

1. ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

ВР це хімічні сполуки або суміші, що здатні під впливом зовнішнього впливу до швидкого хімічного перетворення з утворенням газів, що мають високу температуру і тиск. Гази, поширюючись, виконують механічну роботу, яка виявляється у метанні, розколюванні або подрібненні будь-яких матеріалів.

Своє використання ВР знаходять у різних галузях людської діяльності. Однак з точки зору вибухотехніки, вони є основою підривних зарядів промислового виготовлення, саморобних ВП та інженерних й артилерійських боєприпасів.

ВР це речовини, яких немає у природі, тобто всі вони виготовлені штучно.

У судовій вибухотехнічній експертизі застосовується наступна класифікація ВР, їх розподіл за визначеними ознаками на різні групи [8]:

а) за фізичним (агрегатним) станом	- газоподібні; - рідкі; - тверді; - пластичні.
б) за хімічними властивостями	- фізичні суміші (димовий порох); - хімічні сполуки: - солі (гримуча ртуть, аміачна селітра тощо); - нітросполуки (ТНТ, тен тощо); - нітроаміни (гексоген, октоген тощо); - складні ефіри (нітрогліцерин тощо).
в) за практичним використанням:	- ініціюючі (гримуча ртуть, азид свинцю, ТНРС тощо); - бризантні (амотол, ТНТ, тен, гексоген); - металеві (порох, ракетне паливо); - піротехнічні складники (дими, зірки тощо).

Вибухові суміші, які містять нітрогліцерин та його похідні, застосовуються у народному господарстві й отримали назву нітрогліцеринових ВР, або динамітів. З аміачноселітряних сумішей широкого застосування набули амоніти, грануліти, ігданіти тощо.

1.1. ІНІЦІЮЮЧІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ

Ініціюючим ВР властива висока сприйнятливість до зовнішнього впливу (удару, тертя і впливу вогню). Вибух порівняно незначної кількості ініціюючих ВР безпосередньо з бризантними ВР викликає детонацію зарядів останніх.

Унаслідок зазначених властивостей ініціюючі ВР застосовуються виключно для спорядження засобів ініціювання (КД, запалів).

До ініціюючих ВР належать:

- гримуча ртуть (фульминат ртуті);
- азид свинцю (азотистоводневокислий свинець);
- ТНРС (тринітрорезорцинат свинцю).

Також до них належать так звані капсульні суміші, вибух яких може застосовуватись для збудження детонації ініціюючих ВР або запалювання порохів і виробів з них.



У зв'язку з високою чутливістю ініціюючі ВР перевозяться тільки у вигляді готових виробів!!!



Рисунок 1. Азид свинцю

Гримуча ртуть $\text{Hg}(\text{ONC})_2$ (фульминат ртуті – сіль ртутна гримучої кислоти HONC .) (рисунк 1) – це дрібнокристалічна сипуча речовина білого чи сірого кольору (в промисловості застосовується біла). Гримуча ртуть була відкрита в 1799 році Е. Говардом. Вона отруйна, погано розчиняється в холодній та гарячій воді, має солодкуватий смак, легко вибухає від незначного удару, розкладається під дією кислот і лугів, сірчана кислота викликає вибух. Під час підпалювання невеликої кількості дає спалах з характерним глухим звуком.

Гримучу ртуть отримують шляхом розчинення металевої ртуті в азотній кислоті й додаванням отриманого розчину до етилового спирту.

До удару, тертя, теплового впливу гримуча ртуть найбільш чутлива в порівнянні з іншими ініціюючими ВР, що використовуються на практиці. У разі зволоження гримучої ртуті її вибухові властивості та чутливість до початкового імпульсу знижуються (наприклад, у разі 10% вологості гримуча ртуть тільки горить, не детонує, а у разі 30% вологості не горить і не детонує). В зв'язку з цим гримучу ртуть зберігають під водою.

Гримуча ртуть у разі відсутності вологи не взаємодіє хімічно з міддю та її сплавами. У разі присутності вологи, гримуча ртуть повільно взаємодіє й з міддю, при цьому утворюється дуже чутлива гримуча мідь. Щоб запобігти цьому, мідні оболонки ВР захищають лакуванням. З нікелем, оловом і свинцем гримуча ртуть практично не взаємодіє. З алюмінієм же вона взаємодіє енергійно, з виділенням тепла і утворенням невибухових з'єднань (відбувається розкладення алюмінію). Тому гільзи гримучо-ртутних капсулів виготовляють із міді чи мельхіору, а не з алюмінію.

Продукти, що виникли під час хімічного перетворення гримучої ртуті, є високотоксичними, що впливає на її застосування.

Питома вага	4,4 г/см ³
Температура спалахування	170-180 °С
Термостійкість	90 °С
Температура вибуху	4 450 °С
Швидкість детонації	4 500-4 850 м/с
Тротиловий еквівалент	0,43
Серійний номер ООН	0135

Гримучортутні склади:

- гримуча ртуть, антимоній (сурма трьохсірчиста), сіль бертолетова (хлорат калію);
- гримуча ртуть, барій азотнокислий, сіль бертолетова (хлорат калію);
- гримуча ртуть, барій вуглекислий, сіль бертолетова (хлорат калію).

Застосовується для виготовлення ударних і наколювальних складників КД і КЗП/ЕД. Раніше застосовувалась й в капсулах боеприпасів вогнепальної зброї, зараз застосування обмежено, заміна – азид свинцю.

Азид свинцю $\text{Pb}(\text{N}_3)_2$ (азотистоводневокислий свинець) (рисунок 2) – це дрібнокристалічна речовина білого кольору, яка погано розчиняється у воді.



Рисунок 2. Кристали азиду свинцю

Вперше був добытий у 1891 році, але довгий час не знаходив практичного застосування. До удару, тертя і впливу вогню азид свинцю менш чутливий, ніж гримуча ртуть. Для забезпечення надійності збудження детонації азиду свинцю дією полум'я його покривають шаром ТНРС (накольний складник).

Азид свинцю отримують з металевого натрію й свинцю, в результаті взаємодії їх з аміаком і азотною кислотою.

Азид свинцю має погану сипучість. Для покращення сипучості до нього вводять невелику кількість парафіну, декстрину або іншої клейкої речовини й гранулюють його. Гранульований азид свинцю краще пресується й легше відміряється за обсягом.

Азид свинцю не втрачає здатності до детонації в разі зволоження й низьких температурах, його ініціююча здатність значно вища, ніж ініціююча здатність гримучої ртуті. Азид свинцю хімічно не взаємодіє з алюмінієм, але активно взаємодіє з міддю та її сплавами, тому гільзи капсулів, які споряджаються азидом свинцю, роблять з алюмінію, а не з міді.

Питома вага	4,7 г/см ³
Температура спалахування	325-350 °C
Термостійкість	до 250 °C
Температура вибуху	4 300 °C
Швидкість детонації	5 300 м/с
Тротиловий еквівалент	0,36
Серійний номер ООН	0129

У порівнянні з гримучою ртуттю азид свинцю має ряд важливих переваг:

- його ініціююча дія значно більше, тому кількість азиду свинцю у КД, у 2-2,5 рази менша, чим гримучої ртуті;
- він менш чутливий до зовнішніх впливів, що особливо важливе під час застосування його у КД артилерійських боєприпасів;
- для отримання азиду свинцю не потрібні коштовні й дефіцитні матеріали, в той час, як для виробництва гримучої ртуті потрібна дорога ртуть.

Композиційні склади:

- свинець азотнокислий, азид натрію, ТНРС, барій азотнокислий, антимоній (сурма трьохсірчиста);
- свинець азотнокислий, азид натрію, перекис барію, антимоній

(сурма трьохсірчиста);

- свинець азотнокислий, азид натрію, антимоній (сурма трьохсірчиста), сіль бертолетова (хлорат калію).

Застосовується для спорядження КД/ЕД у т. ч. артилерійських боєприпасів. У КЗП не застосовуються через спроможності до детонації в малій кількості.

ТНРС $C_6H(NO_2)_3O_2Pb$ (тринітрорезорцинат свинцю) (рисунок 3) – це дрібнокристалічна несипка речовина темно-жовтого кольору; її розчинність у воді незначна.



Рисунок 3. Тринітрорезорцинат свинцю (ТНРС)

Вперше ТНРС отримали у 1914 році. Вихідними продуктами для отримання ТНРС є стифнинова кислота (тринітрорезорцинат), нітрат свинцю й бікарбонат натрію. Процес отримання ТНРС схожий з процесом отримання азиду свинцю, тому для цього використовуються аналогічна апаратура. ТНРС, подібно азиду свинцю, застосовується гранульованим.

Чутливість ТНРС до удару нижча, ніж чутливість гримучої ртуті та азиду свинцю, за чутливістю до тертя він займає середнє місце між гримучою ртуттю й азидом свинцю. ТНРС достатньо чутливий до теплового впливу, під дією прямого сонячного проміння він темніє та розкладається. З металами ТНРС хімічно не взаємодіє.

Через низьку ініціюючу здатність ТНРС окремо не застосовуєть-

ся, а використовується спільно з азидом свинцю у деяких типах КД, з метою забезпечення безвідмовності ініціювання азиду свинцю, й запалювальних складниках піропатронів і ударних складниках КЗП.

ТНРС – високотоксична ВР І класу небезпеки з допустимою концентрацією в повітрі не більше 0,01 мг/м³.

Питома вага	3,8 г/см ³
Температура спалахування	270-280 °С
Термостійкість	до 150 °С
Температура вибуху	3 030 °С
Швидкість детонації	5 200 м/с
Тротиловий еквівалент	0,37
Серійний номер ООН	0219

Капсульні складники, що використовуються для спорядження КЗП, – це механічні суміші кількох речовин, з яких найбільш поширеними є гримуча ртуть, хлорат калію (бертолетова сіль) і трисірчиста сурма (антимоній).

Під дією удару чи наколювання КД відбувається запалювання капсульного складнику з утворенням спалаху, здатного запалити порох чи викликати детонацію ініціюючої ВР.

Капсульні склади (умовне найменування типу ТсТнБаА, ТсАсБаА-пА із наведенням після буквеного позначення процентного вмісту того або іншого компоненту):

ТНРС, тетразен, барій азотнокислий, антимоній (сурма трьохсірчиста);

ТНРС, тетразен, сіль бертолетова (хлорат калію), антимоній (сурма трьохсірчиста);

азид свинцю, тетразен, антимоній (сурма трьохсірчиста);

ТНРС, азид свинцю, барій азотнокислий, антимоній (сурма трьохсірчиста), алюміній (алюмінієва пудра);

ТНРС, барій азотнокислий, алюміній (алюмінієва пудра), тетразен, антимоній (сурма трьохсірчиста), двоокис свинцю.

Тетразен $C_2H_8ON_{10}$ (гуанілнітрозоаміногуанілтетразен) – дрібно кристалічна речовина з жовтим відливом, не розчиняється у воді, малогіроскопічна, не взаємодіє з металами й їх оксидами, його можна помістити в будь-яку оболонку.

Питома вага	1,65 г/см ³
Температура спалахування	140 °C
Серійний номер ООН	0114

Вперше отриманий у 1910 році, практичне застосування знайшов тільки у 20-х роках. Вихідним продуктом є бікарбонат аміногуанідину, нітрит натрію й азотна кислота. Процес приготування полягає у взаємодії нагрітих водних розчинів нітратів аміногуанідину й нітрату натрію.

