

---



---

**ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**


---



---

УДК 002.5:621.315.592:620.193

## ЛИНЕЙНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ТЕРМИЧЕСКОГО РАСШИРЕНИЯ МЕТАЛЛОВ

А.Г. РЯБУХИН

e-mail: vic@mananan.tu-chel.ac.ru

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Статья поступила 6 июля 1999 г.

Важной характеристикой металлов, наряду с электропроводностью и теплопроводностью, является коэффициент линейного термического расширения. В случае изотропных металлов (структуры ОЦК и ГЦК, т.е.  $\alpha$ -Fe и Cu) должна существовать взаимосвязь между линейным коэффициентом термического расширения ( $\alpha$ ) и какой-то характеристической температурой. В качестве таковой можно принять температуру плавления  $T_m$ . Как известно  $\alpha = f(T_m)$  является ниспадающей нелинейной функцией. Для аналитического описания этой зависимости предлагается уравнение:

$$\alpha = \frac{2\sqrt{2}}{(3\pi)^2} \cdot T_0^{1/4} \cdot T_m^{-5/4} = 0,13232 T_m^{-5/4}, \quad \text{K}^{-1} \quad (1)$$

Где  $T_0$  – стандартная температура, К;  $T_m$  — температура плавления металла, К. В табл. 1 и 2 приведены экспериментальные данные и результаты расчетов по уравнению (1) для ОЦК ( $\alpha$ -Fe) и ГЦК (Cu) структур.

Таблица 1

**Зависимость линейного коэффициента расширения металлов  
структуры  $\alpha$ -Fe (ОЦК) от температуры плавления  $T_m$**

Металл	$\alpha \cdot 10^6, \text{K}^{-1}$	$T_m, \text{K}$	$\alpha \cdot 10^6, \text{K}^{-1};$ уравнение (1)
Cs	95	326,6	95,30
Rb	91,5	337,5	91,47
K	84	361,7	83,89
Na	75	396,0	74,90
Li	59	478,4	59,14
$\alpha$ -Fe	11,1	1830	11,03
Cr	8,75	2190	8,84
V	8,75	2220	8,69
Nb	6,8	2275	6,57
Mo	6,2	2980	6,16
Ta	5,3	3310	5,27
W	4,5	3710	4,57

**Зависимость линейного коэффициента расширения металлов  
структуры Cu (ГЦК) от температуры плавления  $T_m$**

Металл	$\alpha \cdot 10^6, K^{-1}$	$T_m, K$	$\alpha \cdot 10^6, K^{-1}$ ; уравнение (1)
Al	24,58	958	24,83
$\alpha$ -Sr	21,73	1066	21,72
$\beta$ -Yb	20,5	1122	20,38
$\alpha$ -Ca	20,0	1140	19,97
Ag	17,8	1259,8	17,63
Au	15,9	1362,6	15,98
Cu	15,61	1381,6	15,71
Ni	11,75	1753	11,66
Pd	11,0	1850	10,91
Pt	9,5	2067	9,49
Rh	8,38	2260	8,49
Ir	6,60	2745	6,66

Среднеквадратичное отклонение составляет  $\sigma = \pm 0,11 \cdot 10^{-6}, K^{-1}$ , т. е. лежит в пределах точности определения  $\alpha$ . На рис. 1 представлена метаморфоза уравнения (1) в логарифмических координатах. Как видно, экспериментальные точки вполне удовлетворительно укладываются на прямую.

