

## ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ КАРБИДА ВОЛЬФРАМА ОТ ДАВЛЕНИЯ ДО 80 кбар

Л.Ф.Верещагин, Н.С.Фатеева, М.В.Магницкая

Исследования зависимости температуры плавления карбида вольфрама WC от давления до 80 кбар проводились в камере, высокого давления, описанной нами ранее [1]. Образец исследуемого вещества в этих экспериментах находился внутри рабочей части камеры, снабженной боковыми смотровыми окнами. Давление в камере создавалось движущимися навстречу друг другу поршнями. Генератором давления служил 300-тонный гидравлический пресс. Средой передающей давление, в которую непосредственно помещался образец, являлась каменная соль. Каменной солью были заполнены ступенчатые окна в стенках камеры. Калибровка установки по давлениям производилась по полиморфным переходам в висмуте, таллии и барии в соответствии со шкалой, установленной в 1968 году [2].

Образец WC приготавливался путем засыпки порошка карбида вольфрама в осевое отверстие таблетки, предварительно выточенной из монокристалла каменной соли. Таблетка была выточена по размерам цилиндрического отверстия камеры (диаметр 5 мм, высота 6 мм). После засыпки порошка WC, отверстие в таблетке закрывалось крышечками из графита для лучшего контакта образца с торцами поршней. Собранный таким образом образец помещался в камеру, внутри которой с помощью поршней создавалось давление. Поршни электрически изолировались от стенок камеры обожженным тальком.

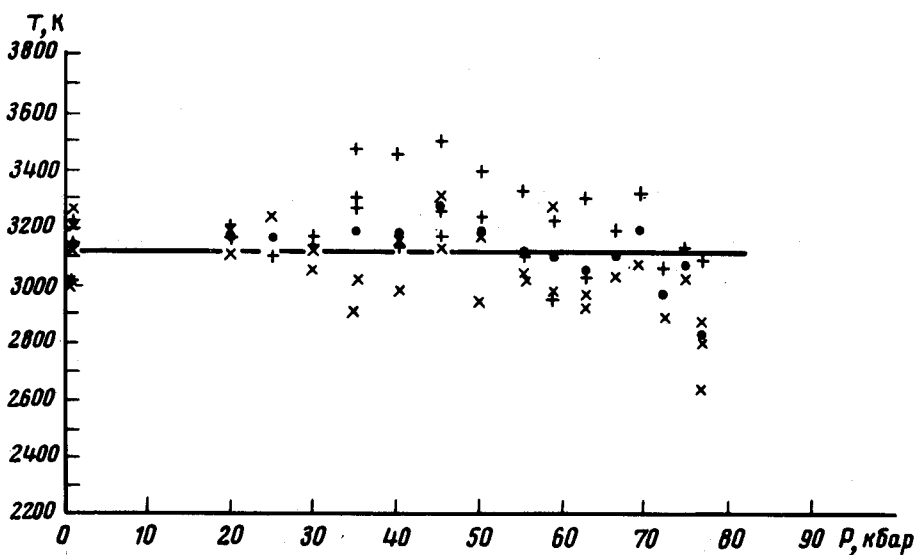
Измерение температур плавления, соответствующих приложенным давлениям, производилось оптическим методом по излучению образца, разогретого переменным электрическим током. Ток подводился к образцу через те же поршни, с помощью которых создавалось давление в камере. Интенсивность излучения, соответствующая определенной температуре исследуемого образца, измерялась в трех точках эмиссионного спектра, соответствующих длинам волн  $\lambda_1 = 420$  мкм,  $\lambda_2 = 622$  мкм и  $\lambda_3 = 825$  мкм. Температура определялась в соответствии с законом излучения Планка, по отношению интенсивностей двух узких спектральных участков, соответствующих двум длинам волн

$$I_1(\lambda_1) / I_2(\lambda_2) = f_1(T).$$

Мы определяли каждую температуру дважды, т.е. по отношениям двух пар интенсивностей спектральных участков:  $I_1(\lambda_1) / I_2(\lambda_2) = f_1(T)$  и  $I_2(\lambda_2) / I_3(\lambda_3) = f_2(T)$ .

