

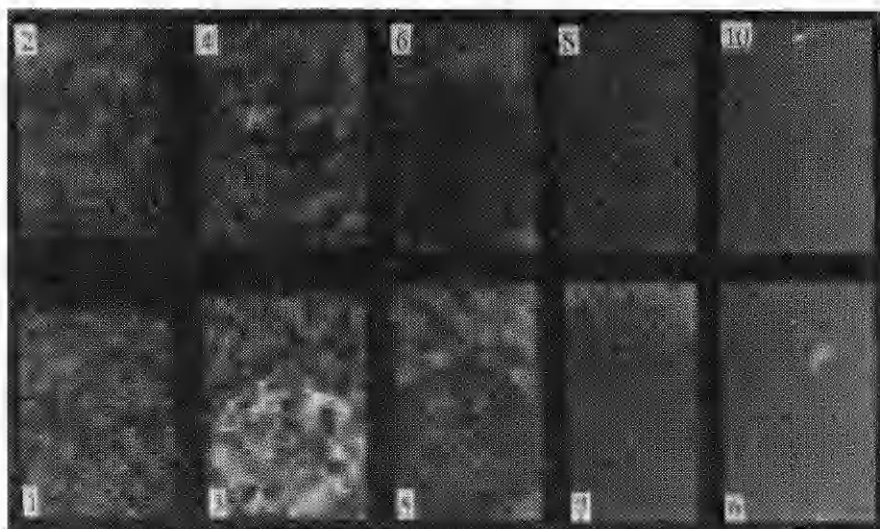


Рис. 4. Кинограмма отражения ДВ от сапфирового окна на кадре 3. Время между кадрами 0,2 мкс.

возможности согласовать течение около точки *М* (см. рис. 1). Пульсирующая детонация в смеси нитрометана с ацетоном проявляет и другие свойства [4], не вытекающие из ее схемы [1, 2].

На основании приведенных результатов следует полагать, что для исследуемого процесса в смеси нитрометана с ацетоном требуется корректировка представлений о схеме детонации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дремин А.Н., Савров С.Д., Трофимов В.С. и др. Детонационные волны в конденсированных средах. — М.: Наука, 1970.
2. Дремин А.Н. Пульсирующий детонационный фронт // ФГВ. — 1983. — 19, № 4. — С. 159.
3. Нелин В.М., Трофимов В.С. Определение элементов структуры детонационного фронта в смеси нитрометана и ацетона // Детонация. Критические явления. Физико-химические превращения в ударных волнах. — Черноголовка, 1978. — С. 11.
4. Мацуков Д.И., Соловьев В.С., Сорокин С.В. Особенности детонационного превращения смесей нитрометана с ацетоном. — Деп. в ЦНИИНТИ, 1990, ДР-580.

606002, г. Дзержинск,
НИИМАШ

Поступила в редакцию 5/VI 1993,
после доработки — 19/X 1993

УДК 662.46

В.В. Андреев, А.Я. Даммер, Л.А. Лукьянчиков

ИНИЦИИРОВАНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДЕТОНАЦИИ В СУХИХ И ВОДОНАПОЛНЕННЫХ ЗАРЯДАХ ВВ МАЛОГО ДИАМЕТРА

Проведены эксперименты по инициированию и распространению детонации в сухих и водонаполненных детонирующих шнурах. Исследование структуры фронта детонации электромагнитными методами и скоростной фоторегистацией выхода свечения на торец показало, что при увлажнении заряда подавляются неидеальные режимы детонации, определяющие чувствительность ВВ к инициированию слабой ударной волной.

© В.В. Андреев, А.Я. Даммер, Л.А. Лукьянчиков, 1994.

Изучение процессов инициирования и распространения детонации в сухих и водонаполненных зарядах ВВ околопредельного диаметра в малопрочной оболочке представляет значительный научный и практический интерес при решении вопросов безопасного обращения с ВВ и создания систем взрывания с уменьшенным содержанием ВВ.

Экспериментально исследовались особенности инициирования и распространения детонации в сухих и водонаполненных удлинённых зарядах тэна (детонирующих шнурах с содержанием ВВ 6,2—10 г/м). Средняя плотность ВВ в детонирующем шнуре (ДШ) составляла 1,4 г/м³. Диаметр заряда ВВ внутри ДШ менялся от 2,5 до 4 мм в зависимости от содержания ВВ на единицу длины (навески). Анализ литературных данных для зарядов из сухого полидисперсного тэна [1] свидетельствует, что даже для зарядов без оболочки во всем интересующем нас диапазоне навесок диаметр заряда ВВ превышает критический. Наличие оболочки, а также измельчение ВВ в процессе изготовления ДШ еще более благоприятствуют распространению детонации. Отрицательным моментом является рассредоточение ВВ по сечению ДШ, из-за чего плотность тэна в периферийной зоне, где он перемежается с продольными нитями оболочки, ниже, чем в центре.

