

А. В. Аполенис, В. Э. Анников, Р. В. Графушин

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

ДЕТОНАЦИЯ МОЩНЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ СОСТАВОВ ФЛЕГМАТИЗИРОВАННЫХ ГЕЛЕОБРАЗНЫМ РАСТВОРОМ ОКИСЛИТЕЛЕЙ

Investigation of detonation of water gel-systems that content conversion high explosives (HMX and manufactured phlegmatized RDX) extracted from ammunition was carried out. Gel-like base (phlegmatizer) of such systems is water solution of ammonium and sodium nitrates that thickens by polyacrylamide. The results of investigation allowed to determine the composition of water gel-like explosives on a base of military conversion high explosives that could be effective and safety ones at applying as mining explosives for different branches of industry.

В работе была исследована детонация гелеобразных водных растворов, содержащих конверсионные мощные взрывчатые вещества (А-IX-2 и октоген). Гелеобразная основа таких систем (флегматизатор) представляет собой водный раствор нитратов аммония и натрия, который желатинирован полиакриламидом. Результаты исследования позволяют определить рецептуры гелеобразных взрывчатых составов, содержащих конверсионные мощные взрывчатые вещества, которые могут быть эффективно и безопасно использоваться в различных отраслях промышленности в виде скважинных и шпуровых зарядов, а также в качестве промежуточных детонаторов для инициирования скважинных зарядов.

Для изучения детонации были выбраны флегматизирующие растворы, состав которых приведен в таблице 1. В качестве сенсibilизатора использовали заводские продукты: кристаллический октоген с размерами частиц около 250 мкм, флегматизированный октоген – окфол с размерами частиц 750 мкм и вещество А-IX-2 (250 мкм). Детонационную способность оценивали по предельному содержанию сенсibilизатора, обеспечивающего устойчивую детонацию в зарядах в стеклянных трубках диаметром 13-14 мм. О полноте детонации судили по деформации пластины-свидетеля. Результаты опытов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Рецептуры флегматизирующего раствора и предельное содержание сенсibilизатора, обеспечивающее устойчивую детонацию составов

Наименование компонентов	Содержание компонентов, масс. %				
	ФР-I	ФР-II	ФР-III	ФР-IV	ФР-V
Нитрат аммония	50	45	34	55,4	-
Нитрат натрия	20	15	12	18,5	-
Карбамид	-	10	-	-	-
Нитрат метиламина	-	-	36	-	-
Хлористый кальций	-	-	-	-	40,5
Вода	30	30	16	24,6	58,2
Полиакриламид	2,2	2,4	2	1,5	1,3
Плотность, г/см ³	1,44	1,42	1,39	1,47	1,34
Сенсibilизатор	Предельное содержание сенсibilизатора, обеспечивающее устойчивую детонацию, %				
октоген	45	-	-	35	-
окфол	-	-	40	45	50
А-IX-2	35	35	-	-	-

Наибольшую детонационную способность имеют составы на основе ФР-III и IV, содержащие октоген и окфол. Устойчивая детонация этих составов получена при со-

держании октогена 35 %, окфола до 40 %. Наименьшей детонационной способностью обладают составы на основе ФР, содержащего раствор инертной соли.

Для составов на основе ФР-I и II сенсibilизированных веществом А-IX-2 предельное содержание составило 35 %.

Для оценки влияния размера частиц октогена на детонационную способность составов заводской продукт со средним размером частиц 250 мкм растирали в деревянной ступке. Средний размер частиц получившегося образца составил 50 мкм. За критерий детонационной способности был принят критический диаметр детонации составов, содержащих 45 % сенсibilизатора. Результаты опытов приведены на рис. 1.

Состав на основе ФР-I устойчиво детонировал в зарядах диаметром до 10,2 мм. В зарядах диаметром 9,2, 8,7 и 8,1 мм детонация не возбудилась. Для состава на основе ФР с карбамидом устойчивая детонация получена только в зарядах диаметром 12,4 и 12,9 мм. Осталась на прежнем уровне детонационная способность состава на основе ФР, содержащего НМА. Устойчивая детонация, также как и для состава на основе неизмельченного октогена, наблюдалась в зарядах диаметром 10,2 мм и больше.

