

УДК 662.215.5

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ К МЕХАНИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ ГЕКСОГЕНСОДЕРЖАЩИХ ВВ

А. Е. Колдышев, А. М. Гришкин, А. А. Фильчаков, В. А. Краснов

Центральный НИИ химии и механики,
115487 Москва

Проведены исследования по снижению чувствительности к механическим воздействиям плавких гексогенсодержащих ВВ. Показана возможность снижения чувствительности данных ВВ до уровня тротила путем разбавления их тротилом и динитронафталином, а также введением в смесь оксизина. Для сплавов типа ТГА найден универсальный флегматизатор — этиленгликоль, добавление 5 % которого в смесь приводит к снижению чувствительности до уровня тротила.

В связи с окончанием сроков эксплуатации боеприпасов, находящихся в войсковых частях, возникает необходимость в их утилизации. Особо рассматривается вопрос дальнейшего использования снаряжения боеприпасов. Представляется целесообразным после соответствующей переработки утилизируемых взрывчатых веществ (ВВ) вернуть их в народное хозяйство, в частности, в виде промышленных ВВ для открытых взрывных работ в горнорудной промышленности.

Тротил и смеси тротил — алюминий могут быть переработаны в широко используемые промышленные ВВ, например, гранулотол и алюмотол. Гексогенсодержащие ВВ имеют повышенную чувствительность к механическим воздействиям по сравнению с тротилом, являющимся эталоном по этому показателю в горнорудной промышленности. Повышенная чувствительность этих ВВ затрудняет их использование напрямую в промышленности. Необходима доработка с целью повышения их безопасности. Данная работа была направлена на поиск путей снижения чувствительности к удару гексогенсодержащих ВВ.

Согласно Боудену [1], возбуждение взрыва твердых ВВ при механическом воздействии на них происходит в отдельных «горячих» точках, откуда процесс распространяется в глубь частицы ВВ при условии превышения теплоприхода за счет химического разложения ВВ [2]. Образование «горячих» точек возможно при адиабатическом сжатии воздушных (газовых) включений, находящихся на поверхности твердых частиц ВВ, так и за счет разогрева частиц при хрупком механическом разрушении или пластическом течении — трении друг по другу деформируемых ударом слоев ВВ.

Изучение поведения гексогенсодержащих ВВ в условиях копровых испытаний, проведенных Ю. И. Водяником в ЦНИИХМ, показало, что возбуждение взрыва реализуется по двум механизмам: для тротила и гексогенсодержащих смесей с высоким содержанием тротила — при пластическом течении навески при довольно высоких механических напряжениях в образце; для гексогена и смесей с высоким содержанием гексогена — по механизму хрупкого разрушения образца, причем величина механического напряжения примерно вдвое меньше, чем в первом случае.

При этом чувствительность, оцениваемая показателем нижнего предела (НП) — максимальной высоты падения груза массой 10 кг, при которой происходит не более одного взрыва в 25 опытах в приборе N 2 по [3], воз-

растает и составляет для тротила > 500 мм, для смесей ТГ с содержанием гексогена 60–80 % нижний предел достигает 300–250 мм. Обычные флегматизаторы придают гексогену пластичность с соответствующим снижением чувствительности. Однако для снижения чувствительности до уровня тротила необходимо введение 15–20 % флегматизатора, т. е. требуется значительное разбавление гексогена. При этом и энергетика ВВ резко падает.

Действие флегматизатора кристаллического ВВ складывается из смачивания поверхности кристалла и образования тонкого слоя флегматизатора на поверхности ВВ, что исключает образование на поверхности при ударе адиабатических полостей сжатия; проникновения флегматизатора в поверхностные слои кристалла ВВ за счет диффузии и частичного растворения флегматизатора в ВВ, что снижает вероятность хрупкого разрушения кристалла ВВ при ударных нагрузках; поглощения выделяемого при механическом воздействии тепла химического разложения ВВ.

Из сказанного следует, что при выборе пластификатора наряду с дешевой и доступностью необходимо учитывать его способность смачивать кристаллы ВВ и растворяться в них, разрушаться по механизму пластического течения при динамических нагрузках, иметь большую теплоемкость и хорошую адгезию к кристаллам ВВ.

