

Чувствительность ароматических нитросоединений и солей 5,5'-азотетразола к детонационному импульсу

А.В. Юрков, И.В. Лазарев, Л.Е. Богданова, А.И. Левшенков

Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия

Обоснование. Чувствительность энергонасыщенных материалов к начальным импульсам является как характеристикой детонационной способности, так и характеристикой безопасности. Одним из методов ее определения является определение минимального инициирующего заряда (МИЗ) инициирующих взрывчатых веществ (ИВВ). Чувствительность индивидуальных ВВ к детонационному импульсу зависит как от природы вещества, так и от характеристик заряда — плотности, дисперсности и формы частиц ВВ, определяющих количество и размер горячих точек, способствующих распространению детонационной волны. К бризантным ВВ пониженной мощности относят ВВ с теплотой взрыва меньше, чем у тротила. Такие ВВ в небольших диаметрах могут детонировать только при пониженной плотности заряда. К таким ВВ относятся как ароматические динитросоединения [1], так и близкие к ним по расчетной теплоте взрыва полиазотистые соединения, в частности, соли 5,5'-азотетразола (AzT) с азотистыми основаниями [2], являющимися бескислородными системами.

Цель — определение чувствительности к детонационному импульсу кислородосодержащих систем — ароматических динитросоединений и бескислородных систем — солей AzT, сравнение чувствительности внутри рядов и между рядами ВВ.

Методы. В настоящей работе была использована методика [3]. В качестве оболочек использовались медные трубки с внутренним диаметром 4, 6 и 8 мм с толщиной стенки 1 мм. В качестве инициаторов использовали ТАТП с плотностью 0,8 г/см³ и ТЭН с плотностью 0,7 г/см³, инициируемый 30 мг ТАТП. ТАТП инициировали капсулом-воспламенителем. Исследуемые соединения использовали в виде частиц, проходящих через сито с размером ячейки 200 мкм (средний размер частиц около 100 мкм), которые готовили путем измельчения и отсева. Заряды готовили путем утряски до плотности 1 г/см³.

Результаты. Полученные величины МИЗ ТАТП и ТЭНа, а также минимальные диаметры заряда, при которых идет детонация, приведены в таблицах 1 и 2. Чувствительность к детонационному импульсу для солей AzT практически не зависит от теплоты взрыва и коррелирует прежде всего с вкладом основания в энтальпию образования соли, а также с массой молекулы основания — аммониевая соль AzT превосходит по чувствительности более высокоэнтальпийные этилендиаминовую и даже триаминогуанидиновую соли AzT. Ароматические динитросоединения также имеют между собой близкую теплоту взрыва [1] (3200–3600 кДж/кг), однако их чувствительность к детонационному импульсу различается еще больше. Эксплозифорная гидразинная группа закономерно повышает чувствительность. В наименьшей степени снижает чувствительность низкоэнтальпийная гидроксигруппа (по-видимому, из-за образования аци-формы), в наибольшей — термонейтральная аминогруппа, приближаясь к метильной группе, более всех снижающей кислородный баланс и теплоту взрыва. В целом, для наиболее чувствительных ароматических динитросоединений МИЗ ТАТП и критический диаметр детонации близки к таковым для солей AzT с близкой расчетной теплотой взрыва. МИЗ ТАТП по гидразиновой соли и по 2,4,6-ТНТ совпадают.

Таблица 1. Экспериментальные и расчетные характеристики солей AzT и 2,4,6-ТНТ

Взрывчатое вещество	Энтальпия образования, кДж/кг	Теплота взрыва, кДж/кг (расч.)	Минимальный диаметр заряда детонации ВВ, мм	МИЗ ТАТП, при $d = 6$ мм
(N ₂ H ₅) ₂ AzT	3100	3700	4	68±8
(NH ₄) ₂ AzT	2200	3400	6***	88±12
TAzT*	2900	3600	6***	125±25
EnAzT**	2400	3500	6***	225±25
2,4,6-ТНТ	-300	4200	4	68±8

* бис-триаминогуанидиновая соль AzT; ** этилендиаминовая соль AzT; *** в зарядах 4 мм взрывной процесс идет без пробития свинцовой пластины.

Таблица 2. Экспериментальные характеристики ароматических динитросоединений

Взрывчатое вещество	Минимальный диаметр заряда детонации ВВ, мм	МИЗ ТАП при $d = 6$ мм	МИЗ ТЭН при $d = 6$ мм	МИЗ ТЭН при $d = 8$ мм
2,4-Динитрофенилгидразин	4	100±25		
1,3-Динитробензол	6*	160±20		
2,4-Динитрорезорцин	6*	200±50		
2,4-Динитрофенол	4	300±50	68±8	
2,4-Динитро-3-аминофенол	6		250±50	
2,4-Динитротолуол	8			300±50
2,4-Динитроанилин	8			400±100

* при меньшем диаметре эксперимент не проводился.

Выводы. На основании проведенных исследований показано влияние химического строения на взрывчатые характеристики различных ВВ. Показано, что, несмотря на близкое химическое строение и близкую теплоту взрыва, различия внутри ряда ароматических динитросоединений больше, чем между ними и бескислородными солями AzT.

Ключевые слова: чувствительность ВВ; минимальный инициирующий заряд; ароматические динитросоединения; соли азотетразола с азотистыми основаниями.

Список литературы

1. Орлова Е.Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. Ленинград: Химия, 1981. 312 с.
2. Sinditskii V.P., Bogdanova L.E., Kapranov K.O., et al. High-energy salts of 5,5-Azotetrazole. 1. thermochemistry and thermal decomposition // Combustion, Explosion, and Shock Waves. 2019. Vol. 55, No. 3. P. 308–326. DOI: 10.1134/S0010508219030092
3. Петрейкин А.А., Антипов Д.С., Кунаков А.А., и др. Разработка методики определения минимальных инициирующих зарядов для низкоплотных зарядов бризантных ВВ // Успехи в химии и химической технологии. 2016. Т. XXX, № 8. С. 37–38.

Сведения об авторах:

Аркадий Владиславович Юрков — студент, группа И-43, ИХТ-факультет; Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия. E-mail: arkan2002@yandex.ru

Илья Владимирович Лазарев — студент, группа И-63, ИХТ-факультет; Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия. E-mail: Ilya.v.lazarev@gmail.com

Людмила Евгеньевна Богданова — инженер кафедры ХТОСА, ИХТ-факультет; Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия. E-mail: akharkina-luda@rambler.ru

Антон Игоревич Левшенков — доцент кафедры ХТОСА, ИХТ-факультет; Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия. E-mail: antlew@rambler.ru