

Помимо детонационных характеристик, в настоящей работе была определена чувствительность азида гидразония к удару на копке Каста в стандартных условиях (вес груза 10 кг, высота падения 25 см, навеска ВВ 0,05 г). Snаряжение приборчиков производилось в сухом боксе. Частота взрывов азида гидразония составляла 68%; в параллельных опытах с тетрилом — 56%.

Поступила в редакцию
10/XI 1973

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. С. Яковлева, Р. Х. Курбангалина, Л. Н. Стесик. Докл. АН СССР, 1964, 156, 1, 152.
2. Р. Х. Курбангалина, Е. А. Пацков и др. ПМТФ, 1970, 4, 160.
3. A. L. Dresser, A. W. Brown, C. W. Mason. JACS, 1933, 55, 5—6, 1963.
4. Ю. И. Рубцов. Сб. «Горение и взрыв». М., «Наука», 1972, стр. 771.
5. Л. Н. Стесик. ФГВ, 1971, 7, 1, 111.
6. Л. Н. Стесик, Н. С. Шведова. ПМТФ, 1964, 4, 124.
7. H. C. Hornig, E. L. Lee a. o. The Fifth Symposium (International) on Detonation, Pasadena, California, August 18—21, 1970.
8. Donna Price T. P. Liddiard, R. D. Drost. US Government Research a. Development Reports, August, 1966, 112.
9. Р. Х. Курбангалина, Н. Н. Тимохин. ФГВ, 1970, 6, 4.
10. A. Schmidt. Z. Phys. Chemie, 1941, A189, 88.
11. W. A. Strauss, I. N. Scott. Combustion and Flame, 1972, 1, 141.
12. А. Я. Апин, А. Ф. Беляев, Г. С. Соснова. Сб. «Физика взрыва», № 2, Изд-во АН СССР, 1953.

УДК 552.1 : 531

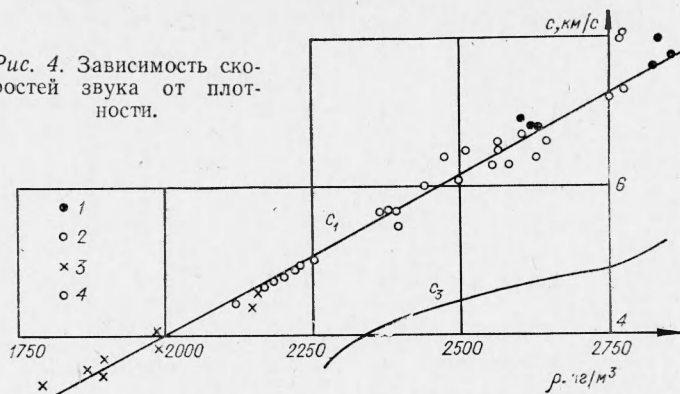
СКОРОСТЬ ВОЛН РАЗГРУЗКИ В УДАРНО-СЖАТОМ ПОРИСТОМ NaCl

И. В. Белинский, А. Н. Струченко, Б. Д. Христофоров
(Москва)

При расчете действия взрыва в твердом теле необходимо знать как параметры динамического сжатия, так и особенности разгрузки среды за ударным фронтом. К настоящему времени проведены широкие исследования ударной сжимаемости сплошных и пористых материалов [1], однако их поведение при разгрузке изучено мало. На величину скорости волн разгрузки могут влиять пористость среды и прочностные эффекты. В связи с этим проведены измерения скорости волн разгрузки в ударно-сжатых образцах NaCl, в которых ранее исследовалось затухание плоских и сферических ударных волн [2, 3], в диапазоне давлений $30 \div 150 \cdot 10^8$ Н/м² сравнимых с прочностью. Большинство исследований в этом направлении проведено с металлами при давлениях свыше $100 \cdot 10^8$ Н/м² [4—9]. В работе [10] измерены скорости волн разгрузки за ударным фронтом в глинах и глинистых сланцах при давлениях до $500 \cdot 10^8$ Н/м².

Методика измерения скоростей звука в ударно-сжатом NaCl аналогична применявшейся в [10]. Исследуемые образцы цилиндрической формы диаметром 84 и 100 мм прессовались из порошка NaCl с размером зерен около 0,3 мм до плотности 1880 ± 10 и 2120 ± 5 кг/см³, что со-

Рис. 4. Зависимость скоростей звука от плотности.



ной пористости с погрешностью около 5% совпадала с результатами ее измерения.

Измеренные скорости c_1 волн разгрузки в ударно-сжатом NaCl не зависят от начальной плотности образцов и превышают расчетные скорости c_3 изэнтропической объемной разгрузки примерно на 40—50%. Поскольку фазовые переходы в состояния с более плотной упаковкой в исследованном диапазоне ударных сжатий не наблюдались, различие между c_1 и c_3 связано с упругой разгрузкой сжатых образцов соли. Поэтому измеренная скорость звука c_1 является скоростью продольных упругих волн разгрузки в ударно-сжатом NaCl. Экспериментальную зависимость $c_1(\rho)$ в исследованном диапазоне ударных сжатий можно описать эмпирической формулой (прямая на рис. 4)

$$c_1 = 4,5\rho - 5100, \quad (1)$$

где c_1 — скорость, м/с, ρ — плотность, кг/м³. Формула (1) описывает и результаты ультразвуковых измерений продольной скорости звука в образцах различной плотности при нормальных условиях.