Таким образом нам представлялось возможным оценить ошибки в измерении температур, происходящие от изменения селективности в парах исследуемого вещества при повышении давления и температуры. Во время опытов вокруг образца, при его нагревании, каждый раз появлялись пары исследуемого вещества, которые диффундируя в соль, образовывали фильтр.

Мы считаем, что пары при повышении давления и температуры существенно не меняют своей селективности. Однако, как нами было замечено в экспериментах с тугоплавкими металлами, плотность, образованного парами фильтра увеличивается. Но это не сказывалось на изменении температур, так как в наших расчетах берутся отношения интенсивностей. Поправка на селективность паров исследуемого вещества делается сравнением отношений  $I_1(\lambda_1)/I_2(\lambda_2)$  и  $I_2(\lambda_2)/I_3(\lambda_3)$  для температуры плавления при атмосферном давлении с аналогичным отношением интенсивностей, которые рассчитываются по формуле Планка.



Зависимость температуры плавления карбида вольфрама от давления

Подробно методика измерения температур описана нами ранее [3, 4].

Исследования кривых плавления тугоплавких металлов [4 – 7] показали, что температуры плавления, измеренные одновременно по  $I_1(\lambda_1)/I_2(\lambda_2)$  и по  $I_2(\lambda_2)/I_3(\lambda_3)$ , существенно не отличаются вплоть до максимальных давлений. В случае измерения зависимости температуры плавления карбида вольфрама WC от давления заметно некоторое расхождение в измерении одной и той же температуры, а именно температуры, измеренные по  $I_2(\lambda_2)/I_3(\lambda_3)$  (косые крестики), лежат ниже температур, измеренных по  $I_1(\lambda_1)/I_2(\lambda_2)$  (прямые крестики, см. рис. 1) и это расхождение особенно заметно при высоких давлениях. Причину такого поведения можно искать в изменении спектральной поглощательной способности паров исследуемого объекта, возможно в результате образования новых соединений, в частности карбида вольфрама  $W_2C$ , либо в результате разложения исходного WC на составные элементы.

Не располагая данными относительно превращений у WC в условиях высоких давлений и высоких температур, мы приводим на рисунке все экспериментальные точки, без математической обработки. Заметим, что точками мы обозначили средние значения из всех измерений тем-

ператур для каждого из фиксированных давлений. Исходя из этих средних значений температур, вероятнее всего можно предположить, что температура плавления не зависит от давления. Расчет этой температуры по методу наименьших квадратов по всем экспериментальным точкам, показал, что этой температуре соответствует значение  $3120 \pm 166\text{K}$ . Вероятная ошибка в измерении температуры  $\pm 3,6\%$ , а в измерении давлений  $\pm 6\%$ .

Следует заметить, что температура плавления исходного карбида вольфрама WC при атмосферном давлении равнялась  $3140 \pm 50\text{K}$ .

Институт физики высоких давлений  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
7 июля 1977 г.

### Литература

- [1] Н.С.Фатеева, Л.Ф.Верещагин. ПТЭ, №3, 222, 1970.
  - [2] Symp. on Accurate Characterisation of High Pressure Environment, Oct., 1968.
  - [3] Н.С.Фатеева, Л.Ф.Верещагин, В.С.Колотыгин. ДАН СССР, 152, 88, 1963.
  - [4] Л.Ф.Верещагин, Н.С.Фатеева.ЖЭТФ, 55, 1145, 1968.
  - [5] Н.С.Фатеева, Л.Ф.Верещагин. Письма в ЖЭТФ, 14, 233, 1971,
  - [6] Н.С.Фатеева, Л.Ф.Верещагин. ДАН СССР, 197, 1060, 1971.
  - [7] Л.Ф.Верещагин, Н.С.Фатеева, М.В.Магницкая. Письма в ЖЭТФ, 22, 229, 1975.
-