

КРИВАЯ ТОРМОЖЕНИЯ ХИМПИКА ДЕТОНИРУЮЩЕГО ПЛАСТИФИЦИРОВАННОГО ТРИАМИНОТРИНИТРОБЕНЗОЛА

В. И. Таржанов¹, А. В. Воробьев¹, Д. П. Кучко², М. А. Ральников¹, Р. В. Комаров¹, Г. Г. Бондарчук¹

Аннотация: Исследована зона химической реакции (химпик) в детонирующем пластифицированном триаминотринитробензоле (ТАТБ). Регистрировались скорости фольг из разных металлов (Al, Cu, Ni, Mo и Ta) с толщинами 0,03–0,4 мм, устанавливаемых на поверхности зарядов исследуемого взрывчатого вещества (ВВ), а также детонационные профили на границе с окнами из фтористого лития, сапфира и полиметилметакрилата (оргстекла). Экспериментальные точки торможения детонационного фронта на разных материалах фольг и окон аппроксимированы в координатах давление – массовая скорость ($P-u$) единой кривой, названной авторами кривой торможения химпика. Пересечением этой кривой волновым лучом получено состояние в максимуме химпика (состояние Неймана) $P_N = 36,6$ ГПа, $u_N = 2,52$ км/с. Построены кривые «мгновенной» разгрузки ВВ из состояний торможения. Высказана гипотеза о разложении исследуемого ВВ на детонационном фронте и вблизи него со значимым энерговыделением при давлениях торможения выше 65 ГПа. Утверждается, что ниже этого порога ВВ остается в нереагирующем состоянии как на фронте отраженной волны, так и при «мгновенной» разгрузке из состояния торможения.

Ключевые слова: взрывчатое вещество (ВВ); пластифицированный ТАТБ; детонация; химпик (пик Неймана); лазерно-интерферометрическая диагностика; гетеродин-интерферометрия (PDV); метод преград

DOI: 10.30826/CE20130311

Литература

1. LASL explosive property data / Eds. T. R. Gibbs, F. Popolato. — Los Alamos ser. on dynamic material properties. — Berkeley, Los Angeles, London: University of California Press, 1980. 481 p.
2. Sheffield S. A., Bloomquist D. D., Tarver C. M. Subnanosecond measurements of detonation fronts in solid high explosives // *J. Chem. Phys.*, 1984. Vol. 80. No. 8. P. 3831–3844.
3. Dick J. J., Forest C. A., Ramsay J. B., Seitz W. L. The Hugoniot and shock sensitivity of a plastic-bonded TATB explosive PBX 9502 // *J. Appl. Phys.*, 1988. Vol. 63. No. 10. P. 4881–4888.
4. Шорохов Е. В., Литвинов Б. В. Ударная сжимаемость взрывчатых композиций на основе ТАТБ в диапазоне давлений от 0,1 до 40 ГПа // *Хим. физика*, 1993. Т. 12. № 5. С. 722–723.
5. Lubyatinsky S. N., Loboiko B. G. Detonation reaction zones of solid explosives // 12th Symposium on Detonation Proceedings. — Snowmass, CO, USA, 1998.
6. Лобойко Б. Г., Любятинский С. Н. Зоны реакции детонирующих твердых взрывчатых веществ // *Физика горения и взрыва*, 2000. Т. 36. № 6. С. 45–64.
7. Федоров А. В. Параметры пика Неймана и структура фронта детонационной волны конденсированных взрывчатых веществ // *Хим. физика*, 2005. Т. 24. № 10. С. 13–21.
8. Колесников С. А., Уткин А. В. Неклассические режимы стационарной детонации в прессованном TNETB // *Физика горения и взрыва*, 2007. Т. 43. № 6. С. 97–103.
9. Фёдоров А. В., Михайлов А. Л., Антонюк Л. Л., Назаров Д. В., Финюшин С. А. Определение параметров детонационных волн в монокристаллах тэна и октогена // *Физика горения и взрыва*, 2011. Т. 47. № 5. С. 117–122.
10. Федоров А. В., Михайлов А. Л., Антонюк Л. Л., Назаров Д. В., Финюшин С. А. Определение параметров зоны химической реакции, состояний пика Неймана и Чепмена–Жуге в гомогенных и гетерогенных ВВ // Сб. тезисов XII Междунар. конф. Забабахинские научные чтения. — Снежинск: РФЯЦ-ВНИИТФ, 2012. С. 94.
11. Козлов Е. А., Таржанов В. И., Теличко И. В., Воробьев А. В., Левак К. В., Маткин В. А., Павленко А. В., Малюгина С. Н., Дулов А. В. Структура зоны реакции детонирующего мелкозернистого ТАТБ // Междунар. конф. «Ударные волны в конденсированных средах»: Труды. — Киев: «Интерпрес ЛТД», 2012. С. 58–60.
12. Козлов Е. А., Таржанов В. И., Теличко И. В., Воробьев А. В., Левак К. В., Маткин В. А., Кучко Д. П., Ральников М. А., Боярников Д. С., Павленко А. В., Малюгина С. Н., Дулов А. В. Структура зоны реакции ТАТБ при нормальной и пересжатой детонации // Междунар. конф. XV Харитоновские тематические научные чтения: Сб. тезисов. — Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ.