Отмеченное в опытах отсутствие влияния начальной пористости образцов на c_1 упругой разгрузки, видимо, связано с отсутствием пор в исследованном диапазоне давлений ($30 \div 150 \cdot 10^8$ Н/м²). Это подтверждается результатами оценок, согласно которым давление схлопывания пор для исследованных образцов не превышает $15 \cdot 10^8$ Н/м².

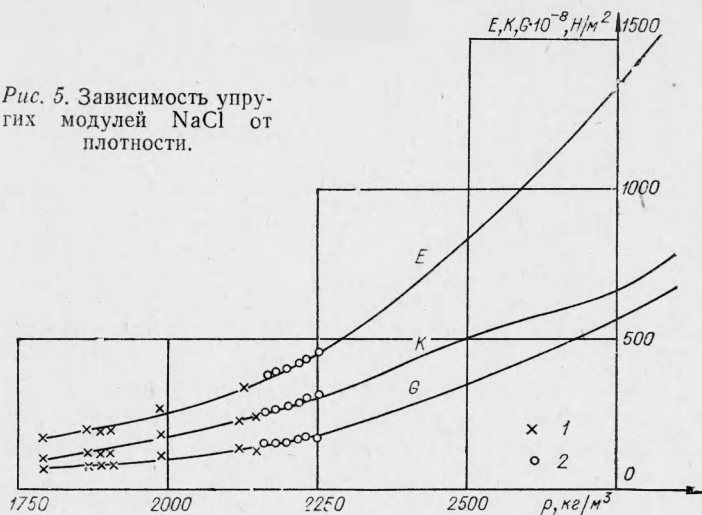
Для сравнения на рис. 4, 4 приведены средние значения скоростей продольных волн [12], измеренных ультразвуковым методом вдоль различных осей кристалла в диапазоне гидростатических давлений до $10 \cdot 10^8$ Н/м². Данные [12] согласуются с результатами остальных измерений.

С помощью измеренных упругих c_1 и рассчитанных объемных c_3 скоростей звука можно определить значения модуля Юнга E , модуля объемного сжатия K и модуля сдвига G в зависимости от плотности вещества за ударной волной из известных соотношений

$$c_1 = \sqrt{(K + 4G/3)/\rho}, \quad c_3 = \sqrt{K/\rho}. \quad (2)$$

На рис. 5 приведены зависимости упругих модулей от плотности NaCl, рассчитанные по формулам (2), и зависимости (1) для $c_1(\rho)$. На рис. 5, 1 показаны ультразвуковые измерения в образцах различной плотности при нормальных условиях. Для сравнения на рис. 5, 2 приведены значения упругих модулей, рассчитанных по средним скоростям продольных и поперечных волн в кристаллах, подвергнутых действию всестороннего гидростатического давления [12]. В пределах погрешности измерений все результаты описываются едиными зависимостями. Применение метода усреднения Хилла [13] для определения упругих модулей поликристаллического образца по ультразвуковым изме-

Рис. 5. Зависимость упругих модулей NaCl от плотности.



рениям в кристаллах [12] приводит к заниженным значениям упругих модулей по отношению к зависимостям рис. 5, видимо, из-за существенной анизотропии кристаллов NaCl.

Авторы благодарят А. А. Игнатову за помощь в проведении экспериментов.

Поступила в редакцию
10/VII 1973

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Альтшулер. УФН, 1965, 85, 4.
2. И. В. Белинский, Б. Д. Христофоров. ПМТФ, 1968, 1, 150.
3. Б. Д. Христофоров. ФГВ, 1971, 7, 4.
4. J. O. Etkin, A. V. Christensen. J. Appl. Phys., 1967, 38, 13.
5. Chi-Hung Mok. J. Appl. Phys., 1968, 39, 4.
6. С. А. Новиков, Л. М. Синицина. ПМТФ, 1970, 6.
7. Л. В. Альтшулер, М. И. Бражник, Г. С. Телегин. ПМТФ, 1971, 6.
8. М. В. Жерноклетов, В. Н. Зубарев. Горение и взрыв. М., «Наука», 1972.
9. Ю. Л. Алексеев, В. П. Ратников, А. П. Рыбаков. ПМТФ, 1971, 2.
10. Л. В. Альтшулер, М. Н. Павловский. ПМТФ, 1971, 1.
11. Б. Д. Христофоров, Л. Д. Лифшиц и др. Изв. АН СССР, Физика Земли, 1971, 8.
12. D. Zazagus. J. Phys. Rev., 1949, 176, 4.
13. Физическая акустика. Под ред. У. Мезона. Пер. с англ. Т. III, ч. Б. М., «Мир», 1968, стр. 47.

УДК 662.215.2+621.787

СХЛОПЫВАНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБ ПРИ ВЗРЫВНОМ НАГРУЖЕНИИ

А. Н. Михайлов, Ю. А. Гордополов, А. Н. Дремин
(Москва)

Основными динамическими параметрами, влияющими на качество шва при сварке взрывом, являются скорость точки контакта (v_k), угол и скорость соударения свариваемых поверхностей (α_c , v_c). Для опреде-