

**БРИЗАНТНИ ВЗРИВНИ СМЕСИ**

/ Статията е публикувана в списание “Клуб ОРЪЖИЕ” бр.10/2006 г /

Бризантните взривни смеси (БВС) са смеси на индивидуални бризантни взривни вещества с редица добавки, които повишават тяхната безопасност при снаряждане или придават определени специални експлоатационни свойства. Във статията са разгледани преимуществено взривни смеси (ВС) използвани в производството на боеприпаси.

За разработването на настоящата статия са използвани само несекретни източници.

**ВЗРИВНИ СМЕСИ НА ОСНОВАТА НА ТРОТИЛ**

**1. Взривни смеси от типа ТРОТИЛ-ХЕКСОГЕН** ( ТГ, Хексатол, ТГА, Нехолит, Нехотол, Cyclotol)

В САЩ се използва „composition В”, която се състои от хексоген – 59,5%, тротил – 39,5% и церезин - 1%, скорост на детонация 7900 m/s.

За снаряждането на боеприпаси в бившия СССР се използва смес ТГ-50, състояща се от 50% тротил и 50% хексоген. Смесите тротил – хексоген широко се използват в различни артилерийски и инженерни боеприпаси, които в зависимост от съдържанието на тротил се снаряждат чрез леене, шнековане или пресоване.

В морските боеприпаси се използват смеси съдържащи и алуминий - смеси ТГА – Тротил-Гексоген-Алуминий .

Взривната смес НВХ съдържа „composition В” - 75% и алуминий - 25% ,

НВХ-1: хексоген - 40%, тротил – 38,1%, алуминий – 17,1%, восък-4,8%.

Взривните характеристики на някои смеси ТГ са дадени в Таблица 1.

В таблица 2 са дадени характеристиките на някои взривни смеси ТГ и ТГА предназначени за снаряждане на боеприпасите чрез леене .

<b>Табл 1.</b>			
<b>Характеристики на взривни смеси Тротил - Хексоген</b>			
% ТНТ	Скорост на детонация, [m/s] (при плътност на заряда 1,04 g/cm <sup>3</sup> )	Чувствителност към удар [kgm/cm <sup>2</sup> ]	Фугасност [ml]
0	6590	0,22	480
10	6710	0,16	465
20	6620	0,21	445
30	6460	0,42	410
40	6335	0,95	390
50	6260	2,40	365
60	6035	2,50	345
70	5770	2,60	315
80	5570	2,80	310
90	5260	3,35	300
100	5230	4,10	290

Табл. 2

## Характеристики на взривни смеси Тротил-Хексоген и Тротил-Хексоген-Алуминий

Марка на взривната смес	Температура на леене на заряда [°C]	Плътност [g/cm <sup>3</sup> ]	Скорост на детонация [m/s]	Бризантност по Каст [mm]	Фугасност [ml]	Чувствителност към удар [cm], при товар 10 kg
ТГ90/10	82	1,52	7070	4,4	316	24
ТГ80/20	82	1,63	7210	4,5	320	12
ТГ70/30	82	1,64	7420	4,7	353	8
ТГ60/40	82	1,67	7510	4,9	357	10
ТГ50/50	-	1,70	7570	5,1	368	12
ТГ40/60	-	1,70	7670	5,2	388	8
ТГА70/15/15	85	1,72	6960	4,5	-	24
ТГА50/25/25	85	1,85	7680	4,9	397	24
ТГА50/20/30	85	1,80	7400	4,7	-	24
ТГА40/45/15 (известна като TROPEX)	90	1,79	7500	5,3	478	24

**2. Октол** - Това е смес на тротил и октоген. Най-често тротилът е 20% ... 30%. За Октол 77/23 скоростта на детонация е 8540 m/s при плътност 1,80 g/cm<sup>3</sup>. Октолет се използва в кумулативните заряди, пластичните ВВ и като допълнителен енергосъдържащ компонент в твърдите ракетни горива. Значително превъзхожда ТГ по взривни характеристики.