Оценка величины поглощаемой при ударе энергии различного рода флегматизаторами, результаты которой приведены в табл. 1, показала, что испытуемые вещества по этому показателю можно расположить в ряд

Таблица 1

Вещество	E, Дж при H, мм				Σ E, Дж	p*, кг/см ²	Примечание
	100	150	200	250			
Полиизобутилен	6,84	8,15	8,70	9,80	33,50	700–960	Пластическое течение
Полиэтиленовый воск ПВО-32	4,60	5,30	6,50	7,75	24,15	425–550	
Оксизин	3,80	5,70	7,00	7,37	23,87	350–620	
Церезин	4,60	5,35	5,80	6,90	22,65	370–640	
Галовакс	—	—	—	—	—	350–825	
Стеарин	3,70	5,16	5,90	6,70	21,46	370–520	
Стеарат алюминия	3,25	4,70	5,60	7,50	21,05	370–600	
Галовакс	3,85	5,00	6,10	7,35	22,30	180–350	
Фторированный спирт	3,57	4,12	5,60	6,20	19,50	280–560	Разрушение
Полиэтилен	5,15	6,85	7,90	8,60	28,50	912–1210	
Хлорпарафин ХП-70	6,10	7,11	9,10	9,40	31,70	1000–2800	
Фторопласт 32 ЛН	8,00	8,90	10,40	11,30	38,60	1000–5240	

Примечание. E — энергия, поглощаемая веществом, при сбрасывании груза массой 10 кг с высоты H; p* — диапазон давлений при котором вещество разрушается или течет.

(по убывающей): полиизобутилен, фторопласты, церезин марок 75, 80, оксизин, галовакс. Причем фторопласты и галовакс при динамических ударных нагрузках претерпевают хрупкое разрушение и с этой точки зрения менее предпочтительны в качестве флегматизаторов, чем церезин, оксизин, полиизобутилен. Гексоген и октоген плохо смачиваются церезином (парафином), что, по-видимому, отрицательно сказывается на флегматизирующей способности этих веществ.

Учитывая, что полиизобутилен и другие резиноподобные продукты (каучуки) необходимо наносить на кристаллы гексогена из раствора, например бензинового, что в условиях утилизации дорого, для флегматизации разрабатываемых составов наиболее приемлем оксизин.

Известный способ снижения чувствительности — введение в состав компонентов, образующих низкоплавкую, малочувствительную к механическим воздействиям эвтектику. Для тротила такой добавкой может служить, в частности, динитронафталин, который сам обладает низкой чувствительностью, образует с тротилом эвтектику с чувствительностью ниже, чем у тротила, и в смесях типа тротил — гексоген — алюминий является флегматизатором для гексогена.

Хороший флегматизатор для гексогена — вода, введение которой до 10 % в гексоген снижает уровень чувствительности до уровня тротила. Однако вода плохо смачивает кристаллы гексогена и ее трудно удержать на поверхности частиц из-за ее летучести при грануляции из расплава методом накапывания, которым предполагается проводить переработку смесей ВВ — флегматизатор — алюминий.

Подобно воде хорошее флегматизирующее действие следует ожидать от спиртов, которые смачивают кристаллы гексогена. Используя спирты с высокой температурой кипения, можно избежать физической нестабильности смесей в период переработки, хранения и эксплуатации. Анализируя характеристики спиртов и их применение в народном хозяйстве, предпочтение было отдано этиленгликолю. Этиленгликоль — высококипящий спирт (температура кипения 197,6 °С) — основной компонент водных антифризов [4]. Таким образом, наряду с разбавлением исследуемых составов тротилом и динитронафталином, а также обычными флегматизаторами, например парафином, целесообразно проверить возможность флегматизации составов оксизином и этиленгликолем.

При рассмотрении группы плавких гексогенсодержащих ВВ фугасного типа обращает на себя внимание то, что все они имеют в своей основе сплав ТГА-16. Разбавляя тротилом данные ВВ, можно довести их до начальной смеси ТГА-16. Таким образом, получается гипотетическая рецептура: тротил 58 ± 2 %, гексоген 26 ± 3 %, алюминий 12 ± 4 %, флегматизатор 3 ± 2 %.

