

А. В. Аттетков, М. М. Бойко, А. В. Левантовский, В. С. Соловьев

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КОНИЧЕСКИ СХОДЯЩИХСЯ ДЕТОНАЦИОННЫХ ВОЛН В НИЗКОПЛОТНЫХ ВВ

Исследованы закономерности отражения конически сходящихся детонационных волн в устройствах с цилиндрической геометрией. Показано, что процесс распространения трехволновой конфигурации в низкоплотных ВВ обладает рядом специфических особенностей, обусловленных структурной неоднородностью исходного состояния ВВ.

В настоящее время накоплен значительный экспериментальный материал по взаимодействию конически сходящихся детонационных волн (ДВ) в жидких [1] и твердых высокоплотных [2, 3] взрывчатых веществах (ВВ), установлены закономерности в динамике развития исследуемого процесса, характере взаимодействия ДВ и формируемой конфигурации течения. Показано, что в анализируемых осесимметричных течениях отражение ДВ от оси заряда имеет нерегулярный характер и приводит к образованию распространяющейся вдоль оси волны Маха и характерной трехволновой конфигурации течения. Основные закономерности рассматриваемого процесса взаимодействия ДВ аналогичны наблюдаемым при отражении детонационной волны от жесткой стенки [4—8], однако возможность дополнительной пространственной кумуляции энергии в конически сходящихся волнах при движении вещества к оси симметрии обеспечивает более высокий уровень динамических давлений.

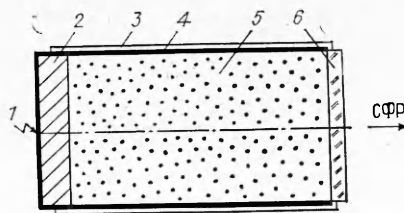
Исследования в [1—3] проводились в устройствах с цилиндрической геометрией, состоящих из основного цилиндрического заряда ВВ и внешнего (более мощного) заряда ВВ, представляющего собой цилиндрическую оболочку заданной толщины. Изучены режимы течения, возникающие при одновременном торцевом инициировании детонации в рассматриваемой системе ВВ [1] и торцевом инициировании детонации в оболочке [2, 3]. В последнем случае возбуждение детонации в основном заряде осуществлялось скользящей ДВ, распространяющейся по цилиндрической оболочке. Установлено, что для обоих режимов течения характерно формирование установившейся трехволновой конфигурации, на стадии распространения которой диаметр и радиус кривизны волны Маха (маховского диска) постоянны. Отмечено влияние химического состава ВВ и степени структурной однородности исходного состояния заряда на определяющие характеристики образующейся конфигурации течения [3].

Цель исследований, проводимых в данной работе, — установление степени влияния начальной плотности ВВ на закономерности отражения конически сходящихся ДВ в устройствах с цилиндрической геометрией. В качестве объекта исследований выбрано низкоплотное ВВ, представляющее собой механическую смесь гексогена с мипорой [9]. Изменение начальной плотности заряда достигалось варьированием массовых концентраций гексогена и мипоры в смеси. Изучены режимы течения в низкоплотных ВВ с начальной плотностью 400, 500 и 600 кг/м³.

Конструкция устройства схематично показана на рис. 1. Исследования проводились в зарядах низкоплотных ВВ диаметром 50 мм и длиной $L = 20 \div 150$ мм. Детонация возбуждалась одновременно по всей торцевой поверхности оболочки, при этом предотвращение возможности торцевого инициирования детонации в низкоплотном ВВ обеспечивалось путем установки между системой инициирования и зарядом массивного дюралюминиевого экрана. Скорость детонации пластического ВВ при проведении экспериментальных исследований оставлялась неизменной и равной 7600 м/с. На противоположной от плоскости инициирования тор-

Рис. 1. Схема экспериментального устройства.

1 — экран; 2 — система иницирования; 3 — оболочка из картона толщиной 1 мм; 4 — пластическое ВВ толщиной 4 мм; 5 — низкоплотное ВВ; 6 — пластина из оргстекла.



цевой поверхности заряда размещалась пластина из оргстекла, что позволяло фиксировать пространственную конфигурацию формируемой волны детонации в низкоплотном ВВ. Процесс регистрировался на скоростном фоторегистраторе (СФР), скорость развертки составляла 1875 м/с; щель СФР устанавливалась по диаметру цилиндрического заряда. Обработка получаемых фотохронограмм позволяет определить диаметр маховского диска d и осевую скорость распространения излучаемой волновой конфигурации D .

Пространственно-временная конфигурация течения, возникающая в процессе отражения конически сходящейся детонационной волны в низкоплотном ВВ с начальной плотностью $\rho_0 = 600 \text{ кг/м}^3$, показана на рис. 2, зависимость диаметра маховского диска от длины заряда — на рис. 3. Аналогичная картина наблюдается и в зарядах низкоплотных ВВ меньшей начальной плотности, различие заключается лишь в протяженности переходной зоны трансформации регулярной волновой конфигурации в нерегулярную (маховскую). Отметим также, что кривизна маховского диска в исследуемых низкоплотных ВВ зависит от начальной плотности заряда.

Отличительная особенность процесса отражения конически сходящейся ДВ в изучаемых низкоплотных ВВ — отсутствие установившегося режима распространения трехволновой конфигурации, характерного для твердых высокоплотных ВВ [3]. Последний вывод подтверждает немонотонный вид кривой $d(L)$ (см. рис. 3): на начальной стадии процесса распространения трехволновой конфигурации (при $L \leq 100 \text{ мм}$) диаметр маховского диска увеличивается, на последующей (при $L > 100 \text{ мм}$) уменьшается. Обработка фотохронограмм показывает, что в анализируемом диапазоне изменения длин заряда немонотонный (осцилляционный) вид имеет и график зависимости $D(L)$.

