

**Основи організації  
піротехнічних робіт.  
Навчальний посібник**

Цей навчальний посібник розроблений авторським колективом з метою допомогти особовому складу навчальних закладів МНС України у підготовці спеціалістів для означених підрозділів. При проведенні підривних робіт широко застосовуються вибухові речовини (ВР) та засоби підривання (ЗП).

Завдання, що виконуються за допомогою вибухових речовин, називають підривними роботами, які є однією з головних галузей спеціальної підготовки сил цивільного захисту України

# **ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПІРОТЕХНІЧНИХ РОБІТ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

Видавничий дім  
«С К І Ф»  
Київ - 2023

УДК 623.45(075.8)  
О-75

**Основи організації піротехнічних робіт.** Навчальний посібник. /  
О-75 В. В. Барбашин, О. О. Назаров, В. В. Рютин, І. О. Толкунов / Під ред.  
В.П. Садкового. — Київ: Вид. дім «СКІФ», 2023. — 352 с.

**ISBN 978-966-570-847-6**

Цей навчальний посібник розроблений авторським колективом з метою допомогти особовому складу навчальних закладів МНС України у підготовці спеціалістів для означених підрозділів.

При проведенні підривних робіт широко застосовуються вибухові речовини (ВР) та засоби підривання (ЗП). Завдання, що виконуються за допомогою вибухових речовин, називають підривними роботами, які є однією з головних галузей спеціальної підготовки сил цивільного захисту України.

ISBN 978-966-570-847-6

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
<b>РОЗДІЛ I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕОРІЇ ВИБУХУ. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН. ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПІДРИВНИХ РОБІТ .....</b>	<b>10</b>
1.1. Загальні положення теорії вибуху.....	10
1.2. Класифікація вибухових речовин.....	14
1.3. Головні характеристики вибухових речовин і правила їх застосування.....	16
1.4. Вибухові речовини, які застосовуються в народному господарстві.....	17
1.5. Заходи безпеки при проведенні підривних робіт, поводженні з вибухонебезпечними предметами, вибуховими речовинами та засобами підривання.....	25
1.6. Питання та практичні завдання для самоконтролю вивчення матеріалу розділу I.....	41
<b>РОЗДІЛ II. СПОСОБИ І ЗАСОБИ ПРОВЕДЕННЯ ПІДРИВНИХ РОБІТ .....</b>	<b>42</b>
2.1. Вогневий спосіб підривання. Засоби і приладдя,що використовуються при вогневому спосібі підривання.....	42
2.1.1. Вогневий спосіб підривання .....	42
2.1.2. Засоби і приладдя, які використовуються при вогневому способі підривання.....	44
2.1.3. Підривання зарядів за допомогою детонуючого шнура.....	58
2.1.4. Заходи безпеки при вогневому способі підриву і роботі з детонуючим шнуром.....	64
2.2. Електричний спосіб підривання. Засоби і приладдя,що використовуються при електричному способі підривання.....	65
2.2.1. Електричний спосіб підривання.....	65
2.2.2. Засоби і приладдя,що використовуються при електричному способі підривання.....	66
2.2.3. Електровибухові мережі та їх розрахунок.....	80
2.3. Прокладання електровибухових мереж та їх захист від несанкціонованого спрацьовування.....	85
2.3.1. Виготовлення і прокладання електровибухових мереж.....	85
2.3.2. Захист електровибухових мереж від грозових розрядів.....	88

2.4. Питання та практичні завдання для самоконтролю вивчення матеріалу розділу II.....	93
<b>РОЗДІЛ III. РОЗРАХУНОК ЗАРЯДІВ ДЛЯ ПІДРИВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ І МАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>94</b>
3.1. Розрахунок зарядів для підривання дерева.....	94
3.2. Розрахунок зарядів для підривання сталевих елементів конструкцій.....	101
3.3. Розрахунок зарядів для підривання елементів конструкцій з цегли, каменя, бетону та залізобетону.....	108
3.4. Розрахунок зарядів для підривання ґрунту та скельних порід.....	117
3.5. Питання та практичні завдання для самоконтролю вивчення матеріалу розділу III.....	123
<b>РОЗДІЛ IV. ЗАРЯДИ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН. ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНІ ПРЕДМЕТИ.....</b>	<b>124</b>
4.1. Класифікація зарядів вибухових речовин та їх застосування. Виготовлення зарядів у польових умовах. Заряди промислового виробництва.....	125
4.2. Класифікація та маркування вибухонебезпечних предметів.....	137
4.3. Авіаційні боєприпаси, їх класифікація, загальна будова, тактико-технічні характеристики та знешкодження.....	139
4.3.1. Фарбування і маркування авіабомб.....	141
4.3.2. Фугасні авіабомби.....	142
4.3.3. Бронебійні авіабомби.....	152
4.3.4. Авіабомби кумулятивної дії.....	153
4.3.5. Осколкові авіабомби.....	154
4.3.6. Типи, загальна будова підричників авіаційних боєприпасів Радянської армії.....	158
4.3.7. Авіаційні боєприпаси німецької армії часів Другої світової війни.....	172
4.4. Призначення, загальна будова артилерійських снарядів та мінометних мін.....	183
4.4.1. Артилерійські постріли.....	183
4.4.2. Мінометні постріли.....	185
4.4.3. Артилерійські снаряди.....	186
4.4.4. Мінометні міни.....	187
4.4.5. Маркування артилерійських снарядів та мінометних мін Радянської армії.....	189
4.4.6. Таврування, фарбування і маркування німецьких артилерійських боєприпасів.....	191
4.5. Ручні протипіхотні гранати.....	194
4.5.1. Ручна протипіхотна граната РГД-5.....	194