**3. Пентолит (Пентритол)** - сплав на ТЕН и тротил, като ТЕН-ът е около 50%. Температура на топене 76,4°C, чувствителност към удар 44%, Скорост на детонация - 7450 m/s при плътност 1,63 ... 1,67 g/cm<sup>3</sup>. Използва се за изработване на предавателни заряди, детонатори, пластични ВВ и детониращи шнуrowe. Характеристиките на някои взривни смеси Тротил - ТЕН са дадени в Таблица 3

Табл. 3. Характеристики на смеси Тротил - ТЕН			
% TNT	Скорост на детонация, [m/s]		Фугасност [ml]
	при заряд с плътност 1,04g/cm <sup>3</sup> и диаметър 30mm	при заряд с плътност 1,0g/cm <sup>3</sup> и диаметър 8mm	
0	6005	5200	515
10	5870	5000	480
20	5785	4790	440
30	5675	4600	425
40	5510	4550	390
50	5490	4850	370
60	5385	4400	350
70	5345	4100	340
80	5260	3720	315
90	5050	3650	295
100	4865	-	290

**4. Алумотол (Тритонал)** Тритоналът е смес на тротил и алуминий. Количеството на алуминия обикновено е от 15% до 20%. Сместа е водоустойчива, предназначена е за снаряжаване на боеприпаси чрез заливане. Скорост на детонация 4000m/s при плътност 1g/cm<sup>3</sup>. Във водна

среда скоростта на детонация е 6000 m/s при плътност 1,35 g/cm<sup>3</sup> . Използва се за взривни работи и за снаряждане на боепропаси. Алумотолите не са чувствителни към инициращ импулс от капсул – детонатор № 8. Алумотол 90/10 се снаряжда чраз заливане при температура 85°C. Скорост на детонация 6590 m/s при плътност 1,65 g/cm<sup>3</sup>.

### Еластични ВС (ЕВС, Еластити)

Еластичните взривни смеси се състоят от високобризантно взривно вещество (хексоген, ТЕН или октоген), полимерен напълнител (синтетичен каучук) и пластификатор. Съдържат различни добавки като антиоксиданти, пластификатори и оцветители. Имат висока еластичност (относително удължение 50 ... 150%), якост на опън 1...2 МРа, температурен диапазон от минус 60°C до 150°C. Използват се за подривни заряди от различен тип, гъвкави кумулативни заряди (от типа на произвежданите в Русия „Импулс“ и „Ключ“), за заваряване и повърхностна обработка на метали, за детониращи шнурове и елементи на пировавтоматиката. Марки ЕВС:

1) **LX-13 (EXTEX)**: състои се от 80% ТЕН и 20% силиконов каучук .

2) **SX-2**, известен под търговските марки DEMEX200 и PRIMASHEET2000. Състои се от Хексоген – 88,2%, полиизобутилен – 8,2%, себацинат – 2,2% и тефлон – 1,4%, Скорост на детонация 8000 ... 8150 m/s .

3) **ЭВВ-24Р**: Състои се от хексоген – 83,2%, бутадиенстиролен термоеластопласт – 5,5%, минерално масло – 4,5%, тефлон – 1,9%, антиоксидант -0,1%, оцветител -0,1%, церезин - 2,7% и стеарин -2,0%. Скорост на детонация 7500 m/s .

4) **ЕЛАС-1**: Състои се от: ТЭН - 85%, бутадиенстиролен термоеластопласт – 6,5%, синтетичен каучук – 6,5%, тефлон – 1,5%, антиоксидант -0,5%. Скорост на детонация 7500 m/s, температурен диапазон на експлоатация от минус 55°C до 80°C.

5) **ЭЛАС-2**: Състои се от: хексоген - 85%, бутадиенстиролен термоеластопласт – 6,5%, синтетичен каучук – 6,5%, тефлон – 1,4%, антиоксидант -0,5%, сажди 0,1%. Скорост на детонация 7600 m/s , температурен диапазон на експлоатация минус 55°C ... 160°C.

### ПЛАСТИЧНИ ВЗРИВНИ СМЕСИ (ПВС, ПЛАСТИТИ)

Пластичните ВС се еднородна тестообразна маса, която лесно се формова с ръце. Състоят се от 70 ..... 90% високобризантно ВВ (хексоген, октоген, ТЕН) , свързващи вещества и пластификатори, различни добавки: антиоксиданти, оцветители, повърхностно-активни вещества (ПАВ) и други компоненти. Свързващите и пластификатора в ПВС трябва да обезпечават необходимата пластичност в максимално широк диапазон от температури (да не се втвърдяват на студ и да не се разтичат при температури 40 ... 60°C) и да са водоустойчиви. Обикновено като свързващи вещества се използват различни марки синтетичен каучук. Съществуват ПВС в които пластификаторът и (или) свързващото вещество сами са високоенергоемки или взривни вещества. Тоест могат да се разлагат с отделяне на енергия и обезпечават по-високи енергетически параметри на ПВС. ПВС се използват за разрушаване на конструкции, противотанкови мини, осколъчно – фугасни и бронефугасни снаряди, детониращи шнурове и като диверсионно средство. Произвеждат се чрез механично смесване на компонентите или във водна суспензия. Напоследък пластичните взривни смеси се маркират чрез добавяне на определени добавки, които улесняват откриването ими от служебни кучета или специални прибори. Няколко марки ПВС:

1) **С3** - смес на хексоген 77%, тетрил 3%, тротил 4%, нитроцелулоза 1%, мононитротолуол 5%, динитротолуол 10%

2) **С4** – смес на хексоген 91%, полиизобутилен – 2,1%, диоктилсебацинат 5,3%, течна смазка 1,6%. Скорост на детонация 7900 ... 8050 m/s . Съхранява пластичност до минус 50°C. За разлика от С3 има по-висока плътност, по – малка хигроскопичност и токсичност.

