

5. Светлов Б. Я., Яременко Н. Е. Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ.— М.: Недра, 1973.
6. Кузьмин Г. Е., Мали В. И., Пай В. В. О метапии плоских пластин слоями конденсированных ВВ // ФГВ.— 1973.— 9, № 4.— С. 558—562.
7. Бешапошников Ю. П., Кожевников В. Е., Чернухин В. И. и др. Метание пластин слоями смесевых ВВ // Там же.— 1988.— 24, № 4.— С. 129—132.
8. Бондарь М. П., Ишуткин С. Н., Кузьмин Г. Е. и др. Определение кинематических и динамических параметров несимметричных соударений металлических пластин // Тр. II совещания по обработке материалов взрывом.— Новосибирск, 1982.— С. 11—20.

г. Свердловск

Поступила в редакцию 5/VI 1991,  
после доработки — 30/VII 1991

УДК 534.222.2 : 553.81

Б. А. Выскубенко, В. В. Даниленко, Э. Э. Лин, В. А. Мазанов,  
Т. В. Серова, В. И. Сухаренко, А. П. Толочко

### ВЛИЯНИЕ МАСШТАБНЫХ ФАКТОРОВ НА РАЗМЕРЫ И ВЫХОД АЛМАЗОВ ПРИ ДЕТОНАЦИОННОМ СИНТЕЗЕ

Синтез ультрадисперсных алмазов (УДА) в детонационных волнах (ДВ) при взрывах зарядов твердых ВВ с отрицательным кислородным балансом и с заметной долей в продуктах взрыва (ПВ) свободного углерода подробно исследован в [4—9]. Основной массив экспериментальных данных получен в инертной газовой среде и в воде цилиндрических и шаровых зарядов ВВ массой  $m_{ВВ} = 0,1 \div 2$  кг с характерными радиусами цилиндра и шара  $r \approx 10 \div 60$  мм [6, 8]. Установлено, что характерные размеры УДА, образующихся в ДВ, составляют  $2 \div 20$  нм, а максимальный выход УДА по отношению к массе ВВ достигает величины  $\alpha \approx 10$  %.

В данной работе экспериментально изучался синтез УДА в ДВ при  $m_{ВВ} = 0,2 \div 140$  кг. Цилиндрические и шаровые заряды из состава тротил — гексоген (ТГ) с содержанием компонентов соответственно 40/60 и 70/30 помещались в полость сферической взрывной камеры и окружались инертной охлаждающей средой: либо газообразным азотом, либо водяной оболочкой в водонепроницаемом резервуаре. Диаметр полости камеры  $D = 0,65 \div 12$  м; отношение массы  $M$  инертной среды к массе ВВ  $M/m_{ВВ} = 3 \div 30$ . Диаметр шара из ВВ  $d_{ш} = 62 \div 260$  мм; диаметр цилиндра  $d_{ц} = 30 \div 350$  мм, высота цилиндра  $h_{ц} = 200 \div 1980$  мм,  $h_{ц}/d_{ц} = 2,7 \div 7,9$ .

В экспериментах установлено, что с увеличением  $M/m_{ВВ}$  выход УДА растет. Максимальный зафиксированный выход УДА при взрывах зарядов из состава ТГ 50/50 и ТГ 40/60 составлял  $\alpha \approx 8 \div 10$  %. Размеры основной массы частиц УДА кубической модификации не зависели от размеров зарядов и составляли  $a = 4,0 \div 20$  нм; размеры наиболее крупных частиц УДА достигали  $60 \div 90$  нм.

Увеличение размеров заряда ВВ при определенных условиях пницирования привело к образованию поликристаллических алмазных частиц пластинчатой, прямоугольной и комкообразной форм с характерными размерами  $\sim 10^1 \div 10^2$  мкм. Обнаружены также частицы с характерной для алмаза кристаллической огранкой, с  $a = 2,5$  и  $85$  мкм, что соответственно в 25 и 850 раз больше размера частицы, зарегистрированной в [1]. Зафиксировано образование карбина наряду с детонационным синтезом УДА.

