

**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ УКРАЇНИ  
ІМЕНІ ІВАНА ЧЕРНЯХОВСЬКОГО**

**Г.М.Гапоненко**

# **ПІДВОДНІ ПІДРИВНІ РОБОТИ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**



**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ОБОРОНИ УКРАЇНИ  
ІМЕНІ ІВАНА ЧЕРНЯХОВСЬКОГО**

**Г. М. ГАПОНЕНКО**

**ПІДВОДНІ  
ПІДРИВНІ РОБОТИ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

*Затверджено  
Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України*

Видання – 2017

УДК 35.8.2(075.8)

ББК 68.516.122я73

Г-19

**Рецензенти:**

*Крижний А.В.* – доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України.

*Кравець І.А.* – доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри технічного забезпечення інституту оперативного забезпечення та логістики Національного університету оборони України.

*Кириленко В.А.* – доктор військових наук, старший науковий співробітник, начальник кафедри Національної академії ДПС України.

*Миколайчук Р.А.* – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри інженерних загороджень та вибухової справи ФВП КПНУ ім. І. Огієнка.

**Затверджено Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України**

*(лист №1/11-12490 від 27.12.11 року)*

**Г-19 Підводні підривні роботи: навчальний посібник / Г. М. Гапоненко – Кам'янець-Подільський : Видавець ПП Зволейко Д.Г., 2011. – 196 с.**

**ISBN 978-617-620-009-3**

Навчальний посібник містить матеріали, які допоможуть курсантам та студентам засвоїти курс дисципліни «Переправи та водозна підготовка», а також самостійно поглибити і розширити знання про призначення і будову вибухових речовин та засобів підривання, організацію та виконання підривних робіт в підводній частині акваторії.

Навчальний посібник «Підводні підривні роботи» розроблено у відповідності з вимогами «Керівництво з водозапічних робіт у Сухопутних військах» та «ПВС-2006» для підготовки водозапічних-підривників Збройних Сил України, підрозділів МНС та інших військових формувань і правоохоронних органів, у підпорядкуванні яких є водозапічні підрозділи.

В посібнику враховано передовий досвід підготовки курсантів факультету військової підготовки та військ (сил).

УДК 35.8.2(075.8)

ББК 68.516.122я73

**ISBN 978-617-620-009-3**

© Гапоненко Г. М.

© Видавець ПП Зволейко Д.Г., оформлення, обкладинка, 2011

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

<b>ВР –</b>	<b>вибухові речовини</b>
<b>ДШ –</b>	<b>детонуючий шнур</b>
<b>ЕДП –</b>	<b>електродетонатор</b>
<b>ЕДПр –</b>	<b>електродетонатор різьбовий</b>
<b>ЗП –</b>	<b>засоби підривання</b>
<b>КПМ –</b>	<b>конденсаторна підривна машинка</b>
<b>ІМ –</b>	<b>підривна машинка</b>
<b>СП –</b>	<b>саперний провід</b>

## ЗМІСТ

Розділ	Найменування	стор.
	Перелік умовних скорочень	3
	Зміст	4
	Вступ	6
Розділ 1	Вибухові речовини	8
1.1	Загальні вимоги	8
1.2	Ініціюючі вибухові речовини	10
1.3	Бризантні вибухові речовини	12
1.4	Вибухові речовини підвищеної потужності	12
1.5	Вибухові речовини нормальної потужності	14
1.6	Вибухові речовини пониженої потужності	18
1.7	Метальні вибухові речовини (порох)	21
	Питання для самоконтролю	22
Розділ 2	Засоби підривання	23
2.1	Детонуючий шнур	23
2.2	Електричний спосіб підривання	29
2.2.1	Електродетонатори	29
2.2.2	Проводи	32
2.2.3	Джерела струму	36
2.2.4	Підривні машинки	36
2.2.5	Акумуляторні батареї	54
2.2.6	Перевірочні та вимірювальні пристрої	56
2.3	Схеми електровибухових мереж та їх розрахунків	63
2.4	Виготовлення та прокладання електровибухових мереж	71
	Питання для самоконтролю	74
Розділ 3	Особливості проведення водолазних підривних робіт у підводній частині акваторії	75
	Питання для самоконтролю	77
Розділ 4	Організація проведення водолазних підривних робіт	78
	Питання для самоконтролю	85
Розділ 5	Методи проведення вибухових робіт	86
5.1	Метод накладних зарядів. Поняття про ущільнення зарядів	86
5.2	Конструкція зарядів з піроксилінового пороху	87
5.3	Умови підривання пороху в зарядах великої довжини	87
5.4	Випробування пороху на підривання	89
5.5	Метод шпурів	90
5.6	Метод свердловин	91
5.7	Методи котлових і камерних зарядів	93
	Питання для самоконтролю	95
Розділ 6	Виготовлення зарядів	96
6.1	Способи виготовлення зарядів	96
6.2	Заряди із негігроскопічної вибухової речовини	98
6.3	Виготовлення бойовиків	99
6.4	Дублювання вибухових мереж	101
6.5	Правила безпеки під час виготовлення і герметизації зарядів	102
	Питання для самоконтролю	104
Розділ 7	Кумулятивні заряди	105
7.1	Основні поняття	105
7.2	Спрощені кумулятивні заряди, що використовуються під час проведення підводних робіт	107
7.2.1	Лінійний кумулятивний заряд	107

7.2.2	Кільцевий кумулятивний заряд	109
7.3	Кумулятивні заряди промислового виготовлення	109
7.4	Розрахунок зарядів	116
	Додаткові правила техніки безпеки	117
	Питання для самоконтролю	117
Розділ 8	Підривання ґрунтів під водою	118
8.1	Підривання каменів накладними зарядами	118
8.2	Підривання ґрунтів груповими зарядами	119
8.3	Розрахунок зарядів з піроксилінового пороху	122
8.4	Перевірка коефіцієнтів $K$ і $t$ з формули (5)	124
8.5	Укладання подовжених зарядів на ґрунт	124
8.6	Підривання порохових зарядів	125
	Питання для самоконтролю	126
Розділ 9	Підривання дерева під водою	127
9.1	Перебивання паль та деревини	127
9.2	Перебивання брусу	130
9.3	Перебивання шпунтового ряду	134
9.4	Підривання пнів	135
	Питання для самоконтролю	135
Розділ 10	Поділ металевих конструкцій підриванням	136
10.1	Перебивання сталюї плити	136
10.2	Перебивання фігурного металу	140
10.3	Перебивання сталевих металевих труб	145
10.4	Перебивання сталевого валу, тросу, якірного ланцюга	147
10.5	Перебивання залізобетонних конструкцій	149
	Питання для самоконтролю	151
Розділ 11	Поділ на частини затонувших кораблів і суден	152
11.1	Основні вказівки	152
11.2	Методика робіт по поділу кораблів	155
11.3	Розташування та закріплення зарядів на корпусі корабля	159
11.4	Розрахунок зарядів для перебивання корабельних конструкцій	163
	Питання для самоконтролю	163
Розділ 12	Зняття гребних гвинтів підриванням	164
12.1	Підготовчі роботи	164
12.2	Зняття гвинтів силою вибуху	165
	Питання для самоконтролю	167
Розділ 13	Водолазні роботи по знешкодженню мін	168
13.1	Типи мін	168
13.2	Водолазний пошук, стропування, підйом і знешкодження мін	168
13.3	Додаткові заходи безпеки	175
	Питання для самоконтролю	176
Розділ 14	Підривання льоду	177
14.1	Підривання льоду та льодових заторів	177
14.2	Захист мостів від пошкоджень під час льодоходу	181
	Питання для самоконтролю	183
Розділ 15	Загальні заходи безпеки при проведенні підводних підривних робіт	182
15.1	Заходи безпеки під час підривних робіт	182
	Питання для самоконтролю	189
	Література	190
	Алфавітний показник підривних та водолазних термінів	193

## ВСТУП

У наш час збільшується кількість завдань, що виконують Збройні Сили України. Розглядається можливість їх застосування під час надання допомоги центральним і місцевим органам виконавчої влади, органам місцевого самоврядування у проведенні пошукових та аварійно-рятувальних робіт під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, наданні міжнародної гуманітарної допомоги, разом з іншими військовими формуваннями та правоохоронними органами. У зв'язку із збільшенням різноманітності робіт, що виконуються, виникає проблема підготовки водолазних фахівців, спроможних виконувати підводні підривні роботи. Наприклад: підводний пошук, підйом і знешкодження вибухонебезпечних предметів; вирівнювання підводних площадок вибуховим способом; виконання підводних підривних робіт під час прокладання під водою трубопроводів, силових електричних кабелів; підводні підривні роботи пов'язані з освоєнням причорноморського шельфу; підводні роботи під час ліквідації наслідків природного та техногенного характеру тощо.

Також слід зазначити, що сучасна водолазна техніка, обладнання і майно, вибухові речовини і засоби підривання постійно вдосконалюються. Тому одночасно з науково-технічним прогресом повинна вдосконалюватись і система підготовки відповідних фахівців.

Аналіз настанов і керівних документів щодо підготовки водолазів-підривників зумовлює необхідність перероблення і пристосування до умов сьогодення цих документів. Сучасна спеціальна література для підготовки водолазів-підривників взагалі відсутня. Існуючі літературні джерела морально застаріли.

Проаналізувавши діяльність Збройних Сил України, підрозділів Міністерства надзвичайних ситуацій, інших військових формувань та правоохоронних органів, виявлено відсутність у їх структурних підрозділах фахівців для проведення підводних підривних робіт. У той же

час нормативно-правові документи вимагають наявності «Єдиної книжки підривника» і допуску до виконання підводних підривних робіт у спеціалістів, які виконують такі роботи.

Навчальний посібник «Підводні підривні роботи» складається з п'ятнадцяти розділів, що логічно пов'язані між собою.

У перших трьох розділах висвітлено перелік і характеристики вибухових речовин і засобів підривання, що використовуються водолазами-підривниками.

Автор посібника у четвертому розділі розкриває особливості проведення підводних підривних робіт. У подальшому розкриваються способи підривання дерева, ґрунтів, металу під водою і заряди які для цього потрібні. Також у посібнику наведено приклади вирішення завдань по розрахункам зарядів, вибухових мереж, тощо.

Досить важливим питанням, є виконання специфічних підривних робіт водолазами-підривниками під водою, які у повному обсязі розкрито у одинадцятому, дванадцятому та тринадцятому розділах.

Проблема захисту мостів від весняного льодоходу висвітлено у наступному розділі. Останній розділ – це заходи безпеки, яких слід дотримуватись при виконанні підводних підривних робіт.

Після кожного розділу є питання для самоконтролю, що допоможуть перевірити якість засвоєння матеріалу. Список використаних літературних джерел і алфавітний показник підривних та водолазних термінів допоможе більш ширше опанувати матеріал, що зацікавить читача.



## РОЗДІЛ 1

### ВИБУХОВІ РЕЧОВИНИ

#### 1.1. Загальні вимоги

Вибуховими речовинами (ВР) називаються хімічні з'єднання чи суміші, які під дією певних зовнішніх впливів виявляють здатність до швидкого хімічного перетворення з утворенням сильно нагрітих газів, що мають великий тиск і, розширюючись, виконують механічну роботу. Таке хімічне перетворення ВР прийнято називати вибуховим перетворенням.

Вибухове перетворення залежно від властивостей вибухової речовини і способу впливу на неї може протікати у формі вибуху чи горіння.

Вибух розповсюджується по вибуховій речовині з великою змінною швидкістю, яка вимірюється сотнями чи тисячами метрів за секунду. Процес вибухового перетворення, який зумовлений проходженням ударної хвилі по вибуховій речовині і протікає з постійною (для даної речовини при даному її стані) надзвуковою швидкістю, називається детонацією.

У випадку зниження якостей ВР (зволоження, злежування) чи недостатнього початкового імпульсу детонація може перейти в горіння чи зовсім згаснути. Така детонація заряду ВР називається неповною.

Горіння – процес вибухового перетворення, зумовлений передаванням енергії від одного шару вибухової речовини до іншого шляхом теплопровідності та випромінювання тепла газоподібними продуктами.

Процес горіння ВР (за винятком ініціюючих речовин) протікає повільно, зі швидкістю, яка не перевищує декількох метрів за секунду.

Швидкість горіння значною мірою залежить від зовнішніх умов і в першу чергу від тиску в навколишньому просторі. Із збільшенням тиску швидкість горіння зростає; при цьому горіння може у деяких випадках

переходити у вибух чи в детонацію. Горіння бризантних ВР у замкнутому об'ємі, як правило, переходить в детонацію.

Збудження вибухового перетворення ВР називається ініціюванням. Для збудження вибухового перетворення ВР потрібно надати йому з певною інтенсивністю необхідну кількість енергії (початковий імпульс), яка може бути передана одним із таких способів:

механічним (удар, наколювання, тертя);

тепловим (іскра, полум'я, нагрівання);

електричним (нагрівання, іскровий розряд);

хімічним (реакції з інтенсивним виділенням тепла);

підриванням іншого заряду ВР (підривання капсуля-детонатора чи сусіднього заряду).

Усі ВР, які застосовуються для проведення підривних робіт та спорядження різних боєприпасів, поділяються на три основні групи:

ініціюючі ВР;

бризантні ВР;

метальні ВР (порох).

ВР залежно від їх природи і стану мають певні вибухові характеристики. Найбільш важливими з них є:

чутливість до зовнішніх впливів;

енергія (теплота) вибухового перетворення;

швидкість детонації;

бризантність;

фугасність (працездатність).

## 1.2. Ініціюючі вибухові речовини

Ініціюючі ВР мають високу чутливість до зовнішніх впливів (удару, тертя і впливу вогню). Підривання порівняно невеликих кількостей ініціюючих ВР у безпосередньому контакті з бризантними ВР призводить до детонації останніх.

Внаслідок вказаних властивостей ініціюючі ВР застосовуються виключно для спорядження засобів ініціювання (капсулів-детонаторів, капсулів-запалювачів тощо).

До ініціюючих ВР належать: гримуча ртуть, азид свинцю, тенерес (ТНРС). До них можуть бути віднесені й так звані капсульні склади, підривання яких може використовуватися для збудження детонації ініціюючих ВР чи для запалювання пороху та виробів з них.

*Гримуча ртуть* (фульminat ртуті) – це дрібнокристалічна сипуча речовина білого чи сірого кольору. Вона ядовита, погано розчиняється у холодній та гарячій воді.

До удару, тертя, теплового впливу гримуча ртуть найбільш чутлива у порівнянні з іншими ініціюючими ВР, що використовуються на практиці. При зволоженні гримучої ртуті її вибухові властивості та чутливість до початкового імпульсу знижуються (наприклад, при 10% вологості гримуча ртуть тільки горить, не детонуючи, а при 30% вологості не горить і не детонує). Застосовується для спорядження капсулів-детонаторів і капсулів-запалювачів.

Гримуча ртуть при відсутності вологи не взаємодіє хімічно з міддю та її сплавами. З алюмінієм же вона взаємодіє енергійно з виділенням тепла і утворенням невибухових з'єднань (відбувається роз'єднання алюмінію). Тому гільзи гримучо-ртутних капсулів виготовляють з міді чи мельхіору, а не з алюмінію.

*Азид свинцю* (азотистоводневокислий свинець) – це дрібнокристалічна речовина білого кольору, яка погано розчиняється у

воді.

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 тенересу. Для збудження детонації в азиді свинцю шляхом наколювання його покривають шаром спеціального накольного складу.

Азид свинцю не втрачає здатності до детонації при зволоженні й низьких температурах; його ініціююча здатність значно вища, ніж ініціююча здатність гримучої ртуті. Застосовується для спорядження капсулів-детонаторів.

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.

*Тенерес* (тринітрорезорцинат свинцю, ТНРС) – це дрібнокристалічна несипка речовина темно-жовтого кольору; її розчинність у воді незначна.

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

Через низьку ініціюючу здатність тенерес окремо не застосовується, а використовується у деяких типах капсулів-детонаторів з метою забезпечення безвідмовності ініціювання азиду свинцю.

Капсульні складові частини ВР, що використовуються для спорядження капсулів-запалювачів – це механічні суміші кількох речовин, з яких найбільш поширеними є гримуча ртуть, хлорат калію (бертолетова сіль) і трьохсерниста сурма (антимоній).

Під дією удару чи наколювання капсуля-детонатора відбувається запалювання капсульного складу з утворенням променя вогню, здатного запалити порох чи викликати детонацію ініціюючої ВР.

### **1.3. Бризантні вибухові речовини**

Бризантні ВР найбільш потужні й найменш чутливі до різних зовнішніх впливів, ніж ініціюючі ВР. Збудження детонації в бризантних ВР, як правило, відбувається шляхом підривання заряду тієї чи іншої ініціюючої ВР, яка входить до складу капсулів-детонаторів, чи заряду іншої бризантної ВР (проміжного детонатора).

Порівняно невисока чутливість бризантних ВР до удару, тертя і теплового впливу, а відповідно, й достатня безпека зумовлюють зручність їх практичного застосування. Бризантні ВР застосовуються у чистому вигляді, а також у вигляді сплавів і сумішей одна з одною.

За потужністю бризантні ВР поділяються на три групи:

ВР підвищеної потужності;

ВР нормальної потужності;

ВР пониженої потужності.

### **1.4. Вибухові речовини підвищеної потужності**

*Тен* (тетранітропентасритрит, пентрит) – біла кристалічна речовина, негігроскопічна і нерозчинна у воді, яка добре пресується до щільності 1,6.

За чутливістю до механічних впливів тен належить до числа найбільш чутливих із усіх бризантних ВР, які практично застосовуються. Від удару рушничної кулі (при прострілюванні) він вибухас.

Тен горить енергійно білим полум'ям без кіптяви. При спалюванні тону горіння може перейти в детонацію. З металами тен хімічно не взаємодіє.

Тен застосовується для виготовлення детонуючих шнурів та спорядження капсулів-детонаторів, а у флегматизованому стані може використовуватися для виготовлення проміжних детонаторів і спорядження деяких боєприпасів. Флегматизований тен підфарбовується у

рожевий чи оранжевий колір.

*Гексоген* (триметилентринітроамін) – дрібнокристалічна речовина білого кольору, яка не має ні смаку, ні запаху, негігроскопічна, у воді не розчиняється.

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 підфарбовують в оранжевий колір (шляхом додавання невеликої кількості судану) і пресують до щільності 1,66.

Чутливість гексогену до удару нижча, ніж чутливість тену, але від удару рушничної кулі (при прострілюванні) він може вибухнути. Гексоген горить енергійно білим полум'ям; горіння його може перейти в детонацію. Хімічно гексоген більш стійкий, ніж тен; з металами хімічно не взаємодіє.

У чистому вигляді гексоген застосовується тільки для спорядження капсулів-детонаторів. Для спорядження деяких спеціальних боєприпасів використовується флегматизований гексоген.

У сплаві з тротилом, наприклад ТГ-50, у співвідношенні 50% тротилу і 50% гексогену за масою, гексоген використовують для спорядження кумулятивних зарядів. 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 морська суміш (МС) і сплав ТГА.

*Тетрил* (тринітрофенілметилнітроамін) – кристалічна речовина яскраво-жовтого кольору, без запаху, солонувата на смак. Тетрил негігроскопічний і нерозчинний у воді, достатньо легко пресується до

щільності 1,60...1,65.

Чутливість тетрилу до механічного впливу дещо нижча, ніж чутливість тену і гексогену, але все ж від прострілювання рушничною кулею він також може підриватися.

Тетрил горить енергійно блакитним полум'ям без кіптяви, горіння його може перейти в детонацію. З металами тетрил хімічно не взаємодіє. Застосовується він для виготовлення проміжних детонаторів у різних босприпасах і для спорядження деяких типів капсулів-детонаторів.

### 1.5. Вибухові речовини нормальної потужності

*Тротил* (тринітротолуол, тол, ТНТ) – основна бризантна ВР, яка застосовується для підривних робіт і спорядження більшості босприпасів; як правило, це кристалічна речовина від світло-жовтого до світло-коричневого кольору, гіркувата на смак. Тротил негігроскопічний і практично нерозчинний у воді; в промисловості його отримують у вигляді порошку (порошкоподібний тротил), дрібних лусочок (лускоподібний тротил) чи гранул (гранульований тротил). Лускоподібний тротил добре пресується до щільності 1,6.

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

До удару, тертя і теплового впливу тротил малочутливий. Пресований і литий тротил від прострілювання звичайної рушничної кулі 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 капсуля-детонатора №8, литий, лускоподібний і гранульований тротил детонує

тільки від проміжного детонатора із пресованого тротилу чи іншої бризантної ВР.

Хімічна стійкість тротилу досить висока; тривале нагрівання при температурі до 130°C мало змінює його вибухові властивості, він не втрачає цих властивостей і після тривалого перебування у воді. Під впливом сонячного світла тротил зазнає фізико-хімічних перетворень, які супроводжуються змінами його 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 з нього роблять різні заряди і підривні шашки.

Для спорядження боєприпасів тротил застосовується не тільки у чистому вигляді, але й у сплавах з іншими ВР (гексогеном, тетрилом тощо). Порошкоподібний тротил входить до складу деяких ВР пониженої потужності (наприклад, амонітів).

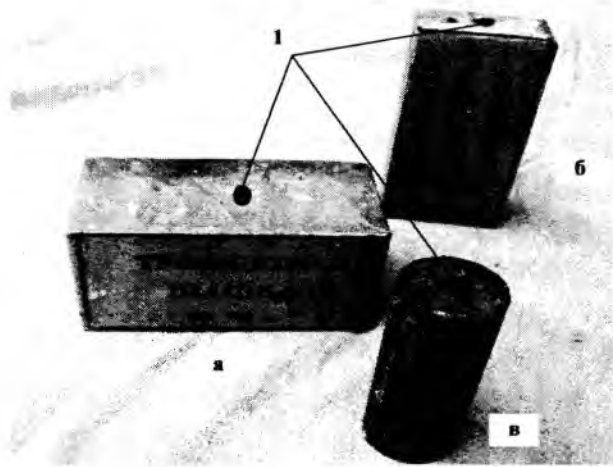
Для проведення підривних робіт тротил, як правило, використовується у вигляді пресованих підривних шашок (рис. 1):

великих – розмірами 50х50х100 мм вагою 400г;

малих – розмірами 25х50х100 мм і вагою 200г;

бурових (циліндричних) – довжиною 70 мм, діаметром 30 мм і масою 75 г.





**Рис. 1. Підривні тротилові шашки:**

а – велика; б – мала; в – бурова; 1 – запальне гніздо

Усі підривні шашки мають запальні гнізда для капсуля-детонатора №8. Для більш надійного сполучення із засобами підривання запалювальні гнізда деяких шашок роблять з різьбою. До напису на паперовій обгортці таких шашок додано: «З різьбою 1М10х1Н» чи «З фольговою обкладкою різьби».

Для захисту шашок від зовнішніх впливів їх покривають шаром парафіну і обгортають папером, на який потім наносять ще один шар парафіну. Місце розміщення запального гнізда шашки позначається чорним кружечком.

З метою забезпечення зручності зберігання, перевезення і застосування підривні шашки упаковуються в дерев'яні ящики (додаток 4). У кожний 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 дірка, закрита з'ємною планкою, навпроти якої вкладена велика шашка з різьбою.

*Пікринова кислота* (тринітрофенол, мелініт) – кристалічна речовина

жовтого кольору, гірка на смак. Пил пікринової кислоти сильно подразнює дихальні шляхи.

Пікринова кислота у холодній воді розчиняється слабо, у гарячій – трохи краще; розчини її сильно фарбують шкіру і тканину у жовтий колір. Щільність пресованої і литої пікринової кислоти складає приблизно 1,6.

Чутливість пікринової кислоти до удару, тертя і теплового впливу дещо вища чутливості тротилу; від прострілювання рушничної кулі вона може вибухати. Пікринова кислота горить полум'ям з сильною кіптявою, але дещо енергійніше, ніж тротил. Її горіння може переходити в детонацію.

Пікринова кислота у порівнянні з тротилом має більшу чутливість до детонації. Порошкоподібна і пресована пікринова кислота вибухає від капсуля-детонатора №8. Литая пікринова кислота від капсуля-детонатора №8 детонує не завжди; тому для її підривання потрібний проміжний детонатор.

Пікринова кислота – речовина хімічно стійка, але досить активна; вона хімічно взаємодіє з металами (за винятком олова), утворюючи солі, що називаються пікратами.

Пікрати – це вибухові речовини, у більшості випадків більш чутливі до механічних впливів, ніж сама пікринова кислота. Особливо чутливими є пікрати заліза і свинцю.

Пікринова кислота застосовується як у чистому вигляді, так і у вигляді різних сплавів з динітронафталіном для спорядження деяких боєприпасів.

*Пластична ВР (ПВВ-4) – однорідна тістоподібна маса світло-кремового кольору щільністю 1,4. ПВВ-4 виготовляють з порошкоподібного гексогену (80%) і спеціального пластифікатора (20%) шляхом ретельного їх перемішування.*

ПВВ-4 негіроскопічний і нерозчинний у воді; легко деформується зусиллям рук. Легка деформованість дозволяє використовувати ПВВ-4 для виготовлення зарядів потрібної форми.

8855/2

17  
БІБЛІОТЕКА НУОУ  
УЧБОВИЙ ФОНД

Пластичні властивості ПБВ-4 зберігаються при температурі від  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . При від'ємних температурах його пластичність дещо знижується; при температурах вище  $+25^{\circ}\text{C}$  він стає м'яким і щільність зарядів, які з нього виготовляються, зменшується.

До удару, тертя і теплових впливів ПБВ-4 малочутливий (його чутливість лише трохи вища чутливості тротилу). При прострілюванні рушничною кулею, як правило, не вибухає і не загорається; при запалюванні горить; горіння його в кількості до 50 кг протікає енергійно, але без вибуху. З металами ПБВ-4 хімічно не взаємодіє. Детонує він від капсуля-детонатора №8, поміщеного в масу заряду на глибину не менше 10 мм.

ПБВ-4 постачається у війська у вигляді брикетів розміром  $70 \times 70 \times 145$  мм, масою 1 кг, обгорнутих папером. Брикети по 32 штуки упаковуються у дерев'яні ящики.

### **1.6. Вибухові речовини пониженої потужності**

Із ВР пониженої потужності найбільш широко використовуються аміачноселітрові вибухові речовини. Це механічні вибухові суміші, основною частиною яких є аміачна (амонійна) селітра; крім селітри, у ці суміші входять вибухові чи горючі добавки.

*Аміачна селітра* – це кристалічна речовина білого чи блідо-жовтого кольору. Вона існує у кількох кристалічних формах, стійких лише в певних температурних межах. Температурами переходу з однієї кристалічної форми в іншу, які мають практичне значення, є  $-16^{\circ}\text{C}$  та  $+32^{\circ}\text{C}$ . Перехід однієї кристалічної форми в іншу відбувається тільки після достатньо тривалого впливу вказаних температур (особливо при значній вологості селітри) й супроводжується зміною об'єму; ця зміна призводить до деформації пресованих виробів, що містять аміачну селітру.

Для того, щоб виправити вказані зміни об'єму виробів, застосовують

стабілізовану аміачну селітру, яку отримують шляхом сумісної кристалізації її з розчином із хлористим калієм (92% аміачної селітри і 8% хлористого калію).

Аміачна селітра сильно гігроскопічна і добре розчиняється у воді; плавиться з частковим розкладанням при температурі 169,6°C.

Аміачна селітра активно взаємодіє з оксидами металів, при цьому утворюється аміак і вода. Аміак може вступати у хімічну взаємодію з деякими вибуховими речовинами (тротил, тетрил, пікринова кислота), утворюючи чутливі до зовнішніх впливів з'єднання; наявність вільного аміаку сприяє розвитку процесу корозії металевих виробів.

*Аміачноселітрові ВР* залежно від характеру домішок, що додаються до селітри, поділяють на такі види:

*амоніти* – ВР, до складу яких, крім аміачної селітри, входять вибухові добавки (як правило, тротил);

*цинамони* – ВР, які складаються з аміачної селітри і горючих добавок (соснова кора, торф тощо);

*амонали* – амоніти і динамони з домішками порошкоподібного алюмінію.

Із усіх видів аміачноселітрових ВР на постачанні військ знаходяться лише амоніти, які містять 20...50 % тротилу (амоніти А-80 та А-50, які раніше називалися амотолами).

Фізико-хімічні властивості амонітів в основному визначаються властивостями аміачної селітри. Вони гігроскопічні й мають здатність злежуватися, а вироби з них при тривалому зберіганні внаслідок багаторазової перекристалізації селітри можуть збільшуватися в об'ємі.

Зволоженні та злежані амоніти мають знижену чутливість до детонації та при вологості 3% і вище можуть давати відмови. Зволожені амоніти перед використанням повинні просушуватися в затінку, а ті, що злежалися, - попередньо подрібнюватися (розминатися руками чи розбиватися за допомогою дерев'яних чи мідних колотушок).

Окремі види амонітів, виготовлені з аміачної селітри, обробленої спеціальними речовинами, відносно водостійкі. Вони зберігають вибухові властивості при перебуванні у воді від 2 до 5 годин.

При запалюванні амоніти (в тому числі й сухі) важко загоряються; при забиранні джерела вогню горіння амоніту продовжується з шипінням і кіптявою. До тертя і ударів амоніти чутливіші ніж тротил, але у роботі практично безпечні.

Основним видом амоніту, який надходить у війська, є амоніт А-80 у вигляді пресованих брикетів розмірами 125x125x60 мм і вагою 1,35 кг. Щільність брикетованого амоніту приблизно 1,4; брикети покриваються гідроізоляційною оболонкою, яка захищає від дії вологи.

Брикети амоніту можуть знаходитися у воді протягом кількох годин, не втрачаючи вибухових властивостей і чутливості до детонації. Брикети підриваються проміжним детонатором у вигляді шашки тротилу вагою 200...400 г чи заряду іншої бризантної ВР. Тому брикети не мають запальних гнізд.

Не дивлячись на наявність гідроізоляційної оболонки, брикети амонітів необхідно оберегти від сирості; цілісність гідроізоляційних оболонок повинна періодично перевірятися. Поява білого нальоту селітри на оболонках брикетів не небезпечна.

Амоніти застосовуються головним чином для проведення підривних робіт у ґрунтах, а також для спорядження протитанкових мін і для влаштування різних фугасів.

Амонітові брикети зберігаються і перевозяться у дерев'яних ящиках по 24 брикети, зв'язаних у пачки, обгорнуті папером (по 6 брикетів у пачці).

## 1.7. Метальні вибухові речовини (порох)

Метальними ВР (порохом) називаються такі речовини, основною формою вибухового перетворення яких є горіння. Порох поділяється на димний і бездимний.

*Димний порох* застосовується для виготовлення вибухових зарядів у осколкових (вистрибуючих) та в сигнальних мінах, а також для виготовлення вогнепровідного шнура і запалювачів реактивних зарядів. Це механічна суміш калієвої селітри (75%), вугілля (15%) і сірки (10%). Залежно від величини зерен порох поділяється на дрібнозернистий і крупнозернистий.

Димний порох сильно гігроскопічний, під дією вологи відволожується і при волозі вище 2% стає непридатним для використання. Висушений (після того, як став сирым) порох має понижені якості. При зберіганні та застосуванні димного пороху через високу здатність його до запалювання необхідно дотримуватися особливих заходів безпеки.

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

За відсутності бризантних ВР порох може використовуватися (у вигляді внутрішніх зарядів) і для проведення підіривних робіт. Детонація порохових зарядів проходить нормально лише тоді, коли їх ініціювання здійснюється достатнім проміжним детонатором, а проміжки між зернами пороху заповнені рідиною (вода, розчин солі тощо).

## **Питання для самоконтролю**

1. Які загальні вимоги до вибухових речовин?
2. Які ініціюючі вибухові речовини ви знаєте?
3. Які бризантні вибухові речовини ви знаєте?
4. Які вибухові речовини підвищеної потужності ви знаєте?
5. Які вибухові речовини нормальної потужності ви знаєте?
6. Які металні вибухові речовини ви знаєте?

## РОЗДІЛ 2

### ЗАСОБИ ПІДРИВАННЯ

#### 2.1. Детонуючий шнур

Детонуючий шнур призначений для здійснення одночасного підривання кількох зарядів, наприклад, під час підривання мостів, будинків тощо, а також для безкапсульного підривання зарядів ВР, закладених у важкодоступних місцях.

Детонуючий шнур (рис. 2.1) складається із серцевини бризантної ВР (тену) з двома направляючими нитками і ряду внутрішніх та зовнішніх обплетень, покритих вологоізолюючою оболонкою.

У війська постачається детонуючий шнур марки ДШ-В, оболонка якого є більш водонепроникною і виготовлена з пластикату червоного кольору. Червоний колір оболонок детонуючого шнура дозволяє легко відрізнити його від вогнепровідного шнура. Діаметр детонуючого шнура дорівнює 5...6 мм.

Детонуючий шнур підривається зі швидкістю не менше 6500 метрів за секунду. Його слід оберегати від механічних пошкоджень, а також від дії вологи і вогню; від вогню детонуючий шнур може загоратися і повільно горіти; при прострілюванні кулею він може підриватися.



Рис. 2.1. Детонуючий шнур (бухта 50 м):

1 – ВР (тен); 2 – направляюча нитка; 3 – зовнішня оболонка



Детонуючий шнур відрізками довжиною 50 м зберігається згорнутим у бухти з покритими мастикою кінцями у сухих прохолодних приміщеннях окремо від вибухових речовин і зарядів.

Детонуючий шнур з пошкодженою оболонкою зберігати забороняється; пошкоджені ділянки шнура потрібно вирізати і знищити. Зберігати детонуючий шнур на сонці забороняється.

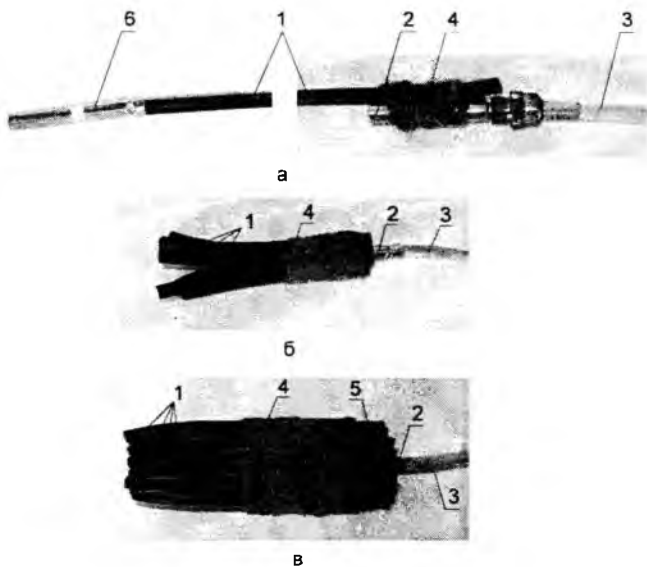
Детонуючий шнур підривається запалювальною трубкою, зарядом ВР чи електродетонатором. Однією запалювальною трубкою чи одним електродетонатором можна підірвати до шести кінців детонуючого шнура; при більшій кількості кінців їх зручніше прив'язувати до шашки ВР (рис. 2.2), а шашку підривати запалювальною трубкою чи електродетонатором.

Кінці детонуючого шнура, що підривається, щільно прив'язують ізоляційною стрічкою чи шпагатом по всій довжині капсуля-детонатора запалювальної трубки, електродетонатора чи шашки ВР. У вологу погоду і при підриванні під водою кінці детонуючого шнура необхідно добре ізолювати ізоляційною стрічкою чи водонепроникною мастикою.

Під водою детонуючий шнур марки ДШ-В можна підривати за умови перебування його там не більше 24 *годин*.

На кінцях відрізків детонуючого шнура, які вставляються у заряди, що підриваються за їх допомогою, як правило, повинні бути капсулі-детонатори; останні надягаються на детонуючий шнур і закріплюються на ньому так же, як на вогнепровідному шнурі.

За допомогою детонуючого шнура без капсуля-детонатора можна підривати заряди з порошкоподібних (зокрема, аміачноселітрових) та з пластичних ВР. З цією метою в заряд вкладається відрізок детонуючого шнура, складений у чотири-п'ять рядів без перетинання.



**Рис. 2.2. Підривання детонуючого шнура:**

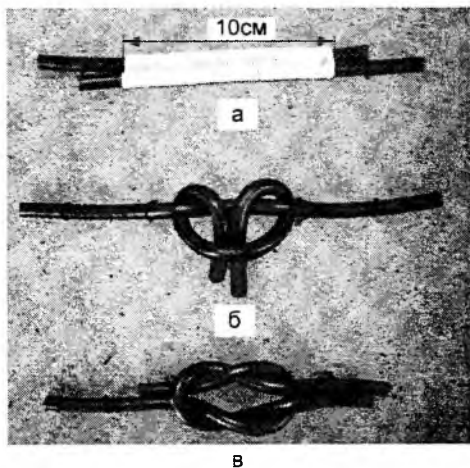
а – підривання одного кінця шнура; б – підривання від одного до шести кінців шнура; в – підривання більше шести кінців шнура;

1 – кінці детонуючого шнура; 2 – капсуль-детонатор запалювальної трубки; 3 – вогнепровідний шнур; 4 – шпагат; 5 – шашка ВР (бурова); 6 – капсуль-детонатор, що вставляється у заряд

З'єднання двох кінців детонуючого шнура між собою називається зрощенням. Зрощення проводиться (рис. 2.3):

- накладанням;
- прямим вузлом;
- подвійною петлею.

Останні два зрощення потрібно затягувати туго, але обережно, щоб не пошкодити серцевину шнура.



**Рис. 2.3. З'єднання детонуючого шнура:**

а – накладанням; б – прямим вузлом; в – подвійною петлею

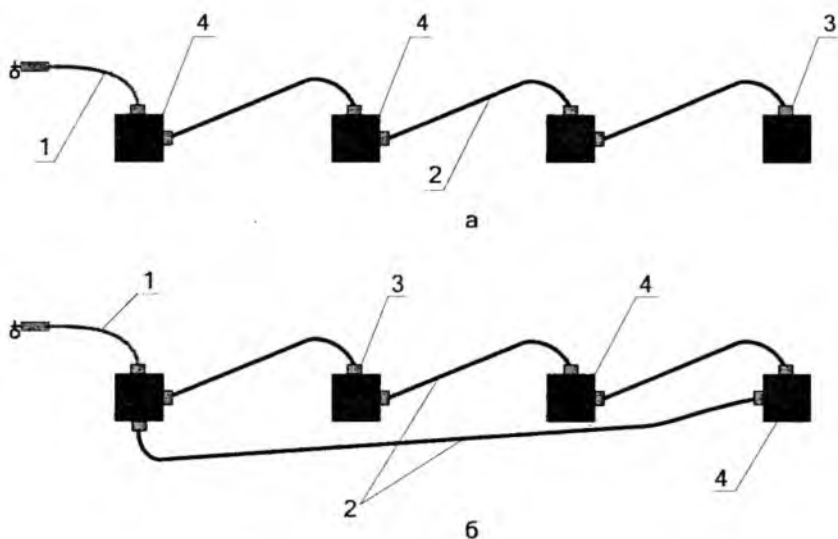
З'єднання кількох відрізків детонуючого шнура для одночасного підривання зарядів називається мережею. Мережі детонуючих шнурів бувають трьох видів:

послідовні (рис. 2.4);

паралельні (рис. 2.5);

змішані (рис. 2.6).