Має малу бризантність але чутливість до удару майже така як у гримучої ртуті. Суміш у 2-3% тетразену з азидом свинцю суттєво підвищує чутливість до наколу, в зв'язку з чим використовується як сенсibilізатор, наприклад:

- ударний складник – суміш ТНРС + тетразен;
- накольний складник – азид свинцю + тетразен.

Ударні складники на основі тетразену мають низку бризантність, зручні для ініціювання порохів, особливу в якості сповільнювача. Використовувати, їх як самостійну ініціюючу ВР неможливо.

Запалювальні складники (умовне найменування типу СгСжПК, СгСрБК, знаки «Сг» означають «склад гранульований»):

- свинець залістосиньородистий, перхлорат калію, каніфоль;
- алюміній (алюмінієва пудра), перхлорат калію, нітроцелюлоза (коколсилін);
- свинець роданистий, сіль бертолетова (хлорат калію), каніфоль;
- свинець роданистий, сіль бертолетова (хлорат калію), сурик свинцевий;
- свинець роданистий, сіль бертолетова (хлорат калію), свинець хромовокислий.

Уповільнювачі (для піропатронів і вогневих кіл підривачів):

- склад СП: перхлорат калію, алюміній (алюмінієва пудра), свинець залістосиньородистий, каніфоль;

- склад СЦ-1: цирконій, сурик свинцевий, нітроцелюлоза (ко-локсилін);
- склад В-11: хромат барію, сурик свинцевий, перхлорат калію, сірка, цирконій;
- склади МГС: хромат барію, перхлорат калію, сурма п'ятисірчиста (сульфід сурми), нітроцелюлоза (колоксилін);
- склад МС-2: хромат свинцю, перхлорат калію, антимоній (сурма трьохсірчиста), нітроцелюлоза (колоксилін);
- склад МК: хромат барію, перхлорат калію, антимоній (сурма трьохсірчиста), нітроцелюлоза (колоксилін);
- склади СБ: хромат барію, перхлорат калію, сірка, нітроцелюлоза (колоксилін).

1.2. БРИЗАНТНІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ

Бризантні ВР є більш потужними та найменш чутливими до різного роду зовнішнього впливу ніж ініціюючі ВР.

Збудження детонації у бризантних ВР зазвичай здійснюється вибухом заряду тієї або іншої ініціюючої ВР, що входить до складу КД/ЕД або заряду іншої бризантної ВР (проміжного детонатора).

Порівняно невисока чутливість бризантних ВР до удару, тертя і теплового впливу, а отже і достатньо висока безпечність під час поводження з ними, обумовлюють зручність їхнього практичного використання.

Бризантні ВР використовуються у чистому вигляді, а також у вигляді сплавів і сумішей декількох ВР.

За потужністю бризантні ВР розподіляються на три групи:

- ВР підвищеної потужності з тротилевим еквівалентом більше 1,25 (у тому числі тен, гексоген, тетрил, окфол, МС, ТГА, ТГА-16, ПВВ-7, ПВВ-12М, ВС-6Д);

- ВР нормальної потужності з тротилевим еквівалентом 0,9-1,25 (у тому числі тротил, ТГ-16, ТГ-50, ТГ-40, ТГ-20, ПВВ-4, ПВВ-5А (5АМ), ПВВ-12С, ЭВВ-11);

- ВР пониженої потужності з тротилевим еквівалентом менше 0,9 (у тому числі амоніти, амотоли, алюміти, ігданіти, гранітоли, акватолі, карбатолі, аквамали, акваніти, емуліти, граманіти);

- ВР підвищеної потужності застосовуються для виготовлення проміжних детонаторів, ДШ тощо. ВР нормальної потужності широко використовуються для всіх видів підривних робіт і в різних видах боеприпасів.

У судовій вибухотехнічній експертизі (в зв'язку з тим, що детонація бризантних ВР, як правило, здійснюється за допомогою вибуху ініціюючих ВР) бризантні ВР називають ще вторинними ВР і ділять на дві групи:

- індивідуальні бризантні ВР –тринітротолуол (тротил), октоген, гексоген, пентаеритриттетранітрат (тен), тетрил тощо;

- бризантні вибухові суміші.

Особливістю кожної групи ВР є опис їхнього хімічного складу формулою $C_aH_bO_cN_d$, де коефіцієнти а, b, с, d позначають число атомів, відповідно, вуглецю (С), водню (Н), кисню (О) і азоту (N). **Нааяв-**

ність таких ВР чи їхніх слідів, утворених на яких-небудь предметах, можливо визначити тільки хімічними чи фізико-хімічними дослідженнями. Виключенням є група ВР, до складу яких входять добавки у вигляді металів чи сполук металів.

За призначенням бризантні ВР розділяються на військового і народногосподарського призначення.

ВР військового призначення

Залежно від калібру і призначення боєприпасів вибухової дії для їх спорядження застосовуються наступні методи:

1. Метод холодного і гарячого пресування – споряджаються ВР типу А-ІХ-1 (А-ІХ-2), гекфал, окфол (окфал), ТГ.

2. Метод лиття (зокрема, кускова або вакуумно-кускова заливка) – споряджаються ВР типу МС, ФС, ТГАФ.

Відмітною особливістю даних складів являється те, що значна їх кількість виготовлена на основі індивідуальних бризантних ВР (тринітролуолу, гексогену, октогену), флегматизованих такими речовинами, як стеарин, церезин. Для підвищення потужності використовуються алюмінієві порошки або алюмінієва пудра типу АСД, ПА. Часто до складу флегматизатора входять фарбники (жиророзчинний оранжевий, жиророзчинний червоний), які являється своєрідним маркером.

Окрім вищезгаданих видів ВР під час виготовлення боєприпасів використовуються пластичні і еластичні ВР на основі гексогену, тену.

У складі бризантних ВР військового призначення, застосовуються, зокрема добавки:

- свинець вуглекислий, що є кристалічним порошком білого кольору, важкорозчинний у воді і розчинний в розбавлених азотній і оцтовій кислотах, а також в розчинах їдких лугів;

- аеросил, що є двоокисом кремнію, на вигляд – рихлий, голубувато-білий порошок;

- оксизін, що являється сумішшю високомолекулярних вуглеводнів і киснемістких сполук парафінового ряду та є однорідною масою жовтого кольору;

- церезин, що є однорідною масою яскраво-жовтого або білого кольору;

- колоксилін, що є азотнокислим ефіром целюлози;
- стеарин, що являє собою лусочки, пластівці або порошок білого кольору;
- алюмінієвий порошок типу ПА, що є однорідним продуктом сірого кольору з металевим блиском;
- алюмінієва пудра типу ПП, що являє собою тонкоподрібнений, пелюсткоподібний продукт сірого кольору.

ВР промислового призначення (промислові ВР)

У промисловості, застосовуються як індивідуальні (однокомпонентні – тротил, гексоген), так і сумішеві бризантні ВР. Стосовно промислових сумішевих бризантних ВР необхідно виділити наступні основні компоненти.

Окислювачі – речовини, які містять надлишковий кисень, що йде на окислення горючих елементів під час вибухового перетворення. Як окислювач застосовують аміачну селітру, калій, натрій, перхлорати калію і амонію тощо.

Горючі добавки – тверді або рідкі речовини, багаті вуглецем і воднем. Це деревна мука, солярове масло або пудри (порошки) металів (алюмінію, магнію), що легко окисляються і виділяють при цьому велику кількість тепла. Горючі добавки вводяться до складу ВР для збільшення кількості тепла, що виділяється під час вибуху. Роль горючих добавок виконують також вибухові компоненти (тротил, гексоген тощо), які мають в своєму складі недостатню кількість кисню для повного окислення горючих елементів, що містяться в них. При цьому частина вуглецю, що виділяється під час вибуху таких ВР у вигляді окислу, у вільному стані або у вигляді горючих сполук, реагує з надлишковим киснем окислювачу, підвищуючи теплоту і загальну енергію вибуху.

Сенсибілізатори – речовини, що вводяться до складу ВР для підвищення його чутливості до початкового імпульсу і передачі детонації. Це, як правило, потужні ВР (тротил, гексоген, нітрогліцерин), які в суміші з малочутливими ВР (аміачна селітра тощо) і з невибуховими речовинами (солярове масло, деревна або бавовняна мука) забезпечують нормальну чутливість сумішевої ВР до ініціації її КД, ЕД або ДШ і одночасно підвищують енергетичні характеристики сумішевої ВР. Роль сенсибілізатора в простих ВР (динамони, ігданіти,

грануліти) можуть виконувати (у разі певного відсоткового вмісту) і невибухові горючі добавки: солярове масло, деревна мука, алюмінієва пудра.

Стабілізатори – вводяться до складу ВР для підвищення їх хімічної і фізичної стійкості. У якості стабілізатора використовують крейду, соду, бавовняну муку тощо. Стабілізатори також виконують роль горючих добавок, підвищують стабільність властивостей ВР. Роль стабілізатора у водостійких грамонітах виконує тротил, напилений на гранули аміачної селітри, а у водостійких алюмінієво містких гранулітах – термоплавкий восковий склад, що наноситься на поверхню гранул селітри і закріплює на гранулах часточки алюмінію.

Флегматизатори – легкоплавкі речовини, масла, що мають високу теплоємність і високу температуру спалаху, обволікають часточки чутливої ВР і не вступають з нею в реакцію. Введення флегматизатора знижує чутливість ВР і забезпечує безпечніші умови її застосування. Як флегматизатор використовують: вазелін, парафін, різні масла, тальк тощо. Так, перед виготовленням промислових ВР з добавками гексогену, його флегматизують додаванням 5% розплавленого парафіну.

Полум'ягасії – вводяться до складу лише запобіжних ВР для зниження температури вибуху, чим зменшується ймовірність запалювання метану і вугільного пилу в шахтах. У якості полум'ягасіїв застосовують хлористий натрій, хлористий калій, хлористий амоній тощо. Полум'ягасії, не беручи участь в реакції під час вибуху, поглинають частину тепла на своє нагрівання і випаровування, за рахунок чого знижується температура газів вибуху. Крім того, вони виконують роль негативних каталізаторів (інгібіторів), які затримують реакцію запалювання метану гарячими газами вибуху.

Класифікація промислових ВР

За умовами застосування, згідно даної ознаки всі промислові бризантні ВР

діляться на дві групи і на шість класів:

І група – незапобіжні бризантні вибухові речовини:

1 клас. ВР для вибуху на земній поверхні (патрони і мішки з ВР із непофарбованого паперу).

2 клас. ВР для відкритих і підземних робіт, крім шахт і копалин,

небезпечних щодо вибуху газу або пилу (патрони з ВР із червоного паперу, мішки для ВР із непофарбованого паперу з червоною смугою).

II група – запобіжні бризантні вибухові речовини:

3 клас. Потужні ВР обмеженого застосування для забоїв вугільних шахт, небезпечних щодо вибуху газу і вугільного пилу; у змішаних прохідницьких забоях виробіток, що проводяться по пластах, небезпечних тільки щодо вибуху газу; для струсового вибуху в польових виробітках, небезпечних щодо раптових викидів породи, для гіпроводорпедування вугільних пластів, для проходки стволів шахт із виділенням метану (патрони з ВР із синього паперу). Спеціальні ВР цього класу застосовуються для вибухів у забоях сірчаних, нафтових і озокеритових шахт; шахт, небезпечних щодо вибуху газу або вугільного пилу, а також для струсового вибуху (патрони з ВР із жовтого паперу).

