

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ В ДЕТОНАЦИОННОЙ ВОЛНЕ ИЗОТОПНЫМ МЕТОДОМ

*В. Ф. Анисичкин, Б. Г. Дерендяев, В. А. Коптюг,  
И. Ю. Мальков, Н. Ф. Салахутдинов, В. М. Титов*

*(Новосибирск)*

В связи с широким распространением приближенных методов численного расчета термодинамических параметров при детонации конденсированных ВВ в последние годы появился ряд экспериментальных работ, в которых проводится анализ продуктов детонации после взрыва с целью сопоставления с результатами расчетов. Один из наиболее полных таких анализов выполнен в [1] для смеси тротил — гексоген (состав В) и смесевых составов из ТНТ, нитрогуанидина и алюминия.

При экспериментах в калориметрических бомбах относительно малого размера детальные исследования состава продуктов детонации проводились и ранее, например, в [2], где они были дополнены применением методики «меченых атомов». В молекулу гомогенного ВВ бис-трипирозтиладипата  $C_{10}H_{12}N_6O_{16}$  (имеющую в основе линейную структуру с тремя нитрогруппами на концах цепи) вводились атомы  $^{13}C$ ,  $^{18}O$ . После опыта отношения  $^{12}C/^{13}C$ ,  $^{16}O/^{18}O$  в исходном ВВ сравнивались с аналогичными в продуктах детонации, в том числе в конденсированном углероде (СО и  $CO_2$ ). Из приближенного равенства этих отношений авторы [2] сделали вывод, что для «гомогенных идеальных ВВ» практически все внутримолекулярные связи в исходной молекуле ВВ в процессе детонации разрушаются, после чего фрагменты молекул рекомбинируют статистически случайным образом до «закалки» продуктов при адиабатическом расширении. Это единственное прямое исследование такого рода в мировой литературе, известное авторам.

В настоящей работе выполнен эксперимент на смеси тротил — гексоген, близкой по составу к исследованной в [1]. В 58% молекул ТНТ атом  $^{12}C$  в составе метильной группы замещен на  $^{13}C$ . Содержание метки  $^{13}C$  во всем заряде с учетом промежуточного заряда (бустера) из гексогена составило 5,7%.

После подрыва в атмосфере гелия методами масс-спектрометрии анализировалось изотопное отношение  $^{13}C/^{12}C$  в отобранных пробах газообразных продуктов детонации (полный массовый анализ не проводился) и в конденсированном углероде, общая масса которого соответствует данным [1]. В газообразной фазе продуктов содержание метки определено для окислов углерода и для этилена, малые количества которого зафиксированы в продуктах детонации. Получено, что для СО,  $CO_2$  и  $C_2H_4$  отношение  $^{13}C/^{12}C = 4,4, 4,8$  и  $7,3\%$  соответственно. Обращает внимание некоторое обогащение меткой  $^{13}C$  этилена, что связано, вероятно, с его преимущественным образованием из молекул ТНТ.

Изотопное отношение в конденсированном углероде равно 5,8, что близко к указанной выше средней величине. Однако после разделения по реакционной способности конденсированного углерода на две компоненты получены различные содержания метки для двух составляющих: 3,0 и 7,3% (ср. с [2]). На возможность возникновения разных модификаций конденсированной фазы указывается и в [3], что коррелирует с данными [4], где наблюдалось заметное изменение электропроводности в зоне химической реакции (химпика) для сплавов тротил — гексоген. Заметим, что в рамках принятой терминологии как тротил, так и его сплавы с гексогеном — гетерогенные конденсированные ВВ, поэтому необходимы исследования отдельно взятых компонентов — тротила и гексогена — для формулировки окончательных выводов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Volk F., Bathelt H., Schedlbauer F. e. a. 8-th Symp. (Intern.) on Detonation. Albuquerque, USA, 1985.
2. McGuire R., Ornellas D., Akst I. Proc. Symp. H. D. P. Paris, 1978. Русский перевод: — В кн.: Детонация и взрывчатые вещества/Под ред. А. А. Борисова.— М.: Мир, 1981.
3. Van Thiel M., Ree F. H. Properties of carbon clusters in TNT detonation products: the granite diamond transition. UCRL — Preprint 95839, LLNL, Dec. 1986.
4. Ставер А. М., Ершов А. П., Лямкин А. И. ФГВ, 1984, 20, 3, 79.

*Поступила в редакцию 11/III 1988*