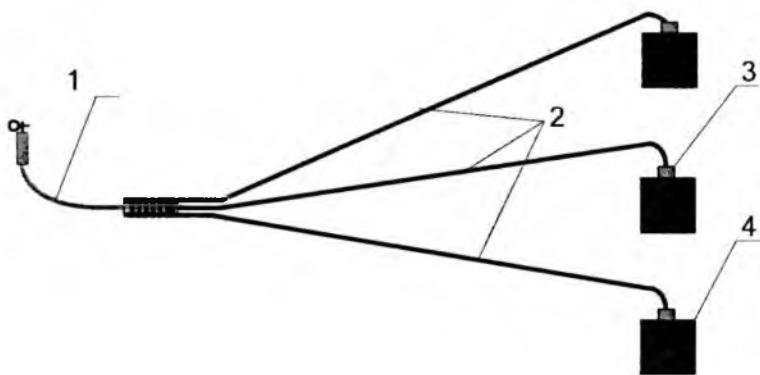
Для забезпечення успіху підривання у послідовних та змішаних мережах використовують замикаючий шнур, тобто крайні заряди також з'єднують між собою відрізком детонуючого шнура. Відрізки шнура, що з'єднують окремі заряди, повинні, як правило, мати капсулі-детонатори на обох кінцях



**Рис. 2.4. Послідовна мережа детонуючого шнура:**

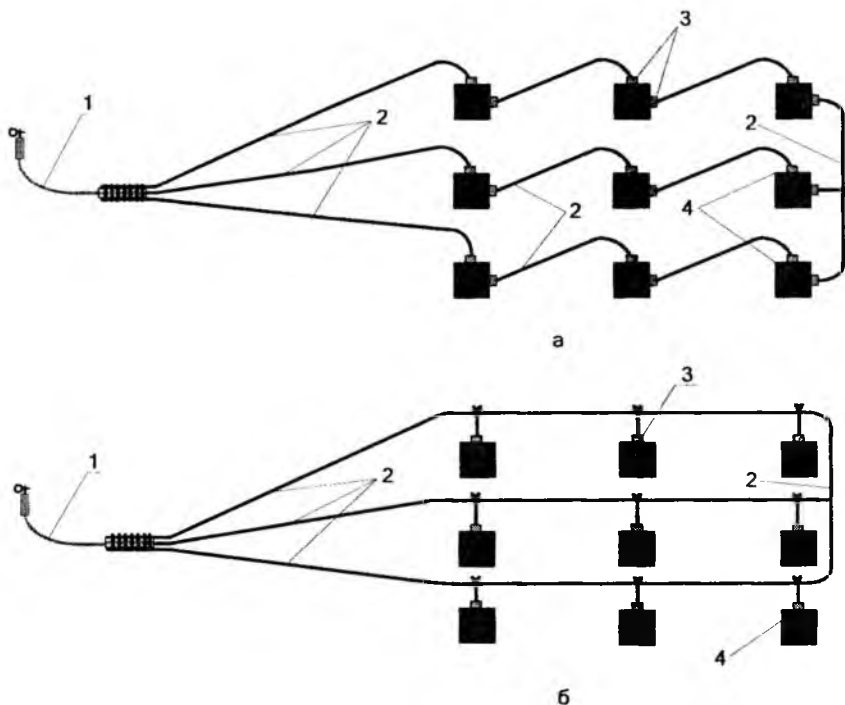
а – без замикаючого шнура; б – із замикаючим шнуром;

1 – запалювальні трубки; 2 – відрізки детонуючого шнура; 3 – капсуль-детонатор; 4 – заряд ВР



**Рис. 2.5. Паралельна мережа детонуючого шнура:**

1 – запалювальна трубка; 2 – відрізки детонуючого шнура; 3 – капсуль-детонатор; 4 – заряд ВР



**Рис. 2.6. Змішані мережі детонуючого шнура:**

а – для зовнішніх зарядів; б – для внутрішніх зарядів; 1 – запалювальні трубки; 2 – відрізки детонуючого шнура; 3 – капсули-детонатори; 4 – заряди ВР

При виготовленні мереж детонуючого шнура зрощення накладанням повинні влаштовуватися так, щоб по обох з'єднанувальних відрізках шнура детонація проходила в одному і тому ж напрямку (рис. 2.7).



**Рис. 2.7. Розміщення зростків у мережах детонуючого шнура залежно від напрямку детонації**

Відрізки детонуючого шнура, що служать відростками, з'єднуються з магістральним шнуром зрощенням накладанням подвійною петлею і

повинні прокладатися від місць до зарядів так, щоб вони не торкалися між собою й іншими зарядами, не перетиналися один з одним, не утворювали петель і не були туго натягнуті.

## **2.2. Електричний спосіб підривання**

Електричний спосіб підривання використовується для одночасного підривання кількох зарядів чи для проведення підривання у точно встановлений час.

Для підривання зарядів електричним способом необхідні:  
електродетонатори;  
проводи;  
джерела струму;  
перевірочні та вимірювальні прилади.

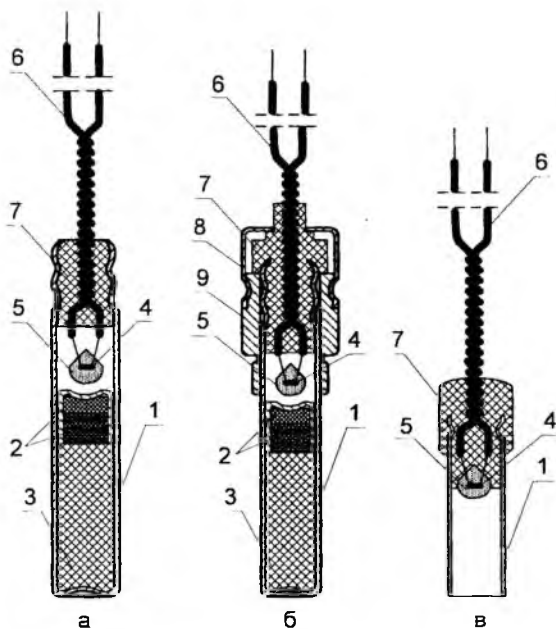
### **2.2.1. Електродетонатори**

Електродетонатор ЕДП (рис. 2.8,а) складається з капсуля-детонатора №8-А та електрозапалювача, зібраних у загальній гільзі.

Електрозапалювач – це місток (короткий дріт діаметром 22...26 мікрон), припаяний до кінців жил двох ізольованих проводів і оточений запалювальним складом у вигляді твердої краплини, покритої водоізолюючим шаром. Проводи від містка виведені назовні через пластикатовий корок, щільно обтиснутий у отворі гільзи.

У війська постачаються також електродетонатори ЕДП-р (рис. 2.8,б), що відрізняються від електродетонаторів ЕДП тільки наявністю муфти з різьбою, за допомогою якої вони сполучаються із зарядами і шашками, що мають запалювальні гнізда з різьбою.

У війська надходять, крім того, електрозапалювачі у вигляді окремих виробів (рис. 2.8, в). Такий електрозапалювач поміщений в алюмінієву гільзу. Проводи від містка виведені назовні через пластикатовий корок.



**Рис. 2.8. Електродетонатори:**

а – ЕДП; б – ЕДП-р; в – електрозапалювач;

1 – гільза; 2 – заряд ініціюючої ВР; 3 – заряд ВР підвищеної потужності; 4 – платиново-іридієвий місток; 5 – запалювальний склад; 6 – проводи; 7 – пластикатовий корок; 8 – кришка; 9 – ніпель з різьбою

Електродетонатори обох вказаних типів виготовляються з платиново-іридієвими містками. Вони мають такі характеристики:

опір в холодному стані – від 0,9 до 1,5 Ом;

розрахунковий опір у нагрітому стані (при підриванні) разом з

відвідними проводами довжиною 1 м – 2,5 Ом;

мінімальний запалювальний струм – 0,4 А (ампера);

мінімальний розрахунковий струм для підривання одиничного електродетонатора – 0,5 А при постійному і 1 А при змінному струмі;

безпечний струм – 0,18 А.

Електродетонатори ЕДП та ЕДП-р призначені для підривання зарядів як у повітрі, так і під водою.

У народному господарстві для підривання зарядів ВР електричним способом використовуються електродетонатори з ніхромовим містком, а також електродетонатори уповільненої дії.

Для підривання послідовно з'єднаних електродетонаторів розрахунковий струм приймають рівним 1,0 А при постійному струмі і 1,5 А при змінному.

При паралельному з'єднанні електродетонаторів розрахунковий струм дорівнює добутку числа електродетонаторів на величину струму, необхідного для підривання одиничного електродетонатора, якщо опір паралельних гілок приблизно однаковий.

При змішаному з'єднанні електродетонаторів струм в окремих гілках приймається, як для випадку послідовного з'єднання, а розрахунковий струм повинен дорівнювати добутку кількості паралельних гілок на величину струму в одній із них.

При джерелах, що забезпечують струм до 1...1,5 А, паралельне і змішане з'єднання електродетонаторів не допускається.

Опір електродетонаторів вимірюється за допомогою мосту постійного струму Р3043, а цілісність містка електродетонатора (наявність провідності) перед приєднанням його до мережі перевіряють, як правило, малим омметром.

Під час перевірки з метою захисту осіб, які перевіряють від ушкодження осколками гільз електродетонатори необхідно розміщувати за щитами з дощок, за сталевими листами, за ґрунтовими валиками, під дерниною чи в ґрунті (у піску) на глибині 5...10 см; при відкритому розміщенні електродетонаторів, що перевіряються, вони повинні бути на



віддалі 30 м від осіб, які перевіряють.

При невідомих характеристиках електродетонаторів (наприклад, трофейних) проводиться пробне підірвання їх у кількості 3...5 шт. від кожної партії при струмі, що приблизно дорівнює 0,4 А.

Вказана величина струму може бути забезпечена батареєю з двох послідовно з'єднаних лужних акумуляторів, що підключається до електродетонаторів, які випробовуються, проводами із загальним опором 4 Ом. При замиканні мережі електродетонатори з платиново-іридієвим містком повинні підірватися, а електродетонатори з містками із іншого матеріалу не підірвуться.

## 2.2.2. Проводи

Основним проводом, що використовується під час проведення підірвних робіт, є саперний провід з ізолюваною мідною жилою.

Використовуються такі типи саперного проводу:

одножильний – СП-1 і СПП-1;

двожильний – СП-2 і СПП-2.

Характеристики вказаних типів саперного проводу приведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Характеристики саперних проводів

Тип проводу	Перетин жили, мм <sup>2</sup>	Конструкція жили	Конструкція ізоляції	Зовнішні розміри, мм	Опір 1 км жили, Ом	Маса 1 км проводу, кг	Зусилля розривання, кг
Одножильний СП-1	0,75	7 мідних дротів діаметром 0,37 мм	Двошарова гума, оплітка	4,5 (діаметр)	25	30	30
Двожильний СП-2	2x0,75	Те ж	Те ж	4,5x8,5 (висота і ширина)	25 (одної жили)	60	40
Одножильний СПП-1	0,5	7 мідних дротів діаметром 0,3	Світло термостійкий поліетилен	2,25 (діаметр)	37,5	8	Не менше 23

Тип проводу	Перетин жили, мм <sup>2</sup>	Конструкція жили	Конструкція ізоляції	Зовнішні розміри, мм	Опір 1 км жили, Ом	Маса 1 км проводу, кг	Зусилля розривання, кг
		мм	товщиною 0,5-0,65 мм				
Двожильний СПП-2	2x0,5	Те ж	Те ж	Звитий з двох проводів СПП-1	37,5 (однієї жили)	16	Не менше 45

При недостатці саперного проводу допускається використання на підривних роботах телефонних кабелів зв'язку, електроосвітлювальних проводів тощо. Характеристики деяких кабелів приведені у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2.

#### Характеристики деяких кабелів

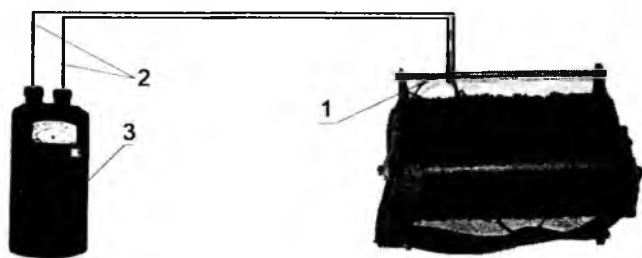
Назва кабелю	Кількість жил та їх перетин, мм <sup>2</sup>	Зовнішні розміри, мм	Опір 1 км жили, Ом	Маса 1 км кабелю, кг
Плоский лінійний телефонний з мідною жилою і гумовою ізоляцією ЛТО	2x0,6	3,6x6,5	65	33
Витий лінійний телефонний з мідною жилою і гумовою ізоляцією ЛТВ	2x0,6	7,5 (діаметр)	65	37
Провід для промислових підривних робіт з мідною жилою і поліхлорвініловою ізоляцією ВМВ	1x0,8	2,3 (діаметр)	40	8.2

При використанні будь-яких інших проводів необхідно виміряти опір їх жили, а при роботі у вологих місцях, під водою і у випадку укладання проводів у ґрунт на тривалий час – і опір ізоляції.

Перед використанням проводи перевіряються на цілісність жили та справність ізоляції. Перевірка проводиться за допомогою моста переносного постійного струму Р3043 чи малого омметра М-57.

Для перевірки цілісності жили (рис. 2.9) кінці проводу

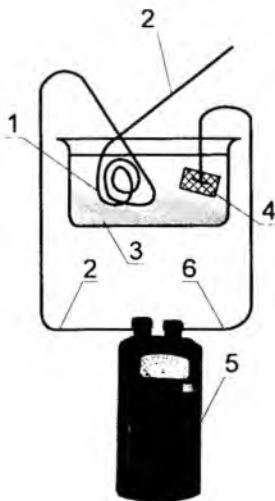
підключаються до омметра, і якщо показники стрілки омметра співпадають з номінальним опором жили проводу даної довжини, то жила справна. У іншому випадку місце розриву чи пошкодження жили визначається зовнішнім оглядом і поступовим підключенням проводу, що розмотується, до омметра за допомогою голки (місця проколів покривають ізоляційною стрічкою). Таким чином роблять до тих пір, поки не буде визначене місце розриву жили, після чого шматок проводу у цьому місці вирізається, кінці його зрощуються і знову проводиться перевірка всього проводу. Якщо жила проводу має кілька розривів, вони усуваються при подальшій перевірці.



**Рис. 2.9. Перевірка цілісності жили саперного проводу:**

1 – провід на катушці; 2 – кінці проводу; 3 – малий омметр

Перевірка справності ізоляції (рис. 2.10) проводиться у посудині з підсоленою водою (1...2 склянки поварської солі на відро води), в яку опускають металевий лист, зачищений до блиску, площею не менше  $100 \text{ см}^2$  і бухту проводу, що випробовується. Один кінець проводу випускають з посудини й ізолюють, а другий кінець і металевий лист приєднують до затискачів омметра (моста). Для вимірювання опору ізоляції перевагу надають мегаомметру на  $500 \text{ В}$ .



**Рис. 2.10. Перевірка ізоляції саперного проводу:**

1 – провід, що перевіряється, в бухті; 2 – кінці проводу, що перевіряється; 3 – посудина з підсоленою водою; 4 – металевий лист; 5 – малий омметр; 6 – з'єднувальний провід

Ізоляція вважається справною, якщо стрілка омметра буде показувати опір не менше 3000 Ом. Якщо при перебуванні бухти у воді протягом 20...30 хвилин покази омметра будуть меншими 3000 Ом, то ізоляція несправна.

Для знаходження несправності потрібно повільно витягувати кінець проводу з води, обтираючи його насухо ганчіркою; рух стрілки омметра в бік збільшення опору покаже, що ділянка проводу із зіпсованою ізоляцією вийшла з води. Знайдені ділянки проводу із зіпсованою ізоляцією покриваються ізоляційною стрічкою.

Під час проведення підривних робіт проводи не можна піддавати зайвій нарузі, перекручуванню, перетиранню тощо. Після закінчення проводи повинні бути очищені від бруду, промиті й просушені.

Періодично з метою кращого зберігання саперного проводу типу СП-1 і СП-2 проводиться просочення його озокеритом, розплавленим у спеціальній посудині. Залишки озокериту знімають з проводу ніпелем,

ганчіркою чи шматком гуми з отвором для пропускання проводу. Просочений озокеритом провід протирається сухою ганчіркою.

Саперний провід зберігається в бухтах чи на котушках у прохолодних приміщеннях з рівною температурою; на сонці саперний провід зберігати не можна. На котушках і бухтах повинні бути прив'язані бирки з вказівкою довжини проводу, опору його ізоляції та справності жили.

Для роботи провід перемотується на саперну котушку (додаток 12). Внутрішній кінець проводу випускається зовні на 1 м. Для зручності прокладання магістральних проводів краще мати паралельно намотані на одну котушку два одножильних проводи, зв'язані разом через кожні 1...2 м, чи один двожильний провід.

### **2.2.3. Джерела струму**

Для підривання зарядів електричним способом, як правило, використовуються спеціальні підривні машинки, сухі батареї й елементи; крім того, можуть бути використані акумуляторні батареї, пересувні електростанції, а також освітлювальні та силові мережі місцевих електростанцій.

Незалежно від джерела струму, що використовується, у кожному окремому випадку повинен проводитися розрахунок електровибухової мережі, а при використанні елементів і батарей повинна розраховуватися також необхідна їх кількість.

### **2.2.4. Підривні машинки**

Конденсаторна підривна машинка КПМ-1А складається з механічного приводу та електричної схеми, які змонтовані на двох гетинаксових платах, прикріплених до зовнішньої панелі. Напруга, що розвивається машинкою на лінійних затискачах, складає 1500 В.

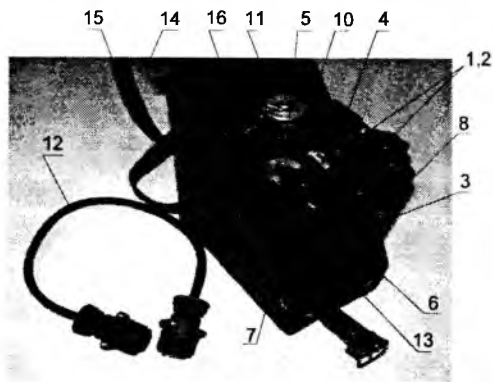
Зовнішні габаритні розміри машинки 103x87x166 мм, маса 1,6 кг. Машинка переноситься на плечовому ремені в брезентовому футлярі разом із додатковим приладдям (пульт-пробник, з'єднувальний кабель, запасна привідна ручка).

Зовнішній вигляд машинки КІІМ-1А із уставленою привідною ручкою показаний на рис. 2.11.

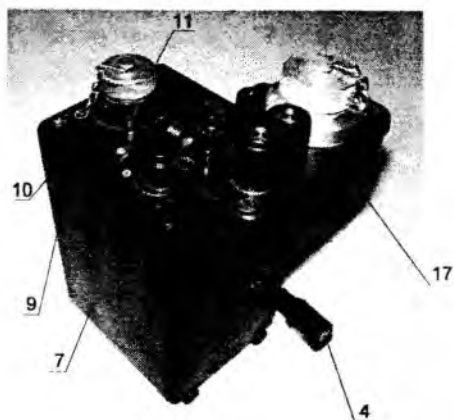
Принцип дії конденсаторних підричних машинок заснований на поступовому заряджанні накопичувального конденсатора від малопотужного джерела електричної енергії (індуктора) з наступною миттєвою віддачею накопиченої енергії в зовнішню мережу.

Характеристики машинки КІІМ-1А наведені в табл. 2.3.

Робота підривної машинки КІІМ-1А відбувається таким чином. При вставлянні привідної ручки в машинку контакти розрядного опору розмикаються, відключаючи останній від накопичувального конденсатора. При обертанні привідної ручки за напрямком руху годинникової стрілки автоматичний контакт замикається і підключає накопичувальний конденсатор на заряджання.



а



б

**Рис. 2.11.** Загальний вигляд підривної машинки КММ-1А:

а – у футлярі; б – без футляра;

1, 2 – лінійні затискачі; 3 – пружинна заслінка; 4 – привідна ручка; 5 – вікно неонові лампи; 6 – кнопка вибуху; 7 – пластмасовий корпус; 8 – кришка (з'ємна стінка) корпусу; 9 – металева пластинка з інструкцією; 10 – штепсельний роз'єм з контактами;

11 – заглушка штепсельного роз'єму; 12 – з'єднувальний кабель із розетками; 13 – брезентовий футляр; 14 – кришка футляра; 15 – плечовий ремінь; 16 – кишеня для укладання пульта і з'єднувального кабелю; 17 – пульт-пробник

## Характеристики підривної машинки КІМ-1А

Найменування електродетонаторів, що підриваються, (електроспалахувачів)	Спосіб з'єднання	Найбільша кількість електродетонаторів, що допускається, шт.	Загальний опір мережі, що допускається, Ом
Електродетонатори з платино - іридієвим містком (ЕДП і ЕДП-р)	Послідовно	100	350
	Паралельно	5	15
Електродетонатори з ніхромовим містком (ЕД-8-Е і ЕД-8-Ж)	Послідовно	100	300
	Паралельно	4	15

Напруга індуктора, що розвивається в результаті обертання ручки, підвищується за допомогою трансформатора. Підвищена напруга подається на випрямовувач, що працює за схемою подвоєння напруги і складається з конденсатора подвоєння і двох селенових випрямовувачів. Випрямлений струм через автоматичний конденсатор заряджає накопичувальний конденсатор.

Коли напруга на накопичувальному конденсаторі досягає величини 1500 В, сигнальна неонові лампа починає світитися, що свідчить про готовність машинки до проведення підривання.

З припиненням обертання ручки індуктора автоматичний контакт розмикається, що виключає можливість розрядження накопичувального конденсатора через селенові випрямовувачі. Світіння неонові лампи при цьому припиняється, хоча конденсатор залишається зарядженим.

При натисканні кнопки підривання лінійні контакти підключають накопичувальний конденсатор до лінійних затискачів. Якщо до цих затискачів підключена електровибухова мережа, то по ній пройде струм і відбудеться підривання електродетонаторів.

У випадку, коли через якусь причину після приведення машинки КІМ-1А у положення готовності підривання не відбулося (не була натиснута кнопка підривання), накопичувальний конденсатор може бути розряджений через розрядний опір.



Розрядження накопичувального конденсатора відбувається після вилучення привідної ручки з її гнізда, коли останнє закритється пружинною заслінкою. При цьому контакти розрядного опору замикаються і підключають до нього конденсатор. Таким чином, при вийнятій привідній ручці провести підривання не можна.

*При користуванні підривною машинкою КПМ-1А потрібно:*

відкрити кришку брезентового футляра, великим пальцем лівої руки відсунути (повернути) пружинну заслінку, а правою рукою вставити в гніздо привідну ручку до упору;

приєднати зачищені кінці магістральних проводів до лінійних затискачів машинки так, щоб оголені жили не торкалися одна до одної і не зближались між собою;

рівномірно обертати привідну ручку за напрямком руху годинникової стрілки зі швидкістю 3...4 оберти за секунду до появи рівномірного світіння неонові лампи (обертати привідну ручку більше 15 секунд забороняється; не рекомендується також заряджати машинку раніше ніж за 2 *хвилини* до подачі команди «Вогонь»);

для проведення підривання за командою «Вогонь» натиснути кнопку підривання до кінця;

вийняти привідну ручку з гнізда;

відключити кінці магістральних проводів і закрити кришку футляра.

*При роботі з машинкою КПМ-1А:*

не допускається замикання лінійних затискачів металевими предметами;

не допускається торкання лінійних затискачів руками в момент натискання кнопки вибуху;

після проведення кожного вибуху привідну ручку обов'язково виймати з гнізда перед від'єднанням магістральних проводів від лінійних затискачів;

оберігати машинку від дощу, вологи і бруду.

Справність підривної машинки КПМ-1А перевіряється підриванням двох паралельно з'єднаних електродетонаторів або електроспалахувачів, підключених до лінійних затискачів через пульт-пробник.

Проводити розбирання і ремонт підривних машинок на місцях проведення підривних робіт (у польових умовах) забороняється. Несправні машинки повинні здаватися для ремонту у майстерні.

Для підривання електродетонаторів у кількостях, що перевищують зазначені в таблиці 2.4, можна застосовувати дві паралельно з'єднані машинки КПМ-1А. У цьому випадку максимальна кількість електродетонаторів, що підриваються, визначається за таблицею 2.4.

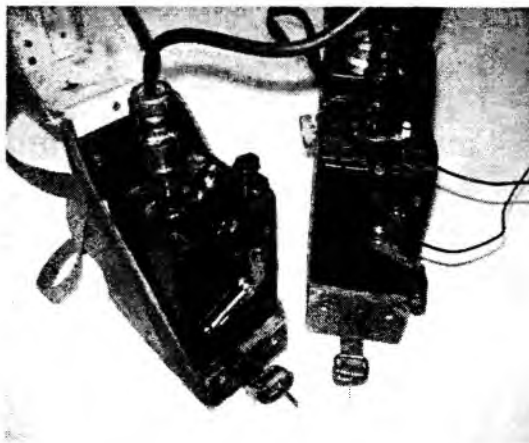
Таблиця 2.4.

**Кількість електродетонаторів, що підриваються двома з'єднаними підривними машинками КПМ-1А**

Найменування електродетонаторів, що підриваються (електроспалахувачів)	При послідовному з'єднанні		При паралельному з'єднанні	
	Кількість електродетонаторів, шт.	Загальний опір, Ом	Кількість електродетонаторів, шт.	Загальний опір, Ом
Електродетонатори з платиново-іридієвим містком (ЕДП і ЕДП-р)	200	700	5	30
Електродетонатори з ніхромовим містком (ЕД-8-Э і ЕД-8-Ж)	200	600	4	30

Паралельне з'єднання двох машинок проводиться через контакти штепсельного роз'єму за допомогою з'єднувального кабелю, кінці якого спорядженні розетками (рис. 2.12).

Накопичувальні конденсатори обох з'єднаних між собою машинок підключені паралельно один до одного і можуть бути заряджені шляхом обертання привідної ручки кожної з цих машинок. Підривання ж проводиться натисканням кнопки підривання тільки тієї машинки, до лінійних затисків якої приєднані магістральні проводи електровибухової мережі.



**Рис. 2.12. Паралельне з'єднання двох машинок КПМ-1А**

Конденсаторна підризна машинка КПМ-3 (рис. 2.13) використовується для роботи в умовах помірного або тропічного клімату при температурі навколишнього повітря від  $-50$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  і відносній вологості 98% при  $25^{\circ}\text{C}$  - для помірного клімату і 98% при  $35^{\circ}\text{C}$  для тропічного клімату. Технічні дані підривної машинки КПМ-3 приведені в таблиці 2.5.

*Таблиця 2.5.*

**Технічні дані підривної машинки КПМ-3**

Найменування показників	Показники
Номінальна напруга, В.....	1600
Ємність конденсатора-накопичувача, мкФ.....	4
Габаритні розміри машинки, мм	
- у футлярі.....	230 x 175 x 98
- без футляра.....	172 x 86 x 120
Маса машинки, кг.....	1,7
Маса комплексу машинки, кг.....	2,3



**Рис. 2.13. Загальний вигляд підривної машинки КПМ-3:**

а – у футлярі; б – без футляра; в – додагковий опір 220 Ом;

1 – привідна ручка; 2 – пружинна заслінка; 3 – кнопка “Взрив”; 4 – лінійні затискачі, 5 – утримувач привідної ручки, 6 – кнопка контролю заряджання машинки з кришкою; 7 і 8 – вікна неонових ламп; 9 – пластмасовий корпус; 10 – металева пластинка з інструкцією; 11 – кришка (окрема стінка) корпуса; 12 – пластмасовий футляр; 13 – кришка футляра; 14 – плечовий ремінь

Кількість і тип електродетонаторів, що одночасно підриваються, у залежності від способу їхнього з'єднання і загального опору електропідривної мережі приведені в таблиці 2.6.

Таблиця вибору кількості електродетонаторів

Тип містка накалу електродетонаторів (ГОСТ 9089-75)	Послідовне з'єднання електродетонаторів		Паралельне з'єднання електродетонаторів		Послідовна мережа з попарно-паралельним з'єднанням електродетонаторів	
	Кількість електродетонаторів, шт.	Загальний опір підривної мережі, Ом	Кількість електродетонаторів, шт.	Загальний опір підривної мережі, Ом	Кількість електродетонаторів, шт.	Загальний опір підривної мережі, Ом
Платиново-іридієвий. ЕДІ, ЕДІ-Р	200	600	5	30	260	220
Ніхромовий. ЕД-8Е, ЕД-8Ж	200	600	4	45	260	220

Принцип дії підривної машинки КММ-3 полягає в тому, що електрична енергія малопотужного генератора накопичується протягом декількох секунд у вигляді заряду на конденсаторі-накопичувачі, з наступною віддачею накопиченої енергії в електропідривну мережу.

Напряга, що розвивається генератором, який складається з котушки і постійного магніта, підвищується трансформатором і схемою подвосня, що складається з двох селенових випрямлювачів і конденсатора.

Випрямлений струм підвищеної напруги заряджає конденсатор-накопичувач.

Перемикач автоматично замикається з початком обертання привідної ручки й утримується в цьому положенні при обертанні ручки з частотою не менше 4 оберти за секунду.

Коли напруга на конденсаторі-накопичувачі досягає номінального значення (1600 В), запалюється неонova лампа Л<sub>1</sub>, що сигналізує про готовність машинки до проведення підривання.

З припиненням обертання ручки сигнальна лампа гасне, перемикач

розмикається і відключає конденсатор-накопичувач від зарядного ланцюга, чим виключає можливість розрядження його через селенові випрямлювачі.

При натисканні кнопки «Взрив» її контакти підключають конденсатор-накопичувач до затискачів і електричний заряд надходить у електропідричну мережу.

При витягуванні привідної ручки з гнізда приводу генератора перемикач замикається (при вставленій привідній ручці - перемикач розімкнутий) і конденсатор-накопичувач цілком розряджається на розрядний опір.

У машинці передбачений пристрій для контролю готовності машинки до проведення вибуху. Пристрій виготовлений за схемою розподільника напруги, складеного з трьох послідовно з'єднаних опорів.

На задній стінці корпусу прикріплена паспортна табличка з короткою інструкцією з експлуатації.

До роботи з машинкою допускаються особи, які пройшли інструктаж і мають дозвіл на право проведення підричних робіт відповідно до затверджених правил та норм.

Перед видачею підричником машинка повинна бути перевірена у порядку, встановленому «Єдиними правилами безпеки при підричних роботах».

Проводити розбирання і ремонт підричних машинок на місцях проведення підричних робіт (у польових умовах) забороняється. Несправні машинки повинні здаватися для ремонту у майстерні.

Забороняється торкатися руками оголених ділянок проводів, підключених до затискачів, у момент натискання кнопки «Взрив».

Після кожного підривання виймати привідну ручку з гнізда приводу генератора.

Перед проведенням підривання необхідно ретельно витерти машинку від бруду, пилу та перевірити працездатність.

Для перевірки зарядної напруги і ємності конденсатора-

накопичувача необхідно:

не присднуючи магістральних проводів вибухової мережі, зарядити конденсатор-накопичувач машинки рівномірно обертаючи привідну ручку протягом 10...15 с;

зняти кришку з кнопки «К» – (контроль) і одночасно натиснути на кнопку «Взрив» і кнопку «К»;

спостерігати за світінням індикаторних ламп  $L_1$  і  $L_2$ .

Після припинення світіння лампи ( $L_2$ ) визначити час світіння лампи  $L_1$ . Установити на місце кришку кнопки «К».

Машинка має зарядну напругу не нижчу номінальної (1600 В), якщо при натисканні кнопок «Взрив» і «К» мало місце свічення двох ламп.

Ємність конденсатора-накопичувача машинки дорівнює  $4 \pm 20\%$  мкФ, якщо час світіння лампи  $L_1$  з моменту припинення світіння лампи  $L_2$  дорівнює  $60 \pm 14$  с.

*Для проведення підривання необхідно:*

відкрити кришку футляра і приєднати захищені кінці магістральних проводів до затискачів машинки;

повернути заслінку приводу генератора в праве крайнє положення і вставити в гніздо до упору привідну ручку;

рівномірно обертати привідну ручку за годинниковою стрілкою з частотою не менш 4 *обер/с* до стійкого світіння сигнальної лампи  $L_1$ .

Для проведення вибуху необхідно, не виймаючи привідної ручки з гнізда приводу генератора, різко натиснути кнопку «Взрив» до упору.

Після вибуху необхідно:

вийняти привідну ручку з гнізда приводу генератора;

відключити кінці магістральних проводів і закрити кришку футляра.

Додатковий опір 220 Ом (рис. 2.13,в) дозволяє встановити придатність до підривання електродетонаторів (електроспалахувачів), характеристики яких не відомі.

Для цього необхідно:

встановити додатковий опір на одну з клем машинки;  
підготувати паралельну електричну мережу з 2-х електродетонаторів для підключення її до клеми додаткового опору і до другої клеми машинки (але не підключати);

зарядити машинку, обертаючи привідну ручку до стійкого світіння сигнальної лампи  $L_1$ ;

зняти кришку з кнопки «К» – (контроль), натиснути кнопку «Взрыв» і «К», утримувати їх до припинення світіння лампи  $L_2$  і після чого кнопки відпустити (напруга на конденсаторі-накопичувачі стане рівною номінальній, тобто 1600 В), установити на місце кришку кнопки «К»;

підключити паралельну вибухову мережу з 2-х електродетонаторів до клем і різко натиснути кнопку «Взрыв».

Безвідмовне підривання двох електродетонаторів дозволяє судити про можливість їхнього використання в кількостях, встановлених для електродетонаторів із платиново-іридієвим містком накаливання.

Машинку потрібно охороняти від вологи, дощу, пилу і бруду, переносити у футлярі та при роботі з футляра бажано не виймати.

Машинки дозволяється транспортувати тільки в упаковці будь-яким видом закритого транспорту.

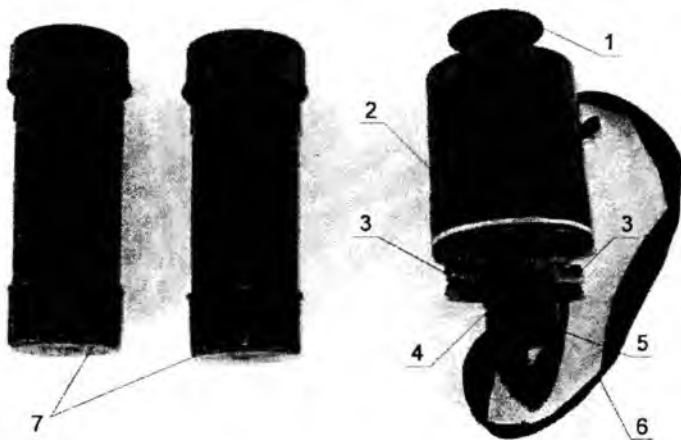
Підривна машинка ПМ-4 (рис. 2.14) призначена для підривання електричним способом протипіхотних осколкових мін і зарядів.

Технічні характеристики підривної машинки ПМ-4 приведені в таблиці 2.7, а технічні характеристики провідної лінії – в таблиці 2.8.

Підривна машинка ПМ-4 складається з корпусу, індукційного імпульсного генератора, перемикача та індикатора.

У підривній машинці ПМ-4 джерелом електричної енергії є імпульсний генератор магнітоелектричного принципу дії. При ударі рукою по штовхальнику шток з якорем переміщається, розриваючи магнітний ланцюг. У котушці генератора виникає ЕРС, що використовується для підривання електродетонаторів і перевірки електропідривної мережі.





**Рис. 2.14. Підривна машинка ПМ-4 та провідна лінія:**

1 – штаповхач; 2 – пластмасовий корпус; 3 – лінійний запіскач; 4 – індикатор; 5 – ручка перемикача; 6 – стрічка для перенесення; 7 – провідна лінія.

Таблиця 2.7.

**Технічні характеристики підривної машинки ПМ - 4**

Найменування показників	Показники
Тип.....	Імпульсна
Маса, кг.....	0,4
Габаритні розміри, мм.....	53x115
Кількість детонаторів, що одночасно підриваються:	
з'єднаних послідовно.....	5 шт. (20 Ом)
з'єднаних паралельно.....	2 шт. (6 Ом)

Технічні характеристики провідної лінії ПМ - 4

Найменування показників	Показники
Маса з футляром, кг.....	0,15
Габаритні розміри футляра провідної лінії, мм.....	43x110
Довжина провідної лінії, м.....	50
Опір, Ом.....	8

Режим підривання або перевірки встановлюється за допомогою ручки перемикача.

У транспортному положенні контакти перемикача розімкнуті. Якщо до лінійних затискачів підключити електропідричну мережу або перемичку, то при переміщеннях якоря в котушці генератора з'явиться ЕРС, що у залежності від напрямку переміщення якоря буде мати різну полярність. При натисканні на штовхач полярність зворотна провідності діода і струм через нього не піде. При поверненні штовхача і якоря (під дією сили притягання магніту) полярність змінюється, і через діод піде струм, безпечний для електродетонаторів електропідричної мережі, але достатній для спалаху світлодіода. Спалах свідчить про справність електропідричної мережі і машинки.

При переведенні ручки перемикача в бойове положення контакти замикаються і створюється ланцюг, паралельний ланцюгу діода, світлодіода та обмежуючого опору. У цьому випадку при прямому і зворотному переміщеннях якоря через електропідричну мережу проходить струм, що забезпечує підривання підключених до неї електродетонаторів.

До роботи з підричною машинкою ПМ-4 допускаються особи, які знають правила проведення підричних робіт електричним способом, будову, принцип дії машинки і протипіхотних осколкових мін та зарядів, що застосовуються.

Безпека роботи на місці застосування забезпечується суворим дотриманням правил «Керівництва з матеріальної частини ПМ-4», а також вимог «Єдиних правил безпеки під час підричних робіт».

Для проведення підричних робіт повинні застосовуватися тільки справні підричні машинки, перевірені до початку робіт.

Підричні машинки ПМ-4 утримуються під охороною вартового і видаються підричникам безпосередньо перед застосуванням за наказом старшого.

Підключати підричну машинку ПМ-4 до електропідричної мережі для перевірки або проведення вибуху дозволяється тільки після відведення особового складу розрахунків від місць установа мін і зарядів на безпечну відстань або в укриття.

Ручка перемикача машинки повинна постійно знаходитися у транспортному положенні. Переведення її в робоче положення проводиться безпосередньо перед підриванням після підключення до лінійних затискачів дротів електропідричної мережі.