4.5.2. Ручна протипіхотна граната РГ-42 .....	195
4.5.3. Ручна протипіхотна граната Ф-1 .....	196
4.5.4. Ручна протипіхотна граната РГН .....	197
4.5.5. Ручна протипіхотна граната РГО .....	197
4.5.6. Запали до ручних протипіхотних гранат .....	198
4.5.7. Правила поводження з гранатами .....	202
4.6. Інженерні боеприпаси.....	202
4.6.1. Протитанкові міни.....	203
4.6.2. Протипіхотні міни.....	206
4.6.3. Спеціальні міни .....	212
4.7. Заходи безпеки при поводженні з вибуховими пристроями військового призначення .....	216
4.8. Питання та практичні завдання для самоконтролю вивчення матеріалу розділу IV .....	220
<b>РОЗДІЛ V. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ЗАСОБИ РОЗВІДКИ, ЗНЕШКОДЖЕННЯ ТА ЗНИЩЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ.....</b>	<b>222</b>
5.1. Загальні відомості про засоби розвідки вибухонебезпечних предметів. ....	222
5.2. Міношукачі ІМП, ІМП-2, ММП, РВМ-2М .....	222
5.2.1. Індукційний міношукач ІМП .....	222
5.2.2. Індукційний міношукач ІМП-2.....	225
5.2.3. Багатоканальний міношукач ММП.....	229
5.2.4. Міношукач радіохвильовий РВМ-2М.....	231
5.3. Металодетектори GTI-2500 GARRETT, EL1302D2 фірми VALLON та металошукач OGF-L (W) .....	235
5.3.1. Металодетектор GTI-2500 GARRETT .....	235
5.3.2. Металодетектор EL1302D2 фірми VALLON .....	236
5.3.3. Металошукач OGF-L (W).....	240
5.4. Прилад ІНМ-2.....	242
5.5. Засоби для знешкодження та знищення вибухонебезпечних предметів .....	245
5.5.1. Дистанційний дівач підричників ДІВ-М1 .....	245
5.5.2. Комплект апаратури дистанційного охолодження підричників ДОВ-1 .....	252
5.5.3. Захоплювально-направляюче устаткування ЗНО .....	259
5.5.4. Паровий нагрівач ПН-1.....	264
5.5.5. Прилад цементатор ПЦ.....	270
5.5.6. Видалення спорядження з авіабомб.....	274
5.5.7. Комплекти засобів розвідки та розмінування КР-і (Кр-о, Кр-є) .....	277
5.5.8. Сумки мінера-підричника СМП (комплект № 75) та СМП-2 (комплект № 77) .....	280

5.6. Питання та практичні завдання для самоконтролю вивчення матеріалу розділу V .....	284
<b>РОЗДІЛ VI. ВИЯВЛЕННЯ,ЗНЕШКОДЖЕННЯ ТА ЗНИЩЕННЯ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ.....</b>	<b>285</b>
6.1. Організація робіт з виявлення вибухонебезпечних предметів.....	286
6.1.1. Розвідка місцевості на наявність вибухонебезпечних предметів .....	287
6.1.2. Знешкодження і знищення боєприпасів .....	291
6.1.3. Проведення роз'яснювальної роботи серед населення про заходи безпеки і правила поведінки при виявленні вибухонебезпечних предметів .....	298
6.1.4. Облік і звітність про виконані завдання.....	298
6.2. Виявлення, знешкодження і знищення боєприпасів, що не вибухнули .....	301
6.2.1. Виявлення боєприпасів, що не вибухнули .....	301
6.2.2. Відкопування боєприпасів, що не вибухнули.....	314
6.2.3. Знешкодження боєприпасів, що не вибухнули.....	324
6.2.4. Витягання ВВП з котлованів, їх вантаження, транспортування і знищення на підривному майданчику.....	327
6.3. Особливості знищення вибухонебезпечних предметів у населених пунктах .....	329
6.3.1. Захист будівель і споруд від руйнівного впливу повітряної ударної хвилі і сейсмічної дії.....	329
6.3.2. Заходи безпеки .....	336
6.4. Питання та практичні завдання для самоконтролю вивчення матеріалу розділу VI .....	338
Література.....	339
Умовні позначки та скорочення.....	340
Предметний показчик.....	347



