

Скорость фронта волны разрежения равна скорости звука в невозмущенном газе:

$$\xi_{1\phi} T_0^{1/2} = (\gamma T_0)^{1/2}.$$

Автор выражает благодарность К. Б. Павлову за полезное обсуждение результатов.

Поступила 3 VII 1978

ЛИТЕРАТУРА

1. Станюкович К. П. Неустановившиеся движения сплошной среды. М., «Наука», 1971.
2. Седов Л. И. Механика сплошной среды. Т. 1. М., «Наука», 1976.

УДК 539.21

ТЕМПЕРАТУРЫ УДАРНОГО СЖАТИЯ ИОННЫХ КРИСТАЛЛОВ

В. А. Жданов, В. В. Поляков

(Томск)

В работах [1, 2] был проведен беспараметрический расчет ударных адиабат ионных кристаллов в фазах В1 и В2. Полученные зависимости $p_H = p_H(V)$ дают возможность рассчитать температуру ударного сжатия T_H для рассмотренных кристаллов в обеих фазах и исследовать влияние фазового перехода В1 → В2 на кривые $T_H = T_H(p_H)$.

Беря энергию тепловых колебаний в виде $C_V T$ с постоянной теплоемкостью C_V и записывая внутреннюю энергию с помощью уравнения ударной адиабаты, получаем для температуры ударного сжатия [3]

$$(1) \quad T_H = \left[\frac{1}{2} p_H(V)(V_0 - V) + E_0 - E_x(V) \right] / C_V,$$

где $E_x(V)$ — энергия решетки при температуре абсолютного нуля; E_0 и V_0 — энергия и объем свободного кристалла при комнатной температуре. В табл. 1 приведены результаты расчета по формуле (1) температур T_H для кристаллов LiF, NaF, NaCl, KCl, KBr в фазах В1 и В2. При расчете температур для решеток В1 в качестве $p_H(V)$ и $E_x(V)$ использовались функции, определенные в [1, 2] без привлечения экспериментальных данных, величины E_0 и V_0 определялись по минимуму энергий $E_x(V)$. Температуры ударного сжатия для решеток В2 рассчитывались по формуле (1), в которой значения $p_H(V)$ и $E_x(V)$ брались из [1, 2] для фазы В2, а начальные характеристики E_0 и V_0 относились к фазе В1, соответствующей свободному кристаллу.

Результаты расчета температур T_H для NaCl и KCl представлены на фигуре, где видно, что в случае NaCl вплоть до 600 кбар наблюдается хорошее согласие кривой $T_H = T_H(p_H)$ фазы В1 с экспериментальными значениями температур, измеренными в [4] (точки 1, 2 — данные из [4]). При давлении около 600 кбар происходит плавление NaCl, что вызывает

Таблица 1

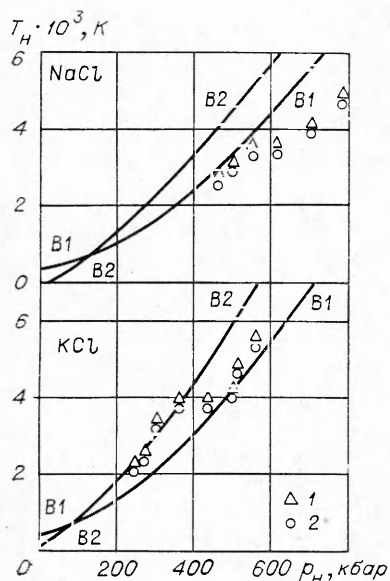
Кристалл	Фаза В1		Фаза В2	
	p_H , кбар	T_H , К	p_H , кбар	T_H , К
LiF	64	319	548	527
	175	366	941	1490
	335	502	1550	3430
	569	792	2540	7330
	915	1420		
NaF	54	329	199	374
	115	389	352	998
	202	505	582	2 130
	325	788	937	4 150
	501	1340	1503	7 880
NaCl	12	308	108	533
	31	337	171	100
	56	384	263	1 850
	91	473	393	3 140
	136	643	587	5 380
	198	944	886	9 140
	282	1520	1370	15 940
KCl	27	313	56	362
	50	343	99	715
	80	452	163	1 370
	120	627	255	2 400
	176	970	394	4 280
	253	1630	614	7 430
	362	2650	979	13 280
KBr	26	317	51	435
	44	351	89	803
	69	444	142	1 430
	101	614	219	2 460
	145	989	333	3 396
	206	1460	511	7 322

Таблица 2

Кристалл	Расчет при $T=K^* p_{II}$, кбар	Расчет по ударной адиабате		Эксперимент** p_{II} , кбар
		p_{II} , кбар	T_{II} , К	
LiF	540	920	1400	—
NaF	150	270	700	240
NaCl	63	105	513	300
KCl	27	55	370	20
KBr	240	40	350	17

* Из [5,9].

** Данные для NaF из [10] по ударным измерениям, для NaCl из [6] и KCl, KBr из [11] по статическим измерениям при комнатной температуре.



отклонение рассчитанной кривой от экспериментальных данных, испытывающих резкий излом. Отметим, что для NaCl фазовый переход $B1 \rightarrow B2$, предсказываемый теорией [5] и зафиксированный в статических измерениях [6], в опытах по ударному сжатию [4, 7] не проявился. Кристалл KCl при давлении ~ 20 кбар испытывает переход к фазе B2, выражающейся в виде излома ударной адиабаты $p_H = p_H(V)$. Как видно из фигуры, экспериментальные точки [4], относящиеся к плотной фазе, очень близки к рассчитанной кривой фазы B2. При давлении около 400 кбар происходит плавление KCl, вызывающее излом температурной кривой и расхождение с расчетом. В случае кристалла KBr, испытывающего фазовый переход при низком давлении, согласие рассчитанной кривой фазы B2 с экспериментальными данными [8], относящимися к плотной фазе, также хороше.