Перед застосуванням підричної машинки ПМ-4 необхідно попередньо переконатися, що ручка перемикача знаходиться в транспортному (перевірочному) положенні.

При відмовленні дозволяється підходити до міни (заряду) не раніше ніж через 5 хв., попередньо відключивши підричну машинку від електропідричної мережі і здавши її під охорону.

Підрична машинка ПМ-4 може застосовуватися для підривання зарядів і мін по провідній лінії, що входить у комплект машинки. При відсутності провідних ліній, що входять у комплект, а також при необхідності паралельного з'єднання двох зарядів або мін, можна використовувати інші проводи. У таблиці 2.9 приведена максимально припустима довжина двопровідної лінії із саперних проводів для різних умов підривання електродетонаторів.

Таблиця 2.9.

Максимально допустима довжина двовірідної лівії із саперних проводів для різних умов підривання електродетонаторів

Умови підключення електродетонаторів ЕДП-р (ЕДП)	Довжина дводрової лівії, м	
	СП-1, СП-2	СПП-1, СПП-2
Один електродетонатор	300	200
Послідовне з'єднання п'яти електродетонаторів	150	100
Паралельне з'єднання двох електродетонаторів	75	50

Електропідривні мережі прокладаються після встановлення мін (зарядів) на місцевості.

Для прокладання електропідривної мережі з провідної лівії, що входить у комплект машинки ПМ-4, необхідно:

забити кілочок біля укриття;

зняти ковпачки з футляра провідної лівії;

витягнути внутрішні кінці проводів лівії і прив'язати їх до кілочка;

розтягнути лівію в напрямку місця встановлення мін (заряду) на необхідну довжину, утримуючи пластмасовий корпус провідної лівії рукою;

прив'язати провід до кілочка, забитого біля місця встановлення мін (заряду);

підключити проводи електродетонатора до провідної лівії;

ізолювати місця підключення ізоляційною стрічкою;

вставити електродетонатор у запальне гніздо мін (заряду);

замаскувати міну (заряд) і провідну лівію.

У тому випадку, коли прокладаються одночасно декілька електропідривних мереж розрахунком, усі операції виконуються за командами старшого, а підривні машинки знаходяться під охороною вартового.

Для проведення підривних робіт (вибуху мін і зарядів) допускаються

справні підривні машинки. Додатково перевірка може проводитися командиром відділення (старшим розрахунку) безпосередньо на місці застосування перед видачею підривникам або підривниками під наглядом командира відділення (старшого розрахунку).

Перевірка справності підривної машинки ПМ-4 проводиться в такий спосіб:

переконатися, що ручка перемикача знаходиться в транспортному (перевірочному) положенні; якщо вона встановлена в бойове положення, то перевести її в транспортне положення;

замкнути лінійні затискачі перемичкою зі шматка оголеного провідника;

натиснути і різко відпустити штовхач.

Спалах світлодіоду свідчить про справність машинки. Несправні підривні машинки до застосування не допускаються.

Проводити розбирання і ремонт підривних машинок ПМ-4 на місцях проведення підривних робіт (у польових умовах) забороняється. Несправні машинки повинні здаватися для ремонту у майстерні.

Для перевірки провідності електронпідривної мережі необхідно:

переконатися, що машинка знаходиться в транспортному (перевірочному) положенні;

підключити дроти провідної лінії до лінійних затискачів машинки, для цього кожен зачищений кінець проводу перегнути вдвічі, скрутити і закріпити в затискачеві;

натиснути і різко відпустити штовхач.

Спалах світлодіоду свідчить про провідність електронпідривної мережі.

Підривання встановлених мін (зарядів) за допомогою підривних машинок ПМ-4 проводиться за командами старшого або самостійно кожним номером розрахунку, відповідно до тактичної обстановки та поставленого завдання.

Для проведення вибуху підривною машинкою ПМ-4 необхідно:  
підключити кінці проводів провідної лінії до затискачів підривної машинки;

відтягнути ручку перемикача і повернути її на  $90^{\circ}\text{C}$  у будь-яку сторону щодо її транспортного положення так, щоб стало видно пофарбовані в червоний колір виступи на корпусі машинки (машинка переведена в бойове положення);

утримуючи машинку одною рукою, іншою рукою різко вдарити по штовхачу.

У випадку відмовлення необхідно:

перевірити правильність підключення кінців електропідривної мережі до лінійних затискачів підривної машинки ПМ-4;

повторно різко натиснути і відпустити штовхач;

якщо вибуху не було, перевести ручку перемикача в транспортне (перевірочне) положення і перевірити за допомогою підривної машинки ПМ-4 струмопровідність електропідривної мережі;

при несправностях електропідривної мережі відключити підривну машинку ПМ-4, кінці електропідривної мережі ізолювати і розвести в сторони, здати підривну машинку під охорону і після цього з'ясувати причини відмовлення.

Забороняється підходити до мін (зарядів), що відмовили, раніше ніж через 5 хв.

Усунення несправностей електропідривної мережі проводиться однією людиною з дозволу командира відділення (старшого розрахунку).

## 2.2.5. Акумуляторні батареї

Типи лужних чи кислотних батарей, що використовуються у підривної справі, та їх характеристики подані у таблиці 2.10 і 2.11.

Таблиця 2.10

Характеристики лужних кадмієво-нікелевих і нікелево-кадмієвих акумуляторних батарей

Позначення батареї	Кількість акумуляторів у батареї	Номінальна напруга, В	Номінальна сміість, А/год.	Температурні межі використання, °С
НКП-20У2	1	1,2	20	-50...+50
2НКП-20У2	2	2,4	20	-50...+50
2КНП-20	2	5	20	-30...+50
2НКП-24	2	2,5	24	-40...+50
10ЦНК-0,45	10	12	0,45	-50...+50
10НКГ-1,5	10	12	1,5	-50...+50
10НКЦ-1Д	10	12	1	-50...+50
ЮНКБН-3,5	10	12	3,5	-50...+50

Таблиця 2.11.

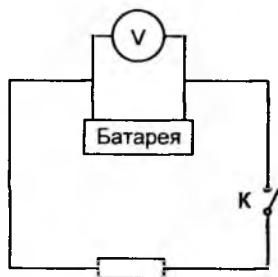
Характеристики кислотних стартерних батарей

Позначення батареї	10-годинний режим розряду (при температурі електроліту +30°)		
	розрядний струм, А	сміість, А/год.	напруга, В
6СТ-55	5,5	55	12
6СТ-75	7,5	75	12
6СТ-90	9,0	90	12
6СТ-140	14,0	140	12
6СТ-182	18,2	182	12

Перед використанням акумуляторні батареї необхідно перевіряти під навантаженням (навантажувальний опір 0,3 Ом на 1 В напруги батареї) протягом кількох хвилин за схемою, поданою на рисунку 2.15. Якщо при цьому напруга зарядженої батареї буде дорівнювати вказаній у таблиці 2.10 і не буде падати, то батарея заряджена нормально і придатна

до використання; якщо ж після замикання ключа «К» напруга буде нижчою табличної і буде знижуватися далі, то батарея до використання не придатна і підлягає заряджанню.

У зимовий час при пониженні температури збільшується внутрішній опір акумуляторних батарей, що призводить до зниження їх напруги при розряджанні і до зменшення ємності. Тому при використанні взимку ці батареї потрібно утеплювати войлоком, тканиною тощо.



**Рис. 2.15. Схема визначення внутрішнього опору батареї під навантаженням**

### **2.2.6. Перевірочні та вимірювальні пристрої**

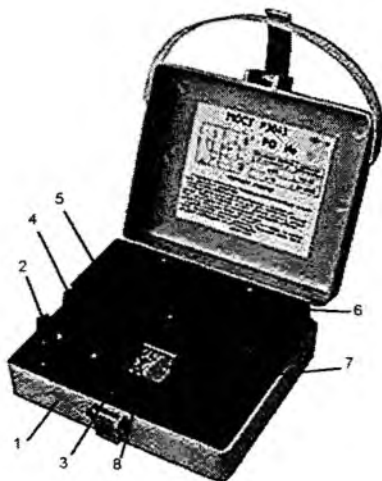
Міст переносний постійного струму Р 3043 (рис. 2.16), дводіапазонний, класу точності 5, з індикатором на світловипромінюючих діодах призначений для вимірювання опору електродетонаторів і вибухових ланцюгів, як з місця укриття підривника, так і безпосередньо у вибої.

Міст призначений для роботи в польових умовах, а також у шахтах, небезпечних по газу і пилу, що досягається використанням іскробезпечного джерела живлення і відсутністю індукційних елементів. За стійкістю до кліматичних і механічних впливів міст належить до групи 5 ГОСТ 22261-76 із розширеним температурним діапазоном (температура від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  та відносна вологість до 95% при температурі  $+35^{\circ}\text{C}$ ).

Прилад, що постачається в райони з тропічним кліматом,



призначений для роботи у польових умовах, а також у шахтах, небезпечних по газу і пилу, при температурі від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$  і відносній вологості навколишнього повітря до 95% при температурі  $+55^{\circ}\text{C}$ ; при цьому заводське позначення приладу повинно бути Р 3043 Т 2.



**Рис. 2.16.** Міст переносний постійного струму Р 3043:

1 – металевий корпус; 2 – лінійний затискач з перемикачем діапазонів та показником коефіцієнта множення; 3 – кнопка для включення джерела живлення; 4 – лінійний затискач; 5 – ручка потенціометра корекції нуля підсилювача; 6 – кришка джерела живлення; 7 – ручка для зрівноважування мосту; 8 – шкала

Діапазони показів мосту  $0,2 \dots 50$  та  $20 \dots 5000$  Ом. Діапазони вимірів мосту  $0,3 \dots 30$  та  $30 \dots 3000$  Ом. Межа допустимої основної погрішності мосту на будь-якій відмітці шкали в діапазоні вимірів дорівнює  $\pm 5\%$  від значення вимірюваної величини в діапазоні температур від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ .

Максимальний струм вимірювального ланцюга не перевищує  $0,05$  А.

Чутливість нуля-індикатора, вбудованого в міст, така, що зміні вимірюваного опору на  $\pm 2,5\%$  відповідає засвічення одного з індикаторних елементів.

Живлення мосту здійснюється від двох вбудованих елементів «373»,

розташованих у бризкозахисній камері, які потрібно змінювати не рідше одного разу в три місяці. Напруга споживання мосту не перевищує 50 мА.

Міст є віброміцним і вібростійким при максимальному прискоренні 30 м/с та удароміцним при впливі ударів з максимальним прискоренням 50 м/с<sup>2</sup>.

Корпус мосту є герметичним у робочому стані (з відкритою кришкою кожуха). Маса мосту 1,6 кг. Габаритні розміри мосту 180x160x62 мм.

Герметичність корпуса забезпечується ущільненими гумовими прокладками. У мосту застосована схема одинарного мосту постійного струму

При проведенні перевірки повинні виконуватися такі операції:

зовнішній огляд;

визначення основної похибки;

визначення максимального струму вимірювань ланцюга;

визначення чутливості нуль-індикатора.

При проведенні перевірки повинні застосовуватися такі засоби вимірювання:

зразковий магазин опорів 0,3...3000 Ом із допустимою похибкою не більше 1% від встановленого значення опору;

міліамперметр із межею виміру 50 мА з внутрішнім опором не більше 0,5 Ом класу точності не менше 2,5.

При проведенні зовнішнього огляду мосту необхідно встановити відсутність дефектів його покриття.

Основна похибка визначається на всіх числових відмітках шкали у двох діапазонах вимірів. За основну похибку мосту приймається найбільша відносна різниця між показами мосту і показами зразкового магазину опорів з врахуванням опору з'єднувальних провідників.

Для визначення максимального струму вимірювального ланцюга до вимірювальних затискачів підключається міліамперметр, натискається

кнопка «Измерение» і здійснюється контроль струму за міліамперметром при переміщенні реохорда на всіх числових відмітках шкали у двох діапазонах вимірів. При цьому максимальний струм не повинен бути більший 50 мА.

Визначення чутливості нуля-індикатора проводиться на двох точках шкали, з яких одна знаходиться біля початкового значення діапазону вимірювань (приблизно 4 Ом), а інша - біля кінцевого значення діапазону вимірювань (приблизно 2000 Ом).

Визначення чутливості проводиться в такий спосіб:

до мосту підключається зразковий опір 4 або 2000 Ом;

міст врівноважується;

вимірюваний опір змінюється на  $\pm 2,5\%$ , при цьому засвічується один зі світлодіодів.

#### 88. Підготовка до роботи і порядок роботи.

відкрити кришку мосту й встановити перемичкою необхідний діапазон вимірювань («x 0,1» - при вимірюванні опорів від 0,3 до 30 Ом або «x 10» - при вимірюванні опорів від 30 до 3000 Ом);

підключити вимірюваний об'єкт до затискачів «R<sub>x</sub>»;

натиснути кнопку „КОРЕКЦИЯ НУЛЯ” і зробити при необхідності корекцію нуля підсилювача, для чого повернути ручку корекції до загасання обох світлодіодів (напрямок повороту зазначений стрілкою, усередині якої горить світлодіод). Після виконання цих операцій відпустити кнопку;

повернути ручку шкали не менше трьох разів, після чого натиснути кнопку «Измерение» і поворотом ручки шкали домогтися загасання обох світлодіодів (напрямок повороту зазначений стрілкою, усередині якого горить світлодіод);

відпустити кнопку і зробити відлік значення опору по шкалі проти нульової поділки відповідно до обраного діапазону вимірів.

Розбирати і ремонтувати мости на місцях проведення підричних

робіт (у полі) забороняється. На місцях робіт дозволяється проводити тільки заміну використаних джерел живлення (елементів). Несправні мости повинні здаватися для ремонту у майстерні.

До експлуатації мосту допускаються особи, які мають необхідну кваліфікацію, знають правила техніки безпеки і вивчили технічний опис та інструкцію з експлуатації, а також ознайомлені з «Єдиними правилами безпеки при підіривних роботах».

Міст може транспортуватися будь-яким видом закритого транспорту (у літаках - у герметичних відсіках у діапазоні температур від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$  і відносній вологості повітря 95% при температурі  $+60^{\circ}\text{C}$  при впливі ударів з максимальним прискоренням 30 м/с .

Мости повинні зберігатися в упаковці підприємства-виробника при температурі навколишнього повітря від  $+1^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$  й відносній вологості до 80 %.

Зберігати мости без упакування можна при температурі навколишнього повітря від  $+10^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$  й відносній вологості до 80% при температурі  $25^{\circ}\text{C}$ .

У приміщенні для збереження не повинно бути пилу, парів кислот і лугів, агресивних газів та інших шкідливих домішок, що викликають корозію.

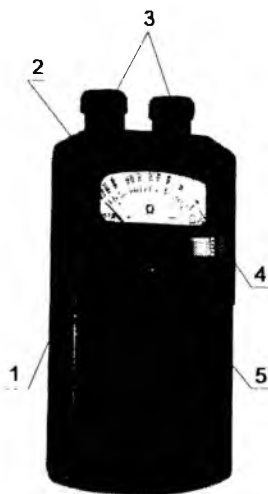
Малий омметр М-57 (рис. 2.17) служить для перевірки провідності (справності) проводів, електродетонаторів і електровибухових мереж, а також для наближеного вимірювання їх опору в межах від 0 до 5000 Ом.

Джерелом струму в малому омметрі служить батарея карманного фонаря 4,1-ФМЦ-0,7, розміщена в нижній частині корпусу під перегородкою.

Під час користування малим омметром до його затискачів приєднують вимірювальний опір і за його шкалою проводять приблизні підрахунки. Про справність (наявність провідності) проводів, що перевіряються, електродетонаторів тощо судять тільки за відхиленням

вправо стрілки омметра без проведення підрахунків за шкалою.

Малий омметр перевіряється при отриманні його зі складу, а також в полі перед роботою. Для перевірки справності приладу натискаємо на кнопку у верхній частині корпусу, замикаючи накооротко затискачі омметра (перша перевірка); стрілка справного омметра повинна при цьому відхилитися вправо до нуля; при неспівпаданні стрілки з нулем шкали обертанням гвинта на задній стінці приладу стрілку підводять до нуля; якщо цього зробити не вдасться, замінюють батарею і знову поводять перевірку і регулювання омметра. Якщо стрілка не відхиляється до нуля й після заміни батареї, то омметр несправний.



**Рис.2.17. Малий омметр М-57:**

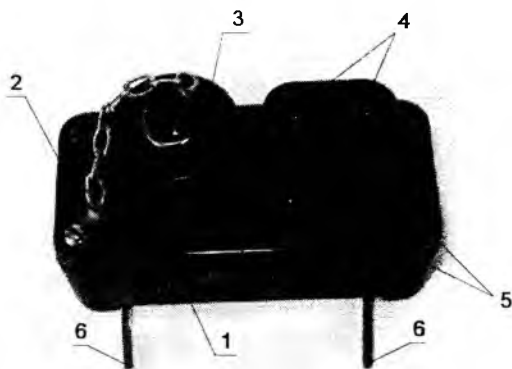
1 – корпус; 2 – кнопка для перевірки омметра; 3 – клеми; 4 – вікно зі шкалою і стрілкою; 5 – голівка коректора

Якщо при першій перевірці несправність омметра не встановлена, то проводиться друга його перевірка. Для цього до затискачів приладу (із дотриманням заходів безпеки) підключають один електродетонатор (електрозапалювач); якщо при цьому підривання не відбудеться, а стрілка приладу підійде до нуля, то омметр справний.

Несправні омметри розбирати і ремонтувати на місці робіт

забороняється; для ремонту вони повинні направлятися у майстерні.

Пульт-пробник для перевірки підривних машинок КПМ-1А (рис. 2.18) – це омміїний розподільник напруги, виготовлений з трьох послідовно з'єднаних високоомних опорів, до двох з яких паралельно підключені сигнальні неонові лампи; четвертий опір, включений у схему приладу, є навантажувальним.



**Рис. 2.18. Пульт-пробник для перевірки підривних машинок КПМ-1А:**

1 – корпус; 2 – з'ємна кришка; 3 – кришка контактів штепсельного роз'єму; 4 – сигнальні неонові лампи; 5 – клеми для підключення електродетонаторів; 6 – відкидні контакти

Електрична схема пульта-пробника змонтована в пластмасовому корпусі зі з'ємною кришкою, на якій розміщені вікна сигнальних ламп, розетка штепсельного роз'єму з кришкою і два зовнішніх затискачі; у донній частині корпусу є відкидні контакти для підключення пульта до затискачів машинки, що перевіряється.

Для перевірки підривної машинки пульт-пробник підключається до неї за допомогою відкидних контактів (перше положення) чи за допомогою тих же контактів і з'єднувального кабелю через розетки штепсельного роз'єму (друге положення).

Перевірка при першому положенні пульта проводиться у військах (на місцях виконання підривних робіт) з метою з'ясування придатності машинок до проведення підривання. Перевірка при другому положенні

пульта проводиться на базах і в ремонтних майстернях при виявленні причин і характеру несправностей машинок з метою їх усунення.

Для перевірки машинки при першому положенні пульта необхідно:  
вставити привідну ручку в машинку;

відвернути ручки затискачів машинки до відмови, вставити в гнізда затискачів відкидні контакти пульта і закріпити їх, завернувши ручки затискачів;

обертанням привідної ручки протягом 8...10 секунд зарядити накопичувальний конденсатор машинки (до початку свічення її неонові лампи);

натиснути кнопку підривання і утримувати її у втопленому положенні протягом 35...40 секунд.

Якщо машинка справна, то при натисканні кнопки підривання повинні світитися обидві неонові лампи пульта; одна з них повинна швидко погаснути, а друга продовжувати світитися ще приблизно 30 секунд (час свічення другої лампи повинен визначатися за секундною стрілкою годинника). Під час виконання вказаних умов характеристики машинки відповідають таблиці 2.3, тобто машинка придатна для проведення підривання.

Додаткова перевірка справності підривної машинки КПМ-1А може бути проведена підриванням електродетонаторів (електрозапалювачів) із нормальними характеристиками, що підключаються через пульт-пробник.

З цією метою до затискачів машинки зі вставленою привідною ручкою за допомогою відкидних контактів підключається пульт, а до його затискачів – два паралельно з'єднані електродетонатори, після чого проводиться заряджання накопичувального конденсатора.

Якщо при натисканні кнопки підривання електродетонатори (електрозапалювачі) підірвуться, то машинка справна і придатна для проведення підривання відповідно до таблиці 2.3.

За допомогою пульта-пробника можна встановити придатність до

підривання машинки КІМ-1А електродетонаторів з невідомими характеристиками.

З цією метою береться справна (перевірена) машинка, до якої через пульт-пробник підключаються два перевірочних електродетонатори, з'єднаних паралельно.

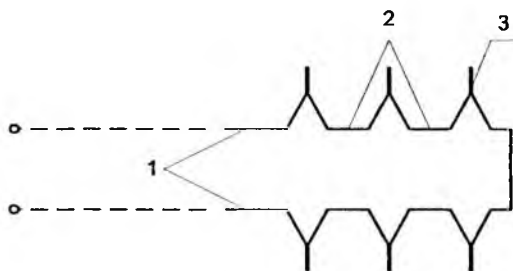
Підривання обох електродетонаторів свідчить про придатність партії, що перевіряється, до підривання від машинки в кількостях, вказаних у таблиці 2.3 (для ніхромових містків).

### 2.3. Схеми електровибухових мереж та їх розрахунок

Електровибуховою мережею називається мережа проводів з приєднаними до них електродетонаторами. Проводи, які йдуть від джерела струму до місця розміщення зарядів, називаються магістральними. Проводи, що розміщені між зарядами і з'єднують електродетонатори між собою, називаються ділянковим.

У електровибухових мережах використовують такі з'єднання електродетонаторів:

- послідовне (рис. 2.19. і 2.20);
- паралельно-пучкове (рис. 2.21);
- змішане (рис. 2.22).



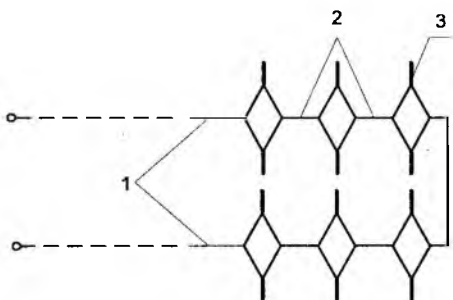
**Рис. 2.19.** Схема електровибухової мережі з послідовним з'єднанням електродетонаторів:

1 – магістральні проводи; 2 – ділянкові проводи; 3 – електродетонатори

Послідовне і попарно-паралельне з'єднання електродетонаторів

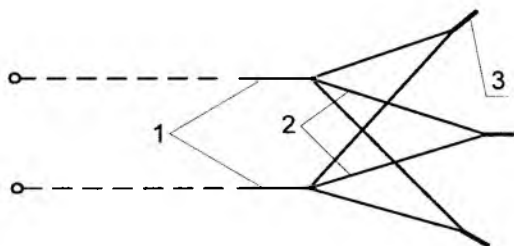


доцільно використовувати, коли джерела струму розвивають наругу при незначному струмі.



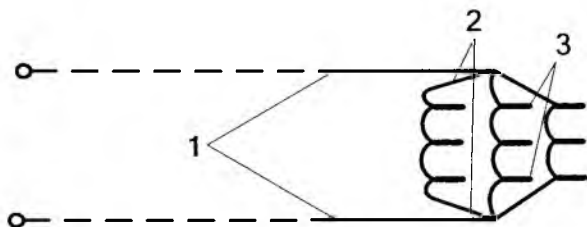
**Рис. 2.20.** Схема електровибухової мережі з послідовним з'єднанням груп, що складаються з попарно-паралельно з'єднаних електродетонаторів:

1 – магістральні проводи; 2 – ділянкові проводи; 3 – електродетонатори



**Рис. 2.21.** Схема електровибухової мережі з паралельно-пучковим з'єднанням електродетонаторів:

1 – магістральні проводи; 2 – ділянкові проводи; 3 – електродетонатори



**Рис. 2.22.** Схема електровибухової мережі зі змішаним з'єднанням електродетонаторів:

1 – магістральні проводи; 2 – ділянкові проводи; 3 – електродетонатори

Паралельне з'єднання електродетонаторів використовується при джерелах струму низької напруги (наприклад, під час використання акумуляторів), які забезпечують досить великий струм.

Схеми змішаного з'єднання електродетонаторів допускаються, коли джерела струму розвивають досить високу напругу і забезпечують значний струм (наприклад, при пересувних електричних станціях). В одній послідовній мережі не можна використовувати електродетонатори різних типів і партій.

Перед виконанням робіт по виготовленню електровибухової мережі чи будь-якій схемі з'єднання електродетонаторів проводиться розрахунок мережі. Мета розрахунку – визначити загальний опір мережі, а також потрібні величини напруги і струму, які повинне забезпечувати вибране джерело.

Розрахунок електровибухової мережі з послідовним з'єднанням електродетонаторів (див. рис. 2.19) здійснюється таким чином.

Так як мережа не має розгалужень, то величина струму  $I$ , яку повинно забезпечувати джерело, дорівнює струму  $i$ , потрібному для підривання послідовно з'єднаних електродетонаторів, тобто  $I=i$ .

Для визначення потрібної напруги на затискачах джерела струму вираховується загальний опір мережі  $R$  за формулою:

$$R = r_M + r_{дл} + m r_d, \quad (2.1)$$

де  $r_M$  – опір магістральних проводів;

$r_{дл}$  – опір усіх ділянок проводів;

$r_d$  – опір електродетонатора разом з кінцями (у нагрітому стані рівний  $2,5 \text{ Ом}$ );

$m$  – число послідовно з'єднаних електродетонаторів.

За обчисленим загальним опором мережі  $R$  і за відомою величиною струму  $I$  визначається потрібна напруга  $U$ ; розрахунок проводиться за формулою

$$U = IR. \quad (2.2)$$

Приклад. Електровибухова мережа складається з магістральних проводів довжиною  $1000 \text{ м}$  (в обидва боки), ділянкових проводів загальною довжиною  $200 \text{ м}$  і з  $20$  послідовно з'єднаних електродетонаторів

ЕДП. Визначити загальний опір мережі та потрібну напругу на затискачах джерела струму.

Потрібний для підривання струм  $I=1\text{ A}$ ;

опір магістральних проводів  $r_M=25\text{ Ом}$ ;

опір ділянкових проводів  $r_{\text{дл}} = \frac{25 \cdot 200}{1000} = 5\text{ Ом}$ ;

опір електродетонатора  $r_d=2,5\text{ Ом}$ ;

кількість електродетонаторів  $m=20$ ;

загальний опір мережі за формулою 2.1

$$R = r_m + r_{\text{дл}} + mr_d = 25 + 5 + 20 \cdot 2,5 = 80\text{ Ом};$$

потрібна напруга на затискачах джерела струму за формулою

$$U = IR = 1 \cdot 80 = 80\text{ В}$$

Розрахунок електровибухової мережі з послідовним з'єднанням груп, що складаються з попарно-паралельно з'єднаних електродетонаторів (див. рис. 2.20), проводиться таким чином.

Струм  $I$ , який протікає по магістральних проводах, приймають у цьому випадку рівним  $1,5\text{ A}$  при постійному і  $2\text{ A}$  при змінному струмі.

Загальний опір мережі  $R$  визначається за формулою:

$$R = r_m + r_{\text{дл}} + m_n \cdot \frac{r_d}{2}, \quad (2.3)$$

де  $m_n$  – число пар електродетонаторів.

Потрібна напруга на затискачах джерела струму визначається, як і в попередньому випадку, (за формулою 2.2)

$$U = IR.$$

Приклад. Електродвибухова мережа така ж, як і в попередньому прикладі; кількість попарно-паралельно з'єднаних електродетонаторів – 40, тобто число послідовно з'єднаних пар електродетонаторів  $m_n = 20$ . Визначити загальний опір мережі та потрібну напругу на затискачах джерела струму.

Потрібний для підривання струм  $I=1,5\text{ A}$ ;

опір магістральних проводів  $r_M = 250\text{М}$ ;

опір електродетонатора  $r_D = 2,50\text{М}$ ;

опір ділянкових проводів  $r_{\text{дл}} = 50\text{М}$ ;

загальний опір мережі (за формулою 2.5)

$$R = r_M + r_{\text{дл}} + m_n \frac{r_D}{2} = 25 + 5 + 20 \frac{2,5}{2} = 550\text{М};$$

потрібна напруга за (формулою 2.2)

$$U = IR = 1,5 \cdot 55 = 82,5\text{В}.$$

Розрахунок електровибухової мережі з паралельно-пучковим з'єднанням електродетонаторів (див. рис. 2.21) проводиться таким чином.

Якщо опір окремих гілок, що складаються з ділянкових дротів й електродетонаторів, приблизно однакові, то струми, що проходять через електродетонатори, будуть рівні між собою, а струм  $I$ , що проходить через магістральні проводи, буде дорівнювати:

$$I = ni, \quad (2.4)$$

де  $n$  – число гілок;

$i$  – струм, потрібний для підривання одного електродетонатора.

Загальний опір мережі  $R$  визначається за формулою:

$$R = r_M + \frac{r_{\text{дл}} + r_D}{n}, \quad (2.5)$$

де позначення ті ж, що і в попередній статті, але  $r_{\text{дл}}$  відноситься до одної гілки.

Потрібна напруга на затискачах джерела струму, як і в попередніх випадках, визначається за формулою

$$U = IR.$$

Приклад. Електровибухова мережа складається з магістральних проводів довжиною 400 м (в обидва кінці) і з 10 паралельних гілок. Кожна гілка складається з проводу довжиною 20 м і одного електродетонатора. Проводи одножильні, електродетонатори ЕДП. Визначити загальний опір мережі й потрібну напругу на затискачах джерела струму.

Струм, потрібний для підривання кожного електродетонатора

$i=0,5$  А, число гілок  $n=10$ .

Загальний потрібний струм визначасмо (за формулою 2.4)

$$I = ni = 10 \cdot 0,5 = 5,0 \text{ А};$$

опір магістральних проводів  $r_M = \frac{400}{1000} \cdot 25 = 10 \text{ Ом};$

опір дротів однієї гілки  $r_{\text{дн}} = \frac{20}{1000} \cdot 25 = 0,5 \text{ Ом};$

опір електродетонатора  $r_d = 2,5 \text{ Ом};$

загальний опір мережі (за формулою 2.5)

$$R = r_M + \frac{r_{\text{дн}} + r_d}{n} = 10 + \frac{0,5 + 2,5}{10} = 10,3 \text{ Ом};$$

потрібна напруга на затискачах джерела струму (за формулою 2.2)

$$U = IR = 0,5 \cdot 10,3 = 51,5 \text{ В}.$$

Розрахунок електровибухової мережі зі змішаним з'єднанням електродетонаторів (див. рис. 2.22) проводиться таким чином.

При однаковому числі  $m$  послідовно з'єднаних електродетонаторів у кожній гілці мережі опір окремих гілок і струми, що протікають в них, будуть відповідно рівні між собою. Загальний струм, що протікає по магістральних проводах, при кількості паралельних гілок  $n$  визначиться, як і у випадку паралельно-пучкового з'єднання електродетонаторів, (за формулою 2.4)

Загальний опір  $R$  мережі цього типу визначається за формулою:

$$R = r_M + \frac{r_{\text{дн}} + mr_d}{n}, \quad (2.6)$$

де позначення викладені в прикладах раніше, але  $r_{\text{дн}}$  відноситься до всіх ділянок однієї гілки.

Напруга на затискачах джерела струму і в цьому випадку повинна визначатися (за формулою 2.2)

$$U = IR.$$

Приклад. Електровибухова мережа складається з магістральних проводів довжиною 500 м (в обидва кінці) і чотирьох паралельних гілок.

Кожна гілка має 10 послідовно з'єднаних електродетонаторів ЕДП. Кожний з дев'яти проводів, що з'єднують електродетонатори між собою у кожній гілці, має довжину 5 м, а кожні два кінці, якими ці групи з'єднані з магістральними проводами, мають довжину по 7,5 м. Усі гілки приєднані до двох загальних точок магістральних проводів (пучкове з'єднання); всі проводи одножильні. Визначити загальний опір мережі й потрібну напругу на затискачах джерела струму.

Кількість гілок  $n=4$ ;

кількість електродетонаторів у кожній гілці  $m=10$ ;

струм, потрібний для кожної гілки,  $I=1\text{А}$ ;

загальний потрібний струм (за формулою 2.4)

$$I = ni = 4 \cdot 1 = 4,0\text{А};$$

опір магістральних проводів  $r_M = \frac{500}{1000} \cdot 25 = 12,5\text{Ом}$ ;

опір ділянкових проводів кожної гілки

$$r_{\text{дв}} = \frac{9 \cdot 5 + 2 \cdot 7,5}{1000} \cdot 25 = 1,5\text{Ом};$$

опір кожного електродетонатора  $r_o = 2,5\text{Ом}$ ;

загальний опір мережі за формулою 6

$$R = r_M + \frac{r_{\text{дв}} + mr_o}{n} = 12,5 + \frac{1,5 + 10 \cdot 2,5}{4} = 19,1\text{Ом};$$

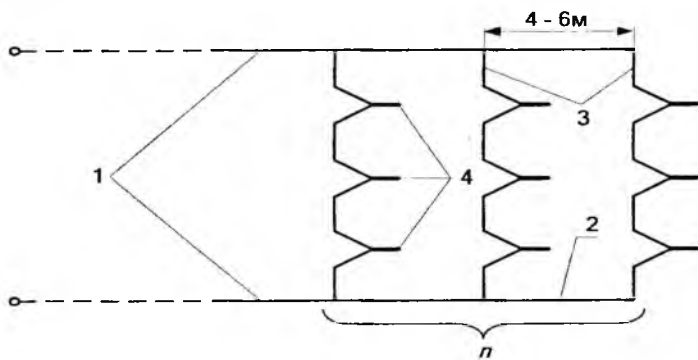
потрібна напруга на затискачах джерела струму (за формулою 2.2)

$$U = IR = 4 \cdot 19,1 = 76,4\text{В}.$$

Під час використання конденсаторних підривних машинок дозволяється проводити ступеневе присіднання паралельних гілок до магістральних проводів за умови, що відстань між сусідніми гілками не перевищує 4...6 м (рис. 2.23).

Розрахунок мережі у цьому випадку проводиться способом, викладеним у попередній статті. Кількість паралельних гілок приймається при цьому не більше чотирьох. Кількість електродетонаторів у різних гілках повинна бути однаковою, а загальний опір мережі не повинен

перевищувати норм для паралельного з'єднання електродетонаторів згідно таблиць 2.3, 2.4, 2.7 та 2.10.



**Рис. 2.23.** Схема електровибухової мережі з паралельно-ступеневим з'єднанням груп послідовно з'єднаних електродетонаторів:

1 – магістральні проводи; 2 – ділянкові проводи; 3 – групи (гілки);  
4 – електродетонатори;  $n$  – кількість гілок

## 2.4. Виготовлення та прокладання електровибухових мереж

Електровибухові мережі завжди повинні бути двопровідними і виготовлятися з ізольованих проводів. Під час підривання кількох груп зарядів з одного пункту керування (підривної станції) зворотний провід електровибухової мережі дозволяється, як виняток, робити загальним для усіх груп. Роботи по монтажу і укладанню електровибухових мереж повинні проводитися досить ретельно.

При розгортанні електровибухових мереж на місцевості проводи ретельно перевіряються по всій їх довжині на відсутність обривів і пошкоджень ізоляції. Вкладені електровибухові мережі перевіряють малим омметром. Мережа вважається справною, якщо при розімкнених кінцях магістральних і ділянкових проводів омметр показує  $3000 \text{ Ом}$  і більше, а при замкнених кінцях парних проводів показники омметра виражаються одиницями чи десятками  $\text{Ом}$ .

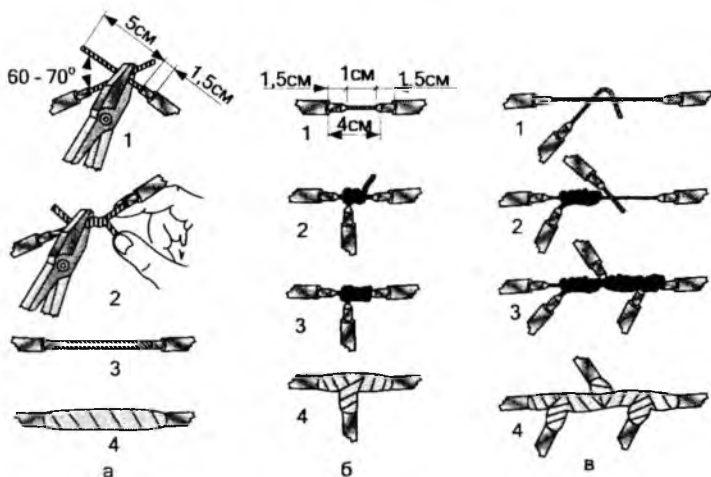
Зрощування проводів у електровибухових мережах проводиться таким чином: з кінців проводів знімають ізоляцію на довжину  $5 \text{ см}$ , а обплетення знімають ще на  $1,5 \text{ см}$  далі (дана вказівка стосується лише проводів СП-1 та СП-2, які мають обплетення). Оголені кінці металеві жили до блиску зачищаються обухом ножа, щільно скручуються в тому ж напрямку, в якому вона скручена у проводі, і знову зачищають до блиску.

Зрощення проводів бувають таких видів:

пряме зрощення (рис. 2.24, а);

зрощення під кутом (рис. 2.24, б і в).





**Рис. 2.24. Послідовність виготовлення зрошень саперного проводу:**  
 а – пряме зрошення; б і в – зрошення під кутом; 1 – зачищення і накладання жил;  
 2 – зрощування жил; 3 – неізольоване зрошення; 4 – повністю готове зрошення

Під час виготовлення зрошень кінці жил, що зрощуються, щільно скручуються крутими витками за допомогою плоскогубців. Зайві кінці жил обрізаються.

Під час ізолювання зрошення оголені жили щільно обгортають ізоляційною стрічкою, починаючи з одного кінця ділянки, що ізолюється. Стрічку потрібно намотувати на жилу, захоплюючи її гумову ізоляцію проводу, але не покриваючи його облєтєння. Поверх першого шару стрічки намотують ще один–два шари її, захоплюючи і краї облєтєння дроту на 1,5...2 см.

Щоб запобігти розриванню зрошень на зрощених ділянках проводів зав'язуються запобіжні петлі (рис. 2.25).



**Рис. 2.25. Запобіжна петля на ділянці зрошення саперного проводу:**  
1 – провід; 2 – зрошення; 3 – вузол

Місце розміщення підривної станції вибирається таким чином, щоб з нього було добре видно об'єкт, що підривається. В іншому випадку виставляються спостерігачі, які повинні мати надійний зв'язок зі станцією. Підривна станція розміщується в укритті.

