

# ПЛОТНОСТЬ И ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ СПЛАВА УРАН–ХРОМ В ЖИДКОЙ ФАЗЕ

*Качалов В.В.*

*ОИВТ РАН, Москва, Россия*

*ongk@mail.ru*

Методом максимального давления в газовом пузыре в двухкапиллярной модификации измерены плотность и поверхностное натяжение жидкого сплава 94,2% мас. урана — 5,8% мас. хрома в интервале температур  $T_{пл}$ –1900 К. В качестве метода исследования выбран метод максимального давления в газовом пузыре. К достоинствам метода относится хорошо разработанная теория, постоянное обновление поверхности образующегося пузыря в процессе эксперимента, из данных одного эксперимента получают плотность и поверхностное натяжение исследуемого расплава. Однако при традиционном исполнении этого метода с одним капилляром возникает ряд методических трудностей. Во-первых, точность измерения поверхностного натяжения ограничивается точностью регистрации глубины погружения капилляра в расплав. Во-вторых, необходимо вводить поправку на кривизну мениска в тигле, которая определяется краевым углом смачивания расплавом материала тигля и поверхностным натяжением исследуемого вещества, которые могут меняться в ходе эксперимента. В данной работе реализована двухкапиллярная схема метода максимального давления в газовом пузыре, впервые предложенная в [1]. Применение двух капилляров различных диаметров, погружаемых в расплав, устраняет необходимость учета кривизны мениска в тигле, а глубина погружения входит в поправку, величина которой мала по сравнению с измеряемыми величинами.

При исследовании плотности высокотемпературных и химически активных веществ из-за сложности заполнения пикнометра и трудностей, связанных с контролем уровня расплава в dilatометре, метод максимального давления в газовом пузыре становится конкурентоспособным этим двум наиболее распространенным методам исследования плотности.

Описаны экспериментальная установка и методика проведения измерений. Оценена доверительная погрешность полученных данных. Экспериментальные данные о плотности и поверхностном натяжении сплава уран–хром получены впервые. В исследованном интервале температур свойства расплава уменьшаются линейно с ростом температуры:

$$\rho \cdot 10^3 = 19,11 - 2,2215T,$$

$$\sigma = 2548,8 - 0,5960T,$$

где  $\rho$  — плотность в  $\text{кг/м}^3$ ,  $\sigma$  — поверхностное натяжение в  $\text{мН/м}$ ,  $T$  — температура в К. Доверительные погрешности измерения  $\rho$  и  $\sigma$  оценены равными  $\pm 28 \text{ кг/м}^3$  и  $\pm 52 \text{ мН/м}$ .

Надежность экспериментальных данных, полученных по данной методике на этой экспериментальной установке, признана в современных обзорах и справочной литературе по результатам исследования плотности и поверхностного натяжения урана до температур 2100 К [2, 3].

Показано, что в пределах точности экспериментальных данных о плотности урана и хрома мольный объем сплава уран–хром описывается уравнением аддитивности вида

$$\nu_{\text{сплава}} = \nu_1\chi + \nu_2(1 - \chi),$$

где  $\nu_{\text{сплава}}$ ,  $\nu_1$ ,  $\nu_2$  — мольные объемы сплава и его компонентов,  $\chi$  — мольная концентрация компонента.

- 
1. Sudgen, S. J. Chem. Soc. 1922. V. 121. P. 858
  2. Fokin, L. R., Liquid Uranium, Density Isobar of 1406–4500 K, Sbornik dokladov mezhdovedomstvennogo seminaru TF-2007 (Collection of Papers to TF-2007 Inter-departmental Seminar), Obninsk: State Scientific Center of the Russian Federation—Leipunskii Institute of Energy Physics, 2008, p. 400.
  3. Теплофизические свойства материалов ядерной техники / под ред. П. Л. Кириллова, М.: ИздАТ, 2007.