

РАСЧЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ СВЯЗИ СКОРОСТИ С КРИВИЗНОЙ ФРОНТА ПРИ ДЕТОНАЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБРАЗЦОВ НИЗКОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ВВ

Д. Н. Куприянец, А. Л. Жеребцов, М. В. Тараник, Л. Р. Исламова, Е. Б. Грачева

ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина», Снежинск, Россия

Важным типом экспериментов для верификации модели детонации конденсированных ВВ являются опыты по исследованию скорости детонации цилиндрических образцов разного диаметра (диаметр-эффект). Как известно, конкретное ВВ характеризуется критическим диаметром $d_{кр}$ – минимальным диаметром, при котором еще возможно распространение детонации, а также предельным диаметром $d_{пред}$, при превышении которого увеличения скорости детонации уже не происходит. При детонации зарядов конечных диаметров под действием боковых волн разгрузки ударный фронт приобретает форму, выпуклую в сторону распространения детонации. Кривизна фронта k также является важной характеристикой рассматриваемого процесса.

Низкочувствительные составы на основе ТАТБ являются интересным объектом исследования диаметр-эффекта и характеризуются значительным отличием критического и предельного диаметра: $d_{пред} \approx 10d_{кр}$, при этом скорость детонации D при уменьшении диаметра снижается на величину $\approx 10\%$. В работах [1, 2] представлены результаты экспериментальных исследований параметров детонации цилиндрических образцов ВВ на основе ТАТБ, в том числе с инертными и взрывчатыми облочками. Получена однозначная взаимосвязь между скоростью детонационной волны и кривизной ее фронта.

Как известно, основной причиной неидеальности детонации высокоплотных взрывчатых составов на основе ТАТБ в условиях далеких от критических является медленное энерговыделение, связанное с экзотермическим процессом роста кластеров ультрадисперсного алмаза (УДА) в продуктах взрыва [3, 4]. Рост УДА вне химической зоны подтверждают опыты по изучению динамики размеров наночастиц конденсированного углерода с помощью синхротронного излучения [5]. В плоскостных опытах неидеальность проявляется как зависимость эффективного давления Жуге от пройденного детонационной волной расстояния [4].

В настоящей работе разработанная объединенная модель детонации рассматриваемого ВВ [6] была использована для моделирования опытов с цилиндрическими образцами [1, 2]. Модель учитывает как медленную кинетику (выделение части калорийности вне химической зоны ВВ-ПВ), так и ударно-волновую чувствительность ВВ. Получена хорошая согласованность расчетных и экспериментальных зависимостей $D(d)$ и $D(k)$. Без учета медленной кинетики воспроизвести экспериментальные параметры не удается.

Литература

1. **Костицын, О. В.** Распространение детонации в цилиндрических образцах из низкочувствительного ВВ [Текст] / О. В. Костицын, Б. Г. Лобойко, В. П. Филин и др. / Взрывчатые вещества ; под ред. Н. П. Тайбинова. – Снежинск, изд-во РФЯЦ – ВНИИТФ, 2023. – С. 263–267.
2. **Просвирнин, К. М.** Связь скорости с кривизной для вогнутого фронта детонационной волны [Текст] / К. М. Просвирнин, Е. Б. Смирнов, Б. Г. Лобойко и др. // Взрывчатые вещества ; под ред. Н. П. Тайбинова. – Снежинск, изд-во РФЯЦ – ВНИИТФ, 2023. – С. 400–403.
3. **Vicelli, J. A.** Carbon clustering kinetics in detonation wave propagation [Text] / J. A. Vicelli, F. H. Ree // J. Appl. Phys. – 1999. – Vol. 86, No. 1. – P. 237–248.
4. **Grebenkin, K. F.** Computer modeling of scale effects at heterogeneous HE detonation [Text] / K. F. Grebenkin, A. L. Zherebtsov, M. V. Taranik // Proc. 13th Symposium (International) on Detonation. – USA, Norfolk, 2006. – P. 496–505.
5. **Алешаев, А. Н.** Применение синхротронного излучения для исследования детонационных и ударно-волновых процессов [Текст] / А. Н. Алешаев, П. И. Зубков, Г. Н. Кулипанов и др. // ФГВ. – 2001. – Т. 37, № 5– С. 104–113.

6. **Гребенкин, К. Ф.** Объединенная модель детонации взрывчатого состава на основе ТАТБ [Текст] / К. Ф. Гребенкин, А. Л. Жеребцов, М. В. Тараник // Физические модели детонации гетерогенных кристаллических веществ : сб. статей ; под ред. К. Ф. Гребенкина. – Снежинск : Изд-во РФЯЦ – ВНИИТФ, 2017. – С. 240–257.