4 клас. ВР середньої потужності і запобіжності для підриву при проходці і виїмці вугілля в шахтах, небезпечних щодо вибуху газу і вугільного пилу, а також для струсового вибуху (патрони з ВР із жовтого паперу).

5 клас. ВР підвищеної запобіжності для підриву вугілля і породи в особливо небезпечних умовах, зокрема, в тупикових вугільних забоях, в будових штреках, в забоях із виділенням метану і інтенсивним його виділенням із пробурених шпурів; для розпилювання води вибухом при створенні водяних завіс.

6 клас. Високотривалі ВР для відбою м'якого вугілля в лавах, при посадці покрівлі, для руйнування вугільних пробок в печях.

Промислові ВР за назвою основного компоненту діляться на:

- аміачно-селітрові ВР (амоніти, динамони, грануліти, ігданіт);
- водомісткі ВР (акватоли, пореміти);
- ВР на основі рідких нітроефірів (детоніти, вугленіт);
- нітротолуки (тротил, гексоген);
- оксиліквіти;
- хлоратні і перхлоратні ВР.

За характером дії на навколишнє середовище ВР діляться на:

- високотривалі, мають швидкість детонації більше 4,5 км/с;
- бризантні, із швидкістю детонації від 3,5 до 4,5 км/с;

- низькобризантні, із швидкістю детонації від 2,0 до 3,5 км/с;
- металеві із швидкістю вибухового горіння до 2 км/с.

За їх фізичним станом промислові ВР розділяють на порошкоподібні, гранульовані, пресовані, литі, пластичні, текучі і заливні.

Тен $C(CH_2ONO)_{24}$ (тетранітропентаеритрит, пентрит) (рисунок 4) – порошкоподібна, біла кристалічна речовина, негігроскопічна і нерозчинна у воді й спирті (добре розчиняється в ацетоні, розкладається в кислотах і лугах), добре пресується до щільності 1,6.



Рисунок 4. Тен (тетранітропентаеритрит, пентрит)

За чутливістю до механічних впливів, серед ВР які практично застосовуються, тен належить до числа найбільш чутливих з усіх бризантних ВР. Від удару рушничної кулі (у разі прострілювання) він вибухає.

Тен горить енергійно, білим полум'ям, без кіптяви. Під час його спалювання горіння може перейти в детонацію. З металами тен хімічно

не взаємодіє.

Тен застосовується для виготовлення ДШ та спорядження КД/ЕД, а у флегматизованому стані може використовуватися для виготовлення додаткових (проміжних) детонаторів, еластичних ВР і спорядження деяких боєприпасів. Флегматизований тен підфарбовується в рожевий чи оранжевий колір, у якості флегматизатора використовується парафін і віск, пластифікатора – ізобутилен. Під час другої світової війни флегматизований тен використовувався в кумулятивних боєприпасах.

Питома вага	1,7 г/см ³
Троїловий еквівалент	1,4
Температура спалахування	205–210 °C з затримкою декілька секунд
Температура плавлення	138-140 °C
Швидкість детонації	8 350 м/с
Фугасність	450-500 см ³
Бризантність за Гесом	24 мм
Чутливість до удару за стандартною пробєю	100%
Чутливість до тертя з піском	240 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	2 300-3 000 кгс/см ²
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
(викликає почервоніння слизової оболонки і шкіри, подразнює верхні дихальні шляхи, у разі попадання у легені викликає розширення кровоносних судин)	
Серійний номер ООН	0150

Тен отримують нітрацією пентаеритриту азотною кислотою, вперше був отриманий Толленом і Виганом у 1894 році. Хімічно чистий тен стійкий і витримує довге зберігання, погано очищений – швидко розкладається й може самозайматися.

Гексоген $C_3H_6N_6O_6$ (циклотриметилентринітрамін) (рисунок 5) – (у США – RDX), дрібнокристалічна речовина білого кольору, яка не має ні смаку, ні запаху, негігроскопічна, у воді не розчиняється (розкладається в сірчаній кислоті, добре розчиняється в концентрованій азотній кислоті, гірше в ацетоні, погано у хлороформі, спирті). Плавиться з розкладенням при високій температурі тому споряджати його методом заливки неможливо.

Гексоген у чистому вигляді пресується погано, тому його часто застосовують з додаванням невеликої кількості флегматизатора (сплав парафіну з церезином), який покращує спресованість гексогену і разом з тим знижує його чутливість до механічних впливів.

Флегматизований гексоген зазвичай підфарбовується в оранжевий колір (шляхом додавання невеликої кількості судану) і пресується до щільності 1,66.



Рисунок 5. Гексоген (циклотриметилентринітрамін)

Чутливість гексогену до удару нижча, ніж чутливість тену, але від удару рушничної кулі (у разі прострілювання) він може вибухнути. Гексоген горить енергійно білим полум'ям; горіння його може перей-

ти в детонацію. Хімічно гексоген більш стійкий, ніж тен; з металами хімічно не взаємодіє.

У чистому вигляді гексоген застосовується тільки для спорядження КД/ЕД. Для спорядження боєприпасів (протитанкових і кумулятивних тощо) снарядів, мін, бомб і гранат використовується флегматизований гексоген (з додаванням парафіну, стеарину, вазеліну тощо). Гексоген є основою для пластичних/еластичних ВР типу гексопластів та вибухівки А-ІХ-1 і А-ІХ-2, застосовується у ДШ та в якості проміжних детонаторів боєприпасів.

Питома вага	1,3 г/см ³
Троїловий еквівалент	1,42
Температура спалахування	215-232 °С
Температура плавлення	202-203 °С
Швидкість детонації	8 350 м/с
Фугасність	450-490 см ³
Бризантність за Гесом	16-24 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	70-90%
Чутливість до тертя з піском	490 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	1 500 кгс/см ²
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
Температура вибуху	3 380-3 700 °С
(сильно отруйний, вражає центральну нервову систему, головним чином головний мозок, викликає порушення кровообігу і некрозів)	
Серійний номер ООН	0391

У сплаві з тротилом, наприклад ТГ-50, у співвідношенні 50% тротилу і 50% гексогену за масою, гексоген використовують для спорядження КЗ. Для приготування вказаного сплаву тротил розплавляється і в нього вводиться й добре розмішується порошкоподібний гексоген.

У сплаві з тротилом гексоген менш чутливий до зовнішніх впливів і більш зручний для спорядження боєприпасів шляхом заливання.

Для підвищення енергії вибухового перетворення у сплави гексогену з тротилом додається алюміній у порошку. Прикладами таких сплавів є МС і сплав ТГА (оптимальний вміст у сплаві алюмінію – від 16 до 20 %, вміст гексогену – від 18 до 70 %).

Гексоген у сумішах з аміачною селітрою застосовують під час підривних робіт у народному господарстві. Ця суміш називається скельний амоніт і використовується для розробки найбільш твердих гірських порід, виготовляється, як правило, у формі пресованих циліндричних шашок.

Вперше отриманий у 1899 році (метод Герца), активно застосовуватись почав після першої світової війни. Гексоген отримують безпосередньою нітрацією гексаметилентетраміна (уротропіна – CH_2N_4) концентрованою азотною кислотою – 98 %:

Тетрил $\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_5\text{O}_8$ (тринітрофенілметилнітрамін) (рисунок 6) – кристалічна речовина яскраво-жовтого кольору, без запаху, солонувата на смак. Тетрил негігроскопічний і нерозчинний у воді (розчиняється в ацетоні, бензолі, ефірі, толуолі), достатньо легко пресується до щільності 1,60-1,65.



Рисунок 6. Тетрил

Чутливість тетрилу до механічного впливу дещо нижча, ніж чутливість тону і гексогену, але все ж від прострілювання рушничною

кулею він також може вибухнути.

Тетрил горить енергійно блакитним полум'ям без кіптяви, горіння його може перейти в детонацію. З металами тетрил хімічно не взаємодіє. Застосовується він тільки в сплавах, для виготовлення розривних зарядів снарядів і авіабомб, додаткових (проміжних) детонаторів у різних боеприпасах і для спорядження деяких типів КД.

Тетрил забороняється змішувати з аміачною селітрою, під час їх взаємодії виділяється тепло, що може призвести до займання суміші.

Питома вага	1,5-1,6 г/см ³
Тротиловий еквівалент	1,08
Температура спалахування	185-220 °C
Температура плавлення	128-131 °C
Швидкість детонації	7 750 м/с
Фугасність	340 см ³
Бризантність за Гесом	22 мм
Чутливість до удару за стандартною пробєю	48-60%
Чутливість до тертя з піском	800 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	2 900 кгс/см ²
Температура вибуху	3 370 °C
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
Серійний номер ООН	0208

Отримується нітруванням діметаніліну, який застосовується під час виробництва барвників і медичних препаратів.

Октоген $C_4H_8N_8O_8$ (циклотетраметилентетранітрамін) (рисунок 7) – однорідний сипучий негігроскопічний кристалічний порошок білого кольору. Майже не розчиняється у спиртах, бензолі, толуолі, ефірі, погано розчиняється у воді, але добре розчиняється в ацетоні, азотній та сірчаній кислотах.



Рисунок 7. Октоген

Питома вага	1,90 г/см ³
Тротиловий еквівалент	1,44
Температура спалахування	291 °C
Температура плавлення	276 °C
Швидкість детонації	9 090 м/с
Фугасність	460 см ³
Бризантність за Гесом	24 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	84%
Чутливість до тертя з піском	260 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	1 860 кгс/см ²
Температура вибуху	3 380 °C
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
Серійний номер ООН	0226

Октоген застосовується в температуростійких КД, ДД, ДШ та в складі бризантних і фугасних сполук боеприпасів різного призначення (наприклад октол – сплав октогену і тротилу). Заряди ВР формуються методами пресування та заливання.

Окфол (рисунок 8) – флегматизований октоген, до складу якого входить 96-97% октогену та 3-4% флегматизатора, в якому 99% оксигена та фарбника жиророзчинного червоного С – 1%.



Рисунок 8. Окфол

Питома вага	1,78 г/см ³
Тротиловий еквівалент	1,25
Температура спалахування	278 °C
Швидкість детонації	8 700 м/с
Фугасність	450 см ³
Бризантність за Гесом	23 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	24%
Чутливість до тертя з піском	1 250 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	3 000 кгс/см ²
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
Серійний номер ООН	0084

Окфол – однорідна негігроскопічна сипуча речовина рожевого кольору. Не взаємодіє з латунню, алюмінієм, шелаковим та іншими

лаками, лугом, але розчиняється в ацетоні.

Застосовується у вигляді пресованих зарядів до боєприпасів осколкової та кумулятивної дії, ДД, пострілів гранатометів і ПТКР та для виготовлення ВР Окфол-20. Заряди з Окфол формуються методом пресування.

МС (морська суміш) – однорідна негігроскопічна маса світло-коричневого кольору з оранжевим відтінком та окремими сріблястими вкрапленнями алюмінієвого порошку. Вона готується в механічних змішувачах і містить тротилу $19 \pm 3\%$, гексогену $57 \pm 2,5\%$, алюмінієвого порошку марки ПА-4 $17 \pm 2\%$, флегматизатора $6,4 \pm 1\%$. З металами не взаємодіє.

