УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ЖИДКОГО И ГАЗООБРАЗНОГО ЖЕЛЕЗА ПРИ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЯХ И ТЕМПЕРАТУРАХ

К. А. Боярских, К. В. Хищенко

Объединенный институт высоких температур РАН, Москва, Россия

Функциональная связь термодинамических параметров, которая определяет свойства вещества, называется уравнением состояния [1, 2]. Это уравнение замыкает систему уравнений, выражающих законы сохранения массы, импульса и энергии, чем обеспечивает возможность проведения гидродинамического моделирования процессов в широкой области фазовой диаграммы. Настоящая работа посвящена описанию термодинамических свойств железа в рамках уравнения состояния для его жидкой и газовой фаз. Рассмотрена модель в виде зависимости удельной свободной энергии от удельного объема и температуры. Учтены вклады упругой части, описывающей поведение вещества при нулевой абсолютной температуре, и тепловых составляющих электронной и ионной подсистем. Холодная (упругая) часть задана трехчленной зависимостью, которая обеспечивает возможность совокупного описания скорости звука при нормальных условиях и удельной теплоты испарения. Тепловой вклад тяжелых частиц задан на основе квазигармонического приближения; выбранная форма зависимости этого вклада позволяет описать ударно-волновые данные и удельную энтропию испарения. Тепловой вклад электронов задан в простейшей форме вырожденного электронного газа.

На основе разработанного уравнения состояния рассчитаны граница области испарения железа, температурная зависимость плотности в процессе изобарического расширения жидкой фазы, а также термодинамические характеристики металла в ударно-волновых процессах. Результаты расчетов сопоставлены с имеющимися данными соответствующих опытов, на основании чего установлена область применимости полученной термодинамической функции. Итоговое уравнение состояния может быть использовано для численного моделирования высокоинтенсивных процессов в жидком и газообразном железе.

Литература

1. **Bushman, A. V.** Model equations of state [Text] / A. V. Bushman, V. E. Fortov // Phys. Usp. – 1983. – Vol. 26. – P. 465–496.
 2. **Zel'dovich, Ya. B.** Physics of Shock Waves and High-Temperature Hydrodynamic Phenomena [Text] / Ya. B. Zel'dovich, Yu. P. Raizer. – N.Y. : Academic Press, 1967.
-