

И.А.ОВЯН

Санкт-Петербургский технологический институт,
Россия

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ АЛЮМИНИЗИРОВАННЫХ БРИЗАНТНЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ КОМПОЗИЦИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОДОНАПОЛНЕННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Несмотря на широко проводимые работы по утилизации боеприпасов, актуальной остается проблема как расснаряжения боеприпасов, снаряженных мощными алюминизированными взрывчатыми веществами, так и использования извлеченного ВВ в добывающих отраслях промышленности.

В настоящей работе рассмотрены некоторые вопросы применения алюминизированных взрывчатых веществ типа композиции: гексоген, флегматизатор – алюминиевая пудра, в качестве основного компонента для производства промышленных ВВ.

Реализация поставленной задачи связана с решением давней и противоречивой по сути проблемы взрывного дела – созданием промышленного взрывчатого вещества, безопасного при изготовлении, в обращении и применении, с одной стороны, и обладающего достаточной детонационной способностью и необходимыми энергетическими показателями, с другой. Мировой опыт показал, что наиболее удачным решением поставленной задачи являются водосодержащие взрывчатые составы.

Основные преимущества этих составов перед обычными порошковыми ВВ – пластичность, высокая водостойчивость, низкая горючесть, безопасность в обращении, значительный

диапазон изменения рабочей плотности, скорости и давления детонации. Существенным достоинством водосодержащих составов является возможность использовать в качестве компонентов мощные индивидуальные и смесевые ВВ, которые в традиционных порошкообразных составах не могут быть использованы ввиду высокой степени их восприимчивости к механическому воздействию.

За рубежом широкое применение в добывающих отраслях промышленности водонаполненные взрывчатые составы, представляющие собой смесь тротила с насыщенным раствором аммиачной селитры (так называемые «Slurry»), получили уже в конце 50-х гг. XX в. Последующие исследования позволили к середине 60-х гг. предложить для применения в шпурах и скважинах малого диаметра составы на основе загущенных водных суспензий окислителей (различные нитраты и (или) перхлораты, например перхлорат калия или натрия) и горючего (водорастворимые соединения – амиды, глюколи). В этих составах роль горючего выполняет также мелкодисперсный пластинчатый алюминий (размер частиц не более 10 мкм). Составы сенсибилизируются пузырьками воздуха, которые вносятся вместе с частичками алюминия, покрытыми гидрофобной добавкой. Загуститель (различные виды гуаровой смолы и полиакриламид) обеспечивает стабильность структуры и некоторую водостойкость. Дальнейшее совершенствование рецептуры было достигнуто с помощью химического азрирования.

В 80-х гг. появились обратные эмульсии водного раствора окислителя в углеводородном горючем. Это семейство взрывчатых материалов характеризуется, прежде всего, исключительно высокой водоустойчивостью. Так началась эра эмульсионных взрывчатых веществ.

Несмотря на высокие энергетические характеристики, эмульсионные ВВ, в силу целого ряда причин, в первую очередь экономических, не смогли вытеснить с потребительского рынка водонаполненные системы. Постоянно ведутся поиски способов повышения энергетических показателей водосодержащих составов. В этой связи представляется целесообразным использование в качестве основы для составов мощных ВВ (гексогена, октогена, смесей на их основе), которые смешиваются с желатинизированным раствором окислителя.

Исследования, проведенные в Научно-производственном центре «КРОКУС-2», позволили установить, что флегматизированный гексоген (слой флегматизатора около 1 мкм) имеет критический диаметр около 27 мм. Критический диаметр флегматизированного гексогена после заполнения его водой уменьшается до 3 мм. Там же изучались детонационные процессы в модельных составах, содержащих гексоген. Исследовалась восприимчивость к инициирующему импульсу смесей гексогена с водой и растворами окислителей. Установлено, что содержащие гексоген водонаполненные ВВ, обладая более высокими детонационными показателями, по сравнению со штатными аммонитами, имеют низкую восприимчивость к инициирующему импульсу. Поэтому была предпринята попытка сенсибилизировать системы инертными добавками. Установлено, что сенсибилизирующее влияние оказывают оксиды марганца, трехвалентного железа (размер частиц 70-100 мкм) и алюминия. Состав с добавками оксидов устойчиво детонирует и после 5 месяцев хранения. Не зафиксировано случаев, когда инертные добавки способствовали расслаиванию при хранении.

Изложенное явилось достаточным основанием для постановки работы по проверке принципиальной возможности применения бризантного ВВ, представляющего собой смесь флегматизированного гексогена и алюминиевой пудры, при изготовлении гелеобразного промышленного ВВ. Для приготовления составов использовались следующие компоненты:

- аммиачная селитра;
- натрий азотнокислый технический;
- калий двуххромовокислый в виде 2,5- или 10-процентного водного раствора;
- калий фосфорнокислый однозамещенный;
- натрий серноватистоокислый в виде 5- или 20-процентного водного раствора;
- полиакриламид гранулированный сульфатный (гранулы высушивали при температуре 373-383 К, измельчали на шаровой мельнице и просеивали через сито с размером ячеек 0,3 мм);
- бризантное ВВ – смесь флегматизированного гексогена и алюминиевой пудры в соотношении 80/20.