МС застосовується для наповнення інженерних, авіаційних, рідше ракетно-артилерійських та мінно-торпедних боєприпасів. Спорядження боєприпасів виконується методом вібраційного заливання.

Питома вага	1,69 г/см ³
Тротиловий еквівалент	1,46
Температура спалахування	210 °C
Швидкість детонації	7 500 м/с
Фугасність	480 см ³
Бризантність за Гесом	21 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	20%
Чутливість до тертя з піском	1 350 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	3 000 кгс/см ²
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
Серійний номер ООН	0082

МС-2 (ФС) – містить тротилу 21% , алюмінію 27%, церезину 5,2%, гексогену 46,8%. Швидкість детонації 7 200 м/с, питома вага 1,75 г/см³

Суміші ТГА – однорідні негігроскопічні маси сірого кольору з проблисками вкраплень алюмінію, що не реагують з металами. До бризантних ВР підвищеної потужності відносяться:

Питома вага	1,65 г/см ³
Тротиловий еквівалент	1,25-1,4
Температура спалахування	220-320 °C
Швидкість детонації	7 000-7 200 м/с
Фугасність	400-420 см ³
Бризантність за Гесом	17-20 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	13-20%
Чутливість до тертя з піском	1 200-1 400 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	3 000 кгс/см ²
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³

ТГА: тротилу – 58%, гексогену – 19%, алюмінію – 17%, флегматизатора – 6%;

ТГА-5: тротилу 60%, гексогену – 24%, алюмінію – 16%, флегматизатора – 5%;

ТГА-16: тротилу 60%, гексогену – 24%, алюмінію – 16%;

ТМ: тротилу – 36,5%, гексогену – 42,8%, алюмінію – 21,92%. За зовнішнім виглядом однорідна маса сріблястого кольору з буруватим відтінком.

Суміш ВС-6Д – чотирьохкомпонентна евтектична суміш, масляниста рідина від світло-жовтого до темно-жовтого кольору, негігроскопічна, не розчинюється у воді, не замерзає при температурі –50 °C. Розчиняється у ацетоні, діхлоретані й етиловому спирті, у розчинах лугів розкладається.

Питома вага	1,53 г/см ³
Температура спалахування	225 °C
Швидкість детонації	7 150 м/с
Фугасність	380 см ³
Бризантність за Гесом	20 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	32-36%
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
(сильно отруйний, вражає центральну нервову систему, головним чином головний мозок, викликає порушення кровообігу і некрозів)	
Гарантійний термін складського зберігання	15 років

Застосовується у ППМ типу ПФМ систем дистанційного мінування.

Склад А-ІХ-1 (флегматизований гексоген, гекфол) – гексоген – 93,5-95%, флегматизатор – 5-6,5% (церезин синтетичний – 45%, церезин природний – 15%, стеарин – 38,8%, фарбник жиророзчинний помаранчевий – 1,2 %) (рисунок 9).



Рисунок 9. ВР А-ІХ-1 (вилучена з снаряду)

Склад А-ІХ-1 – однорідна, порохоподібна, негігроскопічна сипуча речовина помаранчевого кольору, що не взаємодіє з латунню, алюмінієм, лугом, лаком тощо.

Питома вага	1,6-1,68 г/см ³
Троїловий еквівалент	1,22
Температура спалахування	200 °С
Швидкість детонації	8 000-8 450 м/с
Фугасність	420-450 см ³
Бризантність за Гесом	23 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	32-36%
Чутливість до тертя з піском	1 215 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	3 000 кгс/см ²
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
Серійний номер ООН	0081
Гарантійний термін складського зберігання	15 років

Використовується в КЗ, детонаторах і боєприпасах малого й середнього калібру.

Склад А-ІХ-2 – представляє собою механічну суміш, яка містить 73% гексогену, алюмінієвої пудри 23%, церезину 2,4%, стеарину 1,6%.

Склад А-ІХ-2 однорідна, сипуча, негігроскопічна речовина сіро-сталевого кольору.

Питома вага	1,76 г/см ³
Троїловий еквівалент	1,04
Температура спалахування	207 °С
Швидкість детонації	8 000 м/с
Фугасність	530 см ³
Бризантність за Гесом	22 мм

Призначений для спорядження бризантно-фугасних снарядів і окопних зарядів типу ОЗ-1.

Гекфол-5 (А-ІХ-10) – представляє собою флегматизований гексоген і містить 93,5-95% гексогену й 5-6,5% флегматизатору (98% оксизину й 2% фарбника жиророзчинного помаранчевого або крапلاку).

Склад Гекфолу-5 однорідний, негігроскопічний, розсипчастий порошок.

Гекфол-5 – токсична речовина. У разі попадання до організму можливе отруєння.

Питома вага	1,62-1,66 г/см ³
Температура спалахування	220 °С
Фугасність	430 см ³
Гарантійний термін складського зберігання	20 років

Використовується у кумулятивних боєприпасах.

Тротил $C_6H_5N_3O_6$ (тринітротолуол, тол, ТНТ) – основна бризантна ВР, яка застосовується для підричних робіт і спорядження більшості боєприпасів; як правило, це кристалічна речовина від світло-жовто-

го до світло-коричневого кольору, гіркувата на смак (рисунок 10).

Тротил негігроскопічний і практично нерозчинний у воді (добре розчиняється в сірчаній та азотній кислотах, у бензолі, ацетоні, спирті, гірше – у ефірі). У промисловості його отримують у вигляді порошку (порошкоподібний тротил), дрібних лусочок (лускоподібний тротил) чи гранул (гранульований тротил). Лускоподібний тротил добре пресується до щільності 1,6.



Рисунок 10. Тротил

Тротил плавиться без розкладання при температурі близько +81 °С; щільність затверділого після плавлення (литого) тротилу 1,55-1,60; температура запалювання близько +310 °С; на відкритому повітрі тротил горить жовтим полум'ям із сильною кіптявою, без вибуху. Горіння тротилу в замкнутому середовищі може переходити в детонацію.

До удару, тертя і теплового впливу тротил мало чутливий. Пресований і литий тротил від прострілювання звичайною рушничною кулею не вибухає і не запалюється, з металами хімічно не взаємодіє.

Чутливість тротилу до детонації залежить від його стану. Пресований і порошкоподібний тротил безвідмовно детонує від КД № 8, литий, лускоподібний і гранульований тротил детонує тільки від ДД із пресованого тротилу чи іншої бризантної ВР.

Хімічна стійкість тротилу досить висока; тривале нагрівання при температурі до +130 °С чи тривале перебування у воді мало зміню-

ють його вибухові властивості. Під впливом сонячного світла тротил зазнає фізико-хімічних перетворень, які супроводжуються змінами кольору і деяким підвищенням чутливості до зовнішніх впливів.

Тротил отримують у результаті обробки толуолу (рідкий продукт коксохімічної і нафтопереробної промисловості) сумішшю азотної та сірчаної кислот. Пресуванням чи заливанням із нього роблять різні заряди і підривні шашки.

Питома вага	1,55 г/см ³
Температура спалахування	296 °C
Температура плавлення	82 °C
Температура затвердіння	80,2 °C
Температура вибуху	2 820 °C
Швидкість детонації	6 500 м/с
Фугасність	285 см ³
Бризантність за Гесом	15 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	8%
Швидкість ударної хвилі	8 250 м/с
Тиск на фронті ударної хвилі	820 кг/см ²
Швидкість розльоту продуктів вибуху	2 900 м/с
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
(вражає дихальні шляхи й травний тракт, у разі довгострокового впливу викликає слабкість, запаморочення, дерматити шкіри, гепатит)	
Серійний номер ООН	0209

Тротил застосовують для спорядження боєприпасів практично усіх типів, а також засобів підриву й проміжних детонаторів. Для спорядження боєприпасів тротил застосовується не тільки в чистому вигляді, але й у сплавах з іншими ВР (гексогеном, тетриллом

тощо). Порошкоподібний тротил входить до складу деяких ВР пониженої потужності (наприклад, амонітів).

Для проведення підривних робіт тротил, як правило, використовується у вигляді пресованих підривних шашок (рисунок 11):



Рисунок 11. Тротилові шашки

1 – велика; 2 – мала; 3 – бурова (циліндрична)

- великих – розміром 50x50x100 мм вагою 400 г;
- малих – розміром 25x50x100 мм і вагою 200 г;
- бурових (циліндричних) – довжиною 70 мм, діаметром 30 мм і масою 75 г.

Усі підривні шашки мають запальні гнізда для КД № 8. Для більш надійного сполучення з засобом підривання запальовальні гнізда деяких шашок роблять із різьбою. До напису на паперовій обгортці таких шашок додано: «С різьбой 1М10х1Н» чи «С фольговой обложкой резьбы».

Для захисту шашок від зовнішніх впливів їх покривають ша-

ром парафіну і обгортають папером, на який потім наноситься ще один шар парафіну. Місце розташування запального гнізда шашки позначається чорним кружечком. В упаковку (дерев'яний ящик) вкладається 30 великих і 65 малих чи 250 бурових шашок. Ящик, який містить великі та малі шашки, може використовуватися як зосереджений заряд вагою 25 кг без зняття кришки. Для цього в кришці є отвір, закритий знімною планкою, навпроти якої вкладається велика шашка з різьбою.

Суміші ТГ (рисунок 12) – однорідні негігроскопічні маси від світло-жовтого до темно-жовтого кольору без видимих неозброєним оком механічних домішок, у яких можуть допускатися окремі вclusions в межах норм та нерозчинний осадок. В ІБП застосовують п'ять типів сумішей ТГ :



Рисунок 12. Суміш ТГ

ТГ-16 – у складі тротилу – 60%, гексогену – 24%, алюмінію – 16%;

ТГ-20 – у складі тротилу – 20%, гексогену – 80%;

ТГ-30 – у складі тротилу – 30%, гексогену – 70%;

ТГ-40 – у складі тротилу – 40%, гексогену – 60% ;

ТГ-50 – у складі тротилу – 50%, гексогену – 50%.

З металами суміші не взаємодіють, але вступають у реакцію з лугом аналогічно тротилу та гексогену.

Суміші застосовуються для спорядження кумулятивних та осколкових боєприпасів середнього та крупного калібрів методом пускового та вакуумного заливання. Приготування сумішей проводиться безпосередньо перед спорядженням боєприпасів.

Питома вага	1,65-1,7 г/см ³
Троїловий еквівалент	1,05-1,25
Температура спалахування	222-340 °С
Швидкість детонації	7 660-8 200 м/с
Фугасність	350-450 см ³
Бризантність за Гесом	20-22 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	36-40%
Чутливість до тертя з піском	625-1 400 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	3 000 кгс/см ²
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³

ПВВ-4 – однорідна негігроскопічна пластична маса від світло-кремового до кремового кольору, яка не розчиняється у воді, легко формується в заряди необхідної форми та маси (рисунок 13).



Рисунок 13. ПВВ-4

ПВВ-4 виготовляють з порошкоподібного гексогену (78,5%±1,5%) і спеціального пластифікатора 21,5%±1,5%, який містить 25–28% кальцинованого мила, пластифікованого мінеральним маслом 72,5% ± 2,5%, шляхом ретельного їх перемішування. Крім цього, до цієї суміші згідно з Конвенцією про маркування ПВР повинна додаватися маркувальна речовина.