Кінці магістральних проводів на підривній станції повинні бути ізольованими. Якщо на станції знаходиться кілька пар магістральних проводів, то з метою запобігти переплутування їх пропускають через отвір у дошці і нумерують. На підривній станції завжди повинен бути необхідний запас проводів на випадок швидкого виправлення пошкоджених ділянок електровибухової мережі.

Мережі можуть виготовлятися на місці проведення підривних робіт чи поблизу їх. Заготовлені проводи розкладаються згідно схеми розміщення зарядів, і до їх кінців приєднуються електродетонатори.

Виготовлення мереж проводиться з дотриманням усіх заходів безпеки, що вживаються при поводженні з кансулями-детонаторами і електродетонаторами. Необхідно особливу увагу звертати на кількість зрошень, так як це є умовою безвідмовності вибуху.

### **Питання для самоконтролю**

1. Що таке детонуючий шнур, яка його будова?
2. Яких заходів безпеки слід дотримуватись при роботі з детонуючим шнуром?
3. Які вибухові мережі з детонуючого шнура ви знаєте?
4. Що таке електричний спосіб підривання?
5. Які електродетонатори ви знаєте?
6. Які проводи ви знаєте?
7. Які підривні машинки ви знаєте?
8. Що таке перевірочні та вимірювальні пристрої?
9. Які схеми електровибухових мереж ви знаєте?
10. Як виготовлюються електровибухові мережі?

## РОЗДІЛ 3

### ОСОБЛИВОСТІ ПРОВЕДЕННЯ ВОДОЛАЗНИХ ПІДРИВНИХ РОБІТ У ПІДВОДНІЙ ЧАСТИНІ АКВАТОРІЇ

Проведення підводних підривних робіт принципово не відрізняється від підривних робіт, які проводяться на суші. Вибухова речовина, приладдя для підривання та способи підривання однакові в обох випадках. Розташування зарядів у воді проводяться так, як і на суші, поверхневими зарядами або зарядами, які поміщаються у шпури. В якості забивки для зарядів під час проведення підводних підривних робіт є сама вода. При підриванні об'єкта під водою може не бути розрахункової формули; у таких випадках можна користуватися формулою для підривання даного об'єкта на суші, зменшивши заряд для підривання під водою на 25...50%. Зменшення заряду для підводних вибухів пояснюється тим, що вода як щільне, середовище, що практично не стискається має значну інерцію, а тому сприяє більшій концентрації енергії вибуху, збільшуючи тиск газів вибуху на об'єкт.

Особливості проведення підривних робіт у воді зумовлені труднощами детального обстеження об'єкта, що підривається, впливом течії, поганою видимістю та необхідністю ретельної герметизації заряду і засобів підривання. Все це значно збільшує терміни виконання підривних робіт. Тому для успішного виконання робіт необхідна продумана організація робіт та ретельне виконання правил безпеки.

Підводні підривні роботи виконуються водолазами, які пройшли відповідну підготовку, одержали кваліфікацію «водолаз-підривник» і допущені до проведення водолазних підривних робіт.

Керувати підводними підривними роботами можуть водолазні спеціалісти (фахівці-сапери), які допущені до керівництва цими роботами наказом командира військової частини. Під час виконання підривних робіт

підвищеної складності повинні залучатися спеціалісти-сапери (підривники), призначені у встановленому порядку.

Усі особи, які беруть участь у підривних роботах, включаючи весь обслуговуючий і допоміжний персонал, повинні бути проінструктовані з питань техніки безпеки під час підривних робіт керівником підривних робіт, ознайомлені з правилами безпечного використання вибухових речовин (ВР) та засобів підривання (ЗП), а також з порядком проведення підривних робіт на даному об'єкті, про що робиться запис у журналі інструктажів з охорони праці.

Перед початком підводних підривних робіт необхідно:

зібрати всі відомості про об'єкт, що підривається (креслення, описання, розповіді очевидців);

провести ретельну водолазну розвідку (обстеження) об'єкта;

провести розрахунки, скласти схему об'єкта, що підривається;

підготувати необхідні матеріали, вибухову речовину і приладдя для проведення підривання із запасом 20% більше розрахункових даних;

виготовити на березі та ретельно герметизувати заряди і вибухову мережу;

перевірити джерела живлення та електровимірювальні пристрої;

потренувати водолазів на суші і під водою, а також проінструктувати їх щодо дотримання заходів безпеки;

визначити межі безпечної зони як на березі, так і по акваторії, вжити заходів до охорони безпеки особового складу, плавзасобів та споруд у межах цієї зони.

Про підривні роботи керівник робіт повинен повідомити адміністрацію місцевої влади, старшого начальника даного району із вказівкою часу, місця робіт і маси зарядів, що підриваються.

Величина зарядів для об'єкта, що підривається, визначається керівником робіт.

Забезпечення безпеки під час проведення підводних підривних робіт, приймання, транспортування, зберігання ВР і порядок їхнього обліку, а також виготовлення зарядів і їх підривання повинні відповідати вимогам чинного у ЗС України, «Керівництва з підривних робіт».

ВР та ЗП, які застосовуються при підводних підривних роботах, повинні відповідати вимогам відповідних державних стандартів або технічним умовам, затвердженим у встановленому порядку.

### **Питання для самоконтролю**

1. У чому полягає особливість виконання підводних підривних робіт?
2. Хто може керувати підводними підривними роботами?
3. Що необхідно зробити перед початком підводних підривних робіт?

## РОЗДІЛ 4

### ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОВЕДЕННЯ ВОДОЛАЗНИХ ПІДРИВНИХ РОБІТ

Підводні підривні роботи проводяться тільки вдень і лише у виняткових випадках, за рішенням керівника підривних робіт на об'єкті – уночі, з обов'язковим забезпеченням місця робіт освітленням.

Підводні підривні роботи поблизу промислових, транспортних та інших об'єктів повинні проводитися за погодженням з адміністрацією цих об'єктів.

Під час проведення вибухів рух по транспортних шляхах, що перебувають у небезпечній зоні, повинний бути припинений. Час проведення вибухів і припинення руху по транспортних шляхах повинні бути погоджені з адміністрацією підприємств, що здійснюють експлуатацію цих шляхів.

Підривати підводні заряди дозволяється тільки електричним способом і за допомогою детонуючого шнура. При виконанні підводних підривних робіт у районі укладання силових підводних кабелів дозволяється використовувати тільки детонуючі шнури. Підривати заряди під водою вогневим способом забороняється.

Водолазні підривні роботи виконуються зі шлюпки, з берега або з льоду. Проводити підривні роботи із самохідних плавзасобів забороняється.

Під час виконання робіт зі шлюпки в ній повинне бути не більше 5 чоловік: водолазний спеціаліст - керівник підривних робіт, він же командир шлюпки, двос веслярів, водолаз-підривник водолаз, який страхує. У чотиримісній шлюпці дозволяється поєднувати обов'язки водолаза, який страхує і весляра. Один з веслярів повинен мати допуск до виконання обов'язків водолаза, який забезпечує. Іншим особам перебувати

у шлюпці забороняється. Весь особовий склад шлюпки повинен бути у рятувальних жилетах.

У шлюпці може бути не більше 20 окремих зарядів загальною масою до 40 кг. При використанні шнурових зарядів гранична маса визначається керівником робіт з урахуванням технології їх укладання. Переносити заряд необхідно на носилках з бортиками висотою не менше 15 см. Заряди повинні укладатися тільки у кормовій частині шлюпки і так, щоб вони не могли зміщатися під час перевезення. Переносити та укладати в шлюпку заряди дозволяється особовому складу, який забезпечує підривні роботи, і проінструктований щодо техніки безпеки. Шлюпка з вибуховими речовинами повинна перебувати на відстані 4...5 м від водолазного бота (катера), і тільки у момент передачі заряду її підтягують до борта, передають заряд водолазу, який спускається, і відводять назад. ВР та ЗП повинні переноситися в окремих сумках або касетах. Детонатори і бойовики повинні переноситися тільки підривником або керівником підривних робіт. Переносити можна не більше 12 кг ВР. Перевозити у шлюпці із зарядами та ЗП інші вантажі забороняється.

У шлюпці забороняється:

- виготовляти або переробляти заряди;
- перевіряти заряди та електродетонатори;
- перевіряти плавучість заряду шляхом занурення у воду;
- виправляти ізоляцію зарядів або бойовиків;
- запалювати вогонь і палити.

Електрична мережа, яка використовується для підводних вибухів повинна бути 2-х провідною, що складається з проводів, надійно ізольованих від води. Використання води як зворотного проводу, забороняється.

Як джерело струму для підривання варто використовувати конденсаторні підривні прилади і машинки.



Для підводних підричних робіт повинні використовуватися тільки водонепроникні електродетонатори, у яких крім перевірки на провідність (справність містка накаливання) робиться перевірка відповідності їх опору, зазначеному на упакованні.

При веденні підричних робіт у відкритому морі, підготовка зарядів повинна проводитися на судні (баржі) у спеціально відведеному місці або приміщенні, так само, як і на березі. Споряджені заряди повинні передаватися із судна (баржі) на шлюпку для наступної подачі водолазові-підричнику.

У період проведення підричних робіт повинний бути забезпечений телефонний або радіотелефонний зв'язок між судном і шлюпкою, з якої ведуться роботи.

Розфасовувати ВР, виготовляти заряди і монтувати електричну підричну мережу треба на березі, вантажити на плавзасіб у готовому для підривання вигляді, цілком або окремими лініями.

Перед укладанням зарядів на судні, що веде підричні роботи, піднімається сигнал (вдень - червоний прапор «Н», уночі або при обмеженій видимості - червоний вогонь), що попереджає всі судна та інші плавзасоби про підричні роботи. При веденні підричних робіт з мостів, дамб і берега для виставляння сигналів повинна бути встановлена щогла.

У період проведення підводних підричних робіт, крім підйому попереджуючих сигналів, варто подавати звукові сигнали. Подача звукових сигналів голосом забороняється. Звукові сигнали повинні бути добре чутні, а світлові - добре видимі на границях небезпечної зони.

Роботи з укладання зарядів варто починати тільки після того, як керівник підричних робіт переконується, що в небезпечній зоні немає інших судів, плавзасобів, водолазів, що спускаються, людей, що купаються.

Під час проведення підводних підривів зарядів загальною масою до 50 кг робота водолазів та купання людей не допускається в радіусі 1000 м, при зарядах масою більше 50 кг – у радіусі 2000 м.

Перед початком підривних робіт, водолаз-підривник повинен спуститися під воду для огляду і підготовки місця закладання зарядів. Для подальших занурень водолазів до місця закладання зарядів необхідно від спускового кінця простягнути та закріпити ходовий кінець.

Під час всіх операцій з вибуховими речовинами необхідно дотримуватися обережності, не допускаючи різких поштовхів і струсів цих речовин.

Палити і користуватися відкритим вогнем на відстані менше 100 м від місця розташування ВР та ЗП забороняється.

Провідники електродетонаторів і шнур, що детонує, повинні прикріплюватися до зарядів шпагатом так, щоб виключити передачу натягування провідником детонаторів при опусканні зарядів під воду.

Для запобігання вибухів проводів електричної підривної мережі на течії, варто з'єднати заряди між собою рослинними канатами меншої довжини, ніж сполучні проводи.

Подача зарядів водолазові повинна здійснюватися відповідно до проекту проведення робіт.

Споряджений заряд для закладання повинен подаватися підривником або керівником підривних робіт безпосередньо в руки водолазу з берега, льоду або шлюпки, при цьому водолаз обов'язково повинен бути у воді не менше ніж по груди.

Подача споряджених зарядів водолазові, який перебуває у воді, відбувається по сигнальному кінцю або будь-якому іншому канаті. Опускання їх на електричних проводах або шнурі, що детонує, забороняється.

Під час підготовки до підривних робіт дозволяється подавати на пеньковому кінці (або за допомогою будь-яких вантажопідйомних засобів)

ВР та готові заряди (в упакованні та без нього), що не мають електродетонаторів або шнура, що детонує.

Водолазу варто подавати в руки тільки по одному спорядженому заряду. При необхідності подачі водолазу декількох дрібних зарядів (загальною масою до 20 кг), їх варто вкладати у кошик із гніздами, що подають зі шлюпки (рис. 4.1).



**Рис. 4.1. Корзина з зарядами**

Спуск водолаза зі спорядженим зарядом повинен проводитися по спусковому, а якщо потрібно, і по ходовому кінцю, закріпленому у місцях закладання заряду. При проведенні підводних підривних робіт з берега, спуск водолаза проводиться по ходовому кінцю. Спускаючись на ґрунт або об'єкт, водолаз тримає в одній руці заряд, а іншою рукою утримується за спусковий кінець.

Сигнальний кінець (шланг-кабель) і водолазний шланг повинні йти в іншій бік від електричних проводів, щоб вони не могли переплутатися.

Під час спуску водолаз не повинен допускати ударів, зачіпати провідниками за будь-які предмети, а також притискати заряд до спускового або ходового кінця.

Робота водолазів під водою повинна обмежуватися встановленням зарядів на об'єкті. Якщо місце встановлення заряду заросло водоростями або засмічене, водолаз очищає його добиваючись щільного прилягання заряду до конструкції, що підривається. Заряд закріплюється так, щоб він не зрушився з місця під впливом течії або натягання проводів.

Після встановлення спорядженого електродетонатором або детонуючим шнуром, шнур або дроти електродетонатора повинні бути закріплені поблизу заряду. Після цього водолаз повинен простежити за тим, щоб, відходячи від заряду, не зачепитися за електричні проводи або детонуючий шнур. Після підйому водолаз повинен повністю вийти із води. Командир спуску повинен його оглянути та переконатися у тому, що працюючий водолаз не виніс на спорядженні проводів, детонуючого шнура, чи самих зарядів. Із цією ж метою піднімається з води водолазний трап.

Проводи електродетонаторів в усіх випадках, крім моментів їх перевірки і самого підривання, так само як і проводи електричної підривної мережі, повинні бути замкнутими коротко та ізольовані.

Заряди великої довжини з піроксилінового порошу, що не мають проміжних детонаторів, дозволяється занурювати на ґрунт із корми несамохідних плавзасобів по мірі буксирування їх по трасі прокладання або простягати на канаті під льодом при роботі з льоду. Такі заряди вибухають за допомогою бойовиків. Великі заряди укладаються на місце також без ЗП.

Перевірка справності електровибухової мережі, приєднання її до джерела струму і підривання зарядів дозволяється тільки після того, як водолаз, який встановлював заряди, буде піднятий з води і коли шлюпка та засоби, що забезпечують, будуть відведені на безпечну відстань  $R$  (м), рівне  $15\sqrt{m}$ , де  $m$  – маса заряду, що підривається, кг.

Підривати заряди дозволяється тільки підривникові – керівнику підривних робіт. Перед вибухом варто переконатися, що вжиті усі необхідні заходи безпеки, всі водолази вийшли з води і забезпечена охорона меж небезпечної зони. Радіус небезпечної зони не повинен бути меншим за подвійну безпечну відстань.

Перед вибухом зарядів особовий склад, який перебуває на березі або льоду, а також самохідний плавзасіб і шлюпка відходять на безпечну відстань, що визначена керівником робіт.

Про майбутній вибух із самохідного плавзасобу, що веде роботи, до вибуху сповіщаються інші кораблі (плавзасоби) підйомом прапора «Н».

Заряд не можна підривати доти, поки інші кораблі (плавзасоби), якщо з них проводилися водолазні спуски, не відповідять на піднятий сигнал спуском своїх попереджувальних сигналів, що означає – всі водолази вийшли з води.

Перед проведенням вибуху подається команда (сигнал) «Приготуватися», по цій команді звільняються від ізоляції і приєднуються до підривної машинки (джерела живлення) кінці магістральних проводів, підривна машинка заряджається (заводиться).

Після перевірки виконання попередньої команди подається команда (сигнал) «Вогонь», за якою натисканням кнопки «Вибух» (поворотом ключа, замиканням контакту) проводиться включення підривної машинки (джерела струму) у електро-вибухову мережу.

Піднятий сигнал (прапор «Н») спускати не дозволяється доти, поки керівник підривних робіт не переконається, що вибух відбутися не може.

Після вибуху зарядів проводи повинні бути від'єднанні від джерела струму, замкнуті коротко, обрані з води та намотані на в'юшку.

Якщо вибуху не було, спуск водолаза для огляду зарядів і подальших робіт дозволяється тільки:

через **5 хвилин** – після відключення проводів у разі застосування електродетонаторів миттєвої дії;

через **15 хвилин** – після відключення проводів у разі застосування електродетонаторів уповільненої дії.

Заряд, що не підірвався, піднімати наверх забороняється, він підривається іншим зарядом. Якщо заряд, що не підірвався, підирвати

відразу не можна, поблизу нього повинен бути виставлений буй (віха), що попереджає про наявність заряду під водою.

Вести підводні роботи під час грози, туману, при рясному снігопаді та проливному дощі забороняється. Якщо підривати закладений водолазом заряд до початку грози неможливо, то кінці магістрального електричного проводу варто ретельно ізолювати і на рослинному кінці (буйрені) з бусом опустити на ґрунт. До поновлення підривних робіт люди та плавзасоби повинні бути віддалені за межі небезпечної зони.

Підривні роботи припиняються при хвилюванні понад 2 бали або при вітрі понад 4 бали. При виконанні підривних робіт з берега або льоду повинні виконуватись такі ж самі правила подачі, перевезення та укладання зарядів, як і при роботах із плавзасобів.

#### **Питання для самоконтролю**

1. Що таке детонуючий шнур, яка його будова?
2. Які вимоги до проведення підводних підривних робіт?
3. Які заходи безпеки слід виконувати при роботі із зарядами в шлюпці?
4. Як здійснювати подачу зарядів під воду водолазу?
5. Якщо вибуху не було, через який термін часу дозволяється спуск водолаза для огляду зарядів і подальших робіт?

### МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ВИБУХОВИХ РОБІТ

#### 5.1. Метод накладних зарядів. Поняття про ущільнення зарядів

Накладні або зовнішні заряди розміщують безпосередньо на поверхні об'єкта, що підлягає руйнуванню. Ці заряди на підводних роботах широко використовуються для підривання металевих конструкцій, бетону, залізобетону, розпушення щільних грантів, створення траншей, зняття гвинтів, знищення мін та в інших випадках.

Перевагами цього методу є простота розміщення зарядів на об'єктах що підлягають руйнуванню або на ґрунті, мінімальні витрати часу на виконання водозаходних робіт та достатня ефективність зарядів в підводних умовах. Метод накладних зарядів є єдиною можливим при руйнуванні металу, залізобетону, тобто коли внутрішнє розташування зарядів практично неможливе, а також при відсутності механізмів для улаштування шпурів або свердловин під час розробки щільних ґрунтів.

До недоліків методу належить збільшені витрати ВР порівняно з внутрішніми зарядами (приблизно в 10...20 разів). Це пояснюється тим, що гази, які утворюються під час вибуху, мають можливість розширюватися вгору та в сторони, не зустрічаючи на своєму шляху значного опору. Якщо ж заряд буде поміщено в герметичну камеру або засипано зверху яким-небудь матеріалом, то дія його на перешкоду, яку він руйнує, збільшиться. Додатковий матеріал, який кладуть на заряд ВР з метою збільшення ефекту вибуху, називається забивкою. При підводних роботах роль забивки виконує вода, яка оточує заряд.

## **5.2. Конструкція зарядів з піроксилінового пороху**

Підводні заряди із піроксилінового пороху можуть мати будь-яку практично необхідну довжину і складаються з окремих коротких зарядів, зручних для виготовлення і переміщення. Рекомендована довжина коротких зарядів 1,5...2,0 метри. Поперечні розміри зарядів залежать від розмірів перешкоди, яка підлягає руйнуванню, або глибини розпушування ґрунту і визначається розрахунком.

Призначений для зарядів порох засипають у полотняні мішечки, з яких потім складають ділянки заряду довжиною до 50 метрів. Мішечки прив'язують один до одного і до сталевого тросу діаметром 6...10 міліметрів шпагатом. Кінці мішечків повинні перекривати один одного на 10...15 см. Виготовлені ділянки зарядів занурюють на ґрунт з льоду або з плавзасобів. При улаштуванні траншей водолази складають ділянки заряду по заданій трасі також з перекриттям кінців. Для перибиття металоконструкцій або кораблів, що затонули, довжина ділянок визначається залежно від місць закладання зарядів, але з обов'язковою умовою щільного торкання кінців окремих зарядів між собою.

На одному з кінців або в будь-якому іншому місці складеного заряду встановлюється проміжний детонатор (додатковий заряд) для збудження вибуху.

Порохові заряди використовуються головним чином для розробки підводних траншей, перебивання корпусів затонулих кораблів та підривання об'єктів, які заважають судноплавству.

## **5.3. Умови підривання пороху в зарядах великої довжини**

Порох вибухає під водою у негерметичній упаковці при найбільш повному змочуванні його водою (коли між окремими зернами пороху і в канальцях зерен знаходиться вода). Заряд, який застосовують для



підривання додаткового заряду, укладають на пороховий заряд у будь-якій його точці й прив'язують до нього шпагатом або поміщають під заряд і щільно притискають пороховим зарядом (рис. 5.1).

Для підривання порохового заряду великої довжини необхідно, щоб по усій своїй довжині він був безперервним. Розрив між окремими складовими частинами подовженого заряду, рівний одному сантиметру, призводить до припинення детонації у цих місцях.

Як вже вказувалося, амоніти, порошкоподібний тротил і ВР пониженої потужності для ініціювання під водою порохових зарядів не придатні. Тен, тетрил та гексоген, як ВР підвищеної потужності, дають добрі результати і можуть бути рекомендованими для проміжних детонаторів.

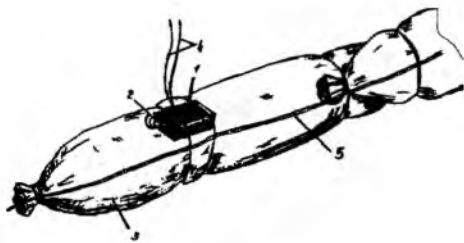
Тривалість перебування порохового заряду під водою (від моменту укладання до моменту вибуху) на вибуховості пороху і на його бризантні властивості практично не впливає.

При укладанні порохового заряду на глибині до 0,5м необхідно руками пом'яти заряд у воді, щоб сприяти виходу з нього повітря і кращому змочуванню.

Мінімальний діаметр порохового заряду великої довжини, при якому детонація поширюється без загасання при підриванні його тротиловою шашкою вагою 200 г, становить 3...4 см, у зарядах меншого діаметра порох не вибухає.

Найбільш придатний для підводних робіт гвинтівочний піроксиліновий порох. Подовжені заряди з цього пороху можуть мати діаметр 3 см і більше та безвідмовно вибухають від тротилової шашки вагою 200...400 г.

Мілкозернистий артилерійський порох (розмір зерен до 5 мм у діаметрі) рекомендується застосовувати для зарядів діаметром від 6см, так як у зарядах меншого діаметра він не вибухає.



**Рис. 5.1. Проміжний детонатор для підривання порохового заряду:**

1 – тротилова шашка; 2 – електродетонатор; 3 – мішок з порохом; 4 – дроти електродетонатора; 5 – сталевий трос

Крупнозернистий артилерійський порох (розмір зерен більше 5 мм у поперечнику) можна застосовувати для зарядів діаметром більше 12 см. Артилерійський порох слід змішувати з гвинтівочним.

Заряди із великого артилерійського пороху підривають тротиловим зарядом з 8...10 шашок вагою по 400 г або додатковим зарядом з гвинтівочного пороху, до якого прикріплюється одна тротилова шашка вагою 400 г.

#### **5.4. Випробування пороху на підривання**

У разі застосування порохових зарядів великої ваги і великої довжини, необхідно провести пробне підривання заряду довжиною 5 м, діаметром 3...4 см, складеного з 2...3 мішечків. Мішечки зв'язують шпагатом в один заряд, перекриваючи кінці на 3...5 см. Заряд укладають на ґрунт на глибині до 0,5 м. Ініціювання заряду виконується тротиловою шашкою вагою 200 г, прикладеною до одного з його кінців. Результати вибуху вважаються задовільними, якщо заряд буде підірваний по всій довжині і не буде розкидання зерен пороху. Для найбільш зручного спостереження за вибухами заряд рекомендується укладати поблизу берега.

Можливі наступні причини відмови зарядів піроксилінового пороху:

недостатній діаметр заряду;  
розрив і нещільності між окремими мішечками складових заряду  
внаслідок незадовільної укладання його водолазами;  
недостатня потужність ВР проміжного детонатора і його мала вага.

## 5.5. Метод шпурів

Методом шпурів називають такий метод проведення вибухових робіт, при якому заряди ВР поміщають в циліндричні заглиблення – шпури глибиною до 4...5 м, діаметром до 75 мм.

У надводних умовах шпуровий метод застосовують для відбивання порід на відкритих і підземних гірничих розробках, для вторинного дроблення великих шматків і в інших випадках.

На підводних роботах шпуровим методом розпушують ґрунти і гірські породи від III категорії і вище на глибину до 2 м, розбивають окремі камені, що заважають судноплавству, або висаджують скельні ділянки при знятті суден з мілини. Діаметр шпурів 45...50 мм. У зв'язку з незначним діаметром шпурів цей метод малоефективний і для розпушування ґрунту застосовується в тих випадках, коли немає необхідного обладнання для буріння свердловин великого діаметру і при обсягах земляних робіт до 200...250 м. Для розпушування ґрунтів шпури розташовують в один ряд або в кілька рядів у шаховому порядку. Відстань між шпурами в ряду приймається до  $2h$ , а між окремими рядами до  $1,5h$ , де  $h$  – лінія найменшого опору або глибина розпушування ґрунту. Глибину шпурів  $S$  беруть на 10...15% більше необхідної глибини розпушування  $h$ .

Кожен шпур водолази заповнюють ВР приблизно на  $2/3$  його глибини (рис. 5.2); верхня частина шпуру залишається відкритою. В якості ВР застосовують тротилові бурові шашки, амоніт чи порох, патронувані в оболонки, а також порох розсіпом.

При заряджанні шпуру необхідно прагнути до щільного розміщення ВР, бойовик (частина заряду з електродетонатором або детонуючим шнуром (ДШ)) поміщається зверху, низ електродетонатора повинен бути повернутий в бік заряду. При підриванні ДШ кінці його, що виходять на поверхню, підтримуються на поплавцях; при підриванні електродетонаторами вибухова мережа укладається по ґрунту.

Шпурові заряди дозволяється підривати електричним або безкапсульним способами.

**Техніка безпеки** при підриванні шпурових зарядів. Якщо при заряджанні шпуру підготовлений заряд буде пересипаний ґрунтом, то шпур необхідно дозарядити і підірвати. Розбирати підірвану породу слід обережно, враховуючи, що при вибуху можливе розкидання засипаного заряду. Виявлені залишки заряду збирають і знищують.

Після введення в шпур бойовика дозаряджати шпур необхідно обережно, щоб не викликати передчасний вибух або не пошкодити вибухову мережу. Радіус небезпечної зони при шпуровому підриванні не менше 200м.

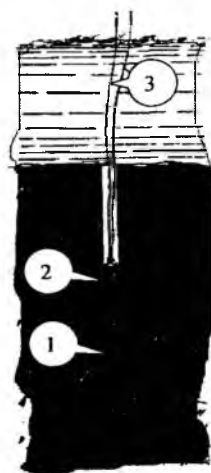


Рис. 5.2. Шпуровий заряд:

- 1 – заряд;
- 2 – бойовик;
- 3 – дроти.

## 5.6. Метод свердловин

Методом свердловин (іноді його називають методом колонних зарядів) називають такий метод вибухових робіт, при якому заряди ВР (колонні заряди) поміщають у циліндричні заглиблення - свердловини глибиною від 7 до 30...40 м і діаметром більше 75 мм.

Метод свердловин широко застосовується на відкритих гірських розробках для руйнування копалень високої категорії міцності.

На підводних роботах методом свердловин виконують розпушування ґрунтів від III категорії і вище при товщині шару від 1 до 6 м. Свердловини бурять пересувними бурильними установками, розміщеними на плавзасобах чи на спеціально влаштованих естакадах. Найчастіше свердловини роблять діаметром 250...300 мм, глибиною від 1 м і більше. У бурових роботах бере участь водолазна станція.

Так само як і при шпуровому методі, бурові свердловини розташовують в один ряд або в кілька рядів у шаховому порядку. Відстань між свердловинами в ряді приймається від 1 до 2,5  $h$ , між окремими рядами від 1 до 2  $h$ , де  $h$  – лінія найменшого опору або глибина розпушування. Глибину свердловин  $S$  беруть дещо більше (на 10...15%), ніж це потрібно для розпушування даної ділянки, тобто  $S = (1,10...1,15) h$ .

У разі необхідності рихлити ґрунт на глибину більше 6 м буріння та підривання ведуть пошарово, тобто після підривання і прибирання першого шару завтовшки 5...6 м приступають до підривання і збирання другого шару.

Якщо скельний ґрунт покритий шаром мулу й піску, рекомендується застосовувати захисні труби з покрівельного заліза. Після закінчення буріння у свердловину на всю її глибину вставляють трубу, верхній кінець труби піднімається над ґрунтом на 0,4...0,5 м. Діаметр труби береться на 10...20 мм менше діаметра свердловини. Труби витягують після заряджання свердловини.

Свердловини заряджають так само, як і шпури. Піроксиліновий порох можна поміщати у свердловини без упаковки (розсипом), укладаючи в середину порохового заряду ініціюючий заряд з тротилової шашки вагою 400 г. Заряди в свердловинах дозволяється підривати електричним або безкапсюльним способом.

## 5.7. Методи котлових і камерних зарядів

Методом котлових зарядів називають такий метод проведення вибухових робіт, при якому на дні свердловини або шпуру шляхом підривання попереднього малого заряду (прострілюванням) роблять особливу порожнину (рис. 5.3) – котел для основного заряду ВР великого ваги.

Камерними зарядами називають заряди великої ваги (від декількох тонн до десятків і сотень тонн), що поміщаються у спеціальні гірничі виробки – камери для проведення масових обвалів гірських порід. Застосування таких зарядів для руйнування порід називається підриванням методом камерних зарядів.

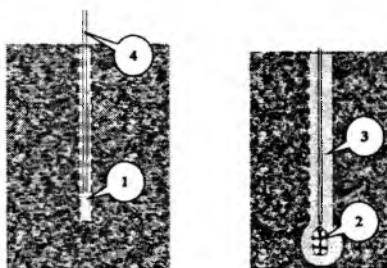


Рис. 5.3. Утворення котла:

1 – прострілючний заряд; 2 – котловий заряд; 3 – забій; 4 – дроти електродетонатору

Зазначені два методи на підводних підривних роботах не застосовуються через складність пророблення і заряджання котлів і камер.

В умовах надводних робіт їх застосовують для руйнування гірських порід максимальної міцності (до XVI категорії) при глибині вироблення порядку 10...12 м. Заряди розраховують (за формулою 5.1), беручи коефіцієнт  $K$  по табл. 5.1 та уточнюючи його значення в процесі проведення робіт.

$$C = Kh^3, \quad (5.1)$$

де  $C$  – вага зосередженого або повна вага подовженого заряду, кг;

$K$  – питомі витрати вибухової речовини, які залежать від властивостей ґрунту (матеріалу) та ВР, яка застосовується (таблиця 5.1), при можливості рекомендується уточнювати значення  $K$  пробними вибухами;

$h$  – лінія найменшого опору, м.

Якщо лінія найменшого опору  $h$  перевищує 25м, то маса зосередженого заряду, яка визначається (за формулою 5.1), множиться на коефіцієнт  $0,2\sqrt{h}$  (де  $h$  у метрах).

Таблиця 5.1

Витрати вибухової речовини, які залежать від властивостей ґрунту

Категорія породи	Значення $K$	Категорія породи	Значення $K$
V-VI	0,4	XII	0,56
VII-VIII	0,43	XIII	0,6
IX	0,46	XIV	0,64
X	0,5	XV	0,67
XI	0,53	XVI	0,7

Котлові заряди поміщають у котли, а також частково в шпурі і свердловини, що є продовженням котлів. Коли весь заряд буде розміщений, шпур (свердловину) заповнюють забивочним матеріалом і обережно ущільнюють. Підривати основний заряд дозволяється електричним або безкапсульним способом.

Різновидом камерних зарядів є так звані малокамерні заряди, що мають вигляд горизонтальної або злегка похилої виробки – рукава, у основу якого поміщають заряд.

Малокамерні заряди застосовують при висоті уступу до 6 м. Поперечний переріз рукава до 0,5 x 0,5 м, довжина до 5 м.

Для заряджання рукава перед його гирлом вкладають дошку довжиною 5...6 м, на кінець якої поміщають заряд; потім дошку обережно просувають разом із зарядом до основи рукава.

Знявши заряд з дошки забійником, дошку і забійник виймають назовні, а дроти або ДШ від заряду приєднують до вибухової мережі.

Заряди підривають електричним або безкапсульним способом.

Метод камерних зарядів вимагає попереднього виконання деяких підготовчих робіт із влаштування шурфів, штреків і самих камер (опис цих робіт наведено в спеціальній літературі).

Шурфом називається вертикальний прохід, що з'єднує шурф або штольню з одною або декількома камерами.

Форма і об'єм зарядної камери залежать від кількості ВР, що застосовується. Зазвичай камерам надають форму куба висотою до 2...2,5 м, щоб затруднити вихід газів під час вибуху і максимально використовувати енергію ВР.

Камерними зарядами проводять вибухи з метою обвалення, викидання і скидання. Під час вибуху на обвалення утворюється вруб, а порода, яка лежить над ним при падінні, дробиться на шматки під силою власної ваги. При підриванні на викид порода не тільки розбивається на шматки, але і відкидається на деяку відстань.

У результаті вибуху утворюється траншея або котлован передбаченого профілю. Скидання є різновидністю викиду, коли висаджена порода відкидається у бік і використовується для влаштування перемички, дамби або греблі.

Вибухи на викид і скидання дозволяють економити велику кількість фізичної праці, часу і технічних засобів при виконанні робіт з будівництва різних земляних споруд.

#### **Питання для самоконтролю**

1. У чому полягає перевага методу накладних зарядів?
2. Які недоліки цього методу?
3. Як правильно скласти заряд із піроксилінового пороху?
4. Які умови підривання пороху в зарядах великої довжини?
5. Як випробувати порох на підривання?
6. Для чого використовується метод шпурів?
7. Коли використовується метод свердловин?
8. У чому особливості підривання методом котлових і камерних зарядів?



## РОЗДІЛ 6

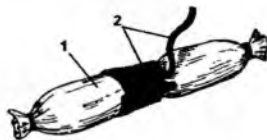
### ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАРЯДІВ

#### 6.1. Способи виготовлення зарядів

При роботі з ВР, що мають у своєму складі аміачну селітру, яка розчиняється у воді, порох необхідно помістити у герметичну упаковку. Заряди, де ВР (тротил, гексоген, тен) не вступає у сполуки з водою, можна застосовувати без герметичних упаковок. Якщо використовується піроксиліновий порох, то його слід складати в упаковку, яка пропускає воду, щоб всі зерна пороху знаходились у воді і були змочені нею. Тільки за цих умов порох буде підриватись як бризантна ВР.

Для виготовлення зарядів може підійти вологостійкий папір, тканина, картон, гума, ящики, поліетиленові мішки, металеві банки, старі шланги, труби, бідони, пляшки тощо. Якщо будемо використовувати амоніти, а їх питома вага менша одиниці і заряди з них будуть плавати у воді, необхідно застосувати баласт з дрібного каменю, піску. Після виготовлення заряду упаковку добре герметизують. Проводи електродетонатора та ДШ прикріплюють до заряду, щоб при встановленні їх не пошкодити або не витягнути із заряду.

Підривання зарядів ДШ без капсулів-детонаторів широко застосовується при проведенні підводних підривних робіт, так як встановлена їх висока надійність і мала загроза самого вибуху заряду при доставці та встановленні заряду на місце під водою (рис. 6.1).



**Рис. 6.1. Безкапсульне підривання зарядів:**  
1 – мішок із засобами підривання; 2 – ДШ.

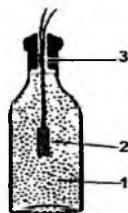
При цьому способі на підготовлений заряд щільно накладають 6...8 витків ДШ, один кінець якого ретельно ізолюється від води мастикою або ізоляційною стрічкою, а до другого кінця, який виходить на поверхню, перед підірванням приєднується електродетонатор.

На (рис. 6.2.а,б,в,г) показана герметизація заряду з використанням у якості оболонки мішка, пляшки, металеві труби та відрізка шлангу. В металевих оболонках всі шви повинні бути ретельно звареними або запаяними. Пайка або зварювання після спорядження оболонки ВР не дозволяється. Для герметизації кришки та місця виведення провідників застосовується вар, смола та мастика. Для герметизації шлангів слід застосовувати пробки, які герметизують варом, смолою, клеєм. У шлангу електродетонатор слід розташовувати посередині його, дроти детонатора слід пропустити через пробки і прив'язати до шлангу зі слабиною. Заряду слід надати негативну плавучість. При застосуванні тротилу можливо використовувати штатну упаковку його в ящиках.



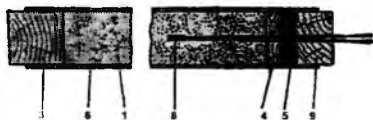
**Рис. 6.2.а.** Заряд у мішку:

1 – мішок; 2 – горловина; 3 – обв'язка; 4 – проводи електродетонатора.



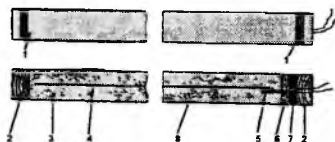
**Рис. 6.2.б.** Заряд у пляшці:

1 – ВР; 2 – електродетонатор; 3 – вар.



**Рис. 6.2.в. Герметизація заряду в металевій трубі:**

1 – заряд вибухової речовини; 2 – електродетонатор; 3 – дерев'яна пробка;  
4 – дерев'яна прокладка; 5 – вар; 6 – труба.



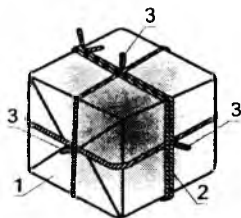
**Рис. 6.2.г. Герметизація заряду в шланзі:**

1 – дріт; 2 – дерев'яна пробка; 3 – заряд вибухової речовини; 4 – ДШ; 5 – електродетонатор; 6 – дерев'яна прокладка; 7 – вар; 8 – шланг.

## 6.2. Заряди із негіроскопічної вибухової речовини

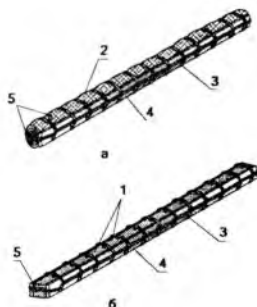
Заряди із пресованих ВР вагою до 5кг можна виготовляти без оболонки, зв'язавши шпагатом. Заряди більшої ваги доцільно розташовувати в упаковці, зв'язавши їх також шпагатом або мотузкою. Кінці електродетонаторів або ДШ з послабленням слід прив'язати до основного заряду.

