

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НОВЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО УДАРНОМУ СЖАТИЮ АЗОТА В МЕГАБАРНОМ ДИАПАЗОНЕ ДАВЛЕНИЙ

И.Л. Иосилевский^{1,2}, В.К. Грязнов³, В.Е.Фортов^{2,3}

¹Московский физико-технический институт (Гос. Университет) г. Долгопрудный, МО, 141700Россия

²Объединенный Институт Высоких Температур РАН, Москва, Ижорская ул. 13/19, 125412 Россия

³Институт Проблем Химической Физики РАН, Черноголовка, МО, 142432Россия

ilios@orc.ru

Термодинамические свойства азота в мегабарном диапазоне давлений обсуждаются на основе анализа экспериментальных данных по ударному сжатию азота, полученных в последние годы во ВНИИЭФ (Саров) [1,2]. Эти эксперименты дают важную информацию об адиабате Гюгионо плотного и нагретого азота в диапазоне давлений 100–350 ГПа и температур 10–80 кК с плотностью, в разы превышающей плотность конденсированного состояния. Совместный термодинамический анализ новых данных по термическому и калорическому уравнениям состояния азота позволяет установить совокупность достаточно жестких ограничений, которым должны удовлетворять все теоретические модели, претендующие на адекватное физическое описание термодинамики азота при этих параметрах. Следствием квази-изохорического хода экспериментально зафиксированной адиабаты Гюгионо в интервале 100–350 ГПа, в сочетании с зафиксированным в эксперименте квазилинейным поведением температуры на этом участке адиабаты, является одновременное постоянство в этой области параметров сразу нескольких термодинамических характеристик плазмы азота: параметра Грюнайзена, изохорической теплоемкости, термического коэффициента давления и т. наз. фактора сжимаемости.

Термодинамика ударно-сжатого азота анализируется теоретически с использованием т. наз. “химической модели плазмы” (код SANA-N), в рамках которой плазма азота описывается как плотная сильно неидеальная смесь взаимодействующих атомов, молекул, ионов и электронов. Для сравнения также привлекаются данные полуэмпирического уравнения состояния, развитого во ВНИИЭФ [2]. Эти расчеты сравниваются с предсказаниями других теоретических моделей, описывающих ударно-сжатый азот в более низком диапазоне давления ($P < 100$ ГПа) как последовательность сменяющих друг друга молекулярного и полимерного состояний. Такое сравнение теоретических предсказаний, даваемых молекулярными и плазменными моделями, в совокупности с уже существующими и новыми экспериментальными данными, позволяет высказать предположение, что при $P \approx 100$ ГПа, $T \approx 16000$ К, and $\rho \approx 3.3$ г/см³ ударно-сжатый азот испытывает новый тип “ионизации давлением”, отличный от аналогичного процесса в водороде, происходящий не из молекулярного, как в водороде, а из полимерного состояния - в состояние плотной неидеальной плазмы. В свете этой проблемы обсуждаются перспективы и возможности новых экспериментов и первопринципных теоретических расчетов, способных пролить дополнительный свет на обсуждаемые особенности “ионизации давлением” в азоте.

[1] Мочалов М.А., Жерноклетов М.В., Илькаев Р.И., Михайлов А.Л., Фортов В.Е., Грязнов В.К., Иосилевский И.Л., Межевов А.Б., Ковалев А.Е., Киршанов С.И., Григорьева Ю.А., Новиков М.Г., Шуйкин А.Н., // *ЖЭТФ*, **137**, No. 1, 77-92 (2010)

[2] Трунин Р.Ф., Борисков Г.В., Быков А.И., Медведев А.Б., Симаков Г.В., Шуйкин А.Н., *Письма в ЖЭТФ* **88**, 220 (2008)