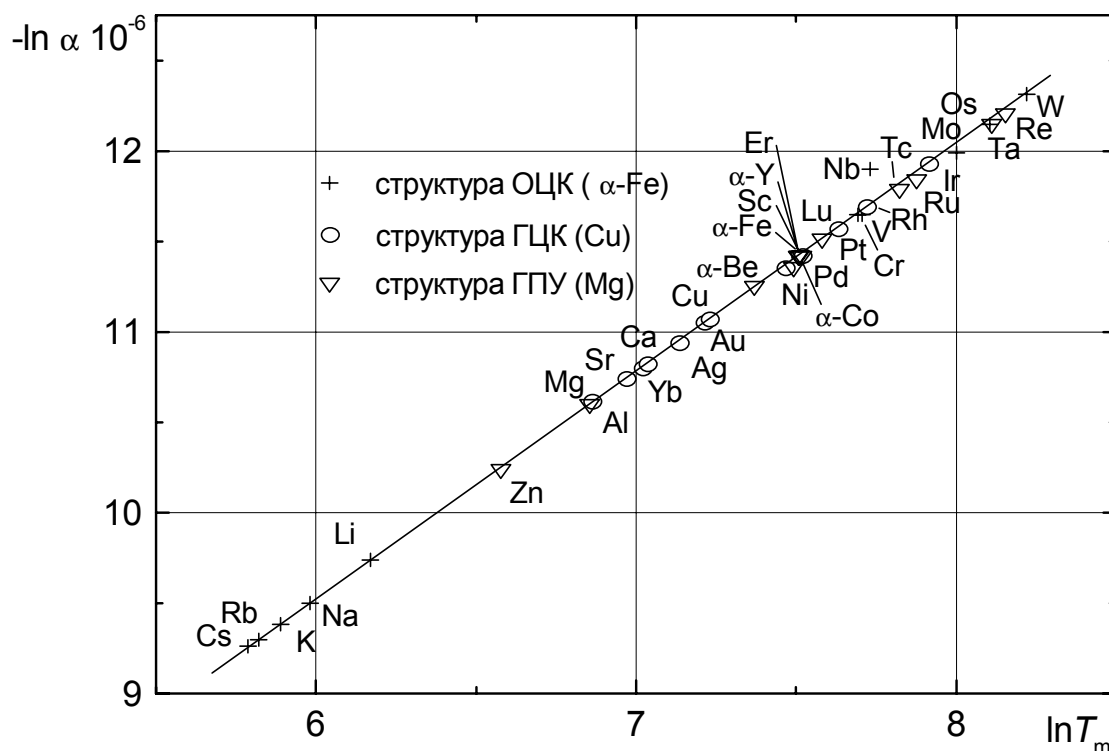


Рис. 1. Логарифмическая метаморфоза ур. (1)

Сложнее обстоит дело с металлами, кристаллизующимися в гексагональной (Mg) или иных структурах. В случае монокристаллов таких металлов анизотропность свойств вдоль и поперек центральной оси симметрии затрудняет обобщение результатов. В случае поликристаллов при хаотичном распределении элементарных ячеек необходимо знать вклад (долю участия)

компонент. Это требует специальных исследований. Однако, для некоторых металлов, кристаллизующихся в гексагональной структуре, уравнение (1) удовлетворительно соблюдается, что иллюстрируют данные табл. 3.

Таблица 3

**Зависимость линейного коэффициента расширения металлов  
структуры Mg (ГПУ) от температуры плавления  $T_m$**

Металл	$\alpha \cdot 10^6, K^{-1}$	$T_m, K$	$\alpha \cdot 10^6, K^{-1};$ уравнение (1)
Zn	35,7	717,7	35,62
Mg	25,0	948	25,15
$\alpha$ -Be	13,0	1585	13,23
$\alpha$ -Co	11,7	1792	11,35
Er	11,0	1820	11,13
$\alpha$ -Y	11,0	1826	11,08
Sc	11,0	1839	10,99
$\alpha$ -Lu	10,0	1958	10,16
Tc	7,6	2498	7,49
Ru	7,2	2632	7,02
Os	5,3	3325	5,30
Re	5,0	3478	4,95

Эти данные также помещены на рис. 1.

### Список литературы

1. Свойства элементов. Спр. Под ред. Г.В. Самсонова. — М.: Металлургия, 1976. — 342 с.
2. Краткая химическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, т. 1—5, 1961—1967.
3. Химическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия, т. 1—4, 1988—1995.