3) **EL-506L3** – смес на ТЕН – 73,5%, синтетичен каучук – 17,6%, ацетилтрибутил цитрат – 6,9%, кабосил (аеросил) и оцветител - 2%.

4) **Semtex 1A** – смес на ТЕН - 76%, хексоген – 4,6%, синтетичен каучук – 9,4%, октил-фталат и бутил цитрат – 9,4%, антиоксидант и Судан 4 -1%. Фугасност - 328 ml, бризантност по

Хес 26,1mm (за заряд с маса 50g) и 19,1mm (за заряд с маса 25g). Скорост на детонация 7280 ... 7487 m/s.

**5) Semtex H** – смес на ТЕН – 38,9%, хексоген – 40,1%, синтетичен каучук – 10,2%, оксил-фталат и бутил цитрат – 9,1%, антиоксидант - 1% и Судан 4 – 0,7%, скорост на детонация 7280 ... 7490 m/s.

**6) ISD** - смес на хексоген - 76%, минерално масло – 8,3%, полипропилен – 4,6%, церезин 8,4%. Модификатори: нишесте – 2%, алуминий - 0,7%. Скорост на детонация 7500 m/s , Температурен диапазон на експлоатация минус 40°C .... 50°C.

Разновидност на пластичните ВС са Пастообразните взривни смеси. Тяхното основно свойство е способността им лесно да се формоват. Имат голяма адхезия към различни материали. Използват се за цели аналогични на ПВС, а на последък и за безопасно снаряжение на боеприпаси като при това се повшава хомогенността на зарядите. Някои пастообразни ВС се съгъстват на въздух.

### ФЛЕГМАТИЗИРАНИ БРИЗАНТНИ ВЗРИВНИ ВЕЩЕСТВА

Мощните бризантни ВВ като хексоген, ТЕН, октоген имат висока чувствителност към механически въздействия, което затруднява снаряждането на боеприпаси. Затова тези вещества се използват след добавянето на флегматизатор.

Флегматизаторите са добавки които обезпечават намаляване на чувствителността на заряда към външни въздействия, подобряват неговите механичните и технологични свойства. В резултат на това кристалите на ВВ са покрити с тънък слой инертно вещество (флегматизатор), а намаляването на чувствителността към механични въздействия е резултат на преразпределянето и разсейването на енергията от сравнително мекия инертен материал.

Като флегматизатори често се използват парафин, церезин, восък и графит. Напоследък като флегматизатор и активни свързващи се използват различни полимери и синтетични смоли, освен това тези състави могат да съдържат матални прахове, които повишават топлината на взрива.

В САЩ са известни композиции „А” и „PBX” (plastic-bonded explosives) например:

**A-3:** смес на хексоген - 91%, восък - 9%.

**A-4:** смес на хексоген - 97%, восък - 3%.

**A-5:** смес на хексоген - 98%, стеаринова киселина - 2%.

**PBX-9203 :** смес на хексоген - 92%, полистирол – 6 %, диоктилфталат - 2%.

**PBXN-9404 94% :** смес на 94% октоген, 3% нитроцелулоза, 3%

**LX-14:** октоген -95,5%, полиуретанов полимер -4,5%. Скорост на детонация 8830 m/s .

**X-0298:** октоген – 97,5%, термопласт – 1,12%, минерално масло – 1,38%. Разчетна скорост на детонация 8830 m/s .

При достатъчно количество полимер е възможно зарядите да се произвеждат чрез леене или екструдирание, което от своя страна дава възможност да се подобри еднородността и целостта на зарядите, да се повиши безопасността на труда. В някои случаи бризантното ВВ частично или напълно се разтваря в полимерната съставляваща и образува твърд разтвор. Например:

**PBXN-109:** хексоген-64%, алуминий -20%, свързващ компонент -16%. Скорост на детонация 7600m/s.

**PBXN-110:** октоген - 88% и 12% НТРВ (hydroxy-terminated polybutadiene ) със скорост на детонация 8390 m/s .

**PBXC 109f:** октоген - 82%, полиуретан 18% . Скорост на детонация 8075 m/s .

За повишаване на термоустойчивостта като флегматизатори се използват полисилоксанови каучуци и тефлон. Зарядите се изработват чрез пресоване или екструзия на ВВ при повишена температура. При използването на полисилоксанови каучуци зарядите могат да се формират и чрез свободно леене със следващо втвърдяване на полимера. Например:

