

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА КОНДЕНСАЦИИ УГЛЕРОДА ПРИ ДЕТОНАЦИИ СМЕСИ ТРОТИЛ-ГЕКСОГЕН

И.А. Рубцов, К.А. Тен, Э.Р. Прууэл, А.О. Кашкаров, С.И. Кременко
Институт гидродинамики им. М. А. Лаврентьева СО РАН, Новосибирск

Проблема роли конденсации углерода при детонации взрывчатых веществ – один из обсуждаемых элементов кинетики детонационного процесса [1-6]. В настоящее время для ее изучения интенсивно развивается методика мало-углового рентгеновского рассеяния (МУРР) синхротронного излучения (СИ) [3-6]. Сигнал МУРР зависит от наномасштабных флуктуаций плотности в детонационном процессе. При детонации углеродосодержащих взрывчатых веществ (ВВ) с отрицательным кислородным балансом возникновение этих флуктуаций связано с образованием конденсированного углерода в разных фазах.

В настоящей работе исследовался процесс конденсации углерода в зависимости от диаметра ВВ на образцах тротил/гексоген (50/50) диаметром 20, 30, 40 мм. Эксперименты проводились на новой экспериментальной станции, где в качестве источника СИ использовался ускорительный комплекс ВЭПП-4М (ИЯФ СО РАН). Регистрация сигналов МУРР проводилась новой модификацией детектора DIMEX-3.

В продуктах детонации конденсированный углерод формирует частицы со сложной структурой. Для расшифровки размеров структуры конденсированного углерода по данным МУРР использовались два метода. Методом Гинье определялась динамика среднего размера рассеивающих наночастиц. Во втором методе, сигнал МУРР аппроксимировался набором интенсивностей рассеяния от однородных сферических частиц разного диаметра. Оба метода дают согласованные результаты.

В первые 600 нс после детонационного фронта образуются рассеивающие центры со средним размером около 4 нм. Затем в течении 3–5 мкс наблюдается быстрый рост до ≈ 9 нм, после чего наблюдается слабый длительный рост среднего размера углеродных структур. Яркой зависимости времени роста от диаметра заряда не обнаружено.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (№ 17-03-00251 и 16-29-01050).

Литература

1. Craig M. Tarver, John W. Kury, R. Don Breithaupt Detonation waves in triaminotrinitrobenzene. *J. Appl. Phys.* – 1997. – V.82, N 8. P 3771–3782.
2. Grebenkin K.F., Taranik M.V., Zherebtsov A.L. Computer modeling of scale effects at heterogeneous HE detonation // *Proc. 13th Symposium (International) on Detonation, Norfolk, USA – 2006.* – P. 496–505
3. Ten K.A., Prueel E.R., Titov V.M. SAXS Measurement and Dynamics of Condensed Carbon Growth at Detonation of Condensed High Explosives. Fullerenes, Nanotubes, and Carbon Nanostructures, 20: 587–593, 2012.
4. Ten K.A., Titov V.M., Prueel E.R., Kashkarov A.O., Tolochko B.P., Aminov Yu.A., Loboyko B.G., Muzyrya A.K. and Smirnov E.B. Carbon condensation in detonation of high explosives. *Proceedings Fifteenth International Detonation Symposium. San Francisco, California, USA.*
5. M. Bagge-Hansen, L. Lauderbach, R. Hodgins, S. Bastea, L. Fried, A. Jones, T. van Buuren, D. Hansen, J. Benterou, C. May, T. Graber, B. J. Jensen, J. Ilavsky and T. M. Willey Measurement of carbon condensates using small-angle x-ray scattering during detonation of the high explosive hexanitrostilbene. *J. Appl. Phys.* – 2015. – V.117, N 245902.
6. T. M. Willey, M. Bagge-Hansen, L. Lauderbach, R. Hodgins, D. Hansen, C. May, T. van Buuren, D. M. Dattelbaum, R. L. Gustavsen, E. B. Watkins, M. A. Firestone, B. J. Jensen, T. Graber, S. Bastea and L. Fried. Measurement of carbon condensates using small-angle x-ray scattering during detonation of high explosives// *AIP Conference Proceedings. Volume 1793. Issue 1. 030012 (2017).* doi:10.1063/1.4971470.