Зосереджені заряди, що виготовляються у військах (рис. 6.3, 6.4), складаються (в'язуться) з тротилових шашок, амонітових брикетів, з пластичної чи порошкоподібної ВР.



**Рис. 6.3. Зосереджений заряд із тротилових шашок, обгорнутий тканиною:**  
1 – тканина; 2 – мотузка (шпагат); 3 – дерев'яні кілочки.

Подовжені заряди із тротилових шашок збирають на дерев'яній планці і зв'язують шпагатом.



**Рис. 6.4. Подовжені заряди з тротилових шашок:**

а – заряд в оболонці з тканини; б – заряд без оболонки на дерев'яних рейках.

1 – тротилові шашки; 2 – тканина; 3 – шпагат (м'який дріт); 4 – дерев'яні рейки;

5 – дерев'яні кілочки.

Заряди з порошкової ВР розташовують в полотняних, паперових, або картонних коробках. Для зарядів більшої ваги слід виготовити ящик. Також слід продумати ручки для перенесення і транспортування заряду. Такі заряди доцільно підривати бойовиками.

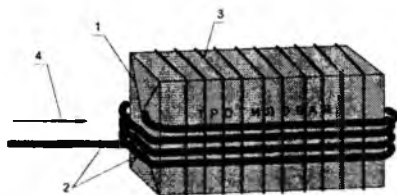
### **6.3. Виготовлення бойовиків**

При використанні на підривних роботах зарядів великої ваги засоби ініціації підривання доцільно розташовувати у загальній масі заряду, тому що перенесення, встановлення на об'єкт і кріплення зарядів стає більш небезпечним. У цих випадках для підривання зарядів застосовують бойовики, що являють собою окремо підготовлені частини зарядів з розташованими в них засобами ініціювання підривання.

ДШ без капсуля-детонатора при необхідності можна підірвати і шашку пресованого тротилу, якщо її обмотати чотирма-п'ятьма витками шнура, що не перетинаються і щільно прилягають до граней шашки, а також один до одного (рис. 6.5).

ДШ розрізають на відрізки необхідної довжини чистим і гострим

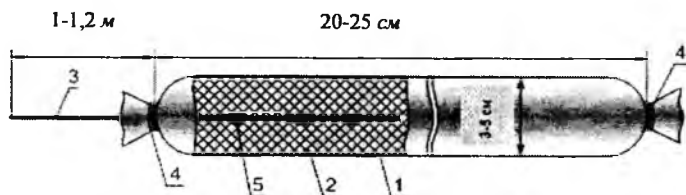
ножем на дерев'яній підкладці, попередньо розкотивши усю бухту шнура чи її частину, щоб від місця розрізу до нерозгорнутої частини бухти було не менше 10 м. Після кожного розрізання слід зчищати залишки шнура (кришки) з підкладки і ножа чи наступне розрізання шнура проводити на новій ділянці підкладки. Відрізати ДШ, що вставлений в капсуль-детонатор, забороняється.



**Рис. 6.5. Тротилова шашка, підготовлена до безкапсульного підривання ДШ «бойовик»:**

1 – тротилова шашка; 2 – ДШ; 3 – шпагат; 4 – напрямок детонації.

Якщо для виготовлення бойовика застосовується гігроскопічна ВР (рис. 6.6) її слід ізолювати від попадання на неї води. Діаметр бойовика приймають 3...5 см, а довжину 20...25 см (вага вибухової речовини 200...300 г). Внутрі бойовика для ініціювання підривання можна використати електродетонатор, або відрізок ДШ. Кінці бойовика герметизуються зв'язувальним шпагатом. Використовувати для герметизації гарячі суміші – заборонено.



**Рис. 6.6. Подовжений заряд з ПВВ-4 з відрізком ДШ:**

1 – оболонка з тканини; 2 – ПВВ-4; 3 – відрізок ДШ; 4 – зав'язування шпагатом; 5 – вузли на ДШ.

Бойовики слід виготовляти безпосередньо біля місця виконання робіт, але не ближче ніж 50 метрів від складу ВР та ЗП. Якщо використовується електродетонатор і тротилова шашка, то електродетонатор слід прив'язати шпагатом.

Готові бойовики переносять на руках по одному або на ношах з бортиком. Загальна вага бойовиків, що підлягають перенесенню, не повинна перевищувати 25 кг. На плавзасобі бойовики слід укласти на кормі, а основний заряд на іншому кінці.

Під водою водолаз-підривник встановлює бойовик лише після встановлення і закріплення основного заряду. Для покращення детонації бойовик слід укласти поближче до центру заряду.

Якщо по закінченню виконання робіт залишаться не використані бойовики їх слід знешкодити підірванням або розрядити. Розряджати бойовики дозволяється лише старшому водолазові-підривнику або керівникові водолазних робіт.

#### **6.4. Дублювання вибухових мереж**

Для безвідмовного вибуху групи зарядів ВР на найбільш важливих об'єктах робіт вибухові мережі дублюють, тобто влаштовують дві мережі: одну електричну і другу з ДШ. В окремих випадках (при відсутності ДШ і використанні достатньо потужного джерела струму) друга вибухова мережа може бути зроблена також електричною. Кожна мережа передає імпульс вибуху зарядам самостійно за допомогою електродетонаторів, капсулів-детонаторів або ДШ.

Виведені на поверхню води вибухові мережі з'єднують разом для підключення до джерела живлення. У випадку використання електричної мережі та ДШ одночасність передачі імпульсу досягається електродетонатором, що розміщений на початку лінії ДШ.

На рис. 6.7 показано дублювання електровибухової мережі ДШ. Вибух ДШ проводиться електродетонатором, який послідовно під'єднаний в загальну електровибухову мережу.

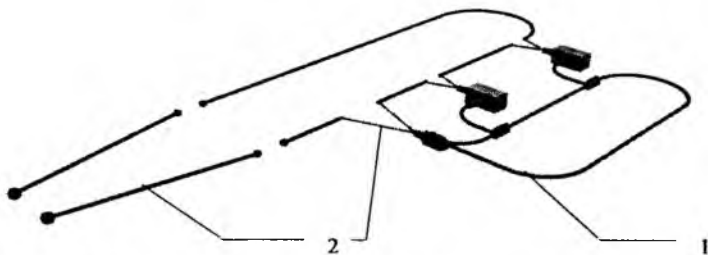


Рис. 6.7. Дублювання електровибухової мережі:  
1 – ДШ; 2 – електровибухова мережа.

Дублюючі мережі монтують на березі, а потім повністю занурюють із човна або з борта до місця встановлення зарядів.

### 6.5. Правила безпеки під час виготовлення і герметизації зарядів

Під час виготовлення і герметизації зарядів необхідно виконувати такі правила:

у приміщенні або на місці, де проводяться роботи, не повинні знаходитись сторонні особи, які не беруть участь у виготовленні зарядів;

заборонено допускати втрати ВР при зважуванні, виготовленні або перенесенні зарядів;

залишки шнурів, пороху, крихти та пил ВР після закінчення робочого дня слід збирати і знищувати;

розведення відкритого вогню для розігріву гідроізолюючих сумішей дозволяється на відстані не ближче ніж 100 м від місця виготовлення зарядів та їх ізоляції;

біля котлів з ізолюючою сумішшю мають знаходитись шити для закривання котла у випадку спалахування суміші; складові частини ізоляції необхідно засипати в котел до його розігрівання;

температура ізоляції при нанесенні її на оболонку заряду ВР не повинна бути вищою за 60°;

опускати заряд в котел з ізолюючою сумішшю, що знаходиться на вогні, забороняється (навіть якщо температура з сумішшю не перевищує 60°С);

на місці поблизу пічки або вогнища, де розігрівається ізоляція, для запобігання пожежі повинна бути видалена рослинність;

запалювальні шашки слід виготовляти окремо від основних зарядів, виконуючи цю роботу безпосередньо перед встановленням зарядів на місце підірвання;

розміщення додаткових зарядів у заряд заборонено;

гільзу детонатора, яка вставлена у гніздо, необхідно прив'язувати нитками до шашки; прив'язувати детонатор його ж проводами забороняється;

проводи від детонатора прив'язують нитками до заряду ВР.

Підготовлені заряди складають у безпечне місце в приміщенні, яке закривається на замок, не ближче ніж 10 м від будівель, споруд і доріг і не ближче ніж 200 м від місця проведення вибухових робіт. Приміщення охороняється озброєними чатовими.

Запалювальні трубки дозволяється тимчасово зберігати в одному приміщенні з ВР, але в окремому ящику, який зачиняється. Одночасно дозволяється зберігати не більше ніж 1 т вибухової речовини, 1000 штук капсулів-детонаторів і 1000 м вогнепроводного шнура.

Під час проведення вибухових робіт на річках, каналах або на березі моря виготовляти заряди можна під відкритим небом на березі на відстані не менше 200 м від складу ВР. Місце для виготовлення має бути рівне і сухе. Запалювальні трубки дозволяється виготовляти на відстані не менше 25 м від місця виготовлення зарядів. Виготовлення зарядів і бойовиків у човні, водолазному боті і на інших самохідних судах – забороняється.



### Питання для самоконтролю

1. Які способи виготовлення зарядів ви знаєте?
2. Як виготовити заряди із негігроскопічної вибухової речовини?
3. Які способи виготовлення бойовиків ви знаєте?
4. Як дублюються вибухові мережі?
5. Які додаткові правила безпеки під час виготовлення і герметизації зарядів ви знаєте?

## КУМУЛЯТИВНІ ЗАРЯДИ

## 7.1. Основні поняття

Кумулятивними називаються такі заряди, у яких є виїмка, облицьована спеціальною оболонкою з боку, що обернена до об'єкта, який підривається. Виїмка і оболонка збільшують дію вибуху цього заряду в напрямку об'єкта, який підривається, за рахунок зниження вибухової дії в інших напрямках. Таким чином, кумуляція являє собою концентровану дію вибуху заряду в заданому напрямку. При підриванні металічна оболонка під дією продуктів вибуху інтенсивно стискається і метал оболонки під дією високого тиску починає текти як рідина. Як результат, з оболонки і продуктів вибуху викидається тонкий струмінь із великою швидкістю (12...16 км/сек), який здатний пробивати броню великої товщини.

Принцип дії кумулятивного заряду можна пояснити за допомогою такого прикладу. Якщо взяти сталевий лист і на ньому встановити два однакових за розміром заряди, в одного з яких буде виїмка (рис. 7.1), то після вибуху заряд з виїмкою проб'є сталевий лист, а заряд без виїмки зробить лише заглиблення.

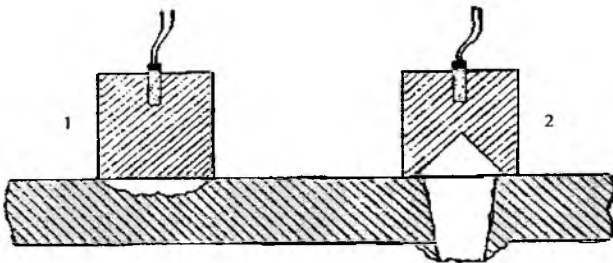
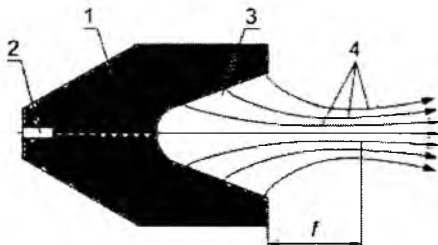


Рис. 7.1. Дія кумулятивного заряду:  
1 – зосереджений заряд; 2 – кумулятивний заряд.

Продукти вибуху і металева оболонка кумулятивного заряду збираються в тонкий струмінь, який називається кумулятивним. На деякій відстані від нижньої грані заряду струмінь має мінімальний перетин, у цій точці він має максимальну щільність і велику пробивну здатність. Ця точка струменя називається фокусом кумуляції, а відстань від неї до заряду – фокусною відстанню.

Величина фокусної відстані у різних зарядів неоднакова і залежить від форми і розмірів кумулятивної виїмки (рис. 7.2). Чим глибша виїмка, тим коротша фокусна відстань і навпаки.



**Рис. 7.2. Схема утворення кумулятивного струменя:**

1 – заряд ВР; 2 – запалювальне гніздо; 3 – кумулятивна порожнина; 4 – траєкторія газових частинок.  $f$  – фокусна відстань.

Пробивна дія заряду збільшується, якщо заряд віддалений від об'єкта, який перебивається, на величину фокусної відстані.

Якщо кумулятивна виїмка не має металевої оболонки, пробивна здатність заряду дещо знижується. Тому кумулятивну виїмку необхідно облицьовувати оболонками. Їх виготовляють із заліза, міді, дюралі тощо. Найкращі результати дають дюралеві оболонки.

Не дивлячись на те, що явище кумуляції відоме більше ніж сто років, широкого використання воно набуло лише перед другою світовою війною і особливо в період війни. Радянська армія використовувала кумулятивні снаряди і заряди ВР для боротьби з ворожими танками і укріпленими спорудами.

Кумулятивні заряди, як правило, надходять у війська з промисловості у готовому вигляді, але можуть виготовлятися й у військах.

Кумулятивні заряди промислового виготовлення випускаються різної форми у металевих корпусах і з металевою обкладкою кумулятивних порожнин, яка додатково підсилює пробивну (ріжучу) дію кумулятивного струменя.

## **7.2. Спрощені кумулятивні заряди, що використовуються під час проведення підводних робіт**

Під час проведення підводних робіт використовують лінійні і кільцеві кумулятивні заряди спрощеної конструкції для перебивання сталевих листів у заданому напрямку і для вибивання в сталевих листах круглих отворів діаметром приблизно 200...250 мм. Найбільша товщина листів, які перебиваються, 30 мм.

Використання кумулятивних зарядів під водою дозволяє зменшити вагу зарядів приблизно в чотири рази у порівнянні із звичайними і перебивати метал у заданому напрямку. Крім того, кумулятивні заряди утворюють отвір з відносно невеликими нерівностями, що приблизно дорівнюють товщині листа, який перебивається.

Під час проведення підводних робіт ці заряди використовуються головним чином за необхідності вирізати у борту або палубі затопленого корабля прохід для водолаза, або невеликий отвір для закладання болванки від стропа, для перебивання елементів мостових і кранових ферм, які впали у воду, перебивання шпунтового рядка та в інших випадках.

Спрощені кумулятивні заряди виготовляють з тротилових шашок, вирізаючи в них напівциліндричні виїмки і розміщуючи в них оболонки з готових трубок. Порядок виготовлення зарядів такий.

**7.2.1. Лінійний кумулятивний заряд** може бути виготовлений із шашок вагою 75, 200 або 400 г. Загальна довжина заряду приймається

рівною 1...1,5 м (для зручності перенесення і встановлення на об'єкті). Заряд збирається на трубці, довжина якої повинна бути приблизно рівною довжині заряду. Кінці трубки герметично закривають пробками з мастикою.

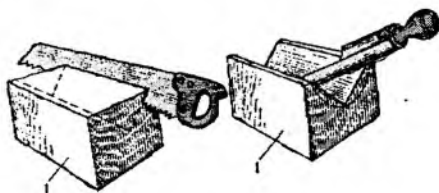
Виймки у шашках спочатку вирізають ручною ножівкою, а потім вибирають скребком, надаючи їм напівциліндричної форми. Вирізати і обробляти виїмку необхідно обережно, щоб не пошкодити грані шашок. Готові шашки вкладають на робочому столі по прямій лінії виїмками вверх і в них розміщують дюралеву трубку, нагріту до температури 60...70°.

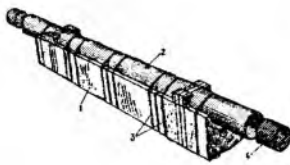
Розплавлений при цьому тротил забезпечує щільне прилягання трубки до виїмок і скріплює її з шашками. Крім того, трубку щільно прив'язують до шашок нитками.

Для скріплення шашок між собою шви між ними заливають розплавленим тротилом. Додатково шашки можна скріпити нитками, приклавши зверху них невелику рейку

На (рис. 7.3) показаний порядок виготовлення лінійних кумулятивних зарядів. Заряд встановлюють на металевий лист, який перебивається. Щоб заряд займав стійке положення рекомендується кріпити до нього підставки із шматочків металу або дерева, товщиною, яка дорівнює половині діаметра трубки. Підставки розміщують через 3...4 шашки по довжині заряду. В торці заряду просвердлюють отвір для електродетонатора.

Поверх заряду прив'язують рейку для запобігання детонатора і кріплення його до заряду.





**Рис. 7.3. Виготовлення кумулятивних зарядів:**  
1 – тротилова шашка; 2 – трубка; 3 – нитки; 4 – пробка.

За відсутності трубок можна використовувати заряди із спрощеними оболонками у вигляді трикутної призми із заліза, а також без оболонок.

Хоч такі заряди показали нижчі результати, ніж заряди, з трубками, але все ж вони можуть вважатися достатньо ефективними і, головне, вони менш складні у виготовленні.

Заряди без оболонок приблизно в 1,5 рази ефективніші за звичайні тротилові і рекомендуються для підводних робіт.

**7.2.2. Кільцевий кумулятивний заряд** виготовляють з шашок, зрізуючи їх торці під деяким кутом. Обробляють шашку ручною ножівкою і скребком. Електродетонатор розміщують у додатковій шашці на кільцевому заряді. Металева трубка у вигляді кільця вкладається у виїмки шашок і міцно прив'язується нитками, як це прийнято при виготовленні лінійного заряду. Трубка має бути герметично закрита пробками.

### **7.3. Кумулятивні заряди промислового виготовлення**

Кумулятивні заряди промислового виготовлення (табл. 7.1.) бувають у металевих корпусах і з металевою обкладкою кумулятивних порожнин, яка додатково підсилює пробивну (ріжучу) дію кумулятивного струменя. Заряди споряджаються вибуховими речовинами нормальної чи підвищеної потужності та мають корпус із металу, тканини чи пластикату. У кожному заряді є одне чи два запальних гнізда з різьбою для вгвинчування запалювальних трубок й електродетонаторів. Для зручності перенесення, кріплення чи встановлення на елементах конструкцій, що підриваються,

заряди мають ручки, кільця, шнури й ніжки. Загальний вигляд зарядів показаний на рис. 7.4 – 7.16.

Таблиця 7.1.

Характеристики кумулятивних зарядів

Назва заряду	Тип заряду	Маса заряду ВР, кг	Загальна маса заряду, кг	Розміри заряду, мм			Пробивна спроможність заряду, мм					
				довжина	ширина (діаметр)	висота	Сталь (броня)		Залізобетон		Грунт	
							глибина	діаметр	глибина	діаметр	глибина	діаметр
КЗ-2	Зосереджений	9,0	14,7	-	350	570	300	10-15	1300	40-70	2000	240
КЗ-4	Зосереджений	49,0	93,0	-	500	1650	500	80	2000	300	-	-
КЗ-5	Зосереджений	8,5	12,5	-	215	618	450	25	1400	45	200	180
КЗ-6	Зосереджений	1,8	4,8	-	112	292	215	20	-	-	800	50
КЗ-7	Зосереджений	4,0	6,5	-	162	670	280	35	700	40	1100	140
КЗУ	Подовжений	12,0	18,0	500	225	195	120	-	1000*	-	-	-
КЗУ-2**	Подовжений	0,32	0,9	150	105	85	36	-	до 300	-	-	-
КЗК	Кільцевий	0,4	1,0	200	160	52	-	70	-	-	-	-
УМКЗ	Подовжений	0,185	0,56	150	70	76	35/20	-	-	-	-	-

\*Арматура перебивається на глибині до 200 мм.

\*\*Дані заряди застосовуються у воді, при цьому їх ефективність знижується на 20...30%.

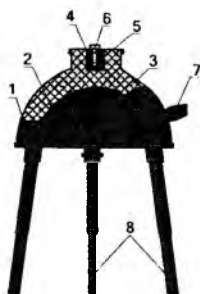
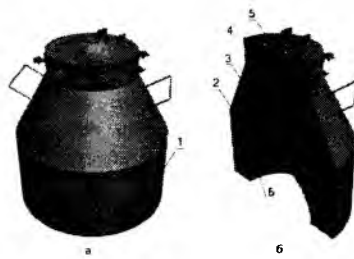


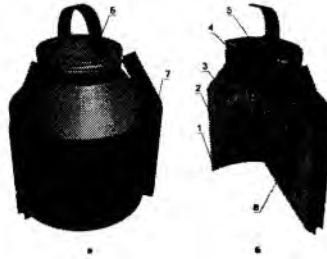
Рис. 7.4. Зосереджений кумулятивний заряд КЗ-2:

1 – корпус; 2 – металева обкладка; 3 – заряд ВР; 4 – проміжний детонатор; 5 – запаловальне гніздо; 6 – пробка; 7 – ручка; 8 – ніжки, що висуваються.



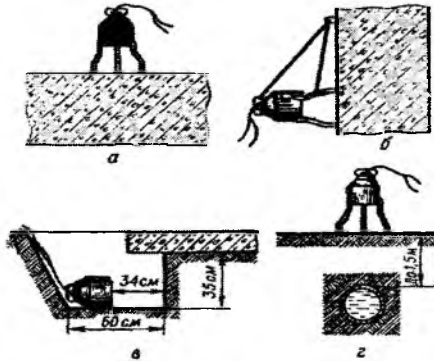
**Рис. 7.5. Кумулятивний заряд КЗ-4:**  
а – загальний вигляд; б – розріз заряду.

1 – корпус; 2 – заряд ВР; 3 – лінза; 4 – додатковий детонатор; 5 – пробка; 6 – кумулятивне облицювання.



**Рис. 7.6. Кумулятивний заряд КЗ-5:**  
а - розріз із закритими ніжками; б - загальний вигляд.

1 - корпус; 2 - заряд ВР; 3 - лінза; 4 - додатковий детонатор; 5 - пробка; 6 - ручка; 7 - ніжка; 8- кумулятивне облицювання.



**Рис. 7.7. Установлення кумулятивного заряду КЗ-5:**

а – для пробивання покриття; б – для пробивання стіни; в – для руйнування твердого покриття дороги; г – для руйнування підземного трубопроводу.

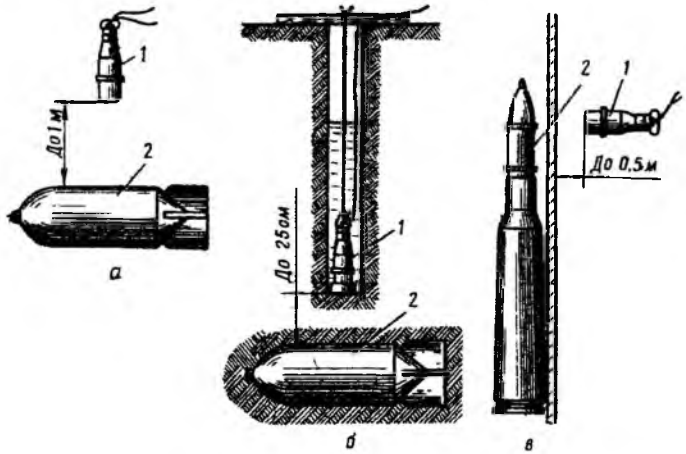




**Рис. 7.8. Кумулятивний заряд КЗ-6:**

а – загальний вигляд з вангажем для підвищення стійкості; б – розріз.

1 – корпус; 2 – заряд ВР; 3 – лінза; 4 – додатковий детонатор; 5 – пробка; 6 – ручка; 7 – кумулятивне облицювання; 8 – стакан; 9 – вангаж.



**Рис. 7.9. Встановлення кумулятивного заряду КЗ-6:**

а – для знищення боєприпасу через повітряний проміжок; б – для знищення боєприпасу, що заглибився в ґрунт; г – для знищення боєприпасу за бронєю товщиною до 30 мм.

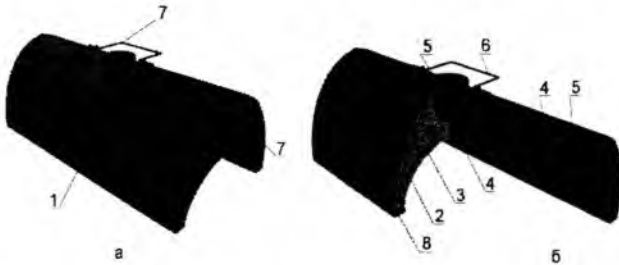
1 – заряд КЗ-6; 2 – боєприпаси.



**Рис. 7.10. Кумулятивний заряд КЗ-7:**

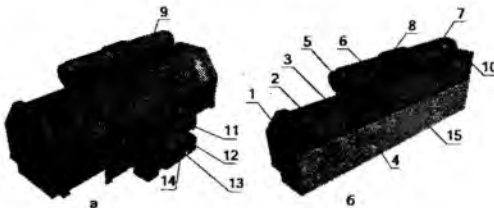
а – розріз із закритими ніжками; б – загальний вигляд із розкритими ніжками.

1 – корпус; 2 – заряд ВР; 3 – лінза; 4 – додагковий детонатор; 5 – пробка; 6 – ручка; 7 – ніжка; 8 – кумулятивне облицювання.



**Рис. 7.11. Подовжений кумулятивний заряд КЗУ:**

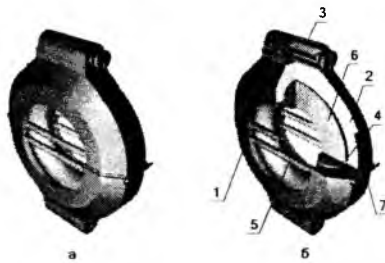
а – загальний вигляд; б – розріз. 1 – корпус; 2 – металева обкладка; 3 – заряд ВР; 4 – проміжний детонатор; 5 – запалювальне гніздо; 6 – ручка; 7 – пробка; 8 – дерев'яні рейки.



**Рис. 7.12. Кумулятивний заряд КЗУ-2:**

а – загальний вигляд; б – розріз. 1 – ковпачок; 2 – корпус; 3 – заряд ВР;

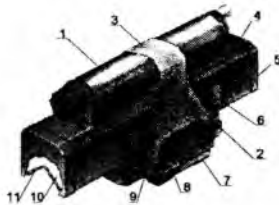
4 – кумулятивне облицювання; 5 – пробка; 6 – стакан; 7 – додатковий детонатор (шашка); 8 – пружинна зашібка; 9 – кільце; 10 – пробка; 11 – планка; 12 – магніт; 13 – скоба; 14 – защібка магніту; 15 – пінопластова укладка.



**Рис. 7.13. Кумулятивний заряд КЗК:**

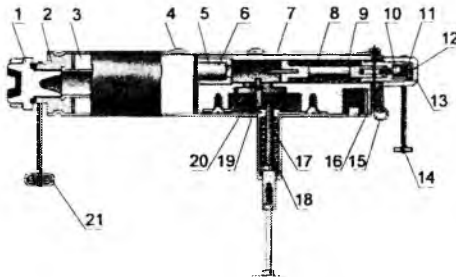
а – загальний вигляд; б – розріз.

1 – корпус; 2 – заряд ВР; 3 – додатковий детонатор; 4 – стальне облицювання;  
5 – пружина; 6 – пінопластова укладка; 7 – шплінт для з'єднання петель.



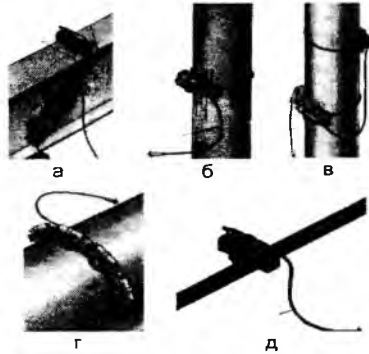
**Рис. 7.14. Кумулятивний заряд УМКЗ:**

1 – елемент, що унеможливує зняття міни; 2 – планка; 3 – пластинчатая пружина; 4 – корпус; 5 – ковпачок; 6 – бокова пружина; 7 – скоба; 8 – підпружинена защібка; 9 – магніт; 10 – заряд ВР; 11 – кумулятивне облицювання.



**Рис. 7.15. Елемент, що унеможливує зняття міни:**

1 – пробка; 2 – втулка; 3 – шашка з ВР тен; 4 – виступ; 5 – втулка; 6 – капсуль-детонатор МГ-8-Т; 7 – стакан; 8 – пружина ударника; 9 – ударник; 10 – металоелемент; 11 – різак; 12 – запобіжний ковпачок; 13 – ковпачок для герметизації; 14 – таблиця часу сповільнення; 15 – чека; 16 – шплінт; 17 – шток; 18 – пружина; 19 – підпружинний важіль; 20 – вісь; 21 – пакет з металоелементами 1 і 3.



**Рис. 7.16. Варіанти застосування зарядів УМКЗ при руйнуваннях:**  
 а – металевої балки; б – дерев'яної палі; в - залізобетонної опори; г – металевої труби; д – сталевого канату.

На рисунках 7.17; 7.18 – показано варіанти установа кумулятивних зарядів водолазом на предметах, які підлягають підриванню.



**Рис. 7.17. Варіант застосування зарядів КЗ-5 при руйнуванні залізобетонної балки**

1 – ЕДП; 2 – заряд КЗ-5; 3 – залізобетонна балка.



**Рис. 7.18. Варіант застосування зарядів КЗУ при руйнуванні залізобетонної балки**

1 – ЕДП; 2 – заряд КЗУ; 3 – залізобетонна балка.

#### 7.4. Розрахунок зарядів

Поперечний перетин спрощених кумулятивних зарядів з трубками приймають залежно від товщини металевих листів, які необхідно перебити, або складових металоконструкцій (табл. 7.2). Довжина зарядів береться по місцю. Спрощені кумулятивні заряди з трикутними виїмками розраховують по товщині металу. Розрахунок зарядів подано у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2.

Розрахунок кумулятивних зарядів

Товщина металевого листа (конструкції), що перебивається в мм	Поперечний перетин заряду	Діаметр трубки в мм	Товщина стілки трубки в мм
5-12	Бурова шашка, або пів шашки вагою 200 гр.	10-12	1
13-18	Шашка вагою 200 гр і пів шашки	15-20	1-1,5
19-30	Шашка вагою 400 гр	25	1,5-2

Кумулятивні заряди необхідно встановлювати на об'єкті, щільно притискаючи основу їх до конструкції, яку необхідно перебити. При розміщенні заряду біля борту корабля на деякій відстані від ґрунту його слід підвішувати на пеньковому кінці, завантажуючи баластом, або прижимати упорами (рис. 7.19). У районі скули корабля окремих частин заряду приймають на більше 0,5 м, з'єднуючи їх між собою ДШ.

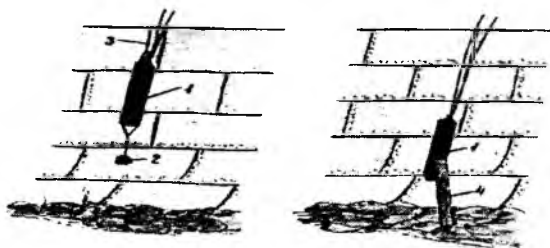


Рис. 7.19. Кріплення кумулятивного заряду на борту корабля: 1 – тротилова шашка; 2 – трубка; 3 – нитки; 4 – пробка.

## 7.5. Додаткові правила техніки безпеки

Під час виготовлення кумулятивних зарядів виконуються усі правила техніки безпеки, як при роботі з ВР та ЗП.

Додатково необхідно виконувати такі вимоги:

заряди виготовляти на чистому столі, покритому лінолеумом, листовим алюмінієм або міддю;

ручна ножівка, скребок та інші інструменти для обробки шашок мають бути з міді, латуні або бронзи (для запобігання утворення іскри при ударі);

розплавляти тротил для стиків шашок в металевій банці, яка занурена в іншу банку з окропом;

воду підігрівати на закритій електричній плитці; використовувати відкрите полум'я не дозволяється;

готові заряди водолаз повинен обережно переносити в руках по одному до місця встановлення, закріплювати на місці пеньковими кінцями, шпагатом, упорами або завантажувати баластом;

підривати підводні кумулятивні заряди електричним способом або ДШ.

### Питання для самоконтролю

1. Які заряди називаються кумулятивними?
2. Які спрощені кумулятивні заряди, що використовуються під час проведення підводних робіт ви знаєте?
3. Які кумулятивні заряди промислового виготовлення ви знаєте?
4. Як розрахувати кумулятивні заряди?
5. Які додаткові правила безпеки при роботі з кумулятивними зарядами ви знаєте?

## ПІДРИВАННЯ ГРУНТІВ ПІД ВОДОЮ

## 8.1. Підривання каменів накладними зарядами

Великі камені (валуни) об'ємом до  $15 \text{ м}^3$ , можна роздробити або відкинути у бік зарядом вибухової речовини.

Кількість вибухової речовини приймають рівною  $5 \text{ кг}$  на  $1 \text{ м}^3$  каменю середньої міцності. Якщо буде застосовуватись амоніт, то вагу заряду слід збільшити на 20%.

При виконанні великої кількості підводних підривів валунів, а також при зміні міцності валуна вагу заряду слід скорегувати після першого пробного підривання.

Під час підривання окремих кам'яних глиб водолаз вкладає заряд збоку або зверху так, щоб він щільно прилягав до поверхні глиби. Після підривання валун дробиться на ряд кусків, які в залежності від величини, витягуються з води або залишаються на місці. Часто буває достатньо відсунути камінь у бік на декілька метрів, не дроблячи його на частини. Для відкидання у бік валунного каменя об'ємом  $3...10 \text{ м}^3$  на відстань  $15...25 \text{ м}$  на кожний кубічний метр каменя необхідно біля  $3 \text{ кг}$  вибухової речовини. Заряд підкладається під камінь з верхового (по течії) боку (рис. 8.1).

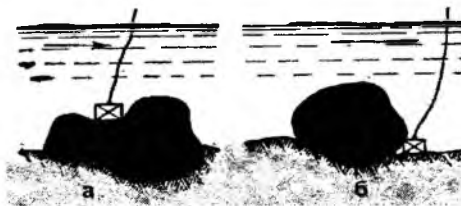


Рис. 8.1. Підривання каменю:  
розташування заряду *а* – на камені; *б* – під каменем

## 8.2. Підривання ґрунтів груповими зарядами

Групові заряди складають на ґрунт в один або декілька рядів у шаховому порядку.

Руйнівна дія вибуху заряду, який закладений на ґрунт або скельну породу, характеризується показником дії вибуху  $n$ , який являє собою відношення радіусу  $r$  (половини ширини) вирви до лінії найменшого опору  $h$  (рис. 8.2):

$$n = \frac{r}{h}. \quad (8.1)$$

Для зарядів викиду  $n > 1,0$ ; для зарядів рихлення  $n < 1,0$ .

З метою найбільш економної витрати ВР під час розрахунку зарядів викиду доцільно приймати:

для зосереджених зарядів  $n = 1,5 \div 3,0$  (найвигідніше значення  $n \approx 2,0$ );

для подовжених зарядів  $n = 2,0 \div 3,5$  (найвигідніше значення  $n \approx 2,7$ ).

Зосереджені заряди для улаштування вирв у ґрунтах і скельних породах розраховуються за формулою:

$$C = KMh^3, \quad (8.2)$$

а подовжені заряди для утворення ровів (траншей) – за формулою:

$$C_n = \frac{C}{l_n} = KM_n h^2, \quad (8.3)$$

де  $C$  – вага зосередженого або повна вага подовженого заряду, кг;

$C_n$  – погонна маса (в 1 пог. м) подовженого заряду, кг;

$l_0$  – повна довжина подовженого заряду, м;

$K$  – питомі витрати вибухової речовини, які залежать від властивостей ґрунту (матеріалу) та ВР, яка застосовується (таблиця 8.1), при можливості рекомендується уточнити значення  $K$  пробними вибухами;

$M$  і  $M_n$  – коефіцієнти, які залежать від показника дії вибуху (таблиця 8.2);

$h$  – лінія найменшого опору, м.

Якщо лінія найменшого опору  $h$  перевищує 25 м, то маса



зосередженого заряду, яка визначається за формулою 3, множиться на коефіцієнт  $0,2\sqrt{h}$  (де  $h$  у метрах).

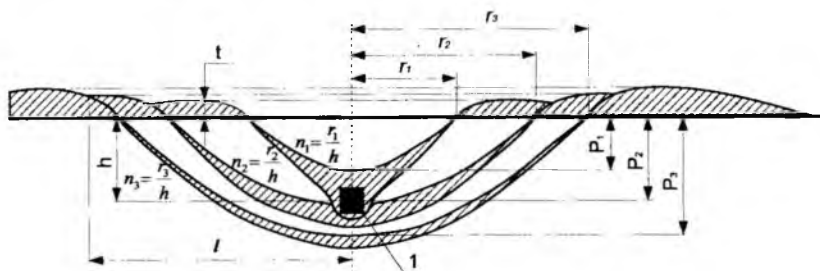


Рис. 8.2. Схема вивр при різних значеннях показника дії вибуху:  
1 – положення заряду.

Подовжені заряди, які розташовуються перпендикулярно або під нахилом до вільної поверхні, при їх довжині, яка не перевищує 30/40 поперечних розмірів, розраховуються, як зосереджені.

Таблиця 8.1.

**Значення питомої витрати ВР  
K (при ВР нормальної потужності\*)**

Найменування ґрунтів і скельних порід	Значення K, кг/м <sup>3</sup>
Свіжонасипана рихла земля	0,37-0,47
Рослинний ґрунт	0,47-0,81
Супісок	0,80-1,10
Суглинок	0,97-1,19
Пісок щільний або вологий	1,19-1,27
Глина	1,17-1,28
Сипучий пісок	1,51-1,69
Міцні глини, лес, крейда, гіпс, туфи з тріщинами, щільна важка пемза, конгломерат і брекчії на вапняковому цементі	1,28-1,50
Піщаник на глинистому цементі, сланець глинистий, вапняк, мергель, щільна карбонова глина	1,28-1,64
Піщаник на вапняковому цементі, доломіт, вапняк, магnezит, кріпкий мергель	1,28-1,78
Міцний піщаник та вапняк	1,36-2,00
Граніт, гранодіорит	1,78-2,28
Кварцит	1,78-2,00
Базальт, андезит	1,78-2,28
Порфірит	2,00-2,15
Бетон будівельний	2,00-2,60
Залізобетон (вибивання бетону)	6,8

\* Для амонітів значення K збільшується в 1,2 рази, а для аміачної селітри і динамонів – в 1,8 разів.

