 1870, b = 5.9$	2008	[9]	Averaged scale, published data
Sokolova et al.	$a = 1870, b = 6.0$	2013	[10]	Analysis of published data
IPPS Ruby	$a = 1870, b = 5.63$	2020	[11]	Cu, Mo, MgO, C
$p = a\Delta(1+b\Delta), \quad \Delta = 1 - v/v_0, \quad 0 \leq \Delta \leq 1$				
Kunc et al.	$a = 1860, b = 7.7$	2004	[12]	Diamond phonon
$p = a/(b+c) \times (\exp(\eta) - 1), \quad \eta = (1+b/c)(1-\zeta^c), \quad \zeta = \lambda_0/\lambda \leq 1$				
Holzapfel	$a = 1845, b = 14.7, c = 7.5$ $a = 1836, b = 17.1, c = 11.0$	2005 2010	[13] [14]	Analysis of published data, including shockwave data

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>