## ВСТУП

В умовах повсякденної життєдіяльності підрозділів МНС України, які виконують завдання цивільного захисту, виникає необхідність проведення певних видів робіт із застосуванням вибухових детонацій, наприклад, руйнування елементів будівельних конструкцій при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій; створення проходів у завалах, обвалах; переміщення великих мас ґрунту при обладнанні переправ на замерзлих водяних переполах; ліквідація заторів на річках, захист гідротехнічних споруд під час льодоходу тощо.

Крім того, досвід діяльності підрозділів цивільного захисту з ліквідації надзвичайних ситуацій останніх років показують актуальність проблеми, які більше як 60 років після закінчення Великої Вітчизняної війни на територіях, де велися бойові дії, знешкоджують і знищують боєприпаси, що не вибухнули.

У мирний час, згідно Закону України „Про правові засади цивільного захисту” від 24 червня 2004 року № 1859-IV, інших чинних нормативно-правових документів, знешкодження вибухонебезпечних предметів, виконання інших вищезазначених видів організовує Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи через уповноважені органи і підрозділи оперативно-рятувальної служби МНС України. Кожному підрозділу при цьому призначається район (область, сільський район і т.п.), на території якого проводяться роботи з очищення місцевості від вибухонебезпечних предметів. Для знешкодження боєприпасів, що не вибухнули, в МНС України створені спеціальні піротехнічні підрозділи.

Історія відкриття вибухових речовин починається з глибокої давнини. Протягом багатьох століть єдиною відомою людству вибуховою речовиною був димний порох. Пріоритет відкриття пороху є спірним для багатьох країн. Так, англійські дослідники вважають, що першою людиною, яка повідомила про чорний порох, був англійський чернець і вчений Роджер Бекон (1216-1284 рр.). Італійський історик Майнері, оспорюючи пріоритет Роджера Бекона, доводить, що порох був відомий жителям Болонії у 1216 р. Німці приписують честь відкриття пороху ченцю Бергольду Шварцу (1354 р.). Деякі дослідники пріоритет відкриття пороху приписують китайцям, інші – арабам.

Під час Великої Вітчизняної війни підірвні роботи застосовувалися, як в оборонних, так і в наступальних боях. Наприклад, при вимушеному відході наших військ у глиб країни молодший лейтенант Семен Бойков 8 липня 1941 р. разом із собою підірвав міст через річку Березину, знищивши при цьому ворожі танки, що встигли ввірватися на міст.

Молодший лейтенант Бойков став першим Героєм Радянського Союзу періоду Великої Вітчизняної війни.

Сапери влітку 1941 р. підірвали греблю Дніпровської ГЕС, не дозволивши німцям використовувати її у своїх цілях.

У битві за Сталінград сапери, використовуючи тунелі і пробиваючи підземні галереї, не раз завдавали по ворогу удари з-під землі. Першу таку атаку в Сталінграді провели два відділення саперів під командуванням Володимира Дубового та Івана Макарова. Вони мали завданням підірвати опорний пункт, з якого німці обстрілювали Волгу. Чотирнадцять діб "угризалися" в землю сапери, ведучи підземну галерею під німецько-фашистські позиції. Коли тунель було доведено до місця розташування противника, сапери заклали та підірвали 3 тонни вибухових речовин. Споруда противника злетіла в повітря.

При знятті блокади Ленінграда сапери майора Бобикіна 15 січня 1944 р. під сильним вогнем ворога проробили три проходи у протитанковому рові, забезпечивши атаку наших танків.

У ході наступу військ сапери не раз "штурмували" залізобетонні вогневі споруди противника. За одну тільки ніч з 24 на 25 січня 1944 р. під Ленінградом у Гатчині було підірвано 16 дотів противника.

Поряд із застосуванням вибухових речовин у ході бойових дій вони стали широко застосовуватися в народному господарстві як найважливіший засіб для виконання найбільш трудомістких і важких робіт. Вибухи використовуються в гірській промисловості при розробці вугілля, руди та інших корисних копалин, при будівництві гідротехнічних споруд, при проходженні тунелів, у боротьбі з лісовими та степовими пожежами і т.п. Заслужують на увагу дві серії унікальних спрямованих вибухів, зроблених у 1966-1967 рр. в районі урочища Медео з метою захисту міста Алма-Ата від селевих потоків. Першу серію вибухів було зроблено 21 жовтня 1966 р. Було підірвано понад 5000 тонн вибухових речовин. Другу серію вибухів було здійснено 14 квітня 1967 р. – було підірвано близько 4000 тонн вибухових речовин. У результаті вибухів було створено греблю висотою 90 метрів і шириною в основі 400-500 метрів. Дамба надійно захистила місто від заносу селем.