Пластичні властивості ПВВ-4 зберігаються при температурі від –30 °С до +50 °С. Під час мінусових температур його пластичність дещо знижується; при температурах вище +25 °С він стає м'яким і щільність зарядів, які з нього виготовляються, зменшується.

До удару, тертя і теплових впливів ПВВ-4 малочутливий (його чутливість трохи більша, ніж у тротилу). Від прострілювання рушничною кулею, як правило, не детонує і не загоряється.

Гарантовано детонує він від КД № 8, поміщеного в масу заряду на глибину не менше 10 мм.

Горіння його в кількості до 50 кг протікає енергійно, але без вибуху.

Питома вага	1,4 г/см ³
Тротильовий еквівалент	0,92
Температура спалахування	230 °С
Швидкість детонації	7 000 м/с
Фугасність	290 см ³
Бризантність за Гесом	20 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	20%
Чутливість до тертя з піском	1 665 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	3 000 кгс/см ²
Ексудація при температурі +50 °С (за 6 годин)	< 0,15%
Усадка при температурі +20 °С	10–45%
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
Серійний номер ООН	0084

ПВВ-4 не має властивостей липкої речовини, тому під час виконання підривних робіт, для надійного кріплення зарядів з ПВВ-4 до

об'єкта підриву, його застосовують у тканинних чи пластикових оболонках.

ПВВ-4 поставляють у виді брикетів розміром 70х70х45 мм, вагою 1 кг, обгорнутих папером червоного або жовтого кольорів. Брикети по 32 шт. пакуються у дерев'яні ящики.

Використовується для спорядження підривних зарядів і ппм. У даний час ПВВ-4 не випускається, але на складах є значні запаси. Під час довгострокового зберігання мінеральні мастила (зв'язуючи речовини) зосереджуються в середині брикету, а зовнішні шари збіднені мастилом. У разі розрізання такого брикету в його середині можливо виявити порожнину заповнену мастилом, зовнішній шар при цьому розсипчастий.

ПВВ-5А(5АМ) – однорідна, тістоподібна, негігроскопічна пластична маса від білого до кремового кольору яка містить гексоген – 85%, поліізобутилен П-200 – 4,5% і мінеральне масло – 10,5%. ПВВ-5А зберігає пластичність при температурі від - 40 °С до + 50 °С застосовується для наповнення ІБП (МОН-50, МОН-90), зосереджених зарядів (СЗ-4П), динамічного захисту танків тощо (рисунк 14).



Рисунок 14. ПВВ-5А з блоку динамічного захисту танка

Питома вага	1,4 г/см ³
Температура спалахування	230 °С
Швидкість детонації	7 400 м/с
Бризантність за Гесом	20 мм
Фугасність	330 см ³
Чутливість до удару за стандартною пробою	36%

ПВВ-5А має ліпкі властивості, під час розтягування шматка утворює довгі нитки, аналогічно жувальній гумці. ПВВ-5А виробляється з порошковидного гексогену й спеціального пластифікатору шляхом ретельного їх перемішування. У воді не розчиняється, легко деформується від зусилля рук. Можливість легкої деформації дозволяє використовувати його для виготовлення зарядів потрібної форми, висока липучість – закріплювати невеликі заряди безпосередньо на об'єкти підриву без додаткового приладдя.

Під дією низьких температур його пластичність знижується, високих – підвищується.

До удару, тертя і теплових впливів ПВВ-5А малочутливий (його чутливість трохи більша, ніж у тротилу). Від прострілювання рушничною кулею, як правило, не детонує і не загоряється. У разі підпалювання горить, горіння у кількості до 50 кг протікає енергійно, але без вибуху. З металами ПВВ-5А хімічно не взаємодіє.

Гарантовано детонує він від КД № 8, поміщеного в масу заряду на глибину не менше 10 мм.

ПВВ-7 – пластична ВР, однорідна негігроскопічна пластична маса сірого кольору, що не розчиняється у воді, легко формується в заряди різноманітної форми та маси. ПВВ-7 о застосовується в зарядах у м'якій оболонці, якому, за необхідності, може надаватися різна форма.

ПВВ-7 виготовляють із порошкоподібного гексогену (71,5% ± 1,5%), алюмінієвого порошку марки ПД-4 (17% ± 1,5%) і спеціального пластифікатора (11,5% ± 1,5% у складі 3% поліізобутилену П-200, пластифікованого мастилом ГОИ-54 8,5%) шляхом ретельного їх перемішування. Крім цього, до зазначеної суміші згідно з Конвенцією

про маркування ПВР з метою їх виявлення, ратифікованою Законом України від 03 грудня 1997 року № 687/97-ВР (далі – Конвенція про маркування ПВР), повинна додаватися маркувальна речовина 2,3-диметил-2,3-динітробутану (далі – DMNB) з 0,1 до 1,0% у масі ВР.

Пластичні властивості ПВВ-7 зберігаються при температурі від – 20 °С до +40 °С. При мінусових температурах його пластичність дещо знижується; при температурах вище +25 °С він стає м'яким і щільність зарядів, які з нього виготовляються, зменшується.

До удару, тертя і теплових впливів ПВВ-7 менш чутливий ніж тротил, але все ж від прострілювання рушничною кулею він також може детонувати.

Гарантовано детонує він від КД № 8, поміщеного в масу заряду на глибину не менше 10 мм.

ПВВ-7 горить енергійно блакитним полум'ям без кіптяви, горіння його в кількості до 50 кг протікає енергійно, але без вибуху. З металами ПВВ-7 хімічно не взаємодіє. Використовується в зарядах розмінування.

Питома вага	1,5 г/см ³
Тротиловий еквівалент	1,5
Температура спалахування	230 °С
Швидкість детонації	6 500 м/с
Фугасність	480 см ³
Бризантність за Гесом	20 мм
Чутливість до удару за стандартною пробою	44%
Чутливість до тертя з піском	1 325 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	3 000 кгс/см ²
Ексудація при температурі +50 °С (за 6 годин)	< 0,1%
Усадка при температурі +20 °С	> 2%
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
Серійний номер ООН	0084

ПВВ-12М/ПВВ-12С – однорідна негігроскопічна, морозостійка пластична маса від білого до світло-кремового кольору, яка містить гексоген ($90 \pm 1,0\%$), інертну зв'язку ($10 \pm 1,0\%$ у складі 4,5% каучуку СКДН, 5,0% трансформаторне або моторне мастило, 5,0% діоктилсибацинату).

Крім цього, до ПВВ-12М вітчизняного виробництва додається маркувальна речовина DMNB (мононітротолуол) $0,5 \pm 0,05\%$ (рисунок 15).

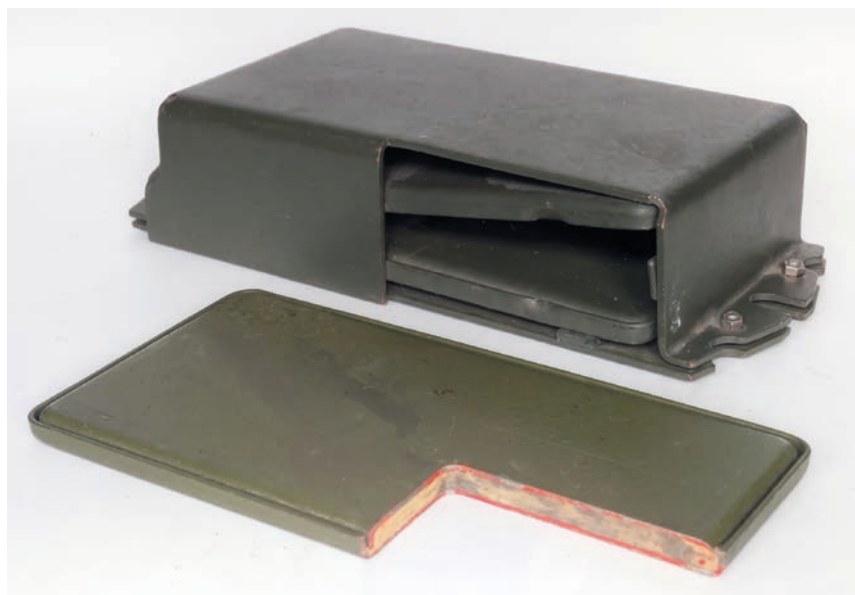


Рисунок 15. Блок динамічного захисту танка Контакт-1
у якому використовується вибухівка ПВВ-12М

Питома вага	1,55 г/см ³
Троїловий еквівалент	1,24
Температура спалахування	230 °C
Швидкість детонації	8 100 м/с
Фугасність	350 см ³
Бризантність за Гесом	20 мм

Чутливість до удару за стандартною пробою	28%
Чутливість до тертя на приладі К-44-III	4 000 кгс/см ²
Ексудація при температурі +50 °С (за 6 годин)	< 0,2%
Усадка при навантаженні 49 кПа (0,5 кгс/см ²) і температурі –50 °С	4-10
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
Серійний номер ООН	0084

Еластична ВР ЭВВ-11 (еластит) – однорідна негігроскопічна еластична маса білого кольору, що не взаємодіє зі сталлю, алюмінієм, міддю. Вона містить гексогену $80 \pm 1,5\%$, інертної зв'язки $20 \pm 1,5\%$ (у тому числі 8% високомолекулярного поліізобутилену, 8% трансформаторного мастила, 3,5% фторопласту-4, 0,5% дибутилсибацинату, 0,1% ледитину) (рисунок 16).

Заряди ЭВВ-11 зберігають гнучкість при температурі від –40 °С до +50 °С. Випускається у вигляді гнучких (еластичних) листів/стрічок білого, жовтого, сірого, зеленого, сіро-зеленого, буро-червоного кольору товщиною 0,5-16 мм. Вони застосовуються без оболонки як стрічковий підривний заряд.

Питома вага	1,63 г/см ³
Троїловий еквівалент	1,05-1,25
Температура спалахування	230 °С
Швидкість детонації	7 450 м/с
Гарантія міцності при розтягуванні	5 кгс/см ²
Відносна деформація	30%
Водостійкість у воді на глибині	1,0 м
Зберігає гнучкість упродовж 5 діб і детонує від КД № 8	
Чутливість до удару за стандартною пробою	36-40%
Чутливість до тертя з піском	625-1 400 кгс/см ²
Чутливість до тертя без піску	3 000 кгс/см ²

Ексудація при температурі +50 °С (за 6 годин)	< 0,1%
Усадка при температурі +20 °С	> 2%
Клас токсичності	II = 1 мг/м ³
Серійний номер ООН	0084

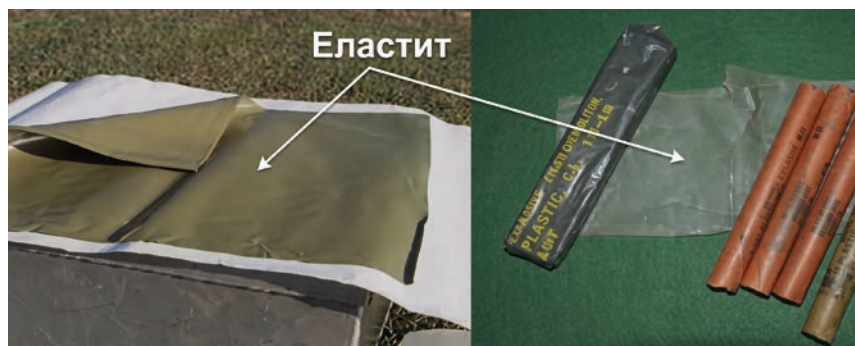


Рисунок 16. ЗВВ-11

Основні промислові ВР

Детоніти – потужна ВР, що містить ефір. Застосовується в гірській промисловості для підривних робіт у рудниках і шахтах, небезпечних по газу або пилу, із зарядженням вручну й на відкритих розробках. Призначені для висадження міцних і важко підриваємих порід у сухих і обводнених умовах. Тротиловий еквівалент – 1,38. Містять: аміачну суміш – 74-78%, нітроз'єднання (тротил) – 5-10%, алюміній – 5-11% і 5-20% сенсibilізатору (важко замерзаючі суміші рідких нітроефірів – головним чином нітрогліцерин + нітрогліколь).