Представленные результаты указывают на специфические особенности отражения конически сходящихся ДВ в низкоплотных ВВ. Определяющим фактором динамики формирования и эволюции трехволновой конфигурации в исследуемых ВВ, по-видимому, является механизм иницирования детонационного процесса продуктами детонации пластического ВВ. Важны с этой точки зрения результаты работы [10], в которой для схемы плосковолнового иницирования детонации в низкоплотных ВВ отмечено существование значительных (до 40 мм) переходных зон при выходе ДВ на стационарный режим. Флуктуации плотности по длине заряда также могут оказывать определенное влияние на наблю-

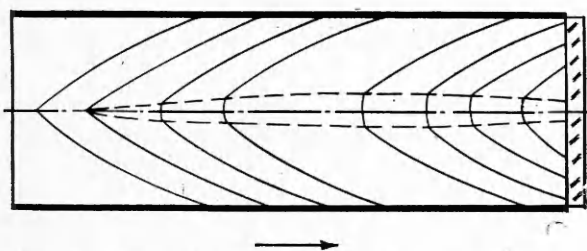


Рис. 2. Пространственно-временная конфигурация течения.

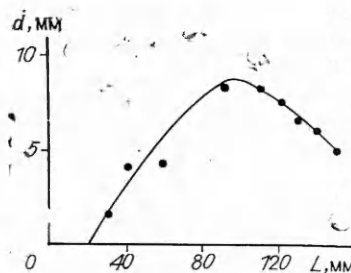


Рис. 3. Зависимость $d(L)$.

даемые закономерности распространения трехволновой конфигурации. Таким образом, начальная плотность ВВ оказывает кардинальное влияние на закономерности отражения конически сходящихся ДВ в генераторах волн с цилиндрической геометрией, динамику формирования и развития возникающей конфигурации течения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гоголя М. Ф., Воскобойников И. М., Демченко М. Г. Маховское взаимодействие детонационных волн в нитрометане // ФГВ.— 1981.— 17, № 1.— С. 153—155.
2. Müller F. Mach-reflection of detonation waves in condensed high explosives // Propellants and Explosives.— 1973.— 3, N 3.— P. 115—118.
3. Souletis J., Groux J. Continuous observation of Mach bridge and Mach phenomena // Eighth Symp. (Int.) on Detonation.— Albuquerque, 1985.— V. 3.— P. 839—847.
4. Феоктистова Е. А. Опытное обнаружение маховского отражения детонационных волн в твердом ВВ // Докл. АН СССР.— 1961.— 136, № 6.— С. 1325—1327.
5. Dunne B. B. Mach reflection of detonation waves in condensed high explosives // Phys. Fluids.— 1961.— 4, N 7.— P. 918—924.
6. Argous J. P., Peyre C., Thouvenin J. Observation and study the conditions for formation of Mach detonation waves // Fourth Symp. (Int.) on Detonation.— Washington, 1965.— P. 135—141.
7. Laumborn B. D., Wright P. M. Mach interaction of two plane detonation waves // Ibid.— P. 142—151.
8. Дерibas А. А., Костюков Н. А., Ставер А. М. Столкновение плоских детонационных волн в аммоните № 6ЖВ // ФГВ.— 1975.— 11, № 3.— С. 456—462.
9. Соловьев В. С., Андреев С. Г., Левантовский А. В. и др. Оптические и рентгенографические исследования детонационных свойств низкоплотных ВВ на основе гексогена // Горение и взрыв.— М.: Наука.— 1972.— С. 452—454.
10. Соловьев В. С., Аттетков А. В., Бойко М. М. и др. Экспериментальное исследование механизма детонации в низкоплотных ВВ // ФГВ.— 1986.— 22, № 4.— С. 88—92.

г. Москва

Поступила в редакцию 11/II 1992

УДК 534.222.2 : 553.81 : 54—114

В. Н. Коломийчук, И. Ю. Мальков

ИССЛЕДОВАНИЕ СИНТЕЗА УЛЬТРАДИСПЕРСНОЙ АЛМАЗНОЙ ФАЗЫ В УСЛОВИЯХ ДЕТОНАЦИИ СМЕСЕВЫХ СОСТАВОВ

Экспериментально исследован синтез ультрадисперсного алмаза в условиях детонации. Сопоставлением данных взрывного эксперимента и результатов, полученных при исследовании сохранных порошков УДА методами малоуглового рассеяния рентгеновских лучей и электронной микроскопии, изучены закономерности синтеза алмазной фазы при детонации вторичных ВВ.

Исследование образования ультрадисперсной алмазной фазы углерода (УДА) при детонации конденсированных ВВ с отрицательным кислородным балансом имеет большое значение для понимания физико-химии углерода в детонационных волнах, детонационного превращения в целом.

Обычно, как при промышленном производстве УДА, так и в научных исследованиях используют прессованные или литые двухкомпонентные смеси [1—5], где один из компонентов (наиболее широкое применение нашел тринитротолуол — ТНТ) служит основным поставщиком свободного углерода, а второй, как обычно полагают, источником дополнительной энергии, необходимой для достижения эффективного протекания синтеза. В работах [6—8] показано, что синтез УДА происходит и в случае смесевых составов типа мощное ВВ + жидкая инертная органическая добавка.

Непосредственное (экспериментальное) изучение эволюции углерода в детонационной волне чрезвычайно затруднено, что объясняется об-

© В. Н. Коломийчук, И. Ю. Мальков, 1993.