Раніше у Радянському Союзі піротехнічні підрозділи частин цивільної оборони знешкодили і знищили близько 4,5 мільйонів різних боєприпасів, зокрема 650 тисяч авіаційних бомб.

До виконання даної роботи не можна залучати особовий склад, що не пройшов спеціальної підготовки і не здав заліків зі знання конструкції боєприпасів та їх підричників, а також організації робіт при знешкодженні і знищенні боєприпасів, що не вибухнули, інших вибухових робіт.

Цей навчальний посібник розроблений авторським колективом з метою допомогти особовому складу навчальних закладів МНС України у підготовці спеціалістів для означених підрозділів.

При проведенні підривних робіт широко застосовуються вибухові речовини (ВР) та засоби підривання (ЗП). Завдання, що виконуються за допомогою вибухових речовин, називають підривними роботами, які є однією з головних галузей спеціальної підготовки сил цивільного захисту України.

## РОЗДІЛ I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТЕОРІЇ ВИБУХУ. КЛАСИФІКАЦІЯ ВИБУХОВИХ РЕЧОВИН. ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПІДРИВНИХ РОБІТ

### 1.1. Загальні положення теорії вибуху

Вибухові речовини є дуже потужними джерелами енергії. Під час вибуху 400-грамова тротилова шашка розвиває потужність до 160 млн. кінських сил. За допомогою такої шашки можна вивести з ладу танк, гармату й іншу техніку.

#### **Вибух і фактори, які його супроводжують**

**Вибух** – хімічне перетворення речовини, перехід її з одного стану в інший. З хімічної точки зору вибух – такий само процес, що й горіння палива, викликане окислюванням паливних речовин (вуглецю і водню).

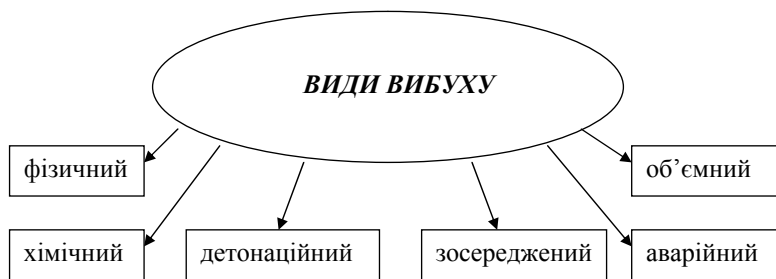


Рис. 1.1. Види вибуху

**Вибухові речовини (ВР)** – це хімічні сполуки або суміші, які під дією певних зовнішніх впливів здатні до швидкого саморозповсюдженого хімічного перетворення, внаслідок чого виникають сильно нагріті гази під великим тиском, які, розширюючись, виконують механічну роботу.

Хімічне перетворення ВР називають *вибуховим перетворенням*. Вибухове перетворення, залежно від властивостей ВР і типу впливу на неї, може протікати у виді *термічного розкладання, горіння або вибуху*.

**Термічне розкладання (розпад)** виникає при нагріванні ВР нижче температури спалаху. Термічне розкладання є порівняно повільним процесом розпаду ВР, що підкоряється звичайним законам хімічної кінетики, залежно від температури нагрівання і швидкості реакції конкретної ВР.

**Горіння** є екзотермічною реакцією, що протікає у поверхневому шарі речовини – у зоні полум'я; воно зумовлене передачею енергії від одного шару ВР до іншого шляхом теплопровідності і випромінювання тепла газоподібними продуктами. Швидкість процесу горіння становить кілька метрів у секунду. Температура горіння – кілька тисяч градусів. Зі збільшенням тиску у навколишньому середовищі швидкість горіння зростає. Горіння бризантних ВР у закритому об'ємі, як правило, переходить у детонацію.

**Детонація** – це процес вибухового перетворення, зумовлений проходженням ударної хвилі по вибуховій речовині і який протікає з постійною (для даної ВР і для даного її стану) надзвуковою швидкістю (1200-9000 м/с). На відміну від горіння детонація мало залежить від зовнішнього тиску і температури.

У випадку зниження якості ВР (зволоження, злежування) або недостатнього початкового імпульсу детонація може перейти у горіння або зовсім загаснути. Така детонація заряду ВР називається *неповною*.

**Вибухове горіння** є проміжним режимом між горінням і детонацією; його швидкість не є постійною і може досягати кілька десятків і сотень метрів у секунду.

Вибух супроводжується такими головними факторами: *практично миттєвим перетворенням, виділенням великої кількості тепла та утворенням великої кількості газоподібних продуктів*.