Найбільш відомий Детоніт М – порошкоподібна, слабкопилова ВР сіро-стального кольору. У її складі міститься 78% селітри, 10% нітроефірів, 10,7% алюмінієвої пудри, 0,3% колоїдної бавовни, по 0,2% соди і машинного мастила. Характеризується високою детонаційною здатністю в зарядах малого діаметру – 24-28 мм (рисунок 17).



Рисунок 17. Детоніт М

Питома вага	0,95-1,2 г/см ³
Швидкість детонації	4 200-5 000 м/с
Фугасність	450-500 см ³
Бризантність за Гесом	17-18 мм

Амонали – сімейство аміачно-селітряних ВР, що складаються з суміші амонію нітрату (80–90%), горючою складовою частиною є пудра алюмінію та нітросполуки (тротил, ТЕН, гексоген). Властивості амоналів схожі з властивостями амонітів, але за рахунок наявності алюмінію їх потенційна енергія і температура вибуху значно вищі. Серед промислових ВР амонали представлені амоналом водостійким та скельними амоналами № 3 та № 1 (рисунок 18).



Рисунок 18. Амонал

Витримує удари будь-якої сили, поштовхи і навіть простріл кулею, не чутливий до променю вогню. Сріблясті суміші, дають пил на повітрі, у воді частково розчиняється. У разі нагрівання понад 200° С плавляться і спалахують без детонації. Гігроскопічні. Під час тривалої тряски чи пересипанні здатні розшаровуватись. Стійкі, у герметичній упаковці можуть зберігатись роками. Активно реагують з кислотами та лугами.

Вибух амоналу не обов'язково є детонацією. Розкладання може протікати по типу вибухового горіння, часткової чи згасаючої детонації. Тритиловий еквівалент: 0,9-1,3.

Амонал-200 (ВА-4) – (водостійкий), NH_4NO_3 – 80,5%, алюмінієвої пудри – 4.5%, тротил – 15% (рисунок 19).

Швидкість детонації	4 000-4 500 м/с
Фугасність	410-430 см ³
Бризантність за Гесом	17,5
Чутливість до удару	16-32%.

Являє собою однорідний дрібний порошок сіро-сталевого кольору, малосипкий, має стабільні властивості під час зберігання, непридатний для механізованого заряджання. Випускається в патронах діаметром 31-32 мм для висадження міцних порід будь-якого обводнення.



Рисунок 19. Амонал-200

Амонал скельний № 1 – NH_4NO_3 66%, тротил 5%, гексоген 24%, алюміній 5% (рисунок 20).



Рисунок 20. Патрони амоналу скального № 1

Однорідний порошок сіро-сталевого кольору. Водостійкий, не злежується під час зберігання, надійно детонує. Призначений для прохідницьких робіт у скельних породах. Випускається в патронах діаметром 32-36, 60, 90, 100, 120 мм.

Фугасність	450-480 см ³
Бризантність за Гесом	22-28 мм

Амонал скельний № 3 – NH_4NO_3 72%, тротил 5%, гексоген 15%, алюміній 8%. Використовувався для підривних робіт.

Фугасність	450-470 см ³
Швидкість детонації	4 000-4 500 м/с

Однорідний порошок сіро-сталевого кольору, є найпотужніший з порошкових патронованих ВР. Не злежується, водостійкий, надійно детонує при діаметрі 24-26 мм. Призначений для висадження міцних порід будь-якого обводнення, зарядами зменшеного діаметра. Не придатний для механізованого заряджання. Випускається в патронах великого діаметра (рисунок 21). Застосовуються в кар'єрах і шахтах, безпечних за газом і пилом, при висадженні міцних обводнених порід (випускається тільки в патронах діаметром 32-36, 60, 90, 100, 120 мм).



Рисунок 21. Амонал скельний № 3

Гранулотол (рисунк 22) – гранульована, водостійка ВР. Представляє собою гранульований тротил промислових сортів. Випускається марок А і Б (відрізняються змістом води 1% і 2% відповідно).



а) заводське пакування



б) гранулотол (ГОСТ 25857-83)

Рисунок 22. Гранулотол

Має світло-жовтий колір. Гранули сферичні, розмір 2-4 мм (допускається до 15 % гранул менш 2 мм і до 10% – більше 4 мм). Не злежується, сипучий у сухому й вологому стані, не пилить під час заряджання. У вологому стані не електризується. Гранули добре тонуть і розосереджуються у воді, що забезпечує стабільне заряджання в обводнених місцях. Негігроскопічний, морозотривкий. У разі підвищеної вологості може змерзатись при низьких температурах.

У сухому виді хімічно стійкий, у кислій – стійкість незначно знижується, в луговій – значно знижується, при цьому гранули й розчин фарбуються у темно-червоний колір. Під дією ультрафіолетового опромінювання гранули буріють.

	Гранулотол сухий	Гранулотол вологий
Тротиловий еквівалент	1,0	1,13
Бризантність за Гесом	24-26 мм	25-30 мм
Швидкість детонації	4 000-4 500 м/с	5 000-5 500 м/с

Володіє високою стабільністю вибухових властивостей. Його заряди можуть тривалий час знаходитися у воді, у тому числі, і проточній, без втрати вибухових властивостей. Гранулотол рекомендується застосовувати у водонаповненому стані, оскільки вода, заповнюючи проміжки між гранулами, збільшує щільність заряду (за рахунок чого підвищується швидкість детонації) і покращує ефект вибуху. Застосування гранулотолу в сухих свердловинах нераціональне, оскільки через малий об'єм газоподібних продуктів вибуху ефект руйнування менший, ніж під час застосування амонітів.

Алюмотол – гранульована, водостійка ВР, із гранулами до 5 мм сірого кольору, що складається з 85% тротилу і 15% алюмінієвої пудри. Використовується в обводнених свердловинах, зокрема, із проточною водою. Володіє високою стабільністю і високими вибуховими властивостями. Для його ініціації необхідні потужні проміжні детонатори (рисунок 23).



Рисунок 23. Алюмотол

	Алюмотол сухий	Алюмотол вологий
Тротиловий еквівалент	1,24	1,35
Бризантність за Гесом	28-30 мм	більш 34 мм
Швидкість детонації	4 000-4 200 м/с	4 800-5 000 м/с

Амоніти – ВР, до складу яких, крім аміачної селітри, входить від 10 до 60% вибухових добавок (як правило тротил). Зволожені і злежалі амоніти володіють зниженою сприйнятливістю до детонації і у разі вологості 3% і вище можуть давати відмови. Найбільш розповсюджений – амоніт № 6ЖВ (рисунок 24).



Рисунок 24. Амоніт № 6ЖВ російського виробництва

ЗАРЯДИ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН І ЗАСОБИ ДЛЯ ЇХ ПІДРИВАННЯ

Тротиловий еквівалент	1,03-1,18
Бризантність за Гесом	14-16 мм
Швидкість детонації	3 600-4 800 м/с
Чутливість до удару	16-32%

Амоніт № 6ЖВ складається з 79% аміачної селітри (NH_4NO_3), 21% тротилу.

1.3. МЕТАЛЬНІ ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ (ПОРОХ)

Димний порох застосовується для виготовлення вибувних зарядів у осколкових (вистрибуючих) та у СМ, а також для виготовлення ВШ і запальників реактивних зарядів. Це механічна суміш калієвої селітри (75%), деревного вугілля (15%) і сірки (10%). Залежно від величини зерен, порох поділяється на дрібнозернистий і крупнозернистий (рисунок 25).



Рисунок 25. Сучасний димний (чорний) порох для стрілецької зброї

Димний порох сильно гігроскопічний, під дією вологи відволожується і в разі вологості понад 2% стає непридатним для використання. Висушений (після того, як став сирым) порох має знижені властивості. Під час зберігання та застосування димного пороху, через високу здатність його до запалювання, необхідно дотримуватися особливих заходів безпеки.

Бездимний порох застосовується для виготовлення зарядів, що використовуються в різних реактивно-метальних установках, а також в артилерійських і стрілецьких боєприпасах (рисунок 26).

Якщо відсутні бризантні ВР, порох може використовуватися (у вигляді внутрішніх зарядів) і для проведення підривних робіт. Детонація порохових зарядів проходить нормально лише тоді, коли їх ініціювання здійснюється достатнім ДД, а проміжки між зернами

пороху заповнені рідиною (вода, розчин солі тощо).

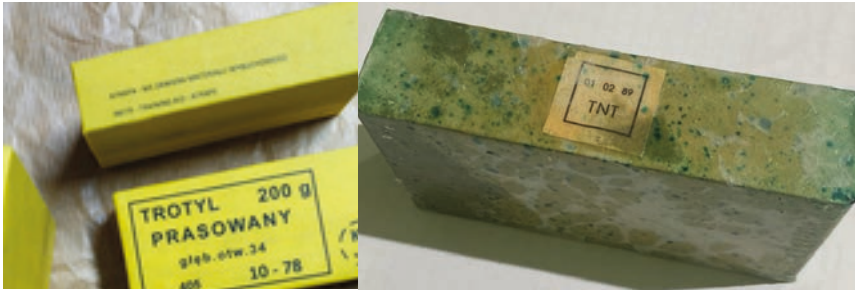
Перелік ВР, які застосовуються для спорядження ІБП, наведено у додатку А, характеристики бризантних ВР, які застосовуються для спорядження ІБП – у додатку Б, маркування ВР – додаток В.



Рисунок 26. Бездимний порох

1.4. ВИБУХІВКА ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА

Тротил (тринітротолуол, тол, ТНТ, Trinitrotoluene, TNT тощо) виробляється в багатьох країнах світу. Він використовується, як у чистому вигляді в підривних зарядах (рисунок 27), а також у складі композитних ВР.



а) 200 г (Польща)

б) TNT P200G (НАТО)

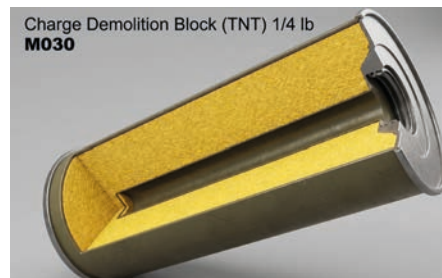
Рисунок 27. Зразки тротилових шашок іноземного виробництва

Вибухівка виробництва США

1/4-фунтова тротилова шашка – заряд пресованого тротилу циліндричної форми вагою 113,4 г запакований у водонепроникний картонний циліндр оливково-сірого кольору (рисунок 28).