Кинематика детонационной волны (ДВ) исследовалась оптической съемкой на СФР в режиме фоторазвертки. Результаты съемки показали, что волна стационарна и скорость ее не зависит от величины навески. Скорость детонации сухого ДШ $D = 6,9$ км/с, водонаполненного — 7,2 км/с. ДШ наполняли водой, замачивая сутки и более на глубине 0,2 м. Равномерность промокания определялась выборочным вскрытием оболочки ДШ, содержание воды составляло ~ 12 % от общей массы шнура. Увеличение скорости детонации при водонаполнении заряда вследствие уменьшения сжимаемости ВВ согласуется с данными работы [2].

Иницирование детонирующих шнуров изучалось в экспериментах по передаче детонации от одного отрезка ДШ к другому через воздушный промежуток. Фоторазвертка передачи детонации сухих ДШ через воздушный промежуток представлена на рис. 1. В пассивном заряде сразу после подхода ударной волны (УВ) и следующих за ней продуктов взрыва формируется низкоскоростной режим. После прохождения некоторого пути низкоскоростной режим переходит скачком в нормальную детонацию. Давление инициирующей УВ в воздухе оценивалось по скорости волны [3] и составляло ~ 70 МПа. Подобный механизм развития детонации в порошковых зарядах малых диаметров зафиксирован ранее в работах [4—6]. Малое время формирования этого режима и низкое давление инициирующей УВ дают основания полагать, что он начинается со сверхскоростного конвективного горения.

В водонаполненных зарядах неидеального режима нет и в случае срабатывания в пассивном практически мгновенно возникает соответствующая ему нормальная детонационная волна. При этом надежность передачи детонации от шнура к шнуру резко падает.

Для выяснения причин снижения надежности исследовалась структура ДВ в сухих и водонаполненных детонирующих шнурах, которые включали регистрацию массовой скорости электромагнитным методом и фотосъемку



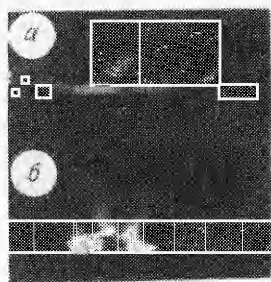


Рис. 2.

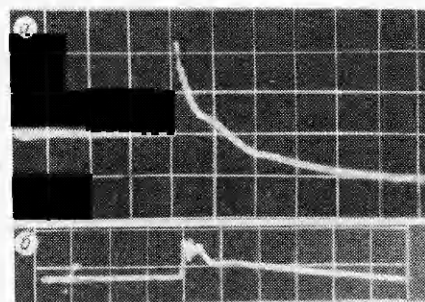


Рис. 3.

выхода детонации на торец шнура. Торцевая развертка детонационного процесса в сухом заряде дана на рис. 2, а. Волна плоская во всем сечении заряда, в том числе и на периферии. В водонаполненном заряде (рис. 2, б) волна плоская только на тех участках, где ВВ не перемежается нитями оплетки ДШ. На периферии и в центре (ВВ находится между нитями) фронт искривляется и свечение отстает от переднего фронта.

Массовую скорость регистрировали П-образными датчиками из алюминиевой фольги, расположенными на границе ВВ — парафин. Ширина плеча датчика равна диаметру заряда ВВ внутри ДШ. Результаты регистрации массовой скорости соответствуют результатам оптической съемки. Профили массовой скорости в сухом заряде (рис. 3, а) совпадают по форме с полученными другими авторами для зарядов большего диаметра в аналогичной постановке [7]. В водонаполненных зарядах (рис. 3, б) массовая скорость снижается в большей степени, чем следует из уменьшения сжимаемости, и на осциллограмме наблюдается несколько последовательных пиков. Это можно объяснить неодновременностью нагружения различных участков плеча датчика, вызванной кривизной фронта.

Полученные результаты свидетельствуют, что неидеальные режимы детонации, в которых реакция возбуждается в очагах на границе зерен, определяющие чувствительность ВВ в ДШ в стандартных испытаниях, подавляются при увлажнении. Этим объясняется несоответствие показателей надежности, полученных в заводских испытаниях и при практическом использовании ДШ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боболев В.К. Детонационная способность и чувствительность взрывчатых веществ // Детонация конденсированных и газовых систем. — М.: Наука, 1986.
2. Державец А.С., Стреляев А.Е. К вопросу о метательной способности водонасыщенных зарядов ВВ. Боковое метание // Химическая физика горения и взрыва. — Черноголовка, 1980.
3. Баум Ф.А., Орленко Л.П., Станюкович К.П. и др. Физика взрыва. — М.: Наука, 1975.
4. Афанасенков А.Н., Воскобойников И.М., Апин А.Я. О передаче детонации через воздушный промежуток // Взрывное дело 63/20. — М.: Недра, 1967. — С. 101—110.
5. Андреев В.В. Инициирование порошкового гексогена слабой ударной волной // ФГВ. — 1979. — 15, № 1. — С. 126—128.
6. Андреев В.В., Ершов А.П., Лукьянчиков Л.А. Двухфазная низкоскоростная детонация пористого ВВ // Там же. — 1984. — 20, № 3. — С. 89—93.
7. Дремин А.Н., Савров С.Д., Трофимов В.С., Шведов К.К. Детонационные волны в конденсированных средах. — М.: Наука, 1970.

630090, г. Новосибирск,
ИГиЛ СО РАН

Поступила в редакцию
4/XI 1993