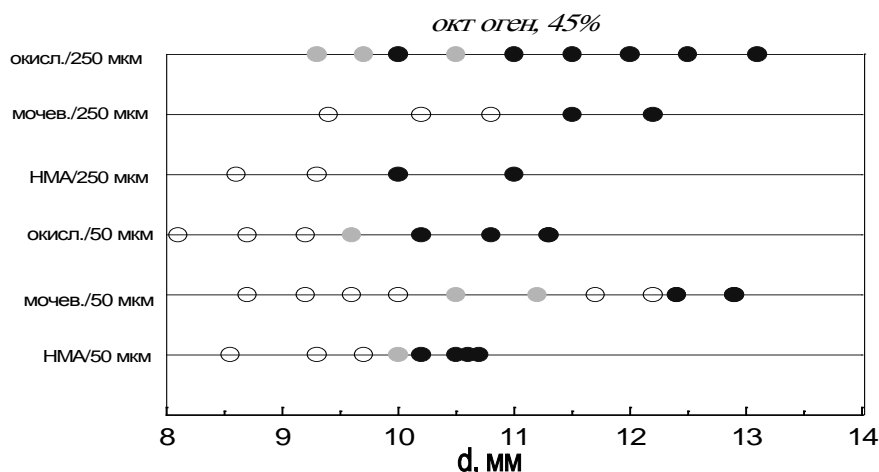


Рис. 1. Влияние состава ФР и размера частиц сенсibilизатора на критический диаметр детонации составов, содержащих 45 % октогена.

Таким образом, установлено, что изменение размера кристаллов сенсibilизатора в пределах 50-250 мкм практически не повлияло на детонационную способность составов.

Была изучена детонация составов, сенсibilизированных веществом А-IX-2, в виде кусочков (плотность 1,8 г/см³) с размером 8x8x5 мм. При использовании в зарядах А-IX-2 в виде кусочков детонационная способность увеличилась. В составах на основе ФР-I, содержащих более 23 % А-IX-2, наблюдалась полная детонация. В опытах с составами на основе ФР-II полная детонация проходила в зарядах с содержанием А-IX-2 более 26 %, при снижении содержания сенсibilизатора до 25,5 % наблюдалось затухание детонации.

В работе было определено влияние содержания гелеобразного раствора окислителей на критический диаметр детонации А-IX-2 и октогена. Опыты проводили в стеклянных трубках различного диаметра. Результаты опытов представлены на рис. 2 и 3.

Критический диаметр детонации А-IX-2 (без гелеобразного раствора) равен 3,8 мм. При введении флегматизирующего раствора критический диаметр возрастает, достигая при содержании 40 % геля 6 мм, при 55 % критический диаметр возрастал до 14 мм, при содержании 60 % геля детонация не получена в зарядах диаметром 13 мм.

Для состава, содержащего 40 % октогена, устойчивая детонация получена в зарядах диаметром больше 15 мм. При увеличении содержания октогена детонационная

способность монотонно возрастает. Так, при содержании октогена 50 % устойчивая детонация наблюдалась в зарядах диаметром выше 9,5 мм. Для состава с 70 % октогена устойчивая детонация получена в зарядах диаметром 6,8 мм и больше. В зарядах диаметром 6,2 и 5,6 мм детонация прекратилась, пройдя расстояние 66 и 47 мм соответственно. В заряде диаметром 4,3 мм детонация не возбудилась.

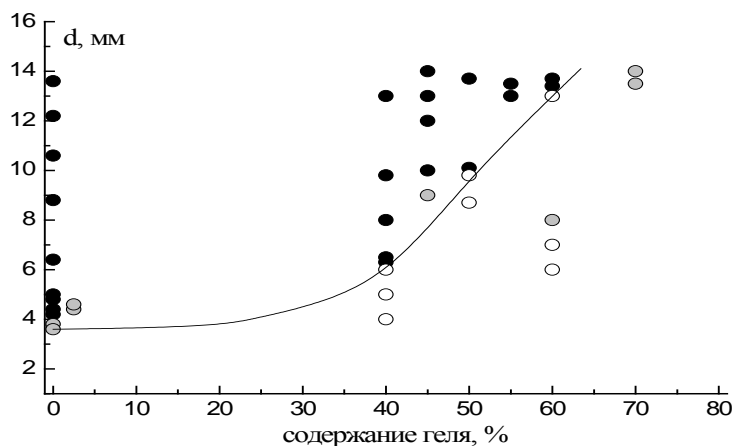


Рис. 2. Влияние содержания гелеобразного раствора окислителей на критический диаметр детонации А-IX-2.

