

где x_1, x_2 — текущие перемещения образца и поршня соответственно; $F_d = NgM$ — усилие сжатия демпфера.

Учитывая, что наибольшая величина τ будет при выравнивании скоростей поршня и образца в момент выхода поршня из разгонного отсека, а также принимая, что усилие F_d достигает постоянного значения мгновенно, можно получить выражения для расчета оптимального значения силы

$$P_0 = Ng(M + m) \frac{C_{\max} \varphi_2}{\varphi_2 (\ln C_{\max} - \ln \varphi_2)}$$

и для получаемых при этом величин $\Delta l_d, V, \tau$:

$$\Delta l_d = \left(1 + \frac{M}{m}\right) \left[\bar{l}_p - \bar{l}_k \frac{(C - \varphi_2) - \ln C_{\max}}{\ln C_{\max} - \ln \varphi_2} \right],$$

$$V = \sqrt{2(l_p - \Delta l_d)Ng},$$

$$\tau = \sqrt{\frac{2(l_p - \Delta l_d)}{Ng}}.$$

Отличие расчетных и опытных значений параметров импульса для данного вида испытаний не превышало 15 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков С. А., Синицын В. А., Погорелов А. П. ФГВ, 1980, 16, 6, 111.
2. Новиков С. А., Петров В. А., Багрянов Б. В. Проблемы прочности, 1982, 2, 97.
3. Серебряков М. Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. — М.: Оборонгиз, 1962.
4. Лин Э. Э., Сиренко А. В., Фунтиков А. И. ФГВ, 1980, 16, 4, 133.

Поступила в редакцию 23/XI 1987,
после доработки — 19/IV 1988

УДК 548.23 + 539.89

О ВОЗНИКНОВЕНИИ МОНОКРИСТАЛЛОВ ЗА ФРОНТОМ УДАРНОЙ ВОЛНЫ

С. С. Бацанов, Е. В. Лазарева
(Менделеево)

Проблема образования монокристаллов при ударном сжатии порошков представляется чрезвычайно интересной и практически важной. В настоящей работе исследовалось поведение гомогенной смеси тонкорастертого флюорита (в количестве 1—2 %) и графита тайгинского месторождения при динамическом нагружении в цилиндрической ампуле. Выбор объектов исследования обусловлен резким различием цвета компонентов смеси, позволяющим легко определить возможную коагуляцию частиц флюорита.

Эксперимент проводился по схеме скользящей детонации с интенсивностью головной УВ 50 ГПа. После вскрытия ампулы в коаксиальной области (в 10 % случаев) обнаружены белые кристаллы размером ~ 0,1 мм. Однако это не был CaF_2 , так как кристаллы оптически анизотропны и имели плотность $\rho = 2,6 \text{ г/см}^3$ (флюорит изотропен, $\rho = 3,2 \text{ г/см}^3$). Ряд кристаллов оказались столь совершенными, что удалось провести рентгеноструктурный анализ, который обнаружил каркас из SiO_4 -тетраэдров. ИК-спектры поглощения также указывают на наличие связей Si—O.

Источником кремнезема могут быть примеси в самом графите (5—7 %, по данным анализа). Он мог развиваться также в результате окисле-

ния ферросилиция из оболочки ампулы, попадающего вследствие микроотколов в ударно-обжатый материал. Специальный эксперимент с ударным воздействием на стальной цилиндр привел к образованию SiO_2 в сходных условиях [1].

В настоящей работе, как в [2—4], обнаруженные монокристаллы по составу отличались от основного вещества, подвергнувшегося динамическому воздействию. По-видимому, это не случайно, так как в основном веществе при охлаждении возникает множество центров кристаллизации и, следовательно, создаются условия для образования поликристаллов, а при наличии примесей малочисленность центров роста обеспечивается автоматически, и тем лучше, чем меньше этих примесей. Однако окружение каждой частицы примеси однородным телом также затрудняет образование монокристаллов из-за хаотической ориентации частиц и их пространственной разобоченности. Для регулярного роста нужна ориентированная коагуляция частиц в более крупные блоки.

Разность массовых скоростей примеси $u_{\text{п}}$ и основы u_0 в условиях ударного сжатия в цилиндрической ампуле обеспечивает вынужденную диффузию частиц к оси, если $u_{\text{п}} > u_0$, или к стенкам цилиндра, если $u_{\text{п}} < u_0$. Следовательно, разность Δu обеспечивает опережение или замедление движения примесей, т. е. их сепарацию. Последняя усиливается при встрече потока с преградой или при пересечении его с другим потоком, способствующим налипанию частиц примесей друг на друга [5]. Такая ситуация возникает на границе маховской области [6], где поток вещества вдоль оси цилиндра взаимодействует с центростремительным движением массы за фронтом падающей волны. Поскольку в маховском шнуре поток движется со скоростью несколько километров в секунду, создаются условия для интенсивного трения в пограничном слое и его дополнительного разогрева вплоть до плавления вещества. Дополнительное тепло, поддерживающее очаг кристаллизации в жидком состоянии, может быть предоставлено также экзотермической реакцией химического взаимодействия примесей друг с другом или с компонентами основного вещества.

Таким образом, предполагаем, что образование монокристаллов при ударном сжатии может произойти вследствие химического взаимодействия примесей, причем наиболее вероятно их возникновение на границах маховского шнура. В случае сжатия цилиндра короткими волнами полость, образовавшаяся после вытекания вещества из маховской области, не успевает захлопнуться за счет движения массы от стенок ампулы, и тогда образование кристаллов наблюдается прямо на границе полости, иногда в виде своеобразной ее «облицовки». Такая ситуация, по-видимому, наиболее благоприятна для свободного роста монокристаллов.

Следует заметить, что в большинстве методов кристаллизации из расплавов используются кварцевые или другие керамические трубки для ориентированного массо- и теплотока. Маховская трубка играет аналогичную роль в процессах ударной кристаллизации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гурьев Д. Л., Лазарева Е. В., Копанева Л. И. ФГВ, 1983, 19, 2, 110.
2. Batsanov S. S. // Symp. H. D. P.— N. Y.: Gordon & Breach, 1968.
3. Бацанов С. С., Коробов В. К., Лазарева Е. В. и др. // Тез. докл. III Всесоюз. симп. по импульсным давлениям.— М., 1979.
4. Бацанов А. С., Стручков Ю. Т., Бацанов С. С. Докл. АН СССР, 1980, 251, 2, 347.
5. Дремин А. И., Бреусов О. И. Успехи химии, 1968, 37, 898.
6. Дерibas А. А., Нестеренко В. Ф., Ставер А. М. // III Symp. explosive working of metals.— Praha, 1976.— Vol. 2.

Поступила в редакцию 3/XI 1987,
после доработки — 12/IV 1988