Состав изготавливали следующим образом: в воде, нагретой до 60 °С, растворяли аммиачную селитру (при этом температура раствора снижалась до 10-15 °С); затем к раствору добавляли смесь нитрата натрия с полиакриламидом (ПАА), перемешивали до получения однородной массы и оставляли для набухания ПАА не менее чем на 2 ч; после этого к желатинированному раствору добавляли раствор тиосульфата натрия, бихромата калия и сенсibilизатор (гексоген с алюминием).

Для определения детонационных характеристик состав сразу после изготовления помещали в стеклянные трубки диаметром 13-14 мм и длиной 120-150 мм со стенками толщиной около 1 мм. Заряды прикрепляли к пластине-свидетелю шириной 25 мм и толщиной 1-1,5 мм. В качестве инициатора использовали электродетонатор ЭД-8. О полноте детонации судили по деформации свидетеля. Скорость детонации измеряли с помощью прибора ВФУ-1. Иницирование в этом случае осуществляли с помощью детонатора ЭД-202.

Предварительные опыты и термодинамический расчет показали, что для получения устойчивой детонации состав должен содержать не менее 50 % бризантного ВВ, 10-20 % воды, 40-30 % смеси нитратов аммония и натрия.

Для дальнейшей лабораторной проработки была предложена следующая рецептура состава:

Компонент	Содержание, %
Селитра аммиачная	23,0 + 2,0
Натрий азотнокислый	11,0 + 2,0
Сенсibilизатор (флегматизированный гексоген с алюминием)	50,0 + 3,0
Вода	15,0 + 2,0
Полиакриламид	1,0 + 0,5
Калий фосфорнокислый	0,10 + 0,01 (сверх 100 %)
Калий двухромовокислый	0,10 + 0,05 (сверх 100 %)
Натрий серноватистоокислый	0,20 + 0,10 (сверх 100 %)

Состав, изготовленный по описанной выше методике, сразу после изготовления представлял собой густую пастообразную массу. Через 3-4 ч, после завершения процесса структурирования, консистенция состава становилась резиноподобной. Плотность состава при обычном времени перемешивания (5-10 мин) составляла 1,25-1,35 г/см³. Для получения большей плотности время перемешивания увеличивали до 30-60 мин.

Состав устойчиво детонировал при плотности 1,35 г/см³ в стеклянных трубках внутренним диаметром до 11,6 мм. В заряде диаметром 9,8 мм детонация от ЭД-8 возбудилась, но через 50 мм затухла. Для зарядов диаметром 8,8 мм и меньше были получены отказы.

Скорость детонации определяли в зарядах диаметром 13-14 мм. В рабочем диапазоне плотностей зарядов скорость детонации составляет 5-5,5 км/с. Чувствительность к удару определяли по ГОСТ 4545-88 (в колпачках). Нижний предел при ударе грузом массой 10 кг составлял 150 мм, частота взрывов 32 %. Расчетные и экспериментальные характеристики состава, определенные по стандартным методикам, следующие:

Внешний вид	Однородная гелеобразная масса серого цвета
Теплота взрыва (расчетная), ккал/кг (МДж/кг)	1200 (5,3)
Удельный объем газов (расчетный), л/кг	900
Кислородный баланс, %	-15,8
Температура взрыва, °С	2650
Тротиловый эквивалент	1,2
Плотность, г/см ³	1,25 - 1,40
Скорость детонации, м/с	4500 - 5300
Чувствительность к удару (по ГОСТ 4545-88)	
Нижний предел, мм	150
Частота взрывов, %	32

Масса ВВ в патроне, г	300 + 30
Диаметр патрона, мм	35-36
Фугасность (в свинцовой бомбе по ГОСТ 5984-71), см	425
Бризантность, мм	19
Передача детонации на расстояние между двумя патронами (по ГОСТ 14839.15-69), см	9
Температура вспышки, °С	220
Критический диаметр детонации, мм	10

Были также проведены испытания состава при пониженной температуре. Для испытаний заряды выдерживали в холодильной камере в течение по крайней мере 24 ч, после чего в теплоизолирующем чехле переносили во взрывную камеру и взрывали. Время между извлечением из камеры и взрывом составляло не более 1 мин. Температура в заряде изменялась не более чем на 1°С. Заряды устойчиво детонировали от ЭД-8 при положительной температуре. При температуре ниже нуля были получены отказы.

Для повышения морозостойкости был разработан и испытан состав, содержащий в качестве окислителя перхлорат натрия. Рецептuru состава следующая:

Компонент	Содержание, %
Натрий хлорнокислый	34
Флегматизированный гексоген с алюминием	50
Вода	15
Полиакриламид	1
Калий фосфорнокислый	0,1 (сверх 100 %)
Калий двухромовокислый	0,1 (сверх 100 %)
Натрий серноватистоокислый	0,2 (сверх 100 %)

Расчетные характеристики состава: кислородный баланс около $-6,3\%$, теплота взрыва $5,6$ МДж/кг.

Состав на основе перхлората натрия устойчиво детонировал при температурах от $+30$ до -22 °С.

Таким образом, показана принципиальная возможность использования бризантных ВВ на основе гексогена, флегматизированного с алюминиевым порошком, высвобождающихся в процессах расснаряжения боеприпасов, в гелеобразных водонаполненных промышленных ВВ.