

РАСЧЁТ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ИНДИЯ^{*)}

Апфельбаум Е.М.

*Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва, Россия,
apfel_e@mail.ru*

Теплофизические свойства различных веществ, такие как термодинамические (давление, внутренняя энергия) и электронные коэффициенты переноса (электропроводность, теплопроводность и термоэдс) играют важную роль в различных фундаментальных и прикладных задачах различных областей физики, включая и физику плазмы [1]. Поэтому их изучение различными теоретическими и экспериментальными методами продолжается уже на протяжении более века и к настоящему моменту времени есть необходимые данные для многих веществ в самых различных областях фазовой диаграммы [2]. Тем не менее, остаются ещё вещества, для которых такие данные отсутствуют. К ним в частности, относятся и индий, причём именно в области низкотемпературной плазмы.

Индий обладает сравнительно низкой температурой плавления, 422,55 К. Поэтому рассматриваемые свойства для него хорошо известны из измерений в области жидкости до приблизительно температуры кипения 2345 К. Есть и надёжные данные расчётов, что, например, позволяет построить достаточно точное аналитическое уравнение состояния для практических применений [3]. Но при повышении температуры соответствующих данных становится существенно меньше, в частности, есть результаты ударно-волновых измерений при плотностях порядка нормальной, т.е., $7,31 \text{ г/см}^3$ [4], данные спектроскопических измерений [5]. Но неизвестно, например, положение фазовых границ, а для критической точки есть только отдельные оценки в диапазоне $4 - 7 \text{ кК}$ и $0,33 - 2 \text{ г/см}^3$ [6] для температуры и плотности, соответственно. И, наконец, в диапазоне температур $10 - 100 \text{ кК}$ и плотностей меньше порядка критической нет никаких опубликованных данных как измерений, так и расчётов. А именно при этих параметрах и находится низкотемпературная плазма большинства металлов.

Ранее для описания рассматриваемых теплофизических свойств веществ в этой области нами была разработана модель, которая успешно применялась к целому ряду металлов и полупроводников. В данной работе мы модифицировали параметры этой модели для применения её именно к плазме индия. Подробные детали этой модели можно найти в [7]. Здесь же отметим, что она строится на химическом подходе для описания термодинамики и приближении времени релаксации для расчёта коэффициентов переноса. Так как других данных для сравнения в этой области нет, то был проведён также и расчёт давления на изохорах по полуэмпирическому состоянию [8] и было получено неплохое согласие между двумя моделями.

Литература

- [1]. Фортов В.Е., Якубов И.Т., Храпак А.Г. Физика неидеальной плазмы. М.: Физматлит, 2010.
- [2]. Grabowski P.E. et. al., High Energy Density Physics. 2020, V. 37,100905.
- [3]. Li H., Sun Y., Li M. AIP Adv.2015, V. 5, 097163.
- [4]. Al'tshuler L.V., J. Appl. Mech. Tech. Phys. 1981, V. 122. P. 145.
- [5]. Shuaibov A.K., Dashchenko A.I., Shevera I.V., High Temp. 2001, V. 39. P. 333.
- [6]. Pottlacher G., Kaschnit E., Jager H., J. Non-Cryst. Solids. 1993, V. 156-158, P. 374.
- [7]. Apfelbaum E.M., Phys. Plasmas. 2023, V. 30, 042709.
- [8]. Khishenko K.V., J. Phys.: Conf. Ser. 2019, V. 1385, 012002.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)