Таблиця 8.2

Значення коефіцієнтів  $M$  і  $M_n$ 

$n=0/1,00$																				
$n$	0,00	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00
$M$	0,33	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,39	0,41	0,43	0,46	0,49	0,53	0,57	0,61	0,66	0,72	0,78	0,84	0,92	1,00
$M_n$	0,43	0,43	0,44	0,45	0,46	0,47	0,48	0,50	0,52	0,54	0,57	0,60	0,62	0,66	0,70	0,73	0,78	0,82	0,87	0,92
$n=1,05/2,00$																				
$n$	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45	1,50	1,55	1,60	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95	2,00
$M$	1,09	1,19	1,29	1,41	1,54	1,67	1,82	1,98	2,16	2,35	2,55	2,77	3,00	3,25	3,52	3,81	4,12	4,45	4,80	5,17
$M_n$	0,97	1,03	1,08	1,15	1,21	1,29	1,35	1,43	1,51	1,59	1,67	1,76	1,85	1,95	2,04	2,14	2,25	2,35	2,48	2,59
$n=2,05/3,00$																				
$n$	2,05	2,10	2,15	2,20	2,25	2,30	2,35	2,40	2,45	2,50	2,55	2,60	2,65	2,70	2,75	2,80	2,85	2,90	2,95	3,00
$M$	5,59	5,99	6,41	6,91	7,42	7,95	8,51	9,11	9,74	10,4	11,1	11,8	12,6	13,4	14,3	15,2	16,1	17,1	18,1	19,2
$M_n$	2,70	2,82	2,95	3,08	3,21	3,35	3,48	3,63	3,78	3,94	4,08	4,25	4,40	4,57	4,76	4,92	5,09	5,28	5,46	5,65
$n=3,1/5,00$																				
$n$	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,00
$M$	21,5	24,1	26,8	29,8	33,0	36,5	40,3	44,4	48,8	53,5	56,6	64,0	69,8	76,0	82,6	89,6	97,1	105	113	122
$M_n$	6,04	6,45	6,87	7,32	7,77	8,25	8,72	9,20	9,75	10,3	10,85	11,42	12,00	12,6	13,24	13,9	14,55	15,18	15,95	16,65
$n=5,5/20,0$																				
$n$	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
$M$	175	243	330	438	571	732	924	1151	1418	1727	2494	3483	4747	6315	8233	10548	13305	16566	20372	24780
$M_n$	20,4	24,8	29,6	34,8	40,5	46,7	53,5	60,64	68,60	76,69	95,85	115,2	137,7	162,6	189,8	219,1	251,0	285,3	322,0	361,2

Відстань між зарядами в одному ряду приймають  $(1,5-3)l$ , між окремими рядами  $(1-2)l$ , де  $l$  – глибина рихлення ґрунту.

Глибина води над накладними зарядами повинна бути не менше  $2l$ , якщо вона менша, то вагу заряду слід збільшити:

при глибині  $2l / 0,7$  вагу слід збільшити на 25%;

при глибині  $2l / (0,7-0,35)$  вагу слід збільшити на 25-50%.

При розташуванні зарядів безпосередньо на наносах, що вкривають ґрунт, які підлягають подрібненню,  $l$  приймають як додаток заданої глибини рихлення скельної породи і товщини слою наносу.

Накладні заряди вагою менше 6 кг для рихлення скельних порід застосовувати недоцільно.

### 8.3. Розрахунок зарядів з піроксилінового пороху

Вагу подовженого порохового заряду розраховують на 1 метр траншеї. Загальну кількість пороху на всю траншею визначають множенням отриманого значення ваги на довжину траншеї в метрах.

Вагу 1 метра заряду визначають за формулою:

$$C = Kth^2 \text{ кг}, \quad (8.4)$$

де  $K$  – коефіцієнт, що залежить від категорії ґрунту (табл. 8.1);

$t$  – коефіцієнт, що залежить від глибини траншеї, що розробляється,  $h$  і глибини води над зарядом  $H$  (табл. 8.3);

$h$  – глибина траншеї, що розробляється, в метрах.

Таблиця 8.3.

Таблиця коефіцієнтів  $t$

Глибина води над зарядом, м	Величина коефіцієнта $t$ для траншей глибиною				
	0,5 м	1,0 м	1,5 м	2,0 м	2,5 м
0,5	7,85	7,5	8,9	10,0	9,2
1,0	9,6	7,5	8,4	8,8	7,15
1,5	12,0	7,85	8,1	8,2	6,15

Глибина води над зарядом, м	Величина коефіцієнта $t$ для траншей глибиною				
	0,5 м	1,0 м	1,5 м	2,0 м	2,5 м
2,0	16,0	8,5	8,3	8,05	5,75
2,5	20,8	9,55	8,7	8,05	5,55
3,0	25,8	11,0	9,25	8,05	5,45
3,5	31,0	12,6	9,9	8,25	5,45
4,0	37,0	14,5	10,65	8,45	5,5
5,0	52,0	18,6	12,3	9,05	5,65

Під час проведення перших підривань коефіцієнти  $K$  і  $t$  уточнюються пробними підриваннями. Формула (8.4) враховує категорію ґрунту, глибину траншеї, глибину води над зарядом, частковий обвал ґрунту назад в траншею відразу після підривання.

Визначивши вагу заряду на 1м траншеї, (за формулою 8.5) визначасмо діаметр заряду:

$$d = 3,85 \sqrt{C}, \text{ см} \quad (8.5)$$

де  $d$  – діаметр заряду, в см;

$C$  – вага заряду, в кг.

Ширина тканини для мішка визначається за формулою:

$$b = 3,14 \times d + 2, \text{ см} \quad (8.6)$$

Подовжені заряди дають найбільш позитивний результат при розробці траншей глибиною до 1,5 метра, на її дно укладають другий заряд, підривання якого, в подальшому, призведе до поглиблення траншеї.

Якщо траншею розробляють при глибині води до 0,5 метра, бажано поглибити ґрунт і в канавку закласти подовжений заряд, щоб глибина води була не менше 0,5 метра. При глибині води більше 0,5 метра заряд укладають безпосередньо на ґрунт або в невеличку траншею, яку слід зробити порохом зарядом.

#### 8.4. Перевірка коефіцієнтів $K$ і $t$ з формули (8.4)

Перед початком підричних робіт по розробці траншей проводять випробувальне підривання подовженого заряду для уточнення коефіцієнтів  $K$  і  $t$  у формулі (8.4) з метою корегування розрахунків.

Для випробування беруть заряд довжиною 5 метрів і підривають його під водою в умовах близьких до фактичних умов виконання робіт в подальшому. Глибину отриманої траншеї заміряють до 5...10 см. Якщо отримана глибина не відповідає розрахунковій, слід провести корегування додатка коефіцієнті ( $K \times t$ ) за формулою:

$$Kt = \frac{C1}{h^2} \quad (8.7)$$

де  $C1$  – вага заряду 1 метру, що підбирається, в кг;

$h$  – заміряна глибина траншеї, в м.

Необхідну вагу заряду визначають за формулою (8.4) після підстановки в неї нового коефіцієнта  $Kt$ .

Для більш якісного визначення ваги заряду, що в подальшому буде використовуватись, випробувальне підривання слід повторити два рази.

#### 8.5. Укладання подовжених зарядів на ґрунт

Заряди на ґрунт слід укладати з кормової палуби плавзасобу окремими ділянками по 50 метрів. Заряди збирають на палубі і в подальшому при укладанні стежать, щоб мішок із зарядом не розірвався і укладка відбувалась у зазначеному місці. З метою запобігти розриванню заряду, його слід прив'язати до сталевого тросу, щоб зусилля при укладанні, трос сприймав на себе.

Після укладання заряд обстежують водолази по всій довжині. Якщо буде виявлено розриви мішків, то їх слід усунути, а місця розривів необхідно укласти додаткові невеличкі заряди.

При водолазному обстеженні особливу увагу слід звернути на: правильність укладання заряду по визначеній трасі; заряд повинен бути безперервним по усій довжині траси.

Якщо траншею не використовують відразу після закладання заряду і можливе її замивання ґрунтом, то заряд слід закласти у траншею, а один кінець вивести на берег або на укіс траншеї, або позначити. Само підривання слід робити безпосередньо перед використанням траншеї.

### 8.6. Підривання порохових зарядів

Для підривання порохових зарядів використовують додаткові детонатори (додаткові заряди):

тротилову шашку вагою 200 або 400 *грам*, яку підривають електродетонатором;

тротиловий заряд вагою 2...4 *кг*, під час підривання артилерійського пороху, або різних марок пороху;

за допомогою бойовика, виготовленого з тротилової шашки та ДШ;

безкапсульним зарядом з мішечка з порохом, навколо якого обмотано 6...8 витків ДШ.

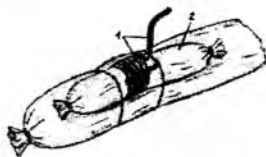


Рис. 8.3. Безкапсульні заряди: 1 – мішок з порохом; 2 – ДШ.

Два останніх типи зарядів не мають детонаторів і відповідно є найбільш безпечними при використанні під водою.

Під час підривання зарядів великої довжини слід враховувати можливість неповного підривання всього заряду, а підривання лише окремої її частини. Для підривання залишків заряду необхідно мати у

готовності додатковий пороховий заряд довжиною 5...6 метрів (бойовик). Водолаз закладає додатковий заряд у місці закінчення детонації основного заряду (між частинами заряду, що не підірвався), виходить на поверхню, а потім підривник підриває закладений заряд.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які способи підривання каменів накладними зарядами ви знаєте?
2. Які способи підривання ґрунтів груповими зарядами ви знаєте?
3. Як розрахувати заряди із піроксилінового пороху?
4. Яким способом перевіряється коефіцієнтів  $K$  і  $l$  з формули розрахунку?
5. Як подовжені заряди укладаються на ґрунт?
6. Які способи підривання порохових зарядів ви знаєте?

## ПІДРИВАННЯ ДЕРЕВА ПІД ВОДОЮ

## 9.1. Перебивання паль та деревини

Під час аварійно-рятувальних, суднопідйомних і підводно-технічних робіт виникає необхідність у перебиванні під водою окремих паль, колод, кущів паль, шпунтового ряду та інших дерев'яних конструкцій. Для цього використовують накладні заряди, які щільно прилягають до конструкцій, що підриваються. В окремих випадках, коли накладний заряд може викликати заві руйнування об'єкта, водолази просвердлюють у дереві шпурі діаметром 32 мм та закладають у них шпурові заряди.

Дерев'яні елементи конструкцій (колоди, бруси, двотаврові балки, пакети колод, кущі паль) підривають зовнішніми зарядами. Заряди, що застосовуються для підривання дерев'яних елементів, можуть бути як контактними, так і неконтактними; перші за своєю формою можуть бути зосередженими, подовженими і фігурними, другі – тільки зосередженими. Усі перераховані види зарядів можна застосовувати для підривання дерев'яних елементів конструкцій як на суші, так і під водою.

Маса контактного заряду, необхідного для перебивання колоди, визначається за формулою

$$C = Kd^2, \quad (9.1)$$

де  $C$  – маса заряду, в *грамах*;

$d$  – діаметр колоди в *сантиметрах*;

$K$  – коефіцієнт, що залежить від породи (міцності, таб. 9.1).

При підриванні колод діаметром більше 30 см маса заряду множить на величину  $\frac{d}{30}$ .



Значення коефіцієнта К

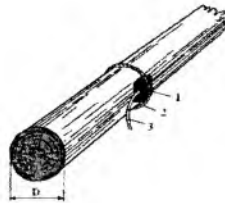
Порода деревини	Стан деревини	
	Суха	Свіжозрубана, волога і на корені
Слабкі породи (осика)	0,80	1,00
Породи середньої міцності (сосна, ялинка)	1,00	1,25
Міцні породи (дуб, клен, бук, ясьень, береза)	1,60	2,0

**Приклад.** Потрібно підірвати контактним зарядом свіжозрубану соснову колоду діаметром 35 см. Визначасмо масу заряду (за формулою 9.1)

$$C = K d^2 = 1,25 \cdot 35^2 = 1530 \text{ г}$$

Ураховуємо, що діаметер колоди більший 30 см, множимо масу заряду на величину  $\frac{d}{30}$ .  $C_1 = 1530 \frac{d}{30} = 1530 \frac{35}{30} = 1786 \text{ г}$

Приймасмо масу заряду 1800 г із розрахунку чотири великих і одна мала тротиліві шашки або дев'ять малих тротиліових шашок. На рис. 9.1 показано перебування колоди діаметром до 30 см однією тротиліовою шашкою за допомогою ДШ.

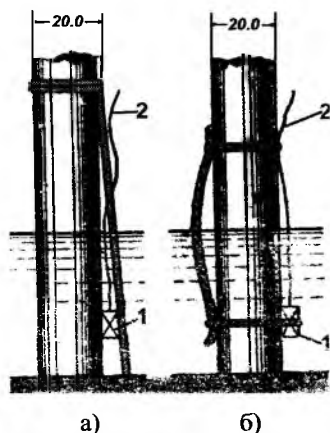


**Рис. 9.1.** Підривання колоди зосередженим зарядом:  
1 – заряд; 2 – дріт (шпагат); 3 – ДШ.

Заряд повинен міцно кріпитися до колоди, що підривається, щільно без зазору (рис. 9.1).

Для вибухової речовини пониженої потужності значення К збільшується у двое. Вага шпурових зарядів приймається у 5 разів менше ваги накладних зарядів. Для перебування палі приймається одна велика

або дві малі тротилові шашки, які прив'язуються до палі шпагатом, як показано на рис. 9.2.



**Рис. 9.2. Перебивання палі зарядами, які розташовані під водою та їх закріплення:**

а – за допомогою колу; б – за допомогою обруча.

1 – заряд; 2 – ДШ або електродетонатор.

При підриванні колод ПВВ-4 доцільно застосовувати кільцеві заряди в оболонках, які охоплюють колоду по всьому периметру (рис. 9.3). У цьому випадку маса заряду, визначається (за формулою 9.1) і зменшується на 1/3.



**Рис. 9.3. Підривання колоди кільцевим зарядом із пластичної ВР:**

1 – заряд ПВВ в оболонці; 2 – стрічка; 3 – ДД; 4 – ЕДП.

## 7.2. Перебивання брусу

Маса контактного заряду, необхідна для перебивання брусу, визначається за формулою:

$$C = KF, \quad (9.2)$$

де  $C$  і  $K$  – значення, наведені у формулі 9.1;

$F$  – площа поперечного розрізу брусу у квадратних *сантиметрах*.

Якщо товщина брусу  $h$  більша 30 *сантиметрів* (вимірюється у напрямку дії вибуху) маса заряду множиться на  $\frac{h}{30}$ . Складені бруси під час розрахунку зарядів приймаємо за цілі.

**Приклад.** Потрібно підірвати контактним зарядом сухий сосновий брус шириною 40 *см*, товщиною 32 *см*.

Маса заряду визначається за формулою:

$$C = KF \frac{h}{30} / \alpha \text{ при } h > 30 \text{ см}$$

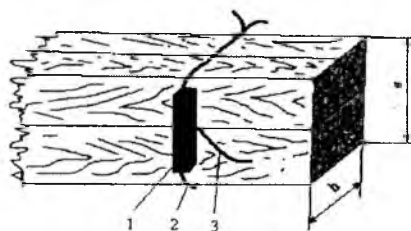
для сухої сосни – 1,0 (табл. 9.1);

площа поперечного перерізу брусу  $F = 40 \cdot 32 = 1280 \text{ см}^2$ ;

$$C = 1 \cdot 1280 \frac{32}{30} = 1365 \text{ г}$$

Приймаємо 1400 *г* (три великі та одна мала тротиліві шашки або 7 малих тротилілових шашок).

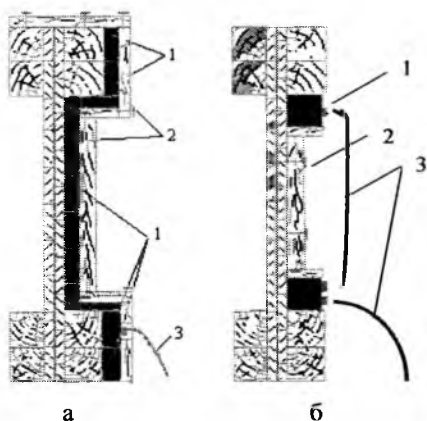
Заряд розміщується на брусі поперек його широкої грані (рис. 9.3).



**Рис. 9.3.** Підривання складеного дерев'яного бруса:  
1 – заряд; 2 – шпагат (дріт); 3 – дріт електродетонатора.

Дерев'яні балки двотаврового розрізу найбільш ефективно підривати фігурними зарядами (рис. 9.4.а). Маса кожної складової частини фігурного заряду визначається (за формулою 9.2); (Примітка: внаслідок малої товщини стінки заряду для її перебивання визначається, як правило, за умови перекриття цієї частини балки по всій висоті одним рядом малих шашок). Частини фігурних зарядів, які не прилягають одна до другої впритул, повинні з'єднуватись між собою з'єднувальними шашками. Маса з'єднувальних шашок не включається у розрахункову масу заряду.

Балка двохтаврового розрізу може бути підірвана двома окремими зосередженими зарядами, розміщеними в кутах верхніх і нижніх поясів з вертикальною стінкою (рис. 9.4.б). По масі кожний із цих зарядів приймаємо двічі більшим порівняно із зарядом, визначеним за умовою перебивання відповідного пояса як окремого бруса.



**Рис. 9.4. а,б. Підривання дерев'яних балок двотаврового розрізу:**

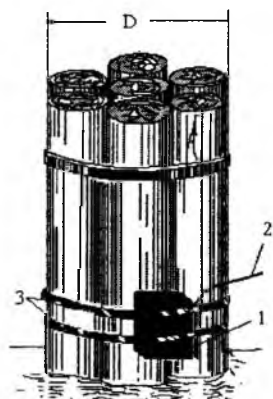
а – фугасним зарядом; б – зосередженим зарядом.

1 – заряди; 2 – дощате кріплення зарядів; 3 – відрізок ДШІ з капсулами-детонаторами на кінцях.

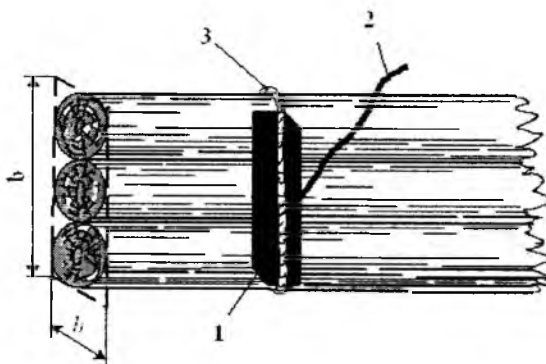
Підривання пакетів колод і зосереджених кущів паль (рис. 9.5) проводиться зосередженими зарядами. Маса заряду, необхідного для перебивання пакета колод (куща паль), визначається (за формулою 9.1); в якості розрахункового діаметра приймається загальний необхідний

діаметер пакета у сантиметрах.

При підриванні плоских пакетів більш ніж із двох колод (рис. 9.6) заряди доцільно розміщувати, як показано на рисунку. Розрахунок зарядів у цьому випадку проводиться (за формулою 9.2); за розрахункову площу поперечного розрізу пакета приймається площа описаного біля нього прямокутника.



**Рис. 9.5.** Підривання зосередженого куша паль контактним зарядом: 1 – заряд; 2 – відрізок дротів електродетонатора; 3 – мотузка (дріт).



**Рис. 9.6.** Підривання плоского пакета колод зовнішнім зарядом: 1 – заряд; 2 – відрізок дроту електродетонатора; 3 – мотузка (дріт).

**Приклад.** Потрібно підірвати зосереджений куш сухих соснових паль, який має загальний найбільший діаметр 60 см.

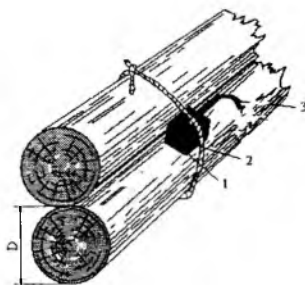
Визначається вага заряду (за формулою 9.1)

$$C = Kd^2 = 1 \cdot 60^2 = 3600 \text{ г}$$

Враховуючи, що діаметер куца паль більший 30 см, множимо масу заряду на  $\frac{d}{30}$ :

$$C_1 = Kd^2 \frac{d}{30} = 3600 \frac{d}{30} = 7200 \text{ г (вісімнадцять великих тротилових шашок)}.$$

Пакет із двох колод підривається зосередженим зарядом (рис. 9.7), розрахованим на перебування одної (більш товстої) колоди, що кріпиться в паз.



**Рис. 9.7.** Підривання пакета з двох колод:

1 – заряд; 2 – шпагат (дріт); 3 – відрізок ДШІ з капсулями-детонаторами на кінцях.

При підриванні окремих колод, брусів і пакетів колод (зосереджених куців паль) контактними зарядами під водою, маса цих зарядів визначається (за формулами 9.1 і 9.2), і зменшується вдвічі.

Вказане правило діє у тих випадках, коли глибина занурення заряду у воду рівна або більша подвоєної товщини елемента, що підривається. При меншому зануренні зарядів їх маса визначається за умовами підривання елементів у повітрі.

**Приклад.** Потрібно підірвати під водою на глибині 60 см контактним зарядом соснову сваю діаметром 28 см.

Визначам масу заряду (за формулою 9.1)

$$C = K d^2 = 1,25 \cdot 28^2 = 980 \text{ г}$$

Враховуючи, що заряд розташований під водою на глибині більше подвосної товщини сваї, зменшуємо його вдвічі.

$$C_1 = 980:2=490 \text{ г}$$

Приймаємо заряд 600 г (одну велику і одну малу або три малі тротиліві шашки).

### 9.3. Перебивання шпунтового ряду

Для перебивання шпунтового ряду рекомендується застосовувати подовжені заряди, які розташовані по усій довжині конструкції, що перебивається. Заряди повинні бути щільно прижаті до шпунтової стінки та пригружені баластом (рис. 9.8).

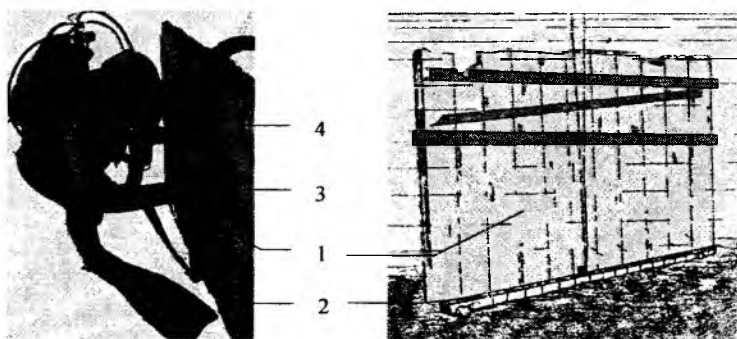


Рис. 9.8. Перебивання шпунтового ряду

1 – шпунтова стінка; 2 – заряд ВР; 3 – долатковий детонатор; 4 – електродетонатор.

Вага заряду визначається за формулою:

$$C = 0,5 b l, \text{ г} \dots \dots \dots (9.3)$$

де,  $b$  – товщина шпунтового ряду, що перебивається, в см;

$l$  – довжина стінки, в см.

Якщо шпунтовий ряд зроблений з дерева твердих порід (дуб, бук), одержану вагу заряду збільшують у 1,5 рази.

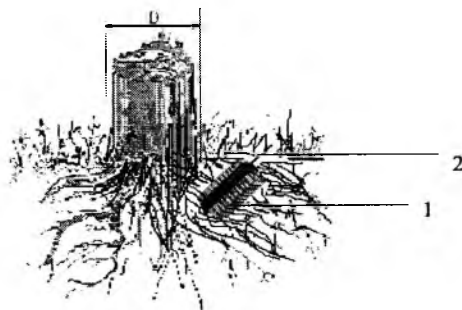
#### 9.4. Підривання пнів

Викорчовування пнів проводиться шляхом підривання зосереджених зарядів, закладених в ґрунт між корінням (рис. 9.9).

Маса заряду, необхідного для викорчовування пня, залежить від породи деревини, свіжості пня, розвитку кореневої системи, міцності ґрунту тощо.

Орієнтовно може бути визначена з розрахунку 10...20 гр ВР на кожний сантиметр діаметра пня біля поверхні землі. Прийнята розрахункова маса заряду повинна бути перевірена пробним вибухом.

Заряд для корчовування закладається серед коренів пня. При наявності стрижневого кореня заряд повинен прилягати впритул до нього.



**Рис. 9.9. Підривання (викорчовування) пня:**  
1 – заряд; 2 – відрізок ДШ.

#### Питання для самоконтролю

1. Які способи перебивання паль та деревини ви знаєте?
2. Як розрахувати заряд для перебивання брусу?
3. Яким способом перебивається шпунтовий ряд?
4. Як підірвати пень?



## РОЗДІЛ 10

### ПОДІЛ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ ПІДРИВАННЯМ

#### 10.1. Перебивання сталюї плити

Сталеві елементи конструкцій (листи, балки, труби, стержні, троси) підривають контактними зовнішніми зарядами, які можуть бути за своєю формою подовжені, зосереджені й фігурні. Підривання сталевих елементів конструкцій неконтактними зарядами проводяться лише в окремих випадках та за умови, що кінці елементів надійно закріплені у вузлах конструкції.

Контактні заряди повинні щільно прилягати до металевих елементів. У випадках нещільного прилягання зарядів величина повітряного зазору, висота головки заклепки, товщина зварювального шва та інше включаться у розрахункову товщину елементів, які перебиваються.

Сталеві листи підриваються (перебиваються) подовженими зарядами, які перекривають їх по всій ширині (рис. 10.1). У випадку пророблення пробоїни у сталевих листах зарядом перекривають тільки частину ширини листа, яка рівна розрахунковій довжині пробоїни.

Маса зарядів, необхідних для перебивання листів товщиною до 2 см включно, визначається за формулою:

$$C = 20F, \quad (10.1)$$

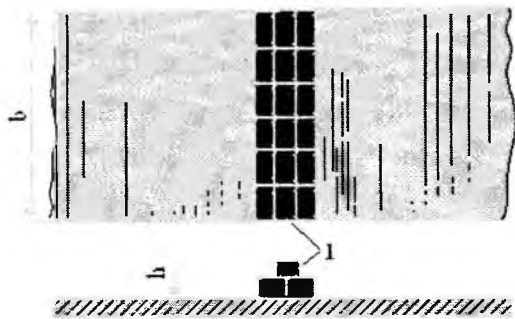
а для перебивання листів товщиною більше 2 см – за формулою:

$$C = 10 hF, \quad (10.2)$$

де  $C$  – маса заряду в грамах;

$h$  – розрахункова товщина листа в см;

$F$  – площа поперечного перерізу листа по площині перебивання у см<sup>2</sup>.



**Рис. 10.1.** Підривання сталевго листа подовженням зарядом:  
1 – заряд із тротилових шашок;  $h$  – товщина листа;  $b$  – ширина листа.

Крім формул 10.1 і 10.2 для визначення маси зарядів можна користуватися правилом їх розрахунку за товщиною листів. Відповідно до цього правила на кожний сантиметр товщини листа приймається: при товщині листа до 2 см включно один ряд малих тротилових шашок; при товщині листа більше 2 см –  $\frac{h}{2}$  рядів малих тротилових шашок ( $h$  – розрахункова товщина листа в см). При цьому дробові розміри товщини листів і дробові числа, що виражають кількість рядів шашок, округляються до цілих значень у бік збільшення. Подовжені заряди для перебивання сталевих листів можуть також виготовлятися із пластичних ВР ПВВ-4. Маса ПВВ-4 визначається (за формулою 10.1 і 10.2) без змін. Кількість ниток подовженого пластичного заряду, необхідного для перебивання сталевих листів, визначається за таблицею 10.1.

*Таблиця 10.1.*

**Кількість ниток подовженого пластичного заряду для перебивання сталевих елементів**

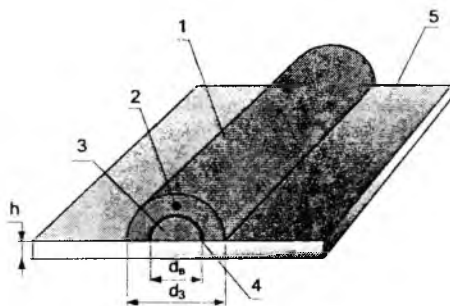
Товщина листа, см	Кількість ниток заряду, шт.	Товщина елементів, см	Кількість ниток заряду, шт.
До 1 см	1	3,5 – 4,0	4
1,0 – 1,5	1	4,0 – 4,5	5
1,5 – 2,5	2	4,5 – 5,0	6
2,5 – 3,5	3		

Для перебивання та пробивання сталевих листів товщиною більше 2 см доцільно застосовувати кумулятивні подовжені та зосереджені заряди.

Пробивна здатність кумулятивних зарядів визначається за таблицею 7.1.

Вага подовжених кумулятивних зарядів із ПВВ-4 (рис. 10.2) визначається за формулою 10.2 із зменшенням вдвічі.

Подовжений кумулятивний заряд (рис. 10.2) виготовлюється у формі напівциліндра з напівциліндричною порожниною, облицьованою жерстю. Діаметр кумулятивної порожнини  $d_B$  приймається рівним півтораразній товщині листа, що перебивається ( $d_B=1,5h$ ). Зовнішній діаметр заряду  $d_s$  визначається у відповідності з масою останнього.



**Рис. 10.2.** Подовжений кумулятивний заряд з ПВВ-4:

1 – заряд; 2 – запальвальне гніздо; 3 – кумулятивна порожнина; 4 – металева обкладка; 5 – лист, що перебивається.

Маса зосереджених кумулятивних зарядів із тої ж ВР (рис. 10.3) визначається за формулою:

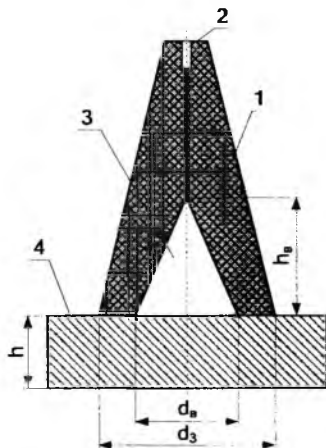
$$C=2,5h^3, \quad (10.3)$$

де  $C$  – маса заряду, в грамах;

$h$  – товщина металевого листа, в сантиметрах.

Зосереджений кумулятивний заряд (рис. 10.3) виготовлюється у формі усіченого конуса з конічною порожниною без облицювання. Діаметр кумулятивної порожнини приймається на 25% більший товщини

листа, що підривається ( $d_B=1,25h$ ), висота порожнини – на 10% більша її діаметра ( $h_B=1,1d_B$ ), зовнішній діаметр нижньої основи заряду – на 20...30 мм більший діаметра порожнини ( $d_3=d_B+20\text{...}30$  мм), діаметр верхньої основи заряду – не менший 10 мм; висота і точні значення діаметрів нижньої та верхньої основ заряду визначаються відповідно до його маси (формула 10.2).



**Рис. 10.3.** Зосереджений кумулятивний заряд з ПВВ-4:

1 – заряд ВР; 2 – запалювальне гніздо; 3 – кумулятивна порожнина; 4 – плита, що пробивається.

При перебиванні та пробиванні броньованих листів маса як кумулятивних, так і некумулятивних зарядів визначається за правилами розрахунку зарядів для підривання звичайних сталевих листів зі збільшенням у два рази.

**Приклад 1.** Потрібно перебити сталевий лист шириною 80 см і товщиною 1,8 см. Визначити масу необхідного для цього подовженого заряду.

Визначасмо масу заряду за формулою 10.1

$$C = 20F = 20 \cdot 1,8 \cdot 80 = 2900 \text{ г}$$

Округлено приймасмо вісім великих або шістнадцять малих тротилових шашок (3200 г) з укладанням їх відповідно в один чи два ряди

по всій ширині листа.

Визначасмо масу заряду за товщиною листа, округляючи її до 2 см. Кількість рядів малих шашок дорівнює двом, у кожному ряду повинно бути по вісім шашок; всього шістнадцять малих чи вісім великих шашок (3200 гр).

**Приклад 2.** Потрібно перебити сталеву смугу шириною 60 см, яка складається із двох сталевих смуг товщиною по 1,3 см з прокладками товщиною по 0,6 см, смуги з'єднані заклепками, висота голівок яких складає 0,5 см. Визначити масу подовженого заряду, необхідного для перебування смуги.

$$h=2\cdot 1,3+0,6+0,5=3,7 \text{ см.}$$

Визначасмо масу заряду за формулою 13:

$$C=10 hF=10\cdot 3,7\cdot 60\cdot 3,7=8200 \text{ гр.}$$

Округлено приймаємо сорок дві малі тротиліві шашки (8400 г) з укладанням їх в 7 рядів (можливо також застосувати вісімнадцять великих і шість малих шашок, укладаючи їх по шість штук в ряд).

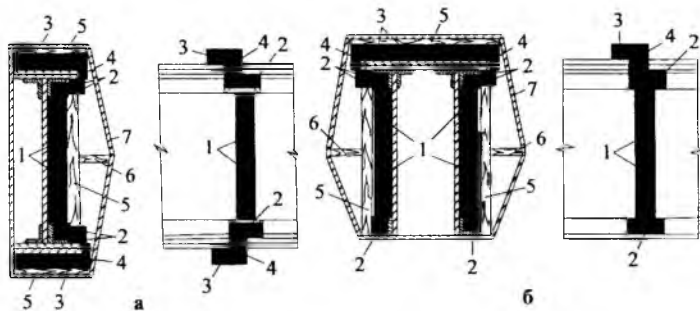
Визначити масу заряду за товщиною смуги, округляючи її до 4 см. Кількість рядів малих шашок дорівнює  $4/2\cdot 4=8$ ; у кожному ряду вкладається шість шашок, усього потрібно сорок вісім малих чи двадцять чотири великі шашки, тобто 9600 г.

## 10.2. Перебивання фігурного металу

Сталеві балки підриваються переважно фігурними зарядами. При проведенні робіт у скорочені строки застосовуються зосереджені заряди.

Фігурні заряди розташовують на балках, що підриваються так, щоб вони охоплювали їх поперечний розріз з кількох сторін. При цьому частини заряду, що діють в протилежних напрямках, повинні розміщуватися зі зміщенням одна відносно іншої по довжині балки (рис. 10.4).

Кожна складова частина фігурного заряду, призначена для перебування тої чи іншої частини балки, розраховується окремо, як у випадку перебування окремих листів. При розрахунку частин заряду по товщині листів на кожен пару поясних кутиків у складових балках додають по 2...3 великі шашки.



**Рис. 10.4. Підривання сталевих балок фігурними зарядами:**  
 а – балка двотаврового перетину; б – балка коробчатого перетину.

1 – заряди на стінках; 2 – заряди на кутиках; 3 – заряди на полицях; 4 – з'єднувальні шашки; 5 – дощаті накладки; 6 – розпірки; 7 – мотузка (дріт).

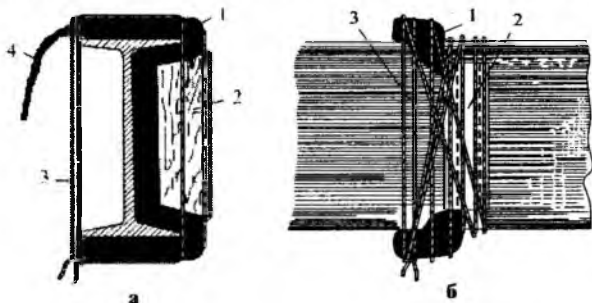
Складові частини фігурного заряду виготовляються (в'яжуться) окремо одна від другої, а при укладанні на балку, що підривається, об'єднуються у загальний заряд за допомогою з'єднувальних шашок; маса цих шашок в розрахункову масу заряду не включаються.

Кріплення фігурних зарядів до балок, що підриваються, здійснюється за допомогою мотузок, м'якого дроту, дощатих накладок та розпірок. Кріплення проводиться в такому порядку: мотузку або дріт обводять два рази навколо розрізу, що перебуває, та зав'язують її з послабленням; потім під мотузку (дріт) підводять прив'язані до дощатих накладок частини заряду та притискають їх до балки за допомогою розпірок.

Для підривання сталевих балок доцільно застосовувати заряди із пластичної ВР в м'якій оболонці.

Кількість ниток (масу) того заряду визначають за таблицею 10.1,

кріплення його до балки, що підривається, показано на рис. 10.5.

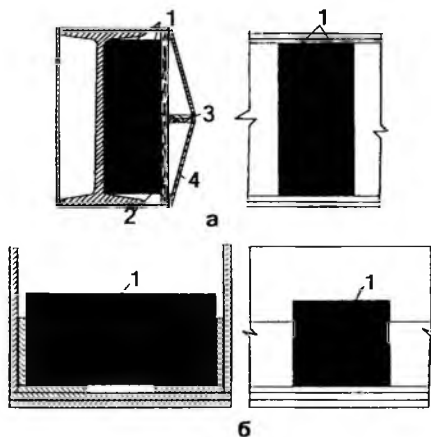


**Рис. 10.5. Підривання сталеві балки зарядом із пластичної ВР:**

а – поперечний розріз; б – вигляд збоку.

1 – заряд із ПВВ–4 в оболонці; 2 – дерев’яна колодка; 3 – шпагат; 4 – ДШ.

Зосереджені заряди, як правило, розміщуються у внутрішніх кутах в порожнинах, які утворюються полицями та стінками балок, які підриваються, де розріз їх виявляється найбільш потужним (рис. 10.5). Маса зосередженого заряду приймається вдвічі більшою порівняно з масою фігурного заряду, розрахованого на перебивання балки такого ж поперечного розрізу.

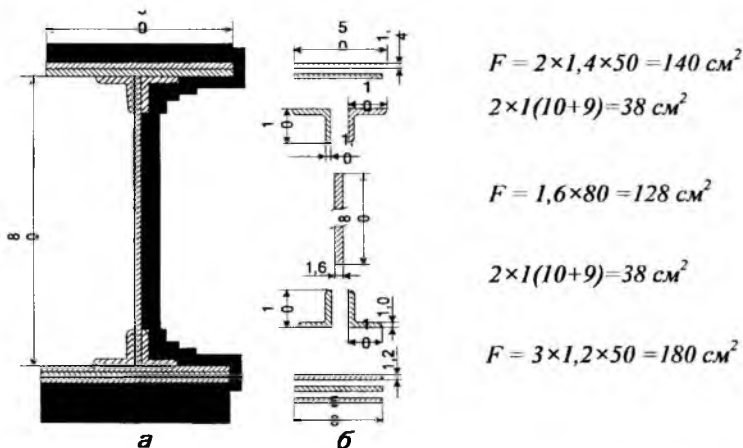


**Рис. 10.5. Підривання сталевих балок зосередженим зарядом:**

а – балка двотаврового розрізу; б – балка коробчатого розрізу.

1 – заряди; 2 – дощата накладка; 3 – розпірка; 4 – джгут із дроту (мотузка).

**Приклад 1.** Потрібно перебити двотаврову сталеву балку (рис. 10.6). Визначити масу необхідного для цього фігурного заряду шляхом розрахунку за площею поперечного перетину елементів балки.



**Рис. 10.6.** Схема розрахунку і складання фігурного заряду для підривання двотаврової сталеві балки:



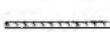
а – поперечний перетин балки з розташуванням шашок ВР (кріплення не показано); б – схема обчислення площ поперечного перетину елементів балки.

**Приклад 2.** Згідно даних попереднього прикладу розрахувати фігурний заряд за товщиною елементів балки в рядах малих шашок тротилу.