Опытные значения T_H для других кристаллов нам не известны.

Полученные результаты использованы для оценки давлений p_H и температур T_H фазового перехода. Поскольку в точке фазового перехода давления и температуры обеих фаз совпадают, кривые $T_H = T_H(p_H)$ двух фаз должны пересекаться, что позволяет оценить величины p_H и T_H . Результаты таких оценок для кристаллов LiF, NaF, NaCl, KCl, KBr представлены в табл. 2, там же приведены давления перехода, рассчитанные в [5, 9] для температуры абсолютного нуля, и экспериментальные значения [6, 10, 11]. Из сопоставления второго и третьего столбцов табл. 2 следует, что давления перехода $B1 \rightarrow B2$ возрастают при увеличении температуры. Между величинами p_H , рассчитанными по ударным адиабатам, вычисленными в [5, 9] и определенными экспериментально в [6, 10, 11], наблюдается хорошая корреляция.

Поступила 3 VII 1978

ЛИТЕРАТУРА

1. Жданов В. А., Поляков В. В. Ударные адиабаты ионных кристаллов.— ФТТ, 1975, т. 17, вып. 11.
2. Жданов В. А., Поляков В. В. Ударные адиабаты щелочно-галогидных кристаллов.— ПМТФ, 1976, № 5.
3. Зельдович Я. В., Райзер Ю. П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М., «Наука», 1966.
4. Корнер С. Б., Сеницын М. В., Кириллов Г. А., Урлин В. Д. Экспериментальное определение температур ударно-сжатых NaCl и KCl и их кривых плавления до давлений 700 кбар.— ЖЭТФ, 1965, т. 48, вып. 4.
5. Жданов В. А., Поляков В. В. Уравнения соотношения ионных кристаллов.— ФТТ, 1975, т. 17, вып. 9.
6. Liu L., Bassett W. A. Compression of Ag and phase transformation of NaCl.— «J. Appl. Phys.», 1973, vol. 44, N 4.
7. Альтшулер Л. В., Кулешова Л. В., Павловский М. Н. Динамическая сжимаемость, уравнения состояния и электропроводность хлористого натрия при высоких давлениях.— ЖЭТФ, 1960, т. 39, вып. 1.

8. Кириллов Г. А., Синицин М. В., Григорьев Ф. В., Кормер С. Б., Самылин В. А., Кузнецов О. Н. Экспериментальное определение коэффициента поглощения света и проводимости ударно-сжатými ионными кристаллами.— ФГВ, 1969, № 4.
9. Жданов В. А., Поляков В. В. Уравнения состояния щелочно-галогидных кристаллов.— «Изв. высш. учеб. заведений. Физика», 1976, № 1.
10. Carter W. J. Hugoniot equations of state of some alkali halides.— «High Temp.—High Pressures», 1973, vol. 5, N 3.
11. Vaidya S. N., Kennedy G. C. Compressibility of 27 halides to 45 kbar.— «J. Phys. Chem. Solids», 1971, vol. 32, N 5.

УДК 538.323 : 531.551

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИНДУКЦИОННОГО УСКОРИТЕЛЯ ПРОВОДНИКОВ

В. П. Гальетов, Е. Н. Иванов

(Истра)

Одним из способов создания сверхзвуковых скоростей твердых тел для исследования высокоскоростных взаимодействий является ускорение проводников в импульсном магнитном поле [1, 2]. При индукционном ускорении кольцевых проводников относительно малой массы с использованием конденсаторных батарей КПД процесса ускорения снижается из-за вылета ускоряемого тела из магнитного поля индуктора [3]. Повышения эффективности преобразования электромагнитной энергии в кинетическую энергию ускоряемого проводника можно добиться форсированием магнитного давления либо путем удерживания ускоряемого тела в исходном положении вплоть до того момента, когда плотность энергии электромагнитного поля, сообщаемого индукторной системе (ИС) от внешнего источника, достигает достаточно высокого уровня, соответствующего необходимой полноте ее использования [4], либо увеличением скорости ввода электромагнитной энергии в ИС. В данной работе рассмотрен способ повышения эффективности высокоскоростного индукционного ускорителя кольцевых проводников путем увеличения скорости ввода электромагнитной энергии в ИС.

При практическом применении высокоскоростного ускорителя твердых тел возникает необходимость перекрытия максимально возможного диапазона скоростей метаемых тел различной массы. При правильном согласовании параметров нагрузки и источника энергии на индукционном ускорителе можно добиться высокой эффективности преобразования электромагнитной энергии в кинетическую энергию ускоряемого тела [3]. Однако при метании относительно малых масс хорошее согласование и достижение высоких скоростей ограничены скоростью передачи энергии от емкостного накопителя в ИС.

Повышение скорости ввода энергии в индуктивную нагрузку в известных пределах возможно уменьшением индуктивности разрядной цепи и увеличением зарядного напряжения конденсаторной батареи. Большой крутизны нарастания магнитного поля в ИС можно добиться также путем переключения тока разряда накопителя энергии по параллельным цепям (обострение фронта тока).

На фиг. 1 представлена схема замещения индукционного ускорителя кольцевых проводников с обострителем фронта тока в индукторе.

В период зарядки батареи конденсаторов коммутаторы S_1 и S_2 разомкнуты, переключатель S_3 замкнут. После включения S_1 батарея разряжается через собственные индуктивность L_0 , активное сопротивление