

# ГЕНЕРАЦИЯ И ДИАГНОСТИКА ПЛАВЛЕНИЯ ГРАФИТА ПРИ ВЫСОКОМ ДАВЛЕНИИ

*Савватимский А.И.*

*ОИВТ РАН, Москва, Россия*

*savvatimskiy.alexander@gmail.com*

Исследованию графита при его плавлении были посвящены в последние годы ряд обзоров, например, [1, 2] и книг [3, 4]. Давление в тройной точке углерода (газ-жидкость-тв.тело) по экспериментальным данным [5] составляет 120 атм. В большинстве прямых экспериментов (при сравнительно малых давлениях 1–4 кбар) температура плавления графита составляет от 4800 до 5000 К. При этом энтальпия в начале плавления равна  $\sim 10.5$  кДж/г, а при окончании  $\sim 20.5$  кДж/г.

В расчетно-экспериментальной работе [6] тепловое расширение графита измерялось интерферометрическим методом только в центральной точке плоского образца. Причем образец был зажат между пластинами стекла (или сапфира), причем с боков наклеивались дополнительные стекла, (согласно докладу авторов [6] на семинаре В.Е. Фортова), препятствующие одномерному расширению перпендикулярно плоскости графита. Заметим, что описание этой ячейки отсутствует в публикации [6]. Для расчета давления в ячейке [6] использовалось уравнение состояния графита, с учетом измеренного расширения. Было получена линия плавления графита при давлениях от 3 кбар до 18 кбар, причем этим величинам давления соответствовали температуры начала плавления графита: 6300 и 6800 К. Эти данные значительно отличаются от всех известных в литературе. Отметим из ряда таких отличий только два случая.

1. Например, в [6] для начального участка линии плавления ( $P \sim 3$  кбар;  $T \sim 6300$  К) получена введенная энергия для начала плавления 13 кДж/г. Для сравнения отметим, что в эксперименте Банди [7] при давлении 48 кбар фиксировалось начало плавления при 13.2 кДж/г, а не 10.5 кДж/г (как обычно, при не очень высоких давлениях).
2. При нагреве графита в толстостенных сапфировых трубках [8] была измерена температура плавления графита 6200 К. Оценка давления в этих экспериментах по данным  $dP/dT = 27$  бар/К [5] дает  $\sim 37$  кбар, а по данным  $dP/dT = 50$  бар/К [9] приводит к величине давления  $P \sim 50$  кбар.

Эти сравнения показывают, что в работе [6] имеются грубые ошибки при расчете давления, приведшие к недостоверным результатам

для кривой плавления графита. Тем не менее, Indicator.Ru, не являющийся экспертом и, по-видимому, не имеющий ясного представления об истории исследования графита, опубликовал в СМИ свое мнение о работе [6] под заголовком: «Впервые исследованы свойства жидкого углерода» [10].

- 
1. Савватимский А.И., Онуфриев С.И., Исследование физических свойств углерода при высоких температурах (по материалам экспериментальных работ), УФН, 2020, Т.190, №10, С. 1085- 1108.
  2. Savvatimskiy A.I. Measurement of the melting point of graphite and the properties of liquid carbon (a review for 1963-2003), CARBON V.43, P.1115-1142 (2005)
  3. Савватимский А.И., Плавление графита и свойства жидкого углерода, - М.: Физматкнига, 2014, 257 страниц (опубликовано при поддержке РФФИ)
  4. Savvatimskiy A.I. Carbon at High Temperatures, 2015, Springer, Series in Materials Science, vol. 134, 1-246 pages, <https://doi.org/10.1007/978-3-319-21350-7>
  5. Gokcen N A et al. High temperature Sci. 8 81 (1976)
  6. Kondratyev A M Rakhel A D Physical review letters 122 175702 (2019)
  7. Bundy F P. Journal of Chemical Physics 38 618 (1963)
  8. Korobenko V N Savvatimski A I and Cheret R Int. J. Thermophys. 20 1247 (1999)
  9. Фатеева Н С Верещагин Л Ф Колотыгин В С Докл. АН СССР 152 317 (1963)
  10. <https://indicator.ru/chemistry-and-materials/svoystva-zhidkogo-ugleroda-14-05-2019.htm>