#### Рішення прикладу 1

Найменування частин заряду	Схема елементів	Розрахунок частин заряду	Прийняті величини частин заряду		
			грам	шашок тротилу	
				великих	малих
Заряди для верхньої полиці		$C_1 = 10hF = 10 \cdot 2,8 \cdot 140 = 3920$	4000	10	-
Заряди для верхніх поясних кутів		$C_2 = 20F = 20 \cdot 38 = 760$	800	1	2
Заряд для стінки		$C_3 = 20F = 20 \cdot 128 = 2560$	3200	8	-



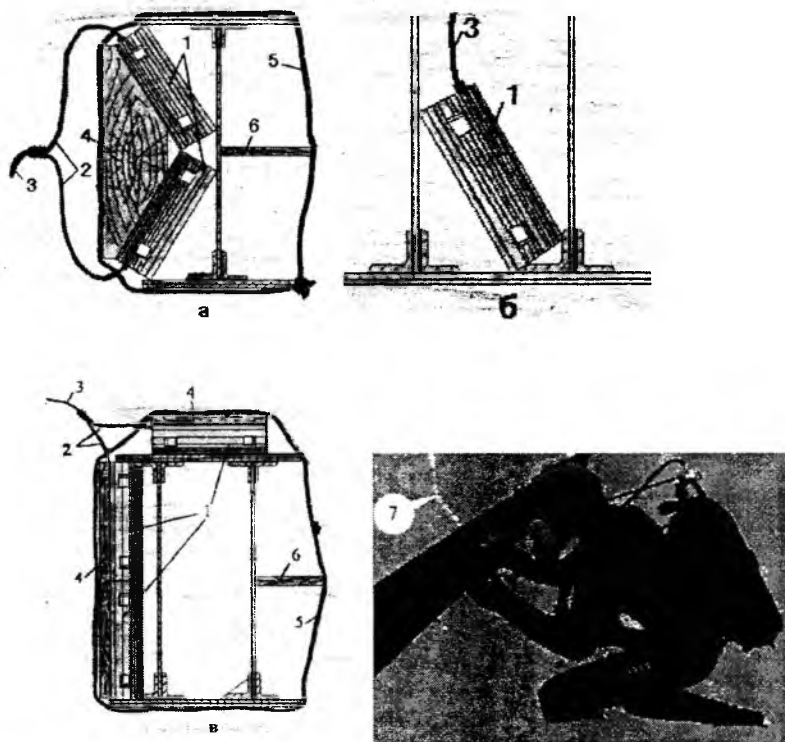
Найменування частин заряду	Схема елементів	Розрахунок частин заряду	Прийняті величини частин заряду		
			грам	шашок тротилу	
				великих	малих
					
Заряд для нижніх поясних кутиків		$C_4 = 20F = 20 \cdot 38 = 760$	800	1	2
Заряд для нижньої полиці		$C_5 = 10hF = 10 \cdot 3.6 \cdot 180 = 6480$	7000	15	5
З'єднувальні шашки		Без розрахунку	800	-	4
Загальна маса			16600	35	13

### Рішення прикладу 2

Найменування частин заряду	Елементи балки		Розрахунок частин заряду в рядах малих шашок	Прийняті величини частин заряду, шашок тротилу	
	схема	Розрахункові розміри, см		великих	малих
Заряди для верхньої полиці		50×3	$3 \cdot \frac{3}{2} = 5$ рядів	10	5
Заряди для верхніх поясних кутів		Одна пара	За ст. 144	1	2
Заряд стінки		80×2	2·1=2 ряди	8	-
Заряд для нижніх поясних кутиків		Одна пара	За ст. 144	1	2
Заряд для нижньої полиці		50×4	$\frac{4}{2} \cdot 4 = 8$ рядів	20	-
З'єднувальні шашки		-	Без розрахунку	-	4
Всього				40	13

Для перебування сталевих балок, які мають велику площу поперечного перетину, можуть застосовуватись подовжені кумулятивні

заряди КЗУ; способи укладання їх на балки, що підриваються, (рис. 10.7) вибираються в залежності від форми поперечного перетину цих балок і типу зарядів, що застосовуються.



**Рис 10.7. Підривання сталевих балок подовженням зарядом КЗУ:**

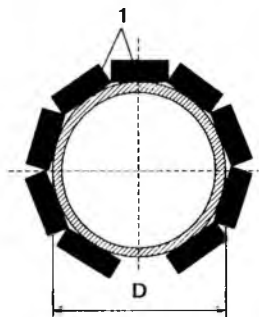
а – балка двотаврового розрізу; б – балка незамкнутого коробчастого розрізу; в – балка замкнутого коробчастого розрізу; г – спосіб кріплення заряду водолазом.

1 – заряди; 2 – відрізки ДШ з капсулями-детонаторами; 3 – ДШ на поверхню; 4 – дощата накладка; 5 – дріт; 6 – розпірки; 7 – дріт електродетонатора.

### 10.3. Перебивання сталевих металевих труб

Сталеві труби і пустотілі колони підриваються зарядами, розташованими на зовнішній поверхні труб (колон) протягом не менше  $\frac{3}{4}$  їх окружності (рис. 10.8). Розрахунок зарядів проводиться за площею

поперечного перетину стінок або за їх товщиною у відповідності з вказівками, викладеними раніше.



**Рис. 10.8.** Підривання пустотілої сталеві колони (труби) зовнішнім зарядом із тротилових шашок:

1 – заряд.

**Приклад.** Потрібно перебити сталеву пустотілу колону циліндричної форми діаметром 32 см при товщині стінок 2 см. Визначити масу зовнішнього заряду, необхідного для цього.

Визначаємо площу поперечного перетину стінки

$$F \approx \pi D a = 3 \cdot 32 \cdot 2 = 192 \text{ см}^2$$

Визначаємо масу заряду за формулою 18

$$C = 20F = 20 \cdot 192 = 3840 \text{ г}$$

Заокруглюємо до 4000 г (десять великих або двадцять малих тротилових шашок). Такий заряд встановлюється у вигляді одного ряду великих або двох рядів малих тротилових шашок, охоплює колону майже по колу.

Для підривання сталевих труб і пустотілих колон зручніше застосовувати кільцеві заряди із пластичної ВР (див. рис. 9.3). Маса кільцевого заряду із ПВВ-4 приймаємо рівною масі заряду із тротилових шашок. На озброєнні Збройних Сил України перебувають кумулятивні заряди промислового виготовлення, які застосовуються для перебивання сталевих стержнів, тросів та інших металевих вузлів згідно своїх технічних характеристик (таблиця 7.1).

#### 8.4. Перебивання сталевих валів, тросу, якірного ланцюга

Перебивання сталевих валів, круглого прокату, а також тросів під водою проводять зосередженими зарядами, які складаються з двох частин. Заряди розташовуються з двох протилежних сторін елемента, що перебивається із зсувом один відносно одного.

Сталеві стержні, пруті, бруси та інше підриваються зосередженими зарядами, маса яких в залежності від товщини елементів визначається за формулою 10.1 або за формулою 10.2. Перебивання стержнів круглого перетину діаметром до 2 см включно доцільно підривати зарядами із тротилу масою 200 гр (одна мала шашка) або зарядом пластичної ВР масою 100 гр.

Маса заряду для перебивання стержня діаметром більше 2 см визначається за формулою:

$$C = 10d^3, \quad (10.4)$$

де  $C$  – маса заряду, в *грамах*;

$d$  – діаметр стержня (прута), в *сантиметрах*.

Заряд повинен розміщуватись так, щоб він перекривав усю ширину (діаметр) стержня і мав висоту не менше  $2\frac{1}{2}$  товщини стержня.

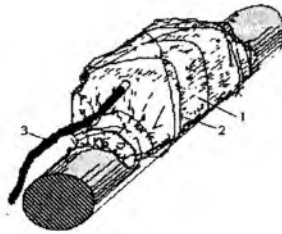
**Приклад.** Потрібно перебити круглий сталевий стержень (прут) діаметром 4,5 см. Визначити масу заряду, необхідну для цієї мети.

Визначасмо масу заряду (за формулою 10.4)

$$C = 10d^3 = 10 \cdot 4,5^3 = 910 \text{ г}$$

Округлюємо до 1000 г (дві великі і одна мала або п'ять малих тротилкових шашок).

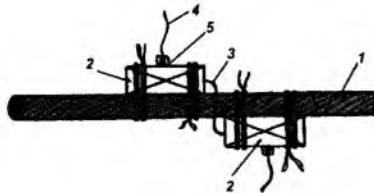
У випадку застосування ПВВ-4 для перебивання сталевих стержнів заряди розраховуються, як заряди із тротилкових шашок, із зменшенням у два рази; встановлення пластичного заряду на стержні показано на рис. 10.9.



**Рис. 10.9.** Перебивання сталевго стержня зарядом із пластичної ВР:

1 – заряд із ПВВ-4, обгорнутий тканиною; 2 – шпагат; 3 – дріт електродетонатора.

Сталеві троси перебиваються парними зосередженими зарядами із тротилових шашок, що кріпляться з протилежних сторін троса, зі зміщенням одного по відношенню до другого (рис. 10.10). Вибух обох зарядів повинен проводитись одночасно за допомогою електродетонатора.



**Рис. 10.10.** Підривання сталевго троса парними зосередженими зарядами із тротилових шашок:

1. – сталевий трос; 2 – заряди; 3 – з'єднувальний відрізок ДШ;  
4 – дріт електродетонатора; 5 – електродетонатор.

Маса кожного із двох зарядів, призначених для перебивання троса, визначається у відповідності з вказівками на формулу 10.4.

**Приклад.** Потрібно перебити сталевий трос діаметром 2,5 см. Визначити кількість ВР, необхідну для перебивання троса.

Визначаємо масу одного заряду (за формулою 10.4)

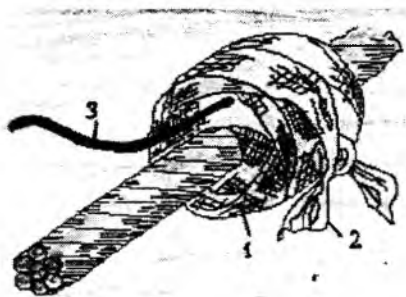
$$C = 10d^3 = 10 \cdot 2,5^3 = 156 \text{ г}$$

Округляємо до 200 г (одна мала тротилова шашка).

Визначаємо масу двох зарядів (загальну кількість ВР для перебивання троса).

$$2C = 2 \cdot 200 = 400 \text{ г (дві малі тротиліві шашки)}$$

Для перебивання тросів доцільно застосовувати кільцеві заряди із пластичної ВР ПБВ-4 (рис. 10.11). Трос перебивається одним кільцевим зарядом, маса якого визначається (за формулою 10.4) зі зменшенням на  $\frac{1}{4}$ .

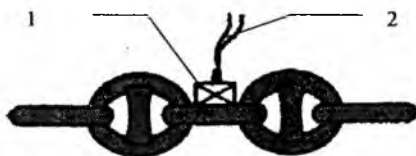


**Рис. 10.11.** Підривання сталевго тросу кільцевим зарядом із пластичної ВР: 1 – заряд із ПБВ-4; 2 – кріплення заряду бинтом, стрічкою; 3 –електродетонатор.

Якірні ланцюги з контрфорсами перебивають під водою одним зосередженим зарядом, які вкладають водолази між двома сусідніми ланками (рис. 10.12). Вага заряду визначається за формулою:

$$C = (50 \dots 80) d^2 \dots \dots \dots (10.5)$$

де,  $d$  – діаметр ланки (калібр) ланцюга, в см.



**Рис. 10.12.** Підривання якірного ланцюга: 1 – заряд ВР; 2 – електродетонатор.

## 8.5. Перебивання залізобетонних конструкцій

Перебивання залізобетонних конструкцій, як правило, проводиться з метою розчищення дна акваторії, фарватерів для здійснення необхідних глибин. Технологія розроблення залізобетонних конструкцій має свої особливості. У результаті дії вибуху в першу чергу руйнується бетон, сталеві стержні арматури частіше всього лише вигинаються та залишаються не перебитими. Збільшення розходу вибухової речовини для перебивання бетону разом з арматурою дає результат тільки до певної межі.

Практикою встановлено, що залізобетонні конструкції товщиною до 14 см можуть бути повністю перебиті зарядами вибухової речовини. При товщині більше 14 см руйнується тільки бетон, арматура, як правило, залишається не перебитою і її необхідно розрізати підводними різакми, перебивати додатковими зарядами або розривати сталевим тросом діаметром 50...60 мм, вибираючи його кінці лебідкою плавкрану або підтягуючи до берега по ґрунту.

Вагу зарядів для паль, колон та інших масивних споруджень визначають за формулою:

$$C = 35R^3 \quad (10.6)$$

де,  $R$  – товщина конструкції в м.

Одержаний шляхом розрахунку заряд ділять пополам та два напівзаряди розташовують з двох протилежних сторін як показано на рис. 10.13.

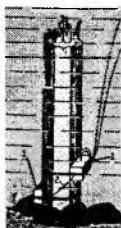


Рис. 10.13. Перебивання залізобетонної палі:  
1 – заряди; 2 – електродетонатор

### **Питання для самоконтролю**

1. Як розрахувати заряд для перебивання сталюї плити?
2. Яким способом перебивається фігурний метал?
3. Як перебиваються сталеві металеві труби?
4. Які способи перебивання сталевого валу, тросу, якірного ланцюга ви знаєте?
5. Як перебиваються залізобетонні конструкції?



**ПОДІЛ НА ЧАСТИНИ ЗАТОНУВШИХ КОРАБЛІВ І СУДЕН**

**11.1. Основні вказівки**

Затонулі кораблі та судна у разі, якщо вони непридатні для підйому та відновлення, ділять під водою на частини, піднімають частинами на поверхню і піднятий металобрухт повторно використовують у промисловості. Підводний поділ кораблів (суден) виконують за допомогою вибухів зарядів ВР, підводного різання і вибухів зарядів у поєднанні з підводною різкою.

Перші два засоби як самостійні застосовують при поділі барж, плашкоутів, буксирів і малих транспортних засобів. Поділ лінкорів, крейсерів, есмінців, транспортів та інших кораблів і суден виконують вибухами зарядів ВР при одночасному застосуванні підводного електродугового або інших видів зварювання. Прості для перерізання корабельні конструкції обрізають, більш складні і недоступні для різання – перебивають зарядами ВР.

Застосування підводного різання має ту перевагу, що на об'єкті одночасно можуть працювати кілька водолазних станцій, обрізування виходить рівним і без значних відхилень від намічених ліній. До недоліків різання потрібно віднести невисоку продуктивність робіт, особливо при товщині металоконструкцій більше 15 мм.

Для вибору способу розбирання затонулого корабля необхідно мати докладні відомості про його пошкодження, положення на ґрунті, дані про гідрометеорологічні умови району затоплення. Ці відомості необхідні для складання проекту або схеми організації робіт. Основними джерелами відомостей є документальні дані, що одержують від власників кораблів

(військово-морських баз, технічних відділів флотів, міністерств тощо), і водолазне обстеження об'єкта.

Шляхом водолазного обстеження визначаються або уточнюються такі питання:

положення корабля на ґрунті;

характер ґрунту в місці затоплення;

величина занурення корпусу корабля у ґрунт;

глибина води в характерних точках корабля;

стан корпусу та інших корабельних конструкцій, характер ушкоджень;

наявність, характеристику і кількість палива в трюмах і цистернах;

можливість розтину ємностей для видалення рідкого палива;

наявність, характеристику і кількість артилерійських і мінно-торпедних босприпасів;

наявність і розташування у відсіках корабля наносів ґрунту і його об'єм;

наявність і розташування вантажу в трюмах та інших приміщеннях корабля.

Порядок проведення водолазного обстеження викладено у спеціальній інструкції.

До обстеження бажано залучати водолазів-підривників, яким буде доручено виконання подальших робіт з розбирання об'єкта.

У практиці підводних підривних робіт зустрічаються випадки, коли в трюмах, відсіках, цистернах і льохах є вогневибухонебезпечні вантажі і гази, здатні під дією іскри, удару – вибухати. Перед початком робіт ці вантажі повинні бути видалені.

До вогневибухонебезпечних вантажів і газів належать:

зброя та босприпаси – міни, торпеди, авіаційні і глибинні бомби, артилерійські снаряди (унітарні патрони, снаряди та набой до них);

ВР – тротил, динаміт та інші;

пари горючих матеріалів – мазуту, нафти, гасу, бензину тощо.

З метою пошуку мін та боєприпасів потрібно зробити водолазне обстеження дна акваторії на площі поблизу корабля радіусом не менше 100 м. Якщо на кораблі або поблизу нього знаходять виявлені вогневибухонебезпечні вантажі, керівник робіт детально знайомить водолазів, яким будуть доручені подальші роботи, з характеристикою цих вантажів, їх місцезнаходженням і правилами поводження з ними. При вивантаженні вантажів необхідно керуватися такими вказівками. Міни, торпеди, глибинні і авіаційні бомби і артснаряди остроплюють та піднімають лише за вказівкою спеціаліста щодо відповідних зразків озброєння при суворому дотриманні вимог «Інструкції по водолазному пошуку, підйому або знищенню мін, торпед та інших видів боєприпасів». Снаряди великого калібру піднімають пеньковими кінцями або в м'яких сітках. Унітарні патрони переносять на руках, беручи однією рукою за головку снаряду, а інший за дно гільзи. Піднімати їх нагору дозволяється в ящиках або в жорстких кошиках (валізах).

Категорично забороняється піддавати боєприпаси ударам, кантувати або кидати ящики з ними, відкручувати головні або донні підривачі, розкривати штатні упаковки.

Рідке пальне видаляється шляхом відкриття горловин і відкачування насосами, якщо ємності для пального розташовані над водою. Залишки пального можуть бути вилучені шляхом вентиляції приміщення або заповнення його водою. Якщо корабель повністю затоплений, залишки рідкого пального видаляються шляхом відкриття горловин, клапанів заповнення та вентиляційних трубопроводів. Якщо не можна відкрити приймальні горловини, слід зробити отвір вибухом заряду вагою 200...400 г. Заряд повинен бути укладений у найвищій точці відсіку або цистерни.

У перегородках відсіків і цистерн, заповнених парами рідкого палива, не дозволяється прорубувати, пробивати, вирізати або просвердлювати отвори з участю водолазів.

Роботи з розбирання кораблів (суден) на метал під водою виконуються за технічним проектам або схемами організації робіт.

## **11.2. Методика робіт по поділу кораблів**

Вибір способу і порядку робіт з розбирання на частини затонувших кораблів і суден, що затонули, залежить від багатьох умов. Основними з них є клас (тип) корабля, положення корабля на ґрунті, умови району затоплення і вантажопідйомність плавучих кранів, які використовуються для підйому секцій.

Клас корабля визначає конструктивні особливості корпусу, розташування приміщень, товщину елементів окремих конструкцій. Ці особливості істотно впливають на вибір засобів оброблення і способи їх застосування.

Положення корабля на ґрунті (на рівному кілі, з креном або диферентом, догори кілем, на борту і т. д.) визначає послідовність робіт з розбирання. Основним принципом при поділі металевих кораблів і суден є поділ їх в напрямку знизу вгору. Такий порядок робіт найбільш безпечний для водолаза, оскільки розібрані або ослаблені конструкції завжди знаходитимуться нижче, ніж працює водолаз. При багатоярусному дробленні кораблів спочатку обробляють і забирають верхній ряд, а потім інші. Однак і в цьому випадку перебивання елементів кожного ряду ведеться в напрямку знизу вгору.

До умов району затоплення належать глибина над об'єктом, характеристика ґрунту, гідрометеорологічні умови району, наявність поблизу об'єкта гідротехнічних споруд. Ці умови чинять вплив на вибір ваги зарядів, склад плавучо-технічних засобів, можливості укриття плавзасобів у разі шторму тощо.

Вантажопідйомність плаваючих кранів, які застосовують, висота і виліт їх стріл впливають на визначення ваги і габаритів окремих секцій.

Виходячи з досвіду роботи з розбирання кораблів (суден), рекомендується приймати вагу секцій у межах до 70...80% від вантажопідйомності плаваючих кранів.

*Вибір ліній різання.* При розбиранні корабля на частини необхідно прагнути до зменшення кількості окремих секцій (в межах вантажопідйомності плаваючого крану), а лінії різання приймати мінімальної довжини. Додатково при виборі ліній різання слід керуватися такими міркуваннями:

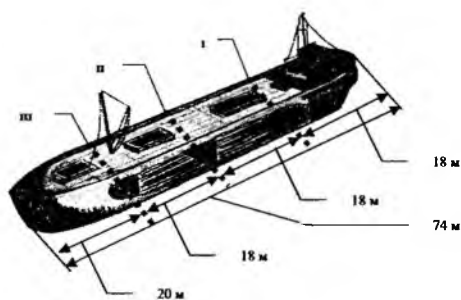
місця різання повинні бути доступні для роботи водолазів;

секції повинні мати поперечні перегородки або інші міцні зв'язки, що виключають деформацію при підйомі;

черговість виконання різання повинна забезпечувати безпеку водолазних робіт.

Рекомендується вибирати розріз по таких ділянках, де є пошкодження корабля (по рваних місцях, які розійшлися або ослаблені, швах, пробойнах і т. д.), визначаючи лінію різання по найбільш короткому напрямку. При необхідності водолази намічають лінію різання по обшивці корпусу загостреним металевим предметом або орієнтуються з якої-небудь частини корабля.

На (рис. 11.1) наведена типова розмітка ліній підривання затопленої баржі водотоннажністю 1500 т.



**Рис. 11.1.** Типова розмітка ліній підривання затопленої баржі:

I...III – лінії підривання.

*Поділ кораблів водотоннажністю до 2000 т.* До цієї групи умовно віднесені кораблі і судна типу підводних човнів, катерів, буксирів, барж і малих транспортів водотоннажністю до 2000 т, розподіл яких на окремі частини виконується переважно поперечними розрізами. Загальний напрям розподілу беруть знизу вгору. Так, наприклад, якщо корабель лежить на рівному кілі, то спочатку обробляють днище, потім борт і, в останню чергу, палубу. При положенні корабля догори кілем розподіл починають з палуби і закінчують днищем.

Етапи розподілу кораблів водотоннажністю 2000 т при положенні їх на рівному кілі такі:

- розмітка ліній різання по бортах і палубі;
- оброблення днища вибуховим способом;
- оброблення бортів і палуби підводним різанням або підриванням;
- остропка і підйом плавучим краном розчленованих секцій.

Якщо корабель має крен, то щоб уникнути сповзання окремої секції у бік нахиленого борту слід залишати на палубі не перебитими кілька міцних зв'язків. Ці зв'язки перебивають одночасно вибухом зарядів в останню чергу.

У поздовжньому напрямку розподіл проводиться від одного кінця, до іншого або від обох країв до центру. До розділу наступної секції рекомендується приступати, коли раніше відокремлена секція вже прибрана, бо при подальших вибухах може зміститися і зачепитися за інші секції.

*Поділ кораблів водотоннажністю більше 2000 т.* До цієї групи кораблів віднесені лінкори, крейсер, міноносці, середній і великий транспорт. Основними конструкційними особливостями їх є великі розміри, міцні поперечні і повздовжні зв'язки, декілька палуб, велика кількість механізмів, пристроїв і трубопроводів, складність конструкції

подвійного дна і для деяких кораблів подвійний борт, складний набір і броня.

Вибір способу поділу кораблів цієї групи у першу чергу залежить від вантажопідйомності потрібних плаваючих кранів. При наявності кранів вантажопідйомністю порядку 250...350 т поділ рекомендується вести поперечним розрізаннями. Схема поділу в даному випадку залишається такою ж як для малих кораблів, тобто після розмітки ліній різання перебивають зарядами днище, потім перебивають або перерізають підводними різаннями борти і палубу і нарешті остропляють та піднімають секції.

При відсутності плаваючих кранів великої вантажопідйомності кораблі ділять на секції, що розташовуються в декілька рядів по висоті корабля, при цьому спочатку відокремлюють верхні частини корпусу, а потім нижні.

Приблизний порядок обробки наступний:

розмітка поздовжніх і поперечних ліній різання;

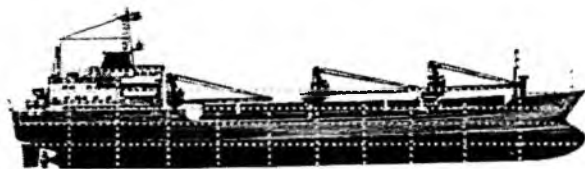
оброблення надбудов вибухами або різанням і підйом їх;

оброблення корпусу на окремі секції і підйом їх;

відділення вибухами головних механізмів від фундаментів і підйом їх (якщо підйом механізмів неможливий разом з частинами днища);

оброблення днища вибухами і підйом окремих частин.

На (рис. 11.2) показана розмітка ліній підривання для поділу корабля на п'ять рядів по висоті.



**Рис. 11.2.** Розмітка ліній підривання для поділу корабля водо витисненням більше 2000 т

### 11.3. Розташування та закріплення зарядів на корпусі корабля

Заряди, призначені для перебування під водою корабельних конструкцій, повинні щільно прилягати до металу який, перебуває. Якщо метал покритий ґрунтом, шаром мушлі або захарашений, то слід очистити місце для заряду і при необхідності притиснути заряд баластом.

Форма зарядів залежить від профілю елемента, що підринається.

Для поділу кораблів застосовують головним чином подовжені і зосереджені заряди. Фігурні заряди через незручність їх кріплення до елементів набору корабля застосовуються порівняно рідко.

Способи укладання та кріплення зарядів можуть бути найрізноманітнішими, вони залежать від розташування перебувасмого елемента, що перебуває, форми заряду, умов і стану конструкцій в місцях наміченого різну.

При розбиранні бортової обшивки, днища або верхньої палуби заряди не рекомендується розташовувати всередині корпусу корабля, оскільки вибух внутрішнього заряду викликає великі руйнування об'єкта та ускладнює подальші роботи. Внутрішні заряди застосовуються для перебування цих конструкцій лише тоді, коли з яких-небудь причин не можна застосувати зовнішні заряди.

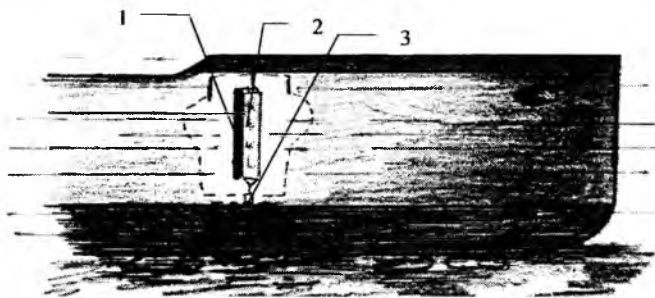
Короткий опис схем укладання і кріплення зарядів до елементів корабельних конструкцій наведено нижче.

*Бортова обшивка.* Бортову обшивку обробляють подовженими зарядами з тротилових шашок, порошкоподібного тротилу або піроксилінового порошу. Для виконання горизонтального різання заряди підвішують на кінцях шпагату на відстані від ґрунту. Для отримання різання на рівні ґрунту заряди укладають вздовж борту, притискаючи їх до обшивки ґрунтом або баластом.

Укладання зарядів для вертикального різання рекомендується починати від ґрунту. Заряд прикріплюють до рейки або дошки, залишаючи

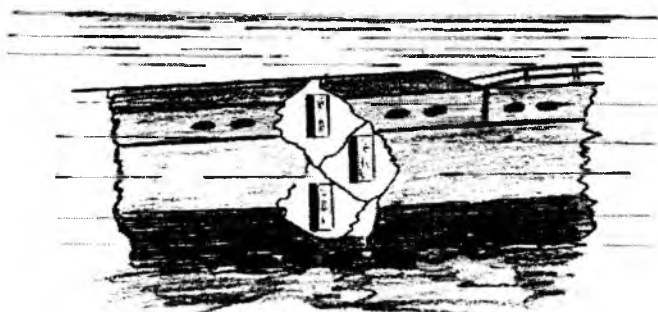


знизу вільний кінець рейки (дошки) завдовжки близько 0,5 м для занурення в ґрунт. Верхній кінець дошки з зарядом притискають до борту упором (див. рис. 7.19). Наступний заряд кріплять трохи вище отриманого після вибуху різання, закладаючи в нього шматок дерева (рис. 11.3).



**Рис. 11.3.** Кріплення вертикального заряду вздовж борту:  
1 – заряд; 2 – брусок; 3 – шпагат.

Короткі заряди для перебивання бортів і палуб, можна укладати за схемою, наведеною на рис. 11.4. Така схема рекомендується для випадків, коли через великий вигин обшивки черговий заряд не може бути покладений точно по наміченій лінії різання. У результаті вибуху декількох зарядів виходить повне перебивання корпусу з деяким відступом від прямолінійного напрямку.



**Рис. 11.4.** Кріплення вертикальних зарядів вздовж борту

*Днище.* З усіх конструктивних елементів корабля найбільшу складність для оброблення представляє днище. Порядок оброблення

днища залежить від його конструкції, положення корабля на ґрунті, щільності ґрунту та наявності вантажу на днищі. В залежності від поєднання цих умов рекомендуються наступні схеми поділу днищ.

При положенні корабля на рівному кілі, на ґрунті середньої щільності і відсутності у корабля внутрішнього дна поділ днища ведуть з котловану, відмитого гідро-струменем на глибину 1...1,5 м з двох бортів корабля. У котлован під днище закладають подовжений заряд і підривають його. У результаті вибуху перебивається деяка частина днища, подовжується котлован і створюється можливість розмістити під днищем черговий заряд для перебивання наступної ділянки днищевої обшивки.

Подальші заряди укладають в районі кіля і в останню чергу перебивають кіль.

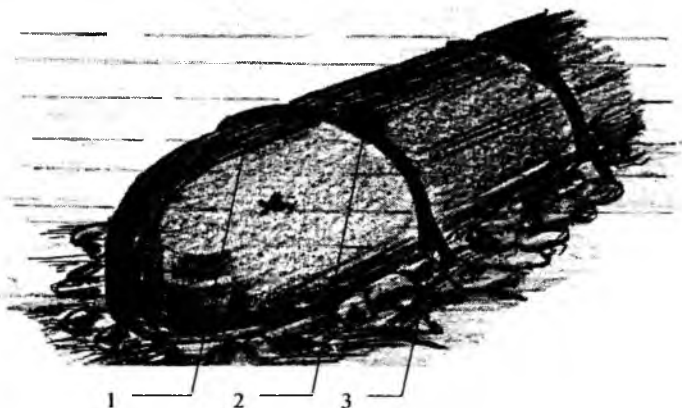
Якщо корабель лежить на мулистому або скельному ґрунті, поділ днища проводиться подовженими зарядами, що укладаються в середині корабля. Вантаж попередньо прибирають.

Якщо корабель має подвійне дно з висотою міждонного простору до 1,2 м і лежить на ґрунті середньої щільності, поділ його проводять подовженими зарядами, що укладаються зовні під обшивку днища, перебиваючи зовнішнє і внутрішнє дно одним вибухом. Перші заряди укладають в котлован, попередньо відмитий гідро-струменем, наступні – без відмивання ґрунту.

При висоті міждонного простору більше 1,2 м розділити днище можна зсередини міждонного простору. Для першого подовженого заряду відмивають котлован і потім вирізають або пробивають вибухами зарядів лаз для проходу водолаза в між донний простір. У міждонному просторі водолази закладають заряди для перебивання стрингерів, міждонних аркушів, зовнішньої обшивки і в останню чергу кіля. Такий же порядок приймається для перебивання днища з іншого борту.

Якщо корабель лежить догори кілем, то днище його перебивають подовженим зарядом, виготовленим з тротилкових шашок або

піроксилінового пороху (рис. 11.5). Кінці заряду прикріплюють стрічкою або тросом до бортів і палуби корабля.



**Рис. 11.5.** перебивання бортів і днища корабля, що лежить догори кілем:

1 – заряд ВР; 2 – баласт; 3 – підпорки.

Палуби рекомендується обробляти накладними подовженими зарядами, укладаючи їх зверху. Для щільного прилягання зарядів на них поміщають баласт з каменів або шматків металу. У випадку засміченості палуб заряди розташовують усередині корабля, надаючи їм позитивну плавучість дерев'яними брусками.

Кілі, вали і пілери перебивають зосередженими зарядами, розраховуючи вагу заряду по товщині конструкції.

Елементи поперечного і поздовжнього набору (шпангоути, стрингери і т. п.) перебивають зосередженими зарядами, форма яких приймається в залежності від зручності кріплення їх до перебиваючих елементів.

## **11.4. Розрахунок зарядів для перебивання корабельних конструкцій**

Розрахунок зарядів для перебивання 1 м корабельних конструкцій виконується (за формулою 10.1 та 10.2).

Загальна вага зарядів для перебивання конструкцій, що складаються з ряду зв'язків, наприклад, обшивки з набором, палубного настилу з б'їмсами тощо, визначається за допомогою додавання ваги зарядів для перебивання окремих її елементів.

Практикою встановлено, що перебивання по всьому перетину таких конструкцій як подвійне дно одним зарядом, укладених з боку зовнішньої обшивки чи настилу внутрішнього дна, можливо при висоті міждонного простору до 1,2 м. При більшій висоті подвійне дно потрібно перебивати двома самостійними зарядами. Довжина зарядів приймається за умовами проведення робіт.

За розрахункову товщину складових (клепаних) листів приймають загальну товщину листів і водяних або повітряних проміжків між ними, а також висоту головок заклепок (якщо вони знаходяться під зарядом).

### **Питання для самоконтролю**

1. Якими способами можна поділити на частини судно, що затонуло?
2. Яку методику робіт з поділу кораблів ви знаєте?
3. Як правильно розташувати та закріпити заряди на корпусі корабля?
4. Як розрахувати заряди для перебивання корабельних конструкцій?

### ЗНЯТТЯ ГРЕБНИХ ГВИНТІВ ПІДРИВАННЯМ

#### 12.1. Підготовчі роботи

Гребні гвинти у кораблів і судів, які знаходяться на плаву, можуть бути зняті за допомогою вибухів невеликих зарядів ВР. Цей спосіб достатньо простий, безпечний для корпусів кораблів і тому досить розповсюджений на флотах. Особливе значення він приймає в умовах, коли корабель неможливо поставити в док, а ремонт або заміна гвинтів мають бути виконані в короткі строки.

Вперше такий спосіб був використаний у 1926 р. військовим техніком 1 рангу, при знятті у корабля двох гвинтів вагою по 8 т кожний. В 1929 р. цим способом були зняті гребні гвинти в затонулого лінкора «Свободная Россия» і міноносця «Гаджибей». Знімали їх одночасним вибухом двох тротилових зарядів вагою по 200 г кожний. Заряди розміщались між кронштейном і ступицею гребного гвинта. Корпуси кораблів і гребні вали при цьому не були пошкоджені. У період Великої Вітчизняної війни цей спосіб широко використовувався на усіх наших флотах.

Заряди ВР для зняття гребних гвинтів використовують самостійно або в поєднанні зі спеціальними зйомниками або клинними; останніми користуються у випадках, коли одного зусилля вибуху недостатньо для зрушення гвинта з місця.

Зусилля, необхідні для зрушення гвинта, залежать від ваги гвинта, давнини його посадки на конус гребного вала, матеріалу гвинта тощо. Чим більша вага гвинта і чим довше гвинт знаходився на валу, тим більше зусилля необхідне для його зрушення. Металеві гвинти при рівних умовах знімаються легше за бронзові, а бронзові – легше чавунних.

Перед зняттям гребних гвинтів вибуховим способом необхідні такі підготовчі роботи. З корабля опускають дві бесідки, одна з них повинна бути перед гвинтом, інша – позаду нього. Водолази, які працюють з бесідок, знімають захист гвинта, відкручують гайку, яка стопорить гвинт, на 2...3 оберти і знімають захисні кільцеві кожухи.

Гайка, що стопорить гвинт, може бути відкручена спеціальним ключем з подовженою рукояткою. Для гвинта вагою 5 т потрібний ключ з рукояткою довжиною не менше 1,5 м Також ключі повертаються за допомогою металевого троса, заведеного на лебідку або шпиль корабля. Трос вибирають за вимогою водолаза, який по мірі обертання гайки переставляє також ключ. Коли гайка буде відвернута на 2...3 оберти, ключ знімають, подають на поверхню і починають знімати захисні кожухи. Захисні кільцеві кожухи являють собою щитки, які закривають простір між гвинтом і дейдвудом, і необхідні для запобігання попадання туди тросу. Кріпляться вони шпильками. Коли щитки будуть зняті, водолази заводять за лопасті гвинта два металевих троси, вільні кінці яких попадають на правий і лівий борт корми корабля. Цими кінцями гвинт потім буде піднято на поверхню за допомогою шпиля або лебідки.

## **12.2. Зняття гвинтів силою вибуху**

Після закінчення підготовчих робіт приступають до встановлення зарядів. Заряди розміщують з двох протилежних боків вала і підривають одночасно. Для зарядів використовують пресований тротил або амоніт.

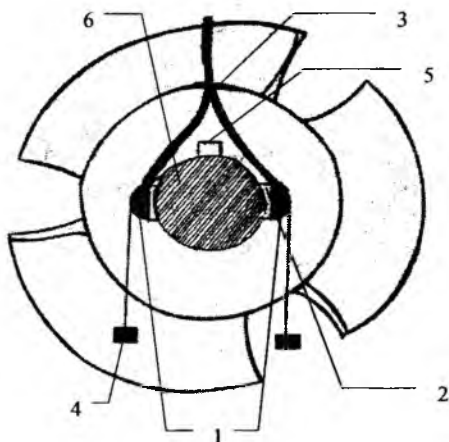
Вага зарядів із ВР нормальної потужності для зняття корабельних гвинтів приймається у відповідності з даними, які наведені в таблиці 12.1 величин зарядів для зняття гребних гвинтів.

## Величина зарядів для зняття гребних гвинтів

Маса гребного гвинта, кг	Загальна маса ВР для зрушення гвинта, виготовленого з наступних матеріалів, г			Кількість зарядів, на які розділяється загальна маса ВР
	Сталь	Бронза	Чавун	
300	20	24	28	2 заряди
400	24	28	32	2 заряди
500	28	34	38	2 заряди
600	32	40	46	2 заряди
700	38	46	52	2 заряди
800	44	52	60	2 заряди
900	48	60	68	2 заряди
1000	54	66	76	2 заряди
1100	60	74	84	2 заряди
1200	66	80	90	2 заряди
1300	70	86	98	2 заряди
1400	76	92	108	2 заряди
1500	80	100	116	2 заряди
1600	86	106	124	2 заряди
1700	90	110	132	2 заряди
1800	95	116	140	2 заряди
1900	100	120	146	2 заряди
2000	105	126	153	3 заряди
2200	114	135	165	3 заряди
2400	120	146	176	3 заряди
2600	126	153	183	3 заряди
2800	141	171	201	3 заряди
3000	150	180	213	3 заряди
3500	170	200	240	3 заряди
4000	190	230	260	3 заряди
4500	210	250	296	3-4 заряди
5000	220	280	320	3-4 заряди
5500	248	300	340	3-4 заряди
6000	260	310	360	3-4 заряди
6500	280	330	370	3-4 заряди
7000	294	350	400	3-4 заряди
7500	310	370	410	3-4 заряди
8000	320	390	420	4 заряди
8500	340	410	460	4 заряди
9000	350	430	480	4 заряди
9500	360	450	500	4 заряди
10000 і до 20000	380	470	520	4 заряди

Заряди роблять з 200-г тротильових шашок, розрізаючи їх ручною пилкою з дрібними зубцями. Отримані шашки прив'язують нитками до

дощечок товщиною 2,5...3см. Заряди разом з дощечками прикріплюють до вала (рис. 12.1), цим запобігаємо пошкодження гребного вала. Для правильного розподілу сили зрушення заряди мають бути зміщені відносно шпонки вала на чверть оберту.