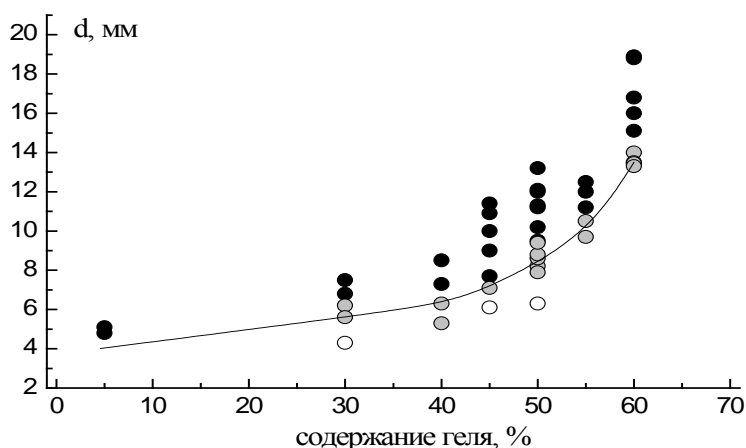


Рис. 3. Влияние содержания гелеобразного раствора окислителей на критический диаметр детонации октогена.

Для составов на основе ФР-I и II, сенсibilизированных порошкообразным А-IX-2 и виде кусочков была определена скорость детонации. Результаты опытов приведены в таблице 2 и 3. Скорость детонации составов, содержащих 35-50 % порошкообразного сенсibilизатора была ниже расчетной на 1000-1500 м/с независимо от рецептуры флегматизирующего раствора. При использовании сенсibilизатора в виде кусочков скорость детонации совпадает с расчетной или находится слегка выше. Следует отметить, что в этом случае заряд представляет собой систему, в которой кусочки А-IX-2, любой размер которых в 3 – 4 раза больше критического диаметра детонации, соприкасаются друг с другом. Мы предполагаем, что детонация проходит по кусочкам сенсibilизатора и не реагируют с ФР в зоне, определяющей скорость детонации.

В работе была определена ударно-волновая чувствительность составов на основе ФР-I, сенсibilизированных веществом А-IX-2. Опыты проводили в стальных трубах с

внутренним диаметром 10 мм, с толщиной стенок 13 мм. В верхней части трубы имелось расширение диаметром 28 мм, глубиной 13 мм, куда вставляли инициатор. Между инициатором и основным зарядом находилась прокладка из плексигласа толщиной 3 мм.

Таблица 2. Скорость детонации составов на основе ФР-I, сенсibilизированных А-IX-2

Содержание А-IX-2, %	Оболочка заряда	порошок		кусочки		Драсч., м/с
		ρ , г/см ³	Дэксп., м/с	ρ , г/см ³	Дэксп., м/с	
50	Стекло	1,48	5600	-	-	7090
50	Стекло	1,47	5750	-	-	-
50	Стекло	1,46	5770	-	-	-
42	Стекло	1,40	5000	1,48	6850	6710
42	Стекло	1,40	4900	1,49	7100	-
42	Стекло	1,39	5220	1,40	7400	-
35	Стекло	1,34	4160	-	-	-
50	Сталь	-	5800	-	-	-
50	Сталь	-	6000	-	-	-
45	Сталь	-	-	-	7160	-
43	Сталь	-	-	-	6550	-

Таблица 3. Скорость детонации составов на основе ФР-II, сенсibilизированных А-IX-2

Содержание А-IX-2, %	Оболочка заряда	порошок		кусочки		Драсч., м/с
		ρ , г/см ³	Дэксп., м/с	ρ , г/см ³	Дэксп., м/с	
50	Стекло	1,44	5600	-	-	6920
50	Стекло	1,43	5850	-	-	6880
50	Стекло	1,44	5830	-	-	6920
40	Стекло	1,37	5070	1,50	7500	6550
40	Стекло	-	-	1,55	7420	-
50	Сталь	-	6000	-	-	-
50	Сталь	-	5950	-	-	-