За відсутності хоча б одного з наведених факторів вибуху не станеться. Наприклад, при горінні терміту температура сягає близько 3000°C, але така кількість газів, як при вибуху ВР, не утворюється, і тому вибуху не відбувається.

Збудження вибухового перетворення ВР називають **ініціюванням**. Для цього перетворення ВР необхідно передати достатню кількість енергії (початковий імпульс), що може бути здійснено одним з наступних способів:

- *механічним* (удар, накол, тертя);
- *тепловим* (іскра, полум'я, нагрівання);
- *електричним* (нагрівання, іскровий розряд);
- *хімічним* (реакції з інтенсивним виділенням тепла);
- *вибухом іншого заряду*.

**Умови, необхідні для виникнення вибуху.** Просте горіння вугілля можна "поставити" в такі умови, коли воно буде протікати як потужний вибух. Якщо взяти здрібнене вугілля і розпорошити його в повітрі так, щоб утворилася пилова хмара, то при підпалюванні такої хмари відбудеться достатньо потужний вибух.

У звичайному стані горіння вугілля протікає досить повільно. Причина повільного горіння вугілля полягає в тому, що реакція протікає тільки на поверхні шматка вугілля, де йде взаємодія з киснем повітря, а ця поверхня не велика. Крім того, гази, що утворюються при горінні,

відділяють поверхню вугілля від повітря і заважають надходженню до неї нових порцій кисню.

Зі сказаного ясно, що для прискорення горіння треба, з одного боку, збільшити поверхню вугілля, а з іншого боку, полегшити доступ до неї кисню повітря. Це досягається тонким роздрібнованням і розпиленням вугілля в повітрі так, щоб кожна порошина була оточена необхідною для згорання кількістю кисню. Проте цього ще не завжди достатньо. Це очевидно хоча б з того, що навіть такі вибухові речовини, як тротил, піроксилін та інші, в яких і пальні елементи (вуглець і водень), і кисень входять до складу однієї й тієї самої молекули, при підпалюванні здатні до повільного горіння, і притому до більш спокійного та повільного, ніж, наприклад, бензин.

Якщо підпалити тротилу шашку з одного боку, то горіння буде відбуватися лише в тонкому нагрітому полум'ям шарі. В результаті горіння утворюються гази з високою температурою. Вони нагрівають наступний шар тротилу, створюючи умови для горіння. Цей процес повторюється від шару до шару, поки не згорить весь тротил. Нагрівання шару, що вступає в реакцію, відбувається шляхом теплопровідності. Передача тепла теплопровідністю – досить повільний процес. Шашка тротилу висотою 10 см при горінні з торця згоряє за 15 хв.

Якщо тепер по тротилу шашці завдати удару, який за різкістю перевищує простріл кулею, то в цьому випадку верхній шар тротилу стиснеться і від стиску сильно розігріється. Внаслідок високої температури в шарі відбудеться хімічна реакція. Швидкість її буде значно вищою, ніж при горінні, тому що тут виникає не тільки висока температура, але і великий тиск, створений ударом. У результаті початку хімічного перетворення гази не можуть розширюватися: з одного боку розташована поверхня, яка вдарила, з іншого боку – тротил. Тому гази будуть мати дуже великий тиск, що стисне сусідній шар тротилу. Стиск викличе в цьому шарі розігрів і швидку хімічну реакцію – вибух. Таким чином, як і при горінні, реакція, почавшись на поверхні шашки, поширяться по ній послідовно, доки не прореагує вся вибухова речовина.

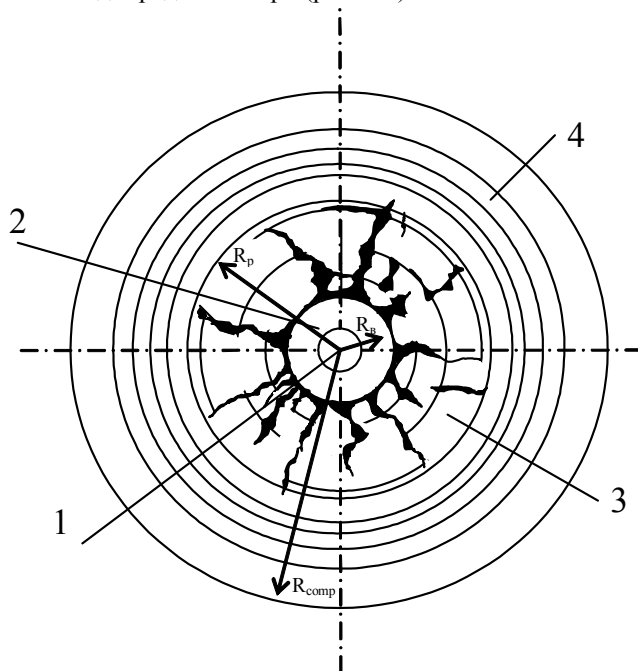
**Відмінність вибуху від звичайного горіння.** Основна якісна відмінність вибуху від горіння полягає в тому, що при вибуху розігрів, що викликає реакцію, передається не теплопровідністю, а стиском.