**PBXN-5:** 95% октоген и 5%Viton . Използва се в кумулативни заряди предназначени за използване при високи температури.

Напоследък все повече се използват състави в които се използват енергоемки (активни) флегматизатори и пластификатори. Такива ВС представляват особен интерес при използване в кумулативни боеприпаси и в боеприпаси с повишено поразяващо действие където основни параметри определящи ефективността на боеприпаса са скоростта на детонация и налягането на фронта на ударната вълна. Активни са тези компоненти, които са способни самостоятелно да се разлагат (горят) в инертна среда с отделяне на голямо количество енергия. Най-известният активен полимерен флегматизатор е нитроцелулозата, но тя невинаги удовлетворява изискванията за чувствителност и химическа стабилност. Затова напоследък голямо внимание се отделя на синтетични еластични полимери съдържащи, азидо, нитро и тетразолни радикали.

**RX-08-BD:** октоген -80%, бис-(2-флуороо-2,2-динитроетил) формал – 16,84%, AFNOL (полимер получаван пир кондензацията на 2,2,8,8-тетранитро-4,6-диоксо-1,9-нонадиола (DINOL) и хлорангидрида на пимелиновата киселина) – 3,16%.

**PAХ-2А:** октоген -85%, ацетат на целулоза (СAB) - 6%, BNDPA/F- 9%, скорост на детонация 8520 m/s при плътност 1,78 g/cm<sup>3</sup>.

Определено разпространение са получили ВС на основата на флегматизатор от пластизолен тип които се преработват при нормална температура и се втвърдяват при нагряване. Например взривната смес PBХN-103 предназначена за снаряжаване на морски боеприпаси се състои от амониев перхлорат, алуминий, триметилтетранитрат, нитрацелулоза, диетиленгликолтринитрат, етилцентралит, резорцин. Скорост на детонация около 6000 m/s. Флегматизацията на ВВ е възможна и с помощта на така наречените „капани на радикали“ – вещества, добавянето на които в незначително количество (около 1 ... 5%) активно свързва и деактивира свободните радикали и йони отделящи се при механично, електростатическо и топлинно въздействие върху ВВ. Подобни свойства имат органичните изоцианати, олеини, йод и др. В Таблица 4 са дадени сводните характеристики на някои флегматизирани ВВ.

Таблица 4. Характеристики на някои флегматизирани ВВ.							
Взривна смес	DXD-53	DXD-57	DXD-59	LX-14	Октол	PBXW-9	PBXW-11
Основно ВВ %	RDX 91	HMX 95	HMX 92	HMX 95	HMX 85	HMX 92	HMX 96
Скорост на детонация [m/s] (при плътност g/cm <sup>3</sup> )	8330 (1,64)	8620 (1,80)	8630 (1,76)	8330 (1,80)	8330 (1,81)	8330 (1,73)	8330 (1,80)
Където: DXD-53: хексоген - 91%, 8,5% съполимер на полиетилен и винулацетат със съдържание на винулацетат 15%, 0,5% диоксиладипат. DXD-59: октоген - 92%, (смес клас А:Е - 3:1) НуTemp-4404(съполимер на етил- и бутил-акрилат)-2%, Диоксиладипат - 6%. PBХW-9: октоген - 92%, DOA-6%, Нусар-2%. PBХW-11: октоген - 96%, DOA-3%, Нусар-1%.							

Използвана литература:

1. Шидловский А.А. «Основы пиротехники», «Машиностроение», М., 1973.
2. Горст А.В. «Пороха и ВВ», «Машиностроение», М., 1974.
3. Орлова Е.Ю. «Химия и технология бризантных взрывчатых веществ» 1973 и 1981 гг
4. Багал Л. И. «Химия и технология инициирующих взрывчатых веществ», 1975 г.
5. Т. Урбанский «Химия и технология взрывчатых веществ»
6. «Химическая энциклопедия» в 5 томах
7. «Энергетические конденсированные сетемы» под. редакции Жукова М. 2000
8. В. Д. Куров «Проектирование пороховых ракетных снарядов», М. 1961 г
9. Ю. О. Лядигин «Введение в пиротехнику» М. 1997 г.
10. Ю.О Лядигин «ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА» М. 1999
11. Б. И. Белковски, „Взривни вещества теория, химия, технология и употреба“ ДИ „Техника“ С офия — 1962 г.