

Исследование испарения углерода методом времяпролётной масс-спектрометрии при температурах более 4000 К.

Черепашкин В. И., Фролов А. М.

**Московский физико-технический институт (государственный университет)
Объединённый институт высоких температур РАН**

В традиционных методах исследования испарения при высоких температурах, основанных, как правило, на нагреве Кнудсеновской ячейки в печи сопротивления, имеется ограничение по максимальной температуре, составляющей около 2500 К [1]. В работах с использованием локального лазерного нагрева удалось исследовать испарение тугоплавких веществ при температурах свыше 3000 К [2]. Однако, и в этом случае, максимальная температура составила 4100 К (при исследовании испарения графита) что, предположительно, явилось следствием нарушения свободномолекулярного режима испарения и эффекта экранировки газовым облаком, образуемым над образцом.

В настоящей работе для исследования испарения углерода с целью продвижения в область более высоких температур параметры эксперимента были существенно изменены. Использовалось существенно меньшее пятно нагрева (диаметр - 400 мкм), а также модифицированная форма лазерного импульса. Это позволило расширить диапазон температур, в котором наблюдается испарение близкое к бесстолкновительному режиму испарения путем оптимизации лазерного импульса и значительного уменьшения пятна нагрева.

Лазер, используемый в работе, позволяет генерировать управляемый по времени импульс мощностью до 5 киловатт, обеспечивая плотность мощности на образце порядка 10^6 Вт/см². А постоянная времени управления мощностью лазера, составляющая около 100 мкс позволила сформировать оптимальную форму импульса.

Температура измерялась с использованием метода высокоскоростной пирометрии, излучательная способность высокоориентированного пирографита взята из [3].

В работе представлены результаты исследования молекулярного состава паров при испарении высокоориентированного пирографита с помощью времяпролётного масс-спектрометра вплоть до температур около 4500 К.

Парциальные давления рассчитаны по методу, описанному в [4], коэффициенты испарения для коррекции относительных давлений взяты из [5]. Результаты измерения теплот сублимации и относительных давлений сравниваются с равновесными значениями, приведенными в работах [6], [7].

Литература

[1] *Honig R.E.* Mass Spectrometric Study of the Molecular Sublimation of Graphite. – *J. Chem. Phys.* – 1954. – 22. – 126–131 pp.

[2] *Pflieger R., Sheindlin M., and Colle J.-Y.* Thermodynamics of Refractory Nuclear Materials Studied by Mass Spectrometry of Laser-Produced Vapors. – *International Journal of Thermophysics.* – July 2005. – Vol. 26. – No. 4. 1075-1093 pp.

[3] *Sheindlin M. A.* Pulse Techniques for Experimental Studies on Carbon at Extreme Temperatures. – *International Journal of Thermophysics.* – 1992. – Vol. 13. – No. 1. – 95-105 pp.

[4] *Drowart J., Chatillon C., Hastie J., and Bonnell D.* High-Temperature Mass Spectrometry: Instrumental Techniques, Ionization Cross-Sections, Pressure Measurements, and Thermodynamic Data (IUPAC Technical Report). – *Pure Appl. Chem.* – 2005. – 77(4). – 683–737 pp.

[5] *Burns R. P., Jason A. J., and Inghram G. M.* Evaporation Coefficient of Graphite. – *The Journal of Chemical Physics.* – 1964. – 40. – 1161-1162 pp.

[6] *Leider H.R., Krikorian O.H., and Young D.A.* Thermodynamic Properties of Carbon up to the Critical Point. – *Carbon.* – 1973. – 11. – 555–563 pp.

[7] *Gurvich L.V., Iorish V.S., Chekhovskoi D.V., and Yungman V.S.* NIST Special Database 5. – *IVTANTHERMO.* – 1993.