Передача енергії стиском, або, як називають цей процес, ударною хвилею, відбувається незрівнянно швидше, ніж теплопровідністю, зі швидкістю, що досягає декількох кілометрів у секунду (для тротилу близько 7 км/с), а чим більше швидкість поширення вибуху, тим сильнішим і більш різким є удар, який проводиться газами вибуху, тим руйнівна дія вибуху, більше.

### Дія вибуху на навколишнє середовище

Під час вибуху навколишнє середовище, насамперед, зазнає динамічного тиску удару, що виникає в результаті утворення великої кількості газів при досить швидкому переході вибухової речовини з одного стану в інший. Цей удар – викликає ударну хвилю, що поширюється в усі боки і справляє руйнівний вплив (дію) на середовище. Слідом за ударною хвилею навколишнє середовище піддається дії тиску газів вибуху, що створює поступальний рух часток середовища, які відокремлюються під дією сколюючих і роздавлюючих напруг.

Під дією ударної хвилі і тиску газів вибуху в оточуючому заряд середовищі виникають великі напруги. Ці напруги зменшуються в міру віддалення від зарядної камери (рис. 1.2).



**Рис. 1.2.** Схема механічного впливу вибуху у необмеженому середовищі:  
1 – заряд; 2 – зона витискання; 3 – зона руйнації; 4 – зона небезпечного струсу

У пластичних породах середовище в зоні найбільших напруг ущільнюється, а у скельних, крім того, подрібнюється. Сферична зона, у межах якої середовище ущільнюється або подрібнюється, називається **зоною витискання**.

Зону витискання оточує сфера, яку називають **зоною руйнації**, у межах якої напруги є значно меншими, ніж у зоні витискання, але

достатніми для руйнації матеріалу середовища: він розпадається на окремі уламки – розпушується.

За межами зони руйнації вибух викликає в середовищі тільки коливання. Сферична зона, у межах якої відбуваються коливання середовища, називається *зоною небезпечного струсу*.

При вибуху заряду в однорідному необмеженому середовищі, коли його дія не проявляється на вільній поверхні, утворюється об'єм або *камуфлетна порожнина*, що за об'ємом переважає об'єм вибухової речовини. За однієї і тієї ж величини заряду розміри котлів тим менше, чим міцніше середовище, в якому проводиться вибух.

У тих випадках, коли радіус зони руйнації у незначній мірі перевищує відстань від центру заряду до вільної поверхні, при вибуху спостерігається явище *випучування* з тріщиноутворенням, причому середовище руйнується в межах деякого конуса руйнації. Заряди, вибух яких викликає такі явища, називаються зарядами *розпушування*.

Наближаючи заряд заданої величини до вільної поверхні, можна під час вибуху досягти викиду середовища на поверхню, в результаті чого на поверхні утвориться *конусоподібна воронка* (рис. 1.3).

## 1.2. Класифікація вибухових речовин

Для ініціації вибуху більшості ВР потрібно завдати сильного і різького удару. Така вибухова речовина, як тротил, не вибухає навіть при прострілі кулею. Загоряються такі ВР з трудом – запалити тротил або пікринову кислоту набагато важче, ніж папір або гас.

Ініціювати вибух таких ВР теплом або ударом настільки важко, що деякі з них довгий час після їх відкриття навіть не вважалися вибуховими речовинами. Так, пікринова кислота, яку було відкрито в 1788 році, протягом майже 100 років використовувалася тільки як жовта фарба. І лише в 1873 році було встановлено, що ця фарба є найсильнішою вибуховою речовиною.