В ходе проведения исследований разработана и оптимизирована методика химического выделения алмазов из твердых ПВ. Степень чистоты алмазного порошка составляла 99,5 %.

Авторы благодарны Ж. В. Кириченко за пнициативную помощь в разработке методик выделения, идентификации и определения размеров алмазных частиц, а также В. Н. Разиной за оптимизацию химического выделения УДА.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Трефилов В. И., Саввакин Г. И., Скороход В. В. и др. Особенности структуры ультрадисперсных алмазов, полученных высокотемпературным синтезом в условиях взрыва // Докл. АН СССР.— 1978.— 239, № 4.— С. 838—841.
2. Трефилов В. И., Саввакин Г. И., Скороход В. В. и др. Некоторые физико-химические свойства алмазов, полученных взрывом при высоких температурах // Порошковая металлургия.— 1979.— № 1.— С. 32—35.
3. Дробышев В. И. Детонационный синтез сверхтвердых материалов // ФГВ.— 1983.— 19, № 5.— С. 158—160.
4. Ставер А. М., Губарева Н. В., Лямкин А. И. и др. Ультрадисперсные алмазные порошки, полученные с использованием энергии взрыва // Там же.— 1984.— 20, № 5.— С. 100—104.
5. Show M. S., Jonson J. D. Carbon clustering in detonation // J. Appl. Phys.— 1987.— 62, N 5.— P. 2080.
6. Титов В. М., Анисичкин В. Ф., Мальков И. Ю. Исследование процесса синтеза ультрадисперсного алмаза в детонационных волнах // ФГВ.— 1989.— 25, № 3.— С. 117—126.
7. Курдюмов А. В., Бреусов О. Н., Дробышев В. И. и др. О кристаллической структуре алмазов детонационного синтеза // Там же.— С. 126—129.
8. Волков К. В., Даниленко В. В., Елин В. И. Синтез алмаза из углерода продуктов детонации ВВ // Там же.— 1990.— 26, № 3.— С. 123—125.
9. Верещагин А. Л., Сакович Г. В., Петрова Л. А. и др. Исследование химического состава поверхности ультрадисперсного алмаза детонационного синтеза // Докл. АН СССР.— 1990.— 315, № 1.— С. 104—105.

г. Арзамас

Поступила в редакцию 28/VIII 1991

УДК 532.593 : 621.7.044.2

*Н. А. Костюков, И. В. Яковлев*

### ТЕЧЕНИЕ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ВБЛИЗИ ПРИМЕСНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ В УСЛОВИЯХ УДАРНОГО НАГРУЖЕНИЯ

В [1] обнаружен эффект скоростной неравновесности за фронтом косоугольной ударной волны (УВ), распространяющейся в двухкомпонентной смеси разнородных твердых частиц. Для математического описания эффекта при малом объемном содержании тяжелого (примесного) компонента в [2] предложен подход, в котором легкий компонент представляется вязкой жидкостью с соответствующей ударной сжимаемостью и эффективной вязкостью  $\eta$ . Результаты обработки экспериментальных данных показали, что для порошков С, Al и NaCl значения  $\eta$  находятся в диапазоне  $10^2 - 10^3$  Па·с.

Настоящая работа посвящена изучению локальной структуры течения порошковых материалов (ПМ) с размещенными в них примесными частицами. Под локальной структурой понимается течение ПМ за фронтом ударной волны в окрестности примесного включения. Исследования проводились на порошках Mg дисперсностью 10—60 мкм и Si дисперсностью 10—20 мкм. Исходная плотность составляла 0,28—0,34 плотности монолитного состояния. Примесными частицами служили стальные цилиндры диаметром 1,5—2,0 мм и сферические гранулы сплава W/Mo диаметром 1,4 мм. Особенности течения регистрировали импульсным рентгенографированием [1] в процессе ударного нагружения ПМ. Порошковые контакты, сохраненные после нагружения, исследовали металлографически.

Рентгенографические исследования структуры течения порошка показали, что при энергиях нагружения  $E \sim 10^2 \div 10^3$  Дж/г имеет место скоростное запаздывание примесных включений относительно ПМ. При малых значениях  $E$  картина течения аналогична описанной в [1]. Одна-