**Рис. 12.1.** Спосіб закладання заряду:

1 – заряд; 2 – дерев'яний брус; 3 – ДПІ; 4 – вантажі; 5 – металева шпонка; 6 – вал.

Щоб полегшити встановлення зарядів, рекомендується зв'язати їх між собою нитками або шпагатом, прийнявши відстані між ними такими, що дорівнюють половині окружності вала. Зв'язані заряди водолаз навішує на вал, присуваючи шашки щільно до ступиці гвинта. Додатково їх прив'язують шпагатом навколо вала або навішують на них кінець шпагату з вантажами.

Після підірвання зарядів водолаз віддає стопорну гайку, а потім за допомогою заведених раніше металевих кінців гвинт стягують з вала і піднімають наверх.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які підготовчі роботи виконують для зняття гребних гвинтів силою вибуху?
2. Як зняти гребний гвинт силою вибуху?



### ВОДОЛАЗНІ РОБОТИ ПО ЗНЕСКОДЖЕННЮ МІН

#### 13.1. Типи мін

Міни можуть бути класифіковані за багатьма ознакам: за ступенем їх рухливості в районі встановлення, за способом впливу на міну для проведення її підривання, за особливостями конструкції, за кількістю ВР тощо.

За ступенем рухливості міни можуть бути якірні, донні, плавучі. Якірні міни мають позитивну плавучість і за допомогою якоря утримуються під водою на певній глибині. Донна міна знаходиться на ґрунті. Плавуча міна рухлива і може пересуватись у воді.

За способом приведення міни в дію вони можуть бути: неконтактні, контактні і приводяться в дію дією підривника. Контактні підриваються, коли на них діє дотик корабля або якийсь інший предмет. Неконтактні підриваються, коли на міну буде діяти магнітне поле корабля або гідроакустичне хвилювання води.

Робота з пошуку, піднімання і знешкодження вибухонебезпечних предметів досить відповідальна і потребує спеціальної підготовки водолазів-підривників. Вони повинні бути ознайомлені з типами і конструкціями мін. З порядком їх пошуку, підйому і знешкодження.

#### 13.2. Водолазний пошук, стропування, підйом і знешкодження мін

Водолазний пошук бойових частин ракет, мін, торпед, бомб, артилерійських снарядів та інших боєприпасів, озброєння і техніки (далі вибухонебезпечних предметів) на акваторіях портів, гаваней і мілководних

рейдів проводиться тільки в тих випадках, коли інші способи пошуку застосувати неможливо.

Водолазний пошук вибухонебезпечних предметів повинен проводитися у світлий час доби.

Для керівництва водолазними спусками з пошуку, піднімання і знищення вибухонебезпечних предметів командир військової частини призначає командира водолазно-пошукової групи із числа водолазних спеціалістів, який відповідає за організацію водолазних спусків відповідно до вимог діючих керівництв, настанов.

До водолазних робіт з пошуку, підйому і знищення вибухонебезпечних предметів допускаються водолази, які мають додаткову кваліфікацію «водолаз-підривник», що пройшли спеціальну підготовку, знають як поводитися зі зразками вибухонебезпечних предметів, здали іспити і допущені наказом командира військової частини.

Перед початком робіт командир водолазно-пошукової групи з відповідними спеціалістами повинні ознайомити водолазів з особливостями акваторії, обстановкою і результатами тралення в районі пошуку, з типами вибухонебезпечних предметів, поставити завдання і провести ретельний інструктаж із заходів безпеки із записом у журнал водолазних робіт.

В усіх випадках, коли дозволяє обстановка, виявлені вибухонебезпечні предмети повинні підриватися на місці без піднімання на поверхню. Підривання боєприпасів проводиться у відповідності із Керівництвом з підривних робіт.

Весь інструмент для водолазних робіт повинен мати антимагнітні властивості (лопата для підкопування проходів під стропи – дерев'яна або дюралюмінієва; щуп для пошуку в ґрунті – дюралюмінієвий або дерев'яний з антимагнітним наконечником; якоря і баясини – в антимагнітному виконанні і т.п.). Як провідники, буйрепи, якірні канати і стропи повинні застосовуватися рослинні або синтетичні троси. Для

зм'якшення можливих випадкових ударів об вибухонебезпечний предмет на водолазні калоші необхідно надягати повстяні бахіли, а на передній вантаж – повстяний фартух.

Всякий виявлений на ґрунті вибухонебезпечний предмет невідомого походження і стану вважається небезпечним або, якщо є лобювання, що боєприпаси можуть вибухнути їх підривають на місці. Підривний заряд водолаз укладає впритул до боєприпасу. Під час пошуку, знищення та при підніманні боєприпасів обов'язкова присутність спеціаліста сапера.

Снаряди і бомби піднімають пеньковим тросом – петлею з одним шлагом (рис. 11.1), а крупнокаліберні снаряди – за допомогою бутелів, спеціально виготовлених під калібр снаряда (рис. 13.2). Снаряди і бомби дрібних калібрів піднімають по одному в корзинках або в спеціально виготовлених для цього футлярах із вирізаними та оббитими войлоком гніздами.



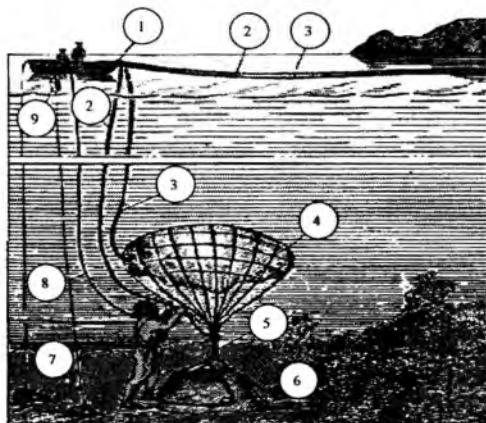
Рис. 13.1. Остропка авіаційної бомби



Рис. 13.2. Остропка крупнокаліберного снаряду

Якщо в даному місці боєприпаси підірвати не можливо їх остроплюють, піднімають на м'якому п'ятитонному понтоні та відводять на інше місце (рис. 13.2).

Замиту міну дозволяється розмивати струменем води від мотопомпи під тиском не більше  $4 \text{ кгс/см}^2$ , понтон продувають компресором або водолазною помпою. Перед продуванням за рим на міні закріплюється буйок, щоб у випадку затоплення міни під час транспортування її можна було легко знайти. Остроплену міну буксирують плавзасобом з мінімальною швидкістю. Довжина кінця, що буксирується повинна бути не менше 250... 300 м.

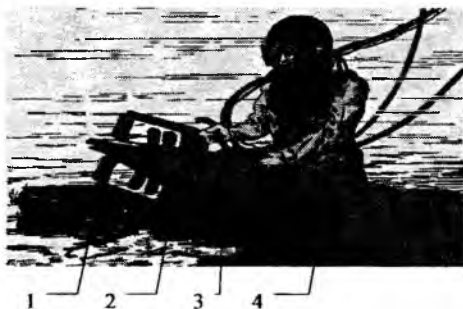


**Рис. 13.2. Остропка донної міни для підйому та буксирування до місця знищення:**

1 – шлюпка; 2 – буксирний кінець; 3 – продувний шланг; 4 – м'який понтон; 5 – понтонний строп; 6 – міна; 7 – якір; 8 – сигнальний кінець; 9 – буй.

Знайдену торпеду водолаз досліджує, визначає ступінь занурення її в ґрунт та спосіб острополення, а потім остроплює для підйому. Якщо торпеда лежить на ґрунті і доступ до підйомного риму вільний, водолаз повинен закріпити на нього підйомний строп скобою. Торпеда, яка занурена зарядним відділенням в ґрунт остроплюється за хвостову частину. Для цього спочатку на гвинти торпеди необхідно поставити поданий з поверхні стопор, потім підійти до неї з боку і вибілочним вузлом в обхват закріпити підйомний трос (рис. 13.3).

Якщо для підйому торпеди застосовується сталевий трос, то кріплення його проводиться скобою. Трос береться удавкою за хвостову частину торпеди. Піднімають торпеду тільки після того, як водолаз вийшов на поверхню.



**Рис. 13.3. Острополення торпеди:**  
1 – хвостова частина; 2 – стопор; 3 – трос.

При обстеженні та острополенні магнітної міни не дозволяється погойдувати або ворухити її, відгвинчувати болти і розкривати горловини. Підкоп під міну для просмикування стропа треба робити дерев'яною або дюралюмінієвою лопатою. При відмиванні міни не можна допускати її просідання. Тиск струменя не повинне перевищувати  $4 \text{ кгс/см}^2$ .

Після укладання і закріплення підривного заряду для підривання вибухонебезпечного предмета, водолаз повинен вийти на палубу водолазного катера (піднятися у шлюпку). Знаходитись на трапі під час підривання забороняється.

Під час проведення робіт з піднімання вибухонебезпечних предметів із затонулих кораблів і суден забороняється:

ударяти по вибухонебезпечних предметах, що перебувають як в упаковці, так і без неї;

перекантовувати і кидати ящики з вибухонебезпечними предметами; відгвинчувати головні або донні бойовики, від'єднувати снаряд від гільзи, розкривати упаковку із зарядами.

Водолазний пошук затонулих мін, торпед та інших боєприпасів (об'єктів) в залежності від ґрунту дна, прозорості води, швидкості течії та умов освітленості, умов роботи в районі, що обстежується, може виконуватися одним із таких способів:

безпосереднім оглядом ґрунту;

з неконтактним міношукачем;  
обходом по ходових кінцях;  
оглядом ґрунту з підвісних альтанок;  
траленням пеньковим кінцем;  
траленням за допомогою ходової відтяжки;  
обстеженням ґрунту щупом;  
пошук за допомогою руля, що буксирується.

Під час виконання робіт з водолазного пошуку, піднімання або знищення вибухонебезпечних предметів необхідно керуватися вимогами чинного у ЗС України Керівництва з підривних робіт.

### **13.3. Додаткові заходи безпеки**

Роботи з пошуку, піднімання і знешкодження вибухонебезпечних предметів проводяться відповідно до чинних інструкцій. Ці роботи є дуже відповідальними і небезпечними. При їх виконанні слід враховувати додаткові заходи безпеки.

Насамперед, водолаз-підривник повинен бути обізнаний з ВР і ЗП, будовою мін.

Водолазний бот під час виконання підводних підривних робіт повинен мати відповідні сигнальні позначення про проведення підводних підривних робіт.

Для водолазного пошуку і обстеження вибухонебезпечних предметів застосовуються плавзасоби, розмагнічені з усім їх обладнанням і майном, призначеним для проведення робіт. Прийом на борт додаткових вантажів, що мають магнітні властивості, без повторного розмагнічування плавзасобів забороняється.

Троси, які застосовуються для острополення мін повинні бути виготовлені з немагнітних матеріалів. Водолазний міношукач необхідно застосовувати такий, який не визиває підривання магнітних мін. Під час

пошуку мін повинно застосовуватися водолазне спорядження та інструмент для роботи з металом, який має діамагнітні властивості. Перед початком роботи старший групи повинен особисто впевнитися у відсутності у водолазів, які спускаються під воду, будь-яких предметів з магнітних матеріалів, про що робиться запис у журналі водолазних робіт. Дозволяється працювати з телефоном тільки п'єзоелектричної дії або спеціально для цього призначеним. Якщо такі телефони відсутні, зв'язок проводиться тільки за сигнальним кінцем.

Під час пошуку вибухонебезпечних предметів, спрацьовування яких, за висновком відповідних спеціалістів, не засновано на принципі зміни магнітного поля, і у випадку твердої впевненості у відсутності в районі пошуку магнітних вибухонебезпечних предметів, заходи щодо розмагнічування засобів пошуку, не застосовуються.

Водолазні роботи з пошуку вибухонебезпечних предметів проводяться при хвилюванні моря до 3 балів, підйом – при хвилюванні моря не більше 2 балів.

При виявленні вибухонебезпечного предмета, що має «вуси» або «антену», необхідно дотримуватись особливої обережності, не допускаючи торкання до них сигнального кінця або водолазного шланга. Забороняється відмивати вибухонебезпечні предмети з «вусами» водою, що подається з гідромонітора, а також доторкатися до «антени» будь-якими предметами.

Під час виконання підводних підривних робіт в радіусі до двох миль не повинні виконуватись будь-які водолазні роботи.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які типи мін ви знаєте?
2. Які способи водолазного пошуку, стропування, підйому і знешкодження мін ви знаєте?

Які додаткові заходи безпеки слід виконувати при роботі під водою з вибухонебезпечними предметами?

## РОЗДІЛ 14

### ПІДРИВАННЯ ЛЬОДУ

#### 14.1. Підривання льоду та льодових заторів

Підривання льоду проводиться для утворення ополонки з метою влаштування загороджень, проведення суден, влаштування переправ, а також для попередження і знищення заторів льоду біля мостів.

При влаштуванні загороджень ополонки можуть бути утворені завчасно чи у момент підходу противника до водної перешкоди. У першому випадку необхідно постійно підтримувати ополонки у незамерзаючому стані. У другому потрібно тільки завчасно встановлювати підготовлені до підривання підльодні заряди.

Маса підльодних зарядів для влаштування ополонки і найбільш вигідна глибина їх занурення у воду, якщо рахувати від поверхні льодового покриву, визначаються за таблицею 14.1 залежно від потрібного діаметра (ширини) ополонки і товщини льоду.

Таблиця 14.1

Маса зарядів для підривання льоду і найбільш вигідна глибина їх занурення

Маса заряду, кг	Глибина занурення заряду, м	Діаметр ополонки при товщині льоду, м								
		0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	1,0-1,2	1,2-1,5	1,5-2,0
1	1,2	6,0	6,0	6,0	5,8	5,6	-	-	-	-
3	1,6	12,0	8,9	8,6	8,4	8,0	7,5	-	-	-
5	1,8	17,0	10,5	10,0	10,0	9,5	9,3	-	-	-
10	2,0	-	13,0	12,5	12,5	12,0	11,5	10,5	-	-
20	2,3	-	-	-	15,8	15,2	14,5	13,5	12,5	10-11,0

Для приблизного визначення кількості ВР, необхідної для підривання льоду, приймають на один квадратний метр льодової поверхні



0,075 кг тротилу чи амоніту при товщині льоду до 0,5 м.

Вказані вище величини зарядів у всіх випадках, коли це можливо, підлягають уточненню пробними вибухами.

Для опускання зарядів під лід у ньому пішнями, ломами, механічними й електричними бурами чи вибухами малих зарядів ВР проробляють ополонки такої величини, щоб основні заряди проходили у них вільно.

Під час пробивання ополонок підірванням заряди розміщують на поверхні льодового покриву чи із заглибленням у товщу льоду. Маса зарядів визначається за таблицею 14.2.

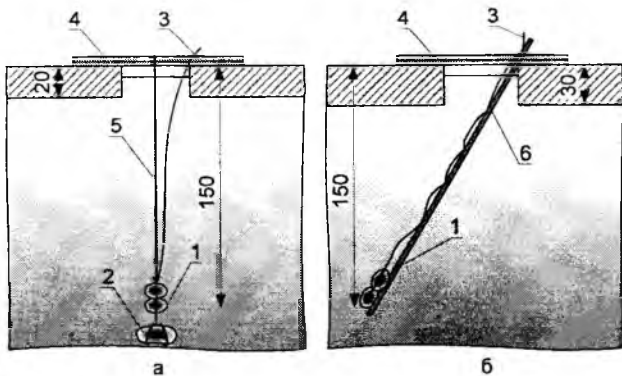
Для пробивання ополонок у льоду можна використовувати кумулятивні заряди. Наприклад, кумулятивний заряд КЗ-2 пробиває лід товщиною до 2,0 м, утворюючи ополонку діаметром приблизно 25 см (потрібно рахувати по нижній поверхні льодового покриву).

Заряди (основні) опускаються в ополонку на глибину, яка визначається за таблицею 37, на мотузках чи на жердинах з поперечками, що вкладаються на лід впоперек ополонок (рис. 14.1). Щоб запобігти спливанню зарядів до них прив'язують вантаж.

Таблиця 14.2

Маса зарядів для пробивання ополонок у льоду

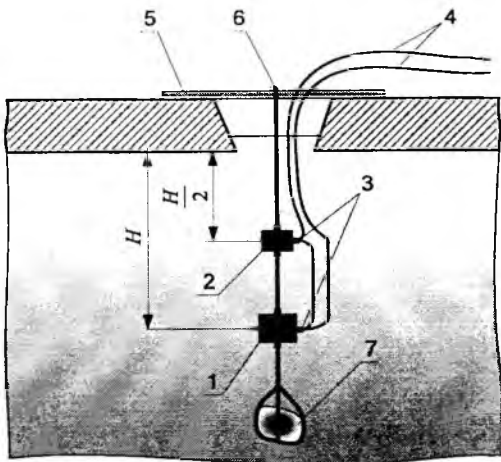
Товщина льоду, м	Маса зовнішнього заряду	Заряди у товщині льоду		
		глибина закладання заряду, м	маса заряду, кг	діаметр ополонки, м
0,3	0,2	-	-	-
0,4	0,4	-	-	-
0,5	0,6	0,3	0,4	0,6
0,6	-	0,3	0,6	0,7
0,8	-	0,4	0,8	0,8
1,0	-	0,5	1,0	0,9
1,2	-	0,6	2,4	1,0
1,5	-	0,75	3,0	1,2



**Рис. 14.1.** Встановлення зарядів у ополонках під час підривання льоду:  
а – заряд на мотузці; б – заряд на жердині.

1 – заряди; 2 – вантаж; 3 – проводи; 4 – поперечки; 5 – мотузка; 6 – жердина.

Для збільшення діаметра ополонки доцільно використовувати, крім основного заряду, заряд, який забивається, що розміщується на половині відстані між основним зарядом і поверхнею льодового покриття (рис. 14.2).



**Рис. 14.2.** Підривання льоду із застосуванням заряду, який забивається:

1 – основний заряд; 2 – заряд, який забивається; 3 – електродетонатори;  
4 – дроти; 5 – поперечка; 6 – мотузка; 7 – вантаж.

Маса заряду, що забивається, приймається рівною одній четвертій – одній п'ятій маси основного заряду; при цьому діаметр ополонки збільшується приблизно у півтора рази. Підривання заряду, який забивається, проводиться одночасно із основним.

Утворення ополонки при влаштуванні загороджень і при проробленні каналів у льоду проводиться одночасним підриванням групи зарядів.

Відстані між зарядами приймають у п'ять-шість разів більше глибини їх занурення. Заряди розміщуються паралельними рядами, опускаються під лід і закріплюються в ополонках, як показано на рис. 14.3.

Руйнування льоду при влаштуванні ополонки може відбуватися також подовженими зарядами, укладеними на лід. При наявності снігового покриву для укладання зарядів на лід у снігу влаштовуються траншеї (ровики).

При товщині льоду до 0,35 м одна нитка подовженого заряду масою 1 кг/м утворює ополонку шириною 1,5...3,5 м. Для утворення ширшої ополонки нитки подовжених зарядів укладаються паралельно одна одній на відстані 2...4 м.

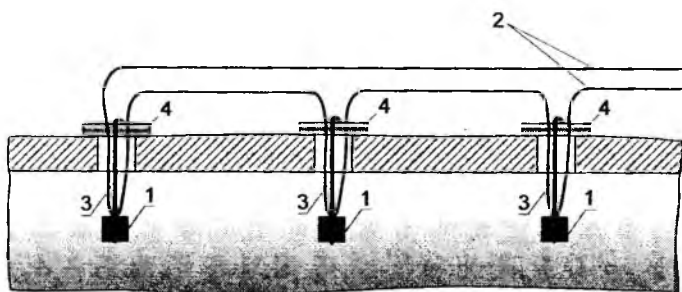


Рис. 14.3. Розміщення групи зарядів для підривання льоду:

1 – заряди; 2 – проводи; 3 – мотузка; 4 – поперечки.

Якщо поверхня льоду покрита снігом, то для зменшення розмірів крижини в ополонці відстані між нитками подовженого заряду приймаються рівними 2 м.

Підривання суцільних льодових масивів з метою порушення суцільності льоду проводиться зосередженими зарядами, що закладаються у пророблених в льоду колодязях глибиною до 2,0 м. Маса таких зарядів визначається за таблицею 14.3 залежно від величини показника дії вибуху  $n$  (розділу 8).

Таблиця 14.3

Маса зарядів для підривання суцільних льодових масивів

Глибина закладання заряду, м	Маса заряду, кг			Заряд спущування (без викидання), кг
	При $n=1$	При $n=1,5$	При $n=2$	
0,6	0,8	1,8	4,0	0,2
0,8	1,6	3,8	8,4	0,4
1,0	3,0	7,2	15,6	0,8
1,5	6,8	16,2	35,0	1,7
2,0	12,0	28,8	62,5	3,0

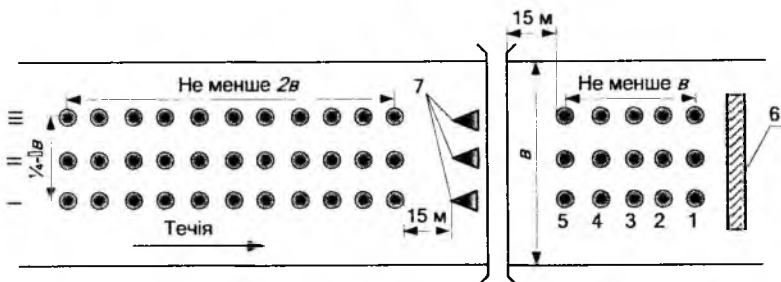
#### 14.2. Захист мостів від пошкоджень під час льодоходу

Для попередження заторів біля мосту необхідно ще до початку льодоходу звільнити від примерзлого льоду усі опори і льодорізи, зробивши навколо них борозни у льоду шириною не менше 0,5 м.

Одночасно з цим необхідно вибухами зарядів влаштувати вздовж річки (по фарватеру) канал шириною від однієї четвертої до однієї третьої ширини річки і довжиною не менше у три ширини річки; на відстані, що дорівнює ширині річки, канал повинен простягатися нижче мосту і на більшу у два рази відстань – вище мосту.

Улаштування каналу починають з низового боку. Заряди розміщують паралельними рядами перпендикулярно фарватеру (рис. 14.4).

Відстані між зарядами приймають у п'ять-шість разів більше глибини їх занурення. Заряди розміщуються паралельними рядами, опускаються під лід і закріплюються в ополонках.



**Рис. 14.4.** Розміщення ополонок для зарядів при влаштуванні каналу у льоду:

I...III – поздовжні ряди ополонок вище мосту.

I...5 ряди ямок нижче мосту; 6 – борозна; 7 – льодорізи; в – ширина річки.

Заряди підриваються по чергово рядами, починаючи з ряду, що найближче знаходиться до борозни, які попередньо проробляються по низовій межі каналу. При проробленні каналу вище мосту ряди зарядів розміщуються паралельно фарватеру, навпроти устоїв і льодорізів. Ближче 15 м від мосту підривати заряди забороняється. Якщо затор утворився трохи далі від мосту, то його знищують шляхом підривання зарядів з нижнього боку з метою улаштування у ньому каналу шириною 20...30 м. Маса зарядів приймається рівною від 5 до 20 кг. Заряди в заторі розміщують у два-три ряди перпендикулярно осі каналу, що влаштовується і на відстанях один від одного, які у чотири-шість разів перевищують їх заглиблення.

При закладанні в затор кількох зарядів їх підривання повинно проводитися одночасно для того, щоб лід, який почне рухатися після першого вибуху, не приніс до мосту заряди, що не вибухнули.

У затор, що утворився безпосередньо біля мосту, дозволяється закладати лише по одному заряду. Крупні крижини при підході до мосту руйнуються зарядами масою не більше 3,0 кг, що скидаються на них. Ці заряди повинні підриватися до підходу крижини під міст.

Роботи по знищенню льодових заторів повинні проводитися як можна швидше. При роботі необхідно стежити за тим, щоб разом з льодом,

який почав рухатися, не віднесло людей, які працюють на ньому. Ходити по затору і по неміцному льоду потрібно з палицями для прощупування льоду.

У найбільш небезпечних місцях прокладаються дошки; підривників, які працюють у таких місцях, обв'язують мотузками, другі кінці повинні тримати люди, що знаходяться на березі чи на стійких ділянках льоду.

Нижче затору повинні знаходитися наготові чергові розрахунки на човнах із засобами спасання (кругами, мотузками, дошками, баграми тощо). Завдання цих розрахунків полягає у наданні допомоги тим, хто тоне, і спостереженні за проходженням льоду вниз за течією.

Підривні роботи можуть бути припинені тільки тоді, коли буде помітно падіння рівня води з верхового боку затору чи коли напір льоду перестає загрожувати мосту.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які способи підривання льоду та льодових заторів ви знаєте?
2. Як можна захистити мости від пошкоджень під час льодоходу?

## РОЗДІЛ 15

### ЗАГАЛЬНІ ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ПІДВОДНИХ ПІДРИВНИХ РОБІТ

#### 15.1. Заходи безпеки під час підривних робіт

*Під час проведення підривних робіт дотримуються таких загальних заходів безпеки:*

під час робіт необхідні суворий порядок і точне виконання відповідних вказівок Керівництва з підривних робіт у Збройних Силах України;

усі особи, призначені для проведення робіт, повинні знати ВР, ЗП, їх властивості й правила поводження з ними, а також правила і порядок виконання майбутніх робіт і необхідні заходи безпеки;

на кожен окрему роботу у якості керівника (старшого) призначається офіцер чи сержант, який відповідає за успіх підривання і правильне ведення робіт;

кожний водолаз-підривник підрозділу (розрахунку), що проводить підривні роботи, повинен твердо знати, що йому робити і в якій послідовності;

всі дії повинні проводитися за командами і сигналами керівника робіт (старшого), сигнали повинні різко відрізнятися один від одного, і весь особовий склад, який бере участь у підривних роботах, повинен добре їх знати;

місце підривання повинно бути оточене постами, які повинні знаходитися на безпечній відстані; оточення виставляється і знімається спеціальним розвідним, який підпорядковується керівникові робіт (старшому);

перед укладанням зарядів на судні, що веде підривні роботи, піднімається сигнал (вдень – червоний прапор «Н», уночі або при обмеженій видимості – червоний вогонь), що попереджає всі судна та інші плавзасоби про проведення підривних робіт. При проведенні підривних робіт з мостів, дамб і берега для виставляння сигналів повинна бути встановлена щогла;

місця і відстані, на які потрібно відводити людей (безпечні відстані для будинків і споруд визначаються за додатком 15) і виставляти оточення на час підривання, вказуються керівником робіт (старшим);

початок і закінчення робіт визначаються відповідною усною командою чи сигналом керівника робіт (старшого);

для відритого розміщення людей безпечними є такі відстані:

<b>Під час підривання зарядів до 10 кг без оболонки:</b>	
у повітрі.....	50 м
на ґрунті.....	100 м
<b>Під час підривання льоду підводними зарядами.....</b>	<b>100 м</b>
<b>Під час підривання дерева.....</b>	<b>150 м</b>
<b>Під час підривання цегли, каменю, бетону і залізобетону.....</b>	<b>350 м</b>
<b>Під час підривання відкрито розміщених металевих конструкцій</b>	<b>500 м</b>
<b>Під час знищення босприпасів і під час використання їх в якості зарядів</b>	<b>Відповідно до табл. 15.1</b>

*Таблиця 15.1*

**Маса зарядів і можлива діяльність розльоту осколків у залежності від калібру снарядів, що підриваються**

Калібр снаряду, мм	Маса підривного заряду тротилу, кг	Можлива дальність розльоту осколків, м
37-76	0,2-0,4	до 500
76-105	0,4-0,6	до 700
105-150	0,6-0,8	до 1000
150-200	0,8-1,0	до 1200
200-300	1,0-2,0	до 1500
300-400	2,0-3,0	до 1500
Більше 400	Більше 3,0	до 1500

сигнали подаються (за допомогою свистка, різка, сирени, ракет) у такому порядку:



перший сигнал – «Приготуватися»;

другий сигнал – «Вогонь» (ця команда подається лише при вогневому способі підривання);

третій сигнал – «Відходь» (подається лише для вогневого способу підривання);

четвертий сигнал – «Відбій» (подається після огляду місць підривання керівником робіт);

особи, які не заняті безпосередньо на даних роботах по проведенню підривання, а також сторонні особи на місця робіт не допускаються;

ВР, ЗП і готові заряди на місці проведення робіт охороняються чатовими;

капсулі-детонатори, запалювальні трубки і електродетонатори зберігаються окремо від ВР і готових зарядів, поза місцями робіт;

ВР і ЗП можуть видаватися з польового витратного складу підривникам тільки за наказом керівника робіт (старшого);

зберігати і переносити до місця робіт одержані з польового витратного складу капсулі-детонатори, електродетонатори і запалювальні трубки, як вказано у Керівництві з підривних робіт;

у зовнішні заряди капсулі-детонатори та електродетонатори вставляються після закріплення зарядів на предметах, що підриваються, і тільки безпосередньо перед проведенням підривання;

забороняється проводити роботи з ВР і засобами підривання у житлових приміщеннях, палити, розводити вогонь і запалювати багаття ближче 100 м від місця виконання робіт;

під час підривання тих чи інших предметів зовнішніми зарядами відходити на безпечні відстані у той бік, з якого розміщені заряди;

під час проведення підривання у тунелях, шахтах, котлованах тощо, входити до них можна тільки після повного провітрювання чи примусового продування;

до зарядів, що не підірвалися, підходити не більше ніж одній людині

тільки через певний проміжок часу, встановленого в розділі 4;

під час залишення місця робіт усі невитрачені ВР і ЗП повинні бути здані на польовий витратний склад; засоби, не придатні для подальшого використання, знищуються на місці робіт.

*При роботі з ДШ повинні виконуватися такі заходи безпеки:*

під час підготовчих робіт шнур повинен знаходитися в тіні;

мережі ДШ, які піддавалися тривалій дії сонячного проміння, не можуть використовуватися повторно і підлягають знищенню;

якщо заряди, з'єднані ДШ, дали відмову, підходити до них дозволяється тільки одній людині і не раніше ніж **через 15 хвилин**; при підході до зарядів, що відмовили, необхідно перевіряти відсутність ознак горіння ДШ і самих зарядів; за наявності таких ознак підходити до зарядів забороняється;

при підриванні груп зарядів, з'єднаних ДШ, перевірку результатів підривання дозволяється проводити лише одній людині;

прокладання мереж ДШ на об'єктах, що підриваються, необхідно проводити з урахуванням забезпечення захисту шнура від світлової дії ядерного вибуху.

*При електричному способі підривання необхідно:*

електродетонатори у відкриті заряди вставляти тільки безпосередньо перед проведенням підривання за наказом керівника робіт (старшого); при цьому осіб, які не пов'язані з виконанням вказаної операції, від зарядів віддаляти на безпечну відстань (в укриття);

до закінчення робіт по встановленню електродетонаторів у заряди і відходу людей на безпечні відстані (в укриття) джерело струму до магістральних проводів не підключати;

перед грозою ділянкові проводи від'єднувати від магістральних, кінці ділянкових проводів розводити у боки і добре ізолювати;

не розмішувати проводи електровибухових мереж ближче 200 м від електричних станцій, підстанцій, високовольтних ліній, електрифікованих

залізниць і потужних радіостанцій;

привідні ручки (ключі) від підривних машинок, а також джерела струму (підривні машинки, батареї тощо) утримувати під охороною чатового і видавати підривникам лише безпосередньо перед вибухом за наказом керівника робіт (старшого);

перед підключенням омметра до мережі для перевірки останньої попередньо переконатися в його справності;

перевірку електровибухових мереж омметром проводити лише після віддалення усіх людей від місць розміщення зарядів;

кінці магістральних проводів на станції тримати ізольованими з підв'язаними до них бирками, на яких зазначено, від якої групи зарядів ідуть ті чи інші проводи;

в умовах можливого застосування ядерної зброї магістральні проводи електровибухових мереж заривати в ґрунт на глибину не менше 15...20 см; ділянкові проводи розміщувати приховано за елементами споруд, що підриваються, і надійно кріпити їх до цих елементів;

перед проведенням підривання, після відведення усіх підривників на безпечну відстань чи в укриття, подавати команду (сигнал) «Приготуватися»; за цією командою на підривній станції звільняються від ізоляції і присднуються до підривної машинки (джерела струму) кінці магістральних проводів; підривна машинка заряджається (заводиться);

після перевірки виконання попередньої команди подавати команду (сигнал) «Вогонь» за якою натисканням кнопки «Взрив» (поворотом ключа, замиканням контакту) проводиться включення підривної машинки (джерела струму) в електровибухову мережу;

під час проведення групових підривань електричним способом перевірку результатів підривання проводити тільки одній людині;

у разі відмови відключити кінці магістральних проводів від підривної машинки (джерела струму), ізолювати їх та розвести в боки, здати під охорону ручку (ключ) від машинки і після цього з'ясувати

причини відмови; підходити до зарядів, що відмовили, дозволяється не раніше ніж **через 5 хвилин**;

при проведенні робіт з електродетонаторами уповільненої дії до зарядів, що відмовили, дозволяється підходити не раніше ніж **через 15 хвилин** з моменту, коли за розрахунками повинен був би відбутися вибух.

*При підриванні ґрунтів і скельних порід необхідно:*

магістральні проводи підводити до груп зарядів з необхідним послабленням, щоб уникнути висмикування електродетонаторів під час під'єднання ділянкових проводів;

при засипанні колодязів (шурфів) спочатку накидати м'який ґрунт на стінку колодязя, найбільш віддалену від заряду, до тих пір, поки заряд не покриється ґрунтом, який природно сповзає, на 20...30 см; лише після цього проводити вітрамбування ґрунту і подальше засипання колодязя по всьому перетину; при великій глибині колодязів початкове засипання зарядів м'яким ґрунтом проводиться за допомогою коловоротів, журавлів тощо;

місця укладених в ґрунт і засипаних зарядів відмічати на місцевості якими-небудь знаками, значення яких повинно бути відоме усьому особовому складу, який бере участь у підривних роботах;

враховувати, що при сильному вітрі дальність розльоту грудок ґрунту у напрямку вітру збільшується;

не займати одразу вирви, що утворилися після вибухів, оскільки в них протягом деякого часу, як правило, утримуються ядовиті гази;

при заряджанні шпурів і свердловин ретельно їх прочищати, перш ніж вводити в них заряди;

заряди подавати в шпури і свердловини дерев'яними прибіійниками (на кінці прибіійника допускається мідна чи алюмінієва насадка) чи опускати їх за допомогою шпагату, дроту тощо; підвішувати заряди на вогнепровідному шнурі чи на проводах електродетонаторів забороняється;

заряджання котлових шпурів проводиться не раніше ніж через 30 хвилин після їх прострілювання; огляд котлових шпурів і шпурів, що утворилися в результаті підривання кумулятивних зарядів, можна проводити **через 5 хвилин** після вибуху (прострілювання); під час огляду застосовувати підсвічування шпурів відкритим вогнем забороняється.

*При знищенні чи при вилученні зарядів, що не підірвалися, закладених в шнурах, свердловинах, колодязях, камерах, необхідно:*

заряди, які розміщені в шнурах чи свердловинах, підривати зарядами, що розміщуються в інших шнурах, пророблених поряд, на відстані 20..30 см, чи вимивати водою (при порошкоподібних ВР, що розміщені в шнурах без оболонки); проводити вибурювання чи вилучення зарядів з шпурів (свердловин), витягувати з них електродетонатори і запалювальні трубки забороняється;

заряди, розміщені в камерах, колодязях, вилучати шляхом підходу до них вздовж стінок, протилежних тим, по яких прокладені проводи електродетонаторів чи ДШ і вогнепровідний шнур, при видаленні забивки (грунту, кладки тощо) вибирати її обережно, тонкими шарами, стежачи за тим, щоб інструмент не міг вдарити по заряду, і особливо по кансую-детонатору чи електродетонатору; під час розбирання виймати ВР окремими шашками, проводи електродетонаторів при цьому не натягувати.

*При підриванні боєприпасів дотримуватися, додатково до вказаних у розділі 13, таких застережних заходів:*

роботи по знищенню боєприпасів, що не вибухнули, проводити у строго встановлений час, повідомляючи про це розташовані поблизу військові частини і місцеве населення;

після закінчення робіт проводити ретельний огляд місць підривання з метою виявлення боєприпасів, що не вибухнули чи не повністю вибухнули, або елементів, що містять ВР;

запалювати ВР у боєприпасах, які не повністю вибухнули, чи проводити виплавлення ВР з них забороняється.

### **Питання для самоконтролю**

1. Які загальні заходи безпеки під час підривних робіт?
2. Яких заходів безпеки слід дотримуватись під час роботи з ДШ?
3. Яких заходів безпеки слід дотримуватись при електричному способі підривання зарядів?
4. Яких заходів безпеки слід дотримуватись при підриванні ґрунтів і скельних порід?
5. Яких заходів безпеки слід дотримуватись при знищенні чи при вилученні зарядів, що не підірвалися, закладених в шпурах, свердловинах, колодязях, камерах?

## ЛІТЕРАТУРА

1. Буленков С. Е. Водолазные работы / С. Е. Буленков – М. : Воениздат, 1949. – 248 с.
2. Водолаз-взрывник / Х.М. Макарон, В.С. Штыркин – М. : Воениздат, 1956. – 160 с.
3. Водолазные работы – М. : Воениздат, 1949. – 275 с.
4. Довідниковий блокнот водолаза : навч. посібн. / Г.М. Гапоненко, А.С. Окіпняк, В.М. Руснак, І.Ю. Чекашкін [За заг. ред. Г.М. Гапоненка] – Кам'янець-Подільський : ФВП КПНУ імені Івана Огієнка, 2010. – 56 с.
5. Единые правила безопасности труда на водолазных работах. Часть 1. Правила водолазной службы. РД 31.84.01-90 – М. : в/о «Мортехинформреклама», 1992. – 304 с.
6. Единые правила безопасности при взрывных работах / И. А. Бабокин – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : «Недра», 1972. – 319 с.
7. Кутузов Б. Н. Взрывные работы / Б. Н. Кутузов – М. : «Недра», 1988. – 383 с.
8. