

УДК 622.215.2

Д.С. Антипов, А.А. Петрейкин, А.А. Кунаков, Л.Е. Левшенкова, А.И. Левшенков

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва

**ДЕТОНАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ ПРОСТЫХ АММОНАЛОВ В ЗАРЯДАХ МАЛЫХ ДИАМЕТРОВ**

Проведены исследования детонационной способности простых аммоналов различного состава в зарядах малых диаметров. Определены критические условия детонации в зависимости от прочности и толщины оболочки. Определены минимальные инициирующие заряды для аммоналов с различным содержанием алюминия.

**Ключевые слова:** детонация, смеси нитрата аммония с алюминием, критический диаметр детонации, минимальный инициирующий заряд.

Двойные смеси нитрата аммония с алюминием (простые, или простейшие аммоналы) является удобной модельной системой для изучения детонационных процессов. Они содержат в своём составе высококалорийное горючее – алюминий. Отсутствие в составе этих смесей углерода позволяет не учитывать обычных для  $\text{CHNO}$ -систем равновесий доменного и водяного газа, образования метана и  $\text{HCN}$ . Высокая температура кипения алюминия позволяет предположить, что химическое взаимодействие горючего и окислителя протекает исключительно в диффузионном режиме. Данные системы привлекают исследователей с 50-х – 60-х годов XX века [1,2]. В настоящее время интерес к исследованию их характеристик возрастает по ряду причин – с одной стороны, как системы, удобные для моделирования детонационных процессов, с другой – как вещества, часто применяемые в незаконном обороте ВВ и изготавливаемые в кустарных условиях.

Для простых аммоналов существует оптимальная плотность заряда, при которой наблюдается максимальная скорость детонации, при повышении плотности скорость детонации снижается, как и для других систем горючее-окислитель. По данным исследований, опубликованным в последние годы [3-5], понижение содержания алюминия с 18% (стехиометрическая смесь) до 6-8%, несмотря на заметное снижение энергетических характеристик, не приводит к снижению скорости детонации и увеличению критического диаметра детонации. Высокой детонационной способностью обладают даже смеси, содержащие 1-2% алюминия. Напротив, увеличение содержания алюминия с 16 до 20% заметно снижает скорость детонации. Скорость детонации данных смесей ниже расчетной [2,3].

Целью данной работы являлось установление минимального инициирующего заряда ИВВ (МИЗ) для простых аммоналов различного состава в зарядах, оценка критического и предельного диаметра в различных оболочках.

Нитрат аммония (марка Б, гранулированный ГОСТ 2-85) измельчали в бытовом дезинтеграторе, размер частиц после измельчения – менее 50 мкм. Смеси изготавливали методом длительного перемешивания в полиэтиленовом пакете. Для определения детонационной способности была изготовлена стехиометрическая смесь, содержащая 18% алюминиевой пудры ПАП-2, а также смеси с

отрицательным кислородным балансом, с содержанием алюминиевой пудры 2% и 8%. Определение МИЗ проводилось в медных трубках (внутренний/внешний диаметр) 4/6 мм, 6/8 мм (близкой по внутреннему диаметру к гильзе КД №8 (6.4 мм)).

В качестве инициирующего заряда использовалось органическое ИВВ со скоростью детонации около 3000 м/с. Поскольку детонационные характеристики простых аммоналов при высоких плотностях снижаются вплоть до потери детонационной способности, в данной работе была применена модифицированная методика определения МИЗ. Исследуемые простые аммоналы (около 2 г исследуемого вещества) запрессовывали в трубки под давлением около 50 ат до плотности зарядов 1.0-1.1 г/см<sup>3</sup> (максимальной для простых аммоналов, при которой детонационные параметры реализуются при малых диаметрах заряда). ИВВ запрессовывали поверх аммоналов при ещё меньших давлениях, чтобы избежать уплотнения основного заряда (давление составляло не более 20 ат, плотность заряда ИВВ 0.7-0.8 г/см<sup>3</sup>).

Заряд устанавливался вертикально на свинцовую пластину-свидетель диаметром 40 мм и толщиной 3 мм, стоящую на металлической пробке глубиной 20 мм. Воспламенение ИВВ производили с помощью стандартного электровоспламенителя, подрыв – с помощью электрического импульса от аккумулятора. Результат определялся по пробитию или следу на свинцовой пластине-свидетеле (Рис. 1).

Полученные результаты приведены в Табл. 1.

**Таблица 1. Минимальный инициирующий заряд для простых аммоналов с различным содержанием алюминия**

Содержание алюминия в аммонале, % масс.	2	8	18
МИЗ, мг	75	75	300

Таким образом, определены МИЗ органического ИВВ для простых аммоналов различного состава в медных трубках при различном содержании алюминия в смеси. Результаты показали, что простые аммоналы, содержащие 2 и 8% алюминия, значительно превосходят стехиометрическую смесь (18%) и обладают практически одинаковой детонационной способностью (критический диаметр детонации и

МИЗ). Такое поведение смесей может быть связано с неполнотой протекания химических реакций в точке Чепмена-Жуге, что является характерным как для

чистого нитрата аммония [5], так и для его для смесей с горючими [6], а также высокой теплопроводностью алюминия непрореагировавшего в этих условиях.