а) загальний вид



б) вид у розрізі

Рисунок 28. 1/4-фунтова тротилова шашка

З кінця 90-х років минулого сторіччя замість картону використовується пластик такого ж кольору.

Торці циліндру закриті, завальцьованими у картон, металевими кришками з білої жерсті. У одну з кришок впаяна шайба конічної форми діаметром 13 мм з внутрішньою різьбою (запальне гніздо). У шайбу вкручується спеціальний адаптер-перехідник, який забезпечує надійне кріплення у шашці КД/ЕД. Діаметр шашки 38,1 мм, довжина 88,9 мм.

На циліндрі наявне маркування нанесене жовтою фарбою:

На одному боці		Переклад	
HIGH EXPLOSIVE TNT 1/4 POUND MAX DANGEROUS		БРИЗАНТНА ВИБУХІВКА ТНТ 1/4 ФУНТА МАКС НЕБЕЗПЕЧНО	
На протилежному боці			
1/4 POUND MAX	NOT TO BE USED FOR GENERAL BLASTING DO NOT USE UNDERGROUND OR IN ENCLOSED SPACE BECAUSE \ DANGEROUS FUMES	1/4 ФУНТА МАКС	НЕ ВИКОРИСТО- ВУВАТИ ДЛЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИБУХОВИХ РОБІТ НЕ ВИКО- РИСТОВУВАТИ ПІД ЗЕМЛЕЮ Й У ЗАКРИТИХ МІСЦЯХ ЧЕРЕЗ УТВОРЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ГАЗІВ

У середині заряду, від запального гнізда, пророблено канал діаметром 8 мм і глибиною 80 мм, для розміщення в заряді КД М7/ЕД М6.

Шашки упаковуються по 200 штук у дерев'яний ящик (рисунок 29). Вага брутто 35,94 кг, вага нетто 24,95 кг.

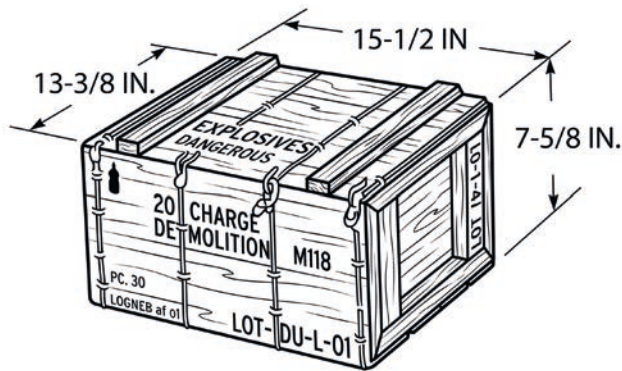


Рисунок 29. Вигляд пакування для 200 тротилових шашок

1/2-фунтова тротилова шашка – заряд пресованого тротилу, вагою 226,8 г, прямокутної форми упакований у водонепроникний картонний корпус оливково-сірого кольору (рисунок 30).

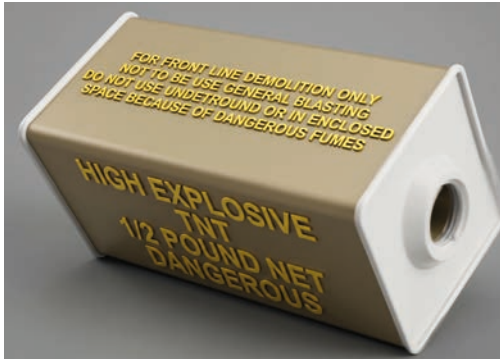


Рисунок 30. 1/2-фунтова тротилова шашка



Рисунок 31. Використання адаптера-перехідника

Торці циліндру закриті, завальцьованими у картон, металевими кришками з білої жерсті. У одну з кришок впаяна шайба конічної форми діаметром 13 мм з внутрішньою різьбою (запальне гніздо). У шайбу вкручується спеціальний адаптер-перехідник (Priming

Adapter M1A4), який забезпечує надійне кріплення у шашці КД/ЕД (рисунк 31). Довжина шашки 95-96 мм, ширина 45 мм, товщина 45 мм.

У середині заряду, від запального гнізда, пророблено канал діаметром 8 мм і глибиною 80 мм, для розміщення в заряді КД М7/ЕД М6.

На трьох гранях наявні маркування нанесене жовтою фарбою:

Напис	Переклад
HIGH EXPLOSIVE TNT 1/2 POUND MAX DANGEROUS	БРИЗАНТНА ВИБУХІВКА ТНТ 1/2 ФУНТА МАКС НЕБЕЗПЕЧНО
FOR FRONT DEMOLITION ONLY NOT TO BE USE GENERAL BLASTING DO NOT USE UNDERGROUND OR IN ENCLOSED SPACE BECAUSE OF DANGEROUS FUMES	ТІЛЬКИ ДЛЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ НЕ ВИКОРИСТОВУВАТИ ДЛЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИБУХОВИХ РОБІТ НЕ ВИКОРИСТОВУВАТИ ПІД ЗЕМЛЕЮ Й У ЗАКРИТИХ МІСЦЯХ ЧЕРЕЗ УТВОРЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ГАЗІВ
TNT 1/2 POUND NET	ТНТ 1/2 ФУНТА НЕТТО

Шашки упаковуються по 94 штуки у дерев'яний ящик. Вага брутто 29,48 кг, вага нетто 25 кг.

1-фунтова тротилова шашка – заряд пресованого тротилу, вагою 453,6 г, прямокутної форми упакований у водонепроникний картонний корпус оливково-сірого кольору (рисунк 32).

Торці циліндру закриті, завальцьованими у картон, металевими кришками з білої жерсті. У одну з кришок впаяна шайба конічної форми діаметром 13 мм з внутрішньою різьбою (запальне гніздо). У шайбу вкручується спеціальний адаптер-перехідник (рисунк 31), який забезпечує надійне кріплення у шашці КД/ЕД. Довжина шашки 178 мм, ширина 45 мм, товщина 45 мм.

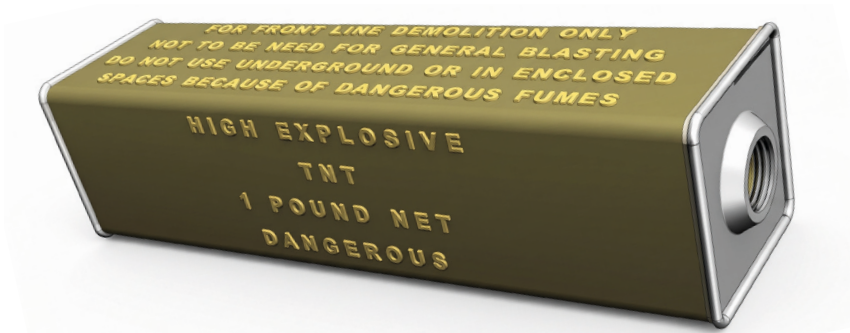


Рисунок 32. 1-фунтова тротилова шашка

У середині заряду, від запального гнізда, пророблено канал діаметром 8 мм і глибиною 80 мм, для розміщення в заряді КД М7/ЕД М6.

На трьох гранях наявні маркування нанесене жовтою фарбою:

Напис	Переклад
HIGH EXPLOSIVE TNT 1 POUND MAX DANGEROUS	БРИЗАНТНА ВИБУХІВКА ТНТ 1 ФУНТА МАКС НЕБЕЗПЕЧНО
FOR FRONT DEMOLITION ONLY NOT TO BE USE GENERAL BLASTING DO NOT USE UNDERGROUND OR IN ENCLOSED SPASE BECAUSE OF DANGEROUS FUMES	ТІЛЬКИ ДЛЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ НЕ ВИКОРИСТОВУВАТИ ДЛЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИБУХОВИХ РОБІТ НЕ ВИКОРИСТОВУВАТИ ПІД ЗЕМЛЕЮ Й У ЗАКРИТИХ МІСЦЯХ ЧЕРЕЗ УТВОРЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ГАЗІВ
TNT 1 POUND NET	ТНТ 1 ФУНТА НЕТТО

Шашки упаковуються по 48 штук у дерев'яний ящик. Вага брутто 29,48 кг, вага нетто 25 кг

Вибухівка виробництва Німеччини

100-грамова підривна шашка DM11A1 – заряд пресованого тротилу циліндричної форми масою 100 г, діаметром 30 мм і довжиною 100 мм загорнутого у пропарафінений папір жовтого кольору (рисунок 33 а, б).



а) загальний вид та розріз шашки

б) зображення маркування

Рисунок 33. 100-грамова підривна шашка DM11A1

З одного із боків є запальне гніздо для КД/ЕД. Внутрішній діаметр гнізда 7 мм, глибина 43 мм. У верхню частину гнізда впресовано втулку з внутрішньою різьбою М10 довжиною 7,7 мм, яка забезпечує надійне кріплення КД/ЕД з різьбовим з'єднанням.

Торець шашки з запальним гніздом закритий липкою наклейкою з маркуванням чорного кольору (рисунок 33 б). Написи зазначають:

- SPRENGKÖRPER DM11A1 – підривна шашка DM11A1;
- LOS AB-1-2 – номер партії;
- SS-801 (у центрі) – ВР тротил (SS – аббревіатура для бризантних ВР, 801 – шифр тротилу).

Це єдина табельна шашка Бундесверу з твердих ВР.

Вибухівка виробництва Франції



Рисунок 34.
500-грамова шашка
модель 1950 у
неметалевій оболонці



Рисунок 35.
1-кілограмова шашка мо-
дель 1950 у
неметалевій оболонці



Рисунок 36.
250-грамова шашка
модель 1951 у
неметалевій оболонці

500-грамова шашка модель 1950 у неметалевій оболонці (рисунок 34).

Розміри – 115x70x45 мм, вага – 500 г, ВР – тротил, без оболонки.

У торцях є пластмасові гнізда з різьбою для стандартних КД/ЕД, глибина гнізда 50 мм, діаметр 7,6 мм, різьба М10.

Маркування – наноситься білою фарбою на бічну поверхню:

- 500 G ID 50 – 500 г НЕ МЕТАЛЕВА, модель 50;

- Т – тротил;

- 13-SAE-54 – номер партії (13), виробник (завод SAE), рік виготовлення (1954).

Пакування – дерев'яний ящик, 50 шашок. Може використовуватись як зосереджений заряд.

1-кілограмова шашка модель 1950 у неметалевій оболонці (рисунок 35).

Розміри – 230x70x45 мм, вага – 1 кг, ВР – тротил, без оболонки.

У торцях є пластмасові гнізда з різьбою для стандартних КД/ЕД, глибина гнізда 50 мм, діаметр 7,6 мм, різьба М10.

Маркування – наноситься жовтою фарбою на бічну поверхню:

- PETD 1kg ID 50 – ШАШКА 1 кг НЕМЕТАЛЕВА, модель 50;

- Т – тротил;
- LOT 7-SAE-82 – номер партії (7), виробник (завод SAE), рік виготовлення (1982).

Пакування – дерев'яний ящик, 28 шашок. Може використовуватись як зосереджений заряд.

Суміш ТГ: 250-грамова шашка модель 1951 у неметалевій оболонці (рисунок 36).

Розміри – 153х47,5х37,5 мм, вага – 250 г, ВР – гексоліт 60/40 (60% гексогену і 40% тротилу, оболонка – поліетилен.

У торцях є пластмасові гнізда з різьбою для стандартних КД/ЕД, глибина гнізда 50 мм, діаметр 7,6 мм, різьба М10.