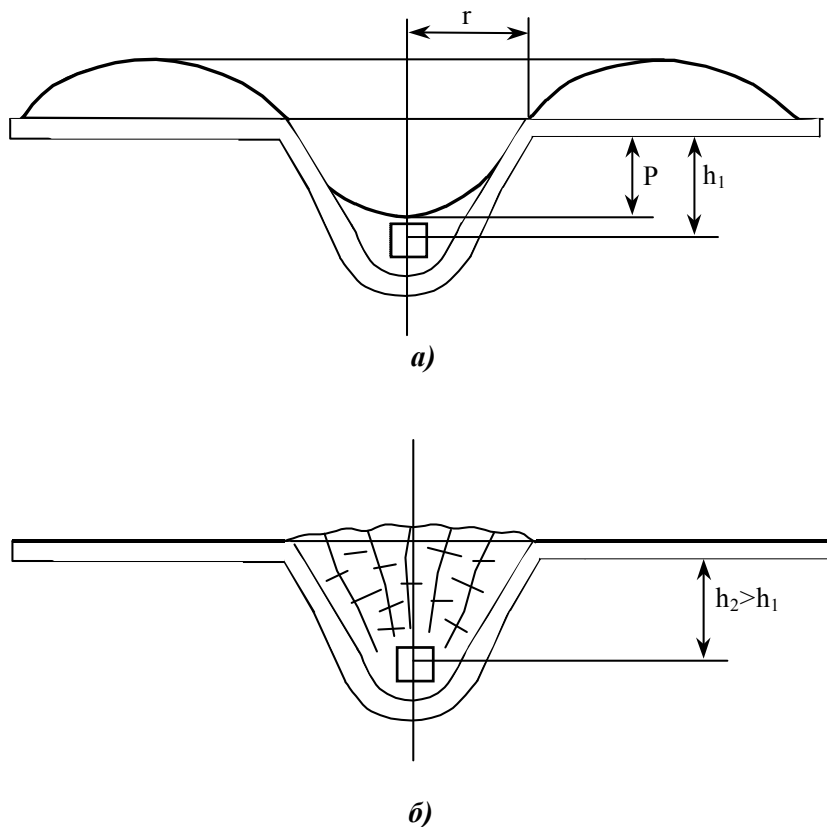
Кількість вибухових речовин, подібних тротилу або пікриновій кислоті, що не вибухають від запалювання або слабкого удару, є великою. Всі вони складають основний клас вибухових речовин і називаються *бризантними* (дроблячими) вибуховими речовинами.

Бризантні вибухові речовини не вибухають від полум'я або удару, що є дуже важливим для безпеки їх виробництва і застосування. Проте, у зв'язку з їхньою високою стійкістю до механічних і теплових впливів, вони не могли знайти застосування у вибуховій справі без надійної ініціації їх вибуху.

Завдання надійного збудження вибуху бризантних вибухових речовин було вирішене застосуванням з цієї метою вибухових речовин іншого класу – *ініціюючих або первинних вибухових речовин*. Основною особливістю цих вибухових речовин є те, що їх горіння,



викликане підпалом, переходить у вибух. Якщо помістити небагато ініціюючої вибухової речовини на заряд із бризантною ВР і підпалити, то вибух її призведе до такого сильного удару, в результаті якого вибухне і бризантна вибухова речовина.



Ініціюючі вибухові речовини служать для збудження вибуху бризантних вибухових речовин. Застосовуються вони винятково для спорядження чи заряджання засобів ініціювання (капсулів-детонаторів, капсулів-запальників та ін.). Бризантні вибухові речовини застосовуються для одержання руйнівної дії вибуху.

Вибухові речовини застосовуються і як кидальний засіб; при цьому використовуються вибухові речовини третьої групи – **кидальні вибухові речовини або порохи**, що підпалюються від іскри.

За час існування хімії (як науки) було розроблено величезну кількість вибухових речовин. Частина цих вибухових речовин викликає теоретичний інтерес, інші з тих або інших причин вийшли з ужитку; треті мають практичне застосування у промислових вибухових роботах і, нарешті, четверта група вибухових речовин застосовується тільки у військовій справі.

Усі вибухові речовини, незалежно від галузі їх застосування, поділяються нині на три групи. До складу кожної групи входять такі вибухові речовини (рис. 1.4).

### 1.3. Головні характеристики вибухових речовин і правила їх застосування

Залежно від природи і стану ВР мають наступні характеристики (табл. 1.1):

- чутливість до зовнішніх впливів;
- енергія (теплота) вибухового перетворення;
- швидкість детонації;
- бризантність;
- фугасність (працездатність).



Рис. 1.4. Класифікація вибухових речовин

**Чутливість ВР** характеризується здатністю до вибухового перетворення під впливом зовнішніх впливів. Її прийнято характеризувати мінімальною кількістю енергії, яку необхідно затратити для того, щоб викликати процес вибухового перетворення.

**Бризантність** – здатність ВР подрібнювати під час вибуху розташовані поряд з нею матеріали (метал, гірські породи та ін.). Бризантність ВР залежить від швидкості детонації: чим більше швидкість детонації, тим більше (за інших рівних умов) бризантність ВР.

**Фугасність (працездатність) ВР** характеризується руйнуванням і викидом матеріалу того чи іншого твердого середовища (найчастіше ґрунту), в якому відбувається вибух. Міра фугасності – це відношення об'єму ґрунту викиду до маси заряду даної ВР.

**Енергія (теплота) вибухового перетворення** – це кількість тепла, що виділяється під час вибуху 1 кг вибухової речовини.

Основні характеристики вибухових речовин зведені у таблиці 1.1.