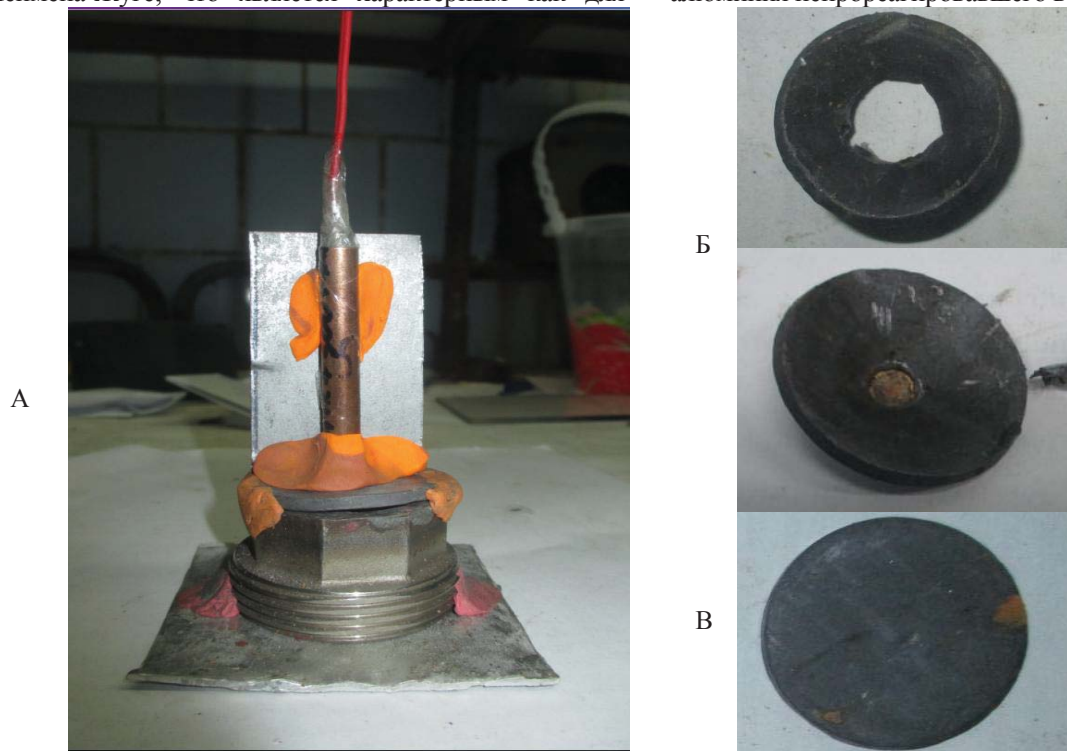


Рис. 1. Сборка для определения минимального инициирующего заряда (А), пластины-свидетели после детонации исследуемого заряда (Б), пластина-свидетель после отказа (В)

*Антипов Денис Сергеевич студент группы И-53 кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва*

*Петрейкин Александр Аркадьевич студент группы И-53 кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва*

*Кунаков Александр Андреевич студент группы И-63 кафедры химии и технологии органических соединений азота РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва*

*Левшенкова Людмила Евгеньевна инженер кафедры химии и технологии органических соединений азота, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва*

*Левшенков Антон Игоревич к.х.н., доцент кафедры химии и технологии органических соединений азота, РХТУ им. Д.И. Менделеева, Россия, Москва*

#### Литература

1. Беляев А.Ф. Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем. М: Наука, 1968, 255 с.
2. Андреев К.К., Беляев А.Ф. Теория взрывчатых веществ, Москва, 1960, 595 с.
3. Михеев Д.И., Кузьмин В.В., Черных П.А. Экспериментальное исследование параметров детонации смесей на основе гранулированной аммиачной селитры и алюминия. Успехи в химии и химической технологии, том XXIV, №3, 2010. С. 55-58.
4. Михеев Д.И., Кузьмин В.В., Ковешников И.Б. Экспериментальное исследование параметров детонации простейших аммоналов. Успехи в химии и химической технологии, том XXV, №12, 2011. С. 83-86.
5. Ермолаев Б.С., Хасаинов Б.А., Прель А.Н., Видаль П., Сулимов А.А. Низкоскоростная детонация в нитрате аммония и его смесях. 13-й Всероссийский симпозиум по горению и взрыву, 7–11 февраля 2005, Черногловка, МО, доклад № 155, (электронная версия).
6. Dubnov L.V., Bacharevich N.S., Romanov A.J. Industrial Explosives. Nedra, Moscow, 1988, 358 p.

*Antipov Denis Sergeevich, Petreykin Andrey Arkad'evich, Kunakov Alexandr Andreevich, Levshenkova Lyudmila Evgenyevna, Levshenkov Anton Igorevich*

D.I. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

#### CAPACITY DETONATION BINARY AMMONAL IN CHARGE OF SMALL DIAMETERS

**Abstract.** The investigations of the detonation capacity mixtures of ammonium nitrate and aluminum of various compositions in small diameter charges. The critical detonation conditions depending on the strength and thickness of the shell. Determine the minimum initiation charge for mixtures of ammonium nitrate and aluminum with different aluminum content.

**Key words:** detonation of ammonium nitrate mixed with aluminum, the critical detonation diameter mignimalny initiation charge.