

## УДАРНАЯ СЖИМАЕМОСТЬ СВИНЦА, КВАРЦИТА, АЛЮМИНИЯ, ВОДЫ ПРИ ДАВЛЕНИИ $\sim 100$ Мбар

*Е.Н. Аврорин, Б.К. Водолага, Л.П. Волков,  
А.С. Владимиров, В.А. Симоненко, Б.Т. Черноволук*

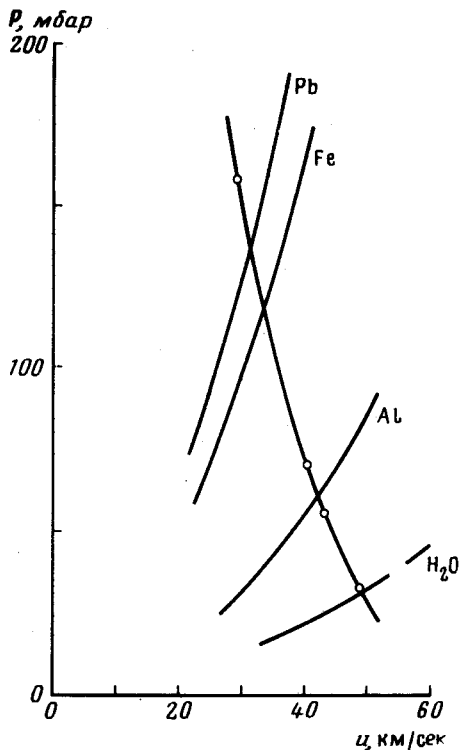
Получены экспериментальные результаты по ударной сжимаемости  $Pb$ ;  $SiO_2$ ;  $Al$ ;  $H_2O$ , которые указывают на заметную зависимость термодинамических свойств вещества от оболочечной структуры атома.

Уравнения состояния веществ, необходимые для численного моделирования процессов, характеризующихся высокой концентрацией энергии, рассчитываются по различным теоретическим моделям. Особенно широко для этих целей применяется статистическая модель атома как в обычном виде (модель ТФ) [1], так и с учетом квантовых и обменных поправок (модель ТФП) [2, 3]. Главным недостатком статистической модели является неучет ею оболочечной структуры атома, приводящей к осцилляционной зависимости термодинамических характеристик вещества от  $Z$ ,  $\rho$ ,  $T$ . Пока нет надежной расчетно-теоретической информации, учитывающей такие свойства. Данные различных моделей [4.— 6] расходятся между собой в пределах исследуемого эффекта. Предложенная нами постановка эксперимента позволяет получить данные по ударной сжимаемости веществ при рекордных давлениях  $\sim 100$  Мбар, примерно вдвое превышающих достигнутые в [7].

Получение данных по ударной сжимаемости в проведенных исследованиях основывалось на известном методе отражения [8]. Экспериментальная установка помещалась в условия, аналогичные тем, что реализовывались при проведении измерений [7, 9]. Она представляла собой стальную плиту-эталон с установленными на ней образцами. В эталоне возбуждалась плоская ударная волна. Измерения заключались в регистрации моментов выхода ударной волны на контрольные поверхности плиты и образцов. Возникающее в момент выхода волны свечение воздуха регистрировалось фотоэлементами. Точность измерения временных интервалов в опыте была не хуже 1%. Ударные адиабаты однократного и двойного сжатия, а также изэнтропы разгрузки железа, необходимые для интерпретации результатов измерений, рассчитывались с использованием данных модели ТФП. Один из образцов был изготовлен из того же материала, что и эталон. Это позволило экспериментально определить затухание волны при движении по эталону. Результаты обработки экспериментальных данных сведены в таблицу.

Исходное состояние в эталоне  $u = 33,3$  км/сек;  $P = 119,9$  Мбар.

Образец	Свинец	Кварцит	Алюминий	Вода
$\rho_0 \left( \frac{г}{см^3} \right)$	11,35	2,65	2,70	1,022
$P$ (Мбар)	158	70	55	32
$t_{расч}$ (нсек)	1962	1344	1349	1155
$t_{эксп}$ (нсек)	1596	1047	1546	1143



Сравнение экспериментальных результатов по ударной сжимаемости с расчетными ударными адиабатами по ТФП (расчетные адиабаты для Al и Si O<sub>2</sub> практически совпадают). Эллипсы — экспериментальные данные с учетом погрешностей измерения волновых скоростей

На рисунке приведены ударные адиабаты, рассчитанные по модели ТФП, и нанесены полученные экспериментальные точки. Видно, что только пара железо-вода не противоречит расчетным представлениям. Скорее всего такое совпадение является случайным: оболочечные эффекты зависят от  $Z$  немонотонно, поэтому для соединений с разным  $Z$  при некоторых  $\rho; T$  они могут компенсироваться, а при других  $\rho; T$  наоборот, усиливаться. По-видимому, этим объясняется расположение точек для алюминия и кварцита.

Полученные результаты свидетельствуют о заметном влиянии оболочечной структуры атома на поведение ударных адиабат в области высоких давлений и указывают на то, что применение моделей, описывающих термодинамические свойства в среднем, может привести к большим погрешностям в расчетах высокоинтенсивных газодинамических процессов.

Поступила в редакцию  
22 марта 1980 г.

### Литература

- [1] R.P.Feynman, N.Metropolis, E.Teller. Phys. Rev., 75, 1561, 1949.
- [2] Д.А.Киржниц, ЖЭТФ, 32, 115, 1957.
- [3] Н.Н.Калиткин. ЖЭТФ, 38, 1534, 1960.
- [4] А.И.Воропинов, Г.М.Гандельман, В.Г.Подвальный. УФН, 100, 193, 1970.

- [5 ] I.W.Zink. Phys. Rev., 176, 279, 1968.
- [6 ] B.F.Rozsnyai. Phys. Rev., A, 5, 1137, 1972.
- [7 ] Р.Ф.Трунин, М.А.Подурец, Г.В.Симаков, Л.В.Попов, Б.Н.Моисеев.  
ЖЭТФ, 62, 1044, 1972.
- [8 ] Л.В.Альтшулер, К.К.Крупников, М.И.Бражник. ЖЭТФ, 34, 886, 1958.
- [9 ] С.Е.Ragan III, M.G.Silbert, B.C.Diven. J. Appl. Phys., 48, 2860, 1977.
-