Механічна робота вибуху відбувається за рахунок потенційної хімічної енергії, якою володіє будь-яка ВР. Тому енергія вибуху є основною характеристикою вибуху. Потенційна хімічна енергія переходить у механічну роботу не прямо, а через теплову енергію газів. Таким чином, процес отримання „ідеальної роботи” вибуху пов'язаний із природними витратами хімічної і теплової енергії.

#### **1.4. Вибухові речовини, які застосовуються в народному господарстві**

Досвід минулих війн і повоєнного часу показує, що при виконанні підривних робіт піротехнікам ЦЗ часто доводиться використовувати ВР, які застосовуються в народному господарстві (промислові ВР).

Промислові ВР мають ряд відмітних рис, без знання яких військові підривники не можуть бути допущені до проведення підривних робіт. Головними відмітними рисами ВР, які застосовуються у народному господарстві, є більш висока чутливість їх до різного роду зовнішніх впливів і чітко обмежені умови їх застосування. Гарантійний термін їх використання не перевищує 6-8 місяців.

Найбільш широко застосовуваними є аміачно-селітрені і нітрогліцеринові ВР.

До *аміачно-селітрених ВР* відноситься *аміачна селітра* (у чистому вигляді), *амоніти*, *дінамони та ігданіти*.

Найбільш широко застосовуються *амоніти*, у складі яких 50-90% аміачної селітри і, як правило, є добавки бризантних ВР. Вони випускаються в патронованому вигляді (для підземних робіт) і розсипом у паперових мішках або дерев'яних ящиках вагою до 40 кг (для відкритих робіт). Патрони мають діаметр 23-60 мм і вагу 100-1500 г. Залежно від умов застосування встановлені такі типи у кольорі оболонки патронів:

- ✓ для відкритих робіт – білий;
- ✓ для підземних – червоний;
- ✓ для запобіжних ВР по вугіллю – жовтий;

Таблиця 1.1.

Основні характеристики вибухових речовин

Найменування ВР та її хімічна формула	Зовнішня характеристика	Питома вага	Швидкість detonacji, м/с	Врзантність, мн	Фугасність, мн'	Чутливість до прострелу кулею	Розчинність у воді	Здатність збудження detonacji	Хімічна взаємодія з металом	Застосування
<b>I. Іншіюючі вибухові речовини</b>										
Гримуча ругуть (ГР) <b>Hg(ONC)<sub>2</sub></b>	Дрібнокристалічна силуча речовина білого або сірого кольору, струбина	4,42	4850	-	-	Вибухає	Розчинюється поганю	Ударом, терплям та тепловою впливом. Найбільш чутка до зовнішніх впливів ВР	Взаємодіє з алюмінієм	Спорядження капсульів-детонаторів у гильзах з міді та мешьюру
Азид свинцю (АС) <b>Pb(N<sub>3</sub>)<sub>2</sub></b>	Дрібнокристалічна речовина білого кольору	4,7-4,8	4800	-	-	Вибухає	Розчинюється поганю	Ударом, терплям дією вогню. Менш чутка, ніж ГР	Взаємодіє з міддю та її сплавами	Спорядження капсульів-детонаторів у гильзах з алюмінію
Тенерес (ТНРС) <b>C<sub>6</sub>H(NO<sub>2</sub>)<sub>3</sub></b> <b>O<sub>2</sub>Pb<sub>2</sub>O</b>	Дрібнокристалічна несплуча речовина темновжовтого кольору	3,08	5000	-	-	Вибухає	Розчинюється незначно у воді	До удару чутливість нижче ГР та АС. До тертя - займає середнє положення між ГР та АС	Не взаємодіє	Застосовується в капсулах-детонаторах для забезпечення ишювання АС. Самостійно не застосовується

## Книги, які можуть вас зацікавити



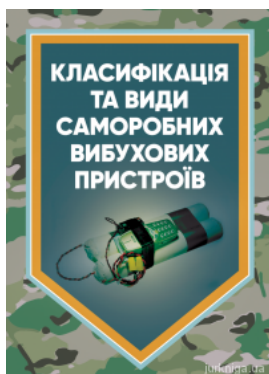
Інженерні боєприпаси, які використовувались (можуть використовуватись) збройними силами РФ або НЗФ на сході України (за досвідом проведення ООС...



Протидія саморобним вибуховим пристроям та глосарій термінів



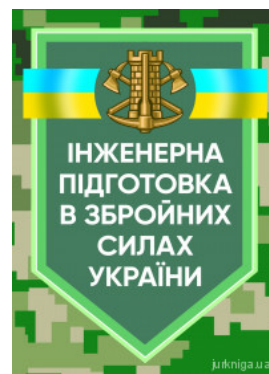
Боєприпаси. Підручник



Класифікація та види саморобних вибухових пристроїв. Методичні рекомендації



Вибухові боєприпаси. Посібник для України



Інженерна підготовка в Збройних Силах України

Перейти до галузі права  
**Військове право**



[Перейти на сайт →](#)