¹ Российский Федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е. И. Забабахина, v.i.tarzhanov@vniitf.ru

² Российский Федеральный ядерный центр — Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е. И. Забабахина, d.p.kuchko@vniitf.ru

2013. С. 31–32.
13. *Duff R. E., Houston E. F.* Measurement of the Chapman–Jouguet pressure and reaction zone length in a detonating high explosive // *J. Chem. Phys.*, 1955. Vol. 23. P. 1268–1273.
 14. *Дремин А. Н., Похил П. Ф.* Исследование зоны химической реакции тротила // *Ж. физ. хим.*, 1961. Т. 34. № 11. С. 2561.
 15. *Зельдович Я. Б., Компанец А. С.* Теория детонации. — М.: Гостехиздат, 1955. 268 с.
 16. *Jackson R. K., Green L. G., Barlett R., et al.* Initiation and transition regularities in TATB // 6th Symposium (International) on Detonation Proceedings. — Coronado, CA, USA, 1976.
 17. *Green L. G., Tarver C. M., Erskine D. J.* Reaction zone structure in supracompressed detonating explosives // 9th Symposium (International) on Detonation Proceedings. — Portland, OR, USA, 1989.
 18. *Аминов Ю. А., Еськов Н. С., Никитенко Ю. Р., Рыкованов Г. Н.* Расчеты структуры реакционных зон гетерогенных ВВ // *Физика горения и взрыва*, 1998. Т. 34. № 2. С. 125–128.
 19. *Физические модели детонации гетерогенных кристаллических взрывчатых веществ* / Под ред. К. Ф. Гребенкина. — Снежинск: РФЯЦ-ВНИИТФ, 2017. 290 с.
 20. *Аминов Ю. А., Горшков М. М., Заикин В. Т., Коваленко Г. В., Никитенко Ю. Р., Рыкованов Г. Н.* Исследование торможения продуктов детонации взрывчатого вещества на основе ТАТБ // *Физика горения и взрыва*, 2002. Т. 38. № 2. С. 121–124.
 21. *Strand O. T., Goosman D. R., Martinez C., Whitworth T. L., Kuhlow W. W.* A novel system for high speed velocimetry using heterodyne techniques // *Rev. Sci. Instrum.*, 2006. Vol. 77. P. 083108.
 22. *Козлов Е. А., Таржанов В. И., Теличко И. В., Панкратов Д. Г., Кучко Д. П., Ральников М. А.* О совмещении методик оптического рычага и лазерно-гетеродинной для изучения динамических свойств конструкционных материалов // Сб. тезисов XII Междунар. конф. Забабахинские научные чтения. — Снежинск, 2014. С. 229.
 23. Экспериментальные данные по ударно-волновому сжатию и адиабатическому расширению конденсированных веществ / Под ред. Р. Ф. Трунина. — Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2006. 531 с.
 24. *Jensen B. J., Holtkamp D. B., Rigg P. A.* Accuracy limits and window corrections for photon Doppler velocimetry // *J. Appl. Phys.*, 2007. Vol. 101. P. 013523.
 25. *Erskine D.* High pressure Hugoniot of sapphire // High Pressure Science and Technology: Joint International Association for Research and Advancement of and American Physical Society Topical Group on Shock Compression of Condensed Matter Conference Proceedings / Eds. S. C. Schmidt, J. W. Shaner, G. A. Samara, M. Ross. — Colorado Springs, CO, USA, 1993. P. 141–143.
 26. *Bouyer V., Hebert P., Doucet M., Decaris L., Terzulli L.* Experimental measurements of the chemical reaction zone of TATB and HMS based explosives // *AIP Conf. Proc.*, 2012. Vol. 1426. P. 209–212.
 27. *Tang P. K., Anltrson W. W., Fritz J. E., Hixson R. S., Vorhman J. E.* A study of the overdriven behaviors of PBX 9501 and PBX9502 // 12th Symposium (International) on Detonation Proceedings. — San Diego, CA, USA, 2002.
 28. *Дремин А. Н.* К теории детонации // *Хим. физика*, 1995. Т. 14. № 12. С. 22–40.

Поступила в редакцию 09.07.2020