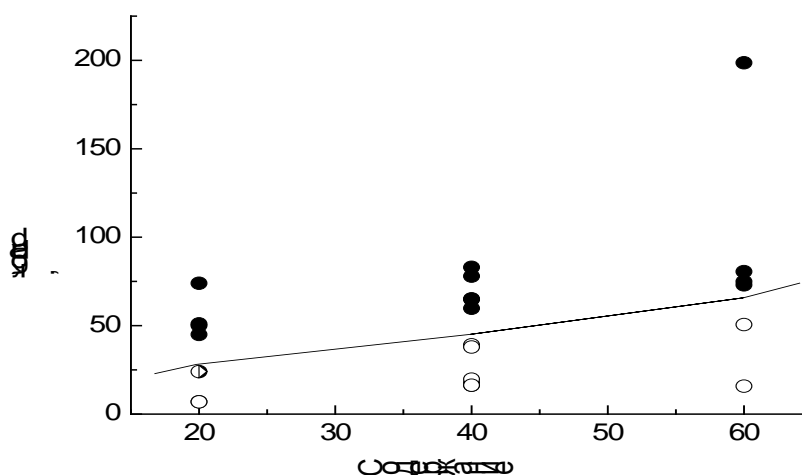


Рис. 4. Зависимость влияния содержания ФР-I на ударно-волновую чувствительность (давление инициирования) составов на основе А-IX-2.

Для инициирования заряда использовали смесь гексогена (размер частиц 5 мкм) с хлоридом натрия (размер частиц 200-250 мкм). Изменение содержания в смеси инертной добавки позволяло менять скорость детонации и соответственно давление в детонационной волне. Состав набивали (с помощью пуансона) в стеклянные трубки диаметром 10-11 мм, длиной 53-55 мм.

О результате детонации судили по разрушению стальной трубы. Результаты опытов приведены на рис. 4. Расчет давления инициирования P производился по результатам работы [2].

Для состава, содержащего 60 % ФР, не было получено детонации при инициировании смесью с 15 % гексогена. При инициировании данного состава шашкой из А-IX-1 плотностью 1,65 г/см³, массой 1,5 г детонация прошла полностью. Для состава, содержащего 40 % ФР в 4-х опытах были получены отказы детонации при инициировании смесью, содержащей 15 % гексогена. При инициировании гексогеном без NaCl в 2-х опытах наблюдалась детонация данного состава. Для состава с 20 % ФР в 4-х опытах была получена детонация при использовании смеси с содержанием инертной добавки 15 и 60 %. Дальнейшее увеличение содержания хлорида натрия до 80 и 90 % привело соответственно к затуханию и отказу детонации.

На основании полученных экспериментальных данных, могут быть предложены рецептуры водосодержащих взрывчатых составов для использования в горной и других отраслях промышленности.

Список литературы

1. Анников, В.Э. Изучение детонации алюминий содержащих водногелевых взрывчатых веществ/В.Э.Анников, Б.Н.Кондриков, Н.П.Смагин, Л.П.Парфенов, Л.М.Шабалина// Вопросы теории взрывчатых веществ.-М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 1974, т. 83.- С.147-153.
2. Бабайцев, И.В. Давление детонации смесей взрывчатых веществ с инертной добавкой/ И.В.Бабайцев, Ю.Н.Панарин, В.Ф.Тышевич//Взрывное дело. Сб. № 72/29.-М.: Недра, 1973.- С. 20-24.

УДК 541.183.03: 661.183.8

И.П. Байдаченко, А.А. Понамарев, И.А. Козлов, В.В. Серегин

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

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ТРИНИТРОТОЛУОЛА НА ВЫСОКОПОРИСТЫХ ПАЛЛАДИЙ-НАНЕСЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Trinitrotoluene adsorption from solutions on new high-porous cellular palladium-containing catalysts was investigated. Isotherms of trinitrotoluene adsorption that are well described by Langmuir's equation were received. The maximal filling degree of a surface was $3.42 \cdot 10^{-7}$ mole/g.

Исследована адсорбция тринитротолуола из растворов на высокопористых ячеистых палладий содержащих катализаторах. Получены изотермы адсорбции тринитротолуола, которые хорошо описываются уравнением Ленгмюра. Максимальная степень заполнения поверхности составила $3.42 \cdot 10^{-7}$ моль/г.

Известно, что для получения констант скоростей реакций восстановления водородом нитросоединений на катализаторе необходимо знать количество реагентов на его поверхности [1]. Каталитические процессы восстановления различных нитросоединений, в том числе и тринитротолуола (далее ТНТ), водородом, как правило, проводят в