Исследования по снижению чувствительности к механическим воздействиям проводили введением в данную рецептуру выбранных добавок. Образцы для испытаний на чувствительность готовили сплавлением утилизируемого ВВ с расчетным количеством дополнительных компонентов. Для получения крошки полученный расплав растирали в полиэтиленовом мешочке вручную. Определение чувствительности к механическим воздействиям производили в соответствии с существующими стандартами: чувствительность к удару по ГОСТ 4545-88, чувствительность к трению по ОСТ В84-894-74. Результаты исследований представлены в табл. 2. Данные табл. 2 свидетельствуют о возможности снижения чувствительности гексогенсодержащих ВВ до уровня тротила как путем их разбавления, в частности тротилом и динитронафталином, так и использованием более эффективных флегматизаторов оксизина и этиленгликоля. Следует отметить, что действие динитронафталина проявляется только при значитель-

Т а б л и ц а 2

Массовое содержание компонентов, %	Чувствительность к		
	удару		трению
	% взрывов (в стандартном приборе)	НП, мм (в приборе N 2)	НП, кг/см ² (на приборе И-6-2)
1	2	3	4
1. Тротил	4-12	> 500	> 3000
2. Тротил 60 гексоген 24 алюминий 16	32	> 500	> 3000
3. Тротил 50 гексоген 20 алюминий 13 динитронафталин 17	20	> 500	> 3000
4. Тротил 48 гексоген 19 алюминий 12 динитронафталин 16 парафин 5	12	> 500	> 3000
5. Тротил 46 гексоген 18 алюминий 12 динитронафталин 15 парафин 9	28	> 500	> 3000
6. Тротил 43 гексоген 17 алюминий 11 динитронафталин 29	8	> 500	> 3000
7. Тротил 43 гексоген 20 алюминий 6 динитронафталин 29 флегматизатор 2	8	> 500	> 3000

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
8. Тротил 57 гексоген 23 алюминий 15 оксизин 5	8	> 500	> 3000
9. Тротил 57 гексоген 23 алюминий 15 этиленгликоль 5	4	> 500	> 3000
10. Тротил 60 гексоген 24 алюминий 16 галовакс 5 (сверх 100 %)	24-36	> 500	> 3000
11. Тротил 42 гексоген 17 алюминий 11 галовакс 4 динитронафталин 26	36	> 500	> 3000
12. Тротил 57 гексоген 22,8 алюминий 15,2 галовакс 5 этиленгликоль 1,75 (сверх 100 %)	16	> 500	> 3000
13. Тротил 19 гексоген 57,6 алюминий 17 флегматизатор 6,4 этиленгликоль 1,75 (сверх 100 %)	16	> 500	> 3000

Окончание табл. 2

1	2	3	4
14. Тротил 54	4	> 500	> 3000
гексоген 22			
алюминий 14			
галовакс 5			
парафин 5			
15. Тротил 57,1	8	> 500	> 3000
гексоген 22,9			
алюминий 15,2			
галовакс 4,8			
оксизин 5			
(сверх 100 %)			
16. Тротил 57,1	8	> 500	> 3000
гексоген 22,9			
алюминий 15,2			
галовакс 4,8			
этиленгликоль 5			
(сверх 100 %)			

ном его содержания в составе ВВ (около 30 %). Для повышения пластичности системы, обеспечивающей приемлемую текучесть при испытании на чувствительность к удару в стандартном приборе было опробовано дополнительно введение парафина. При малом его содержании (около 5 %) снижение чувствительности заметно, однако повышение доли парафина до 10 % приводит к повышению чувствительности, по-видимому, из-за значительной пластичности, что связано со сменой механизма возбуждения взрыва в образцах.

Хорошие результаты получены при введении в сплав ТГА-16 5 % оксизина. Это объясняется, по-видимому, гораздо лучшей адгезией оксизина (окисленного церезина) в сравнении с церезином и парафином. Универсальным флегматизатором для сплавов ТГА оказался этиленгликоль. Введение 5 % этиленгликоля привело к снижению чувствительности до уровня тротила.

Таким образом приведенные исследования в полной мере подтвердили теоретические предпосылки по выбору флегматизаторов для уменьшения чувствительности составов ТГА к механическим воздействиям до уровня тротила.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боуден Ф., Иоффе А. Возбуждение и развитие взрыва в твердых и жидких веществах. М.: Изд-во иностр. лит., 1955.
2. Афанасьев Г. Т., Боболев В. К. Иницирование твердых взрывчатых веществ ударом. М.: Наука, 1988.
3. Холево Н. А. К вопросу о возбуждении взрыва при деформации заряда взрывчатого вещества (ВВ) // Физика взрыва: Сб. ст. / АН СССР. Физ.-хим. ин-т. 1955. № 3. С. 16-32.
4. Попилов Л. Я. Советы заводскому технологу: Справ. пособие. Л.: Лениздат, 1975.

*Поступила в редакцию 5/І 1994 г.,
в окончательном варианте — 6/ІІ 1995 г.*