Маркування – наноситься жовтою фарбою на бічну поверхню:

- PETD 250 g ID 51 – ШАШКА 250 г НЕ МЕТАЛЕВА, модель 51;
- НТ – гексоген і тротил;
- зображення чотирьохпелюсткового листа конюшини вказує, що заряд відповідає стандартам НАТО й взаємозамінний з подібними виробами інших країн НАТО
- 14-SAE-83 – номер партії (14), виробник (завод SAE), рік виготовлення (1983).

Пакування – дерев'яний ящик, 60 шашок. Може використовуватись як зосереджений заряд.

Пластичні ВР – широко використовуються у чистому вигляді, підіривних зарядах і ІБ.

Пластичні ВР виробництва США

С-4 (композиція C4, composition C4, harrisite тощо) – найбільш поширений в США різновид пластичних ВР. Є композитною ВР, яка містить:

- гексоген – близько 91%;
- полімерний зв'язник – поліізобутилен (бутилкаучук) 2,1%;
- пластифікатор – ди-(2-етилгексил)-себацінат або диоктилсебацінат 5,3%;
- моторна олива специфікації SAE 10 – 1,6%;

Вибухова суміш С-4 має світло-коричневий колір та консистенцію м'якої глини (рисунок 37).



Рисунок 37. Вибухова суміш С-4

Питома вага	1,59-1,64 г/см ³
Швидкість детонації	7 900-8 050 м/с
Троїловий еквівалент	1,34

Зберігає пластичність в діапазоні температур від -57°C до $+77^{\circ}\text{C}$. У чистому вигляді не має запаху та не є токсичною, оскільки не містить арильних нітросполук. Однак, під час спалювання виділяє отруйні випари.

Виготовлення С-4 проводиться шляхом змішування гексогену з розчином решти компонентів у відповідному розчиннику. Потім розчинник випаровується, а суміш висушується.

Склад С-4 надзвичайно пластичний. Він може заповнювати щілини в будівлях і конструкціях та приймати будь-яку форму. Крім того, С-4 відомий своєю надійністю і стабільністю. Надійним способом викликати вибух є застосування КД/ЕД.

Пластичні ВР виробництва Німеччини

500- грамова пластикна підривна шашка DM12B1 – паралелепіпед з пластичної ВР розмірами 95х62х58 мм у оболонці з алюмінієвої фольги, яка покрита з обох боків шаром пластика. На лицьовий бік наклеєна етикетка із тканини з маркуванням (рисунок 38).



Рисунок 38. 500-грамова пластикна підривна шашка DM12B1

ВР – пластифікований тен (пентрит, PETN), колір – світло-червоний (шифр P8301), зберігає пластичність у діапазоні температур від +63 до –40°C, колір оболонки – оливково-жовтий.

Маркування наноситься фарбою жовтого або чорного кольорів і означає:

- «SK 500 G» – шашка 500 г;
- «P8321» – шифр вибухівки (пластифікований тен/пентрит);
- «DM12B1» – логістичне позначення;
- «FORMBAR» – шашка з пластичної вибухівки;
- «LOS DW-1-6» – номер партії.

Запальне гніздо відсутнє, пророблюється в необхідному місці підручними засобами (ніж, олівець, викрутка тощо).



Категорично забороняється проробляти гніздо за допомогою КД/ЕД.

ВР сильно отруйна, усі дії з нею виконуються у гумових/латексних рукавичках, які потім утилізуються (закопуються, спалюються тощо). У разі контакту ВР зі шкірою, це місце ретельно вимити гарячою водою з милом. Тижневе лікарське спостереження за враженим місцем обов'язкове.

Пластична ВР виробництва Франції

HEXOMAX – пластичний склад на основі гексогену з інертним сполучним матеріалом (рисунок 39). Різновиди: В-2214, В-2238, В-2142, В-2248, В-2269. Виробник компанія EURENCO.



Рисунок 39. HEXOMAX

Питома вага 1,5 г/см³

Швидкість детонації 7 850 м/с

Зберігає пластичність в діапазоні температур від -40 °С до +63 °С.

Пластичні ВР виробництва Швеції

Підривна шашка з пластичної вибухівки m/46 (Sprängdeg m/46, ptr/ вибухівка пластична модель 46, патронована) – заряд пластичної вибухівки циліндричної форми розфасований в паперові обгортки (рисунок 40).

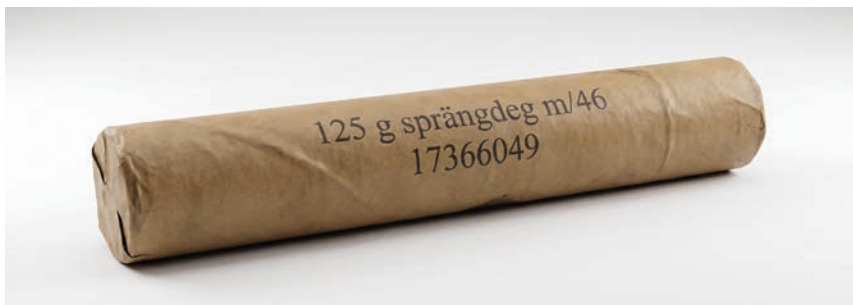


Рисунок 40. Підривна шашка з пластичної вибухівки т/46

Склад ВР: 86% тену (пентрита) й 14% пластифікатора (мінеральне мастило).

Діаметр шашки – 26-27 мм, довжина – 165 мм, вага – 125 г, оболонка з жовтого воскового паперу, гніздо для детонатору відсутнє. Маркування чорними літерами «125 g Sprängdeg m/46» вказує, що в обгортці знаходиться 125 г пластичної вибухівки т/46 і нижче код, який зазначає підприємство-виробника, номер партії та дату виготовлення.

Шашки по 8 штук упаковані в картонні коробки розмірами 175x115x55 мм (1 кг вибухівки). Коробка обклеєна жовтою паперовою стрічкою з написом «Sprängdeg m/46» (рисунок 41 а). Коробка може використовуватись у якості 1-кілограмового підривного заряду, отворів для введення детонатору не має.



а) картонна коробка



б) дерев'яний ящик

Рисунок 41. Пакування підривних шашок з пластичною вибухівкою т/46

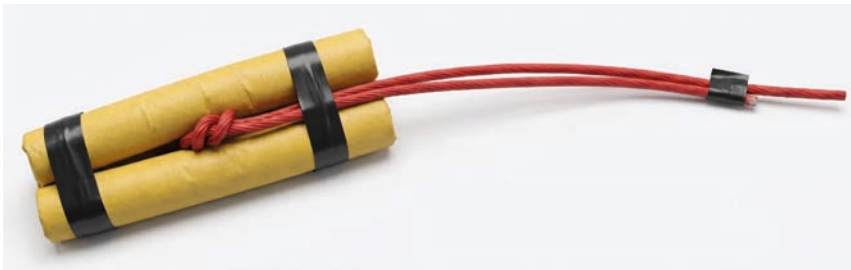
14 коробок (112 шашок) упаковані в дерев'яний ящик вагою 19 кг, маса вибухівки – 14 кг. На ящику є маркування, яке вказує вагу вибухівки, номер партії й дату виготовлення (рисунки 41 а, б).

Існує варіант ящика, в якій укладається 20 коробок, його вага 23 кг, вибухівки – 20 кг.

Ящики можуть використовуватись у якості підривних зарядів, отвори для введення детонаторів робляться вручну.

Вибухівка має жовтий колір, за своєю консистенцією, при температурі +20°C, представляє собою щось середнє між пластиліном і консистентними мастилами (солідол, вазелін тощо). Має добру клейкість і надійно прилипає до об'єктів підриву, у т. ч. заповровених та мокрих.

Надійно спрацьовує від КД/ЕД і ДШ. У разі використання ДШ, на його кінці необхідно зав'язати два вузли й помістити в середину шашки або між двох скріплених шашок (рисунки 42, 43).



Рисунки 42, 43. Застосування ДШ

Якщо вибухівка використовується у вигляді маси, яка закріплена на об'єкті підриву, товщина заряду повинна бути не менше чим 20 мм. Не рекомендується під час використання даної вибухівки влаштовувати забивку заряду, оскільки надійний контакт між вибухівкою та поверхнею забезпечує її виску ефективність.

Суттєвим недоліком вибухівки м/46 є те, що вона, по мірі зниження температури, твердіє й потребує, перед використанням, поступового відігрівання в теплому приміщенні, оскільки замерзла вибухівка цього типу надмірно чутлива.

Підривна шашка з пластичної вибухівки м/46 є основним табельним засобом у шведській армії.

Пластичні ВР виробництва Чехії

SEMTEX (чеш.) – один з видів пластичної вибухівки. Діючі ВР – пластифікований тен і гексоген. Виробляється в Чехії компанією Explosia, має багато сортів: SEMTEX (до і після 1983 року), SEMTEX 1A (1AP, 2AP), SEMTEX 2PN, SEMTEX A, SEMTEX A1, SEMTEX H, SEMTEX 10, алюмініюваний SEMTEX тощо.

Склад двох найпоширеніших варіантів:

SEMTEX A1: тен – 76%, гексоген – 4,6 %, бутадієн-стирольний каучук – 9,4%, діоктилфталат – 9%, N-феніл-2-нафтиламін, барвник «Судан-4» – 1%;

SEMTEX H: тен – 38,9%, гексоген – 40,1%, бутадієн-стирольний каучук – 10,2%, діоктилфталат – 9,1%, N-феніл-2-нафтиламін – 1%, барвник «Судан-1» – 0,7%.

Питома вага	1,34-1,4 г/см ³
Швидкість детонації	7 000-7 300 м/с
Фугасність	450–490 см ³
Бризантність за Гесом	21 мм

Випускається у пакуваннях вагою 150, 250, 500 , 1 000 і 2 500 г (рисунок 43).



а) SEMTEX A1 (10)

б) SEMTEX H

Рисунок 43. Зразки пакувань SEMTEX

Perunit E

Промислова вибухівка типу динаміт, яка може використовуватися як у шахтах у невибухонебезпечному середовищі, так і на поверхні. Може використовувати у вологих умовах та у воді. Це ВР нормальної потужності. Вибухівку Perunit виробляє компанія Explosia.

Питома вага	1,3 г/см ³
Швидкість детонації	6 200 м/с
Температура вибуху	3 000 °С
Бризантність за Гесом	14 мм

Представляє собою пластичну маса червоного кольору (рисунок 44.)



Рисунок 44. Perunit E

Надійно ініціюється КД/ЕД. Випускається у пакуваннях вагою 200, 250, 500, 1 250, 2 083, 2 500, 3 125, 4 167 і 8 333 г.

Пластичні ВР виробництва Фінляндії

KEMIX B – емульсійна пластична ВР білого кольору загорнута у пластикову плівку (рисунок 45).



а) пакування 5,5 кг

б) пакування 22 кг

Рисунок 45. KEMIX B

Придатна для всіх видів вибухових робіт, водостійка (у воді не розчинна), стійка до низьких температур. Випускається фірмою Forcit International. Надійно ініціюється КД/ЕД.

Склад: аміачна селітра – 85%, дизельне паливо – 14%, емульгатор – 1%.

Питома вага	1,15-1,2 г/см ³
Швидкість детонації	4 800 м/с
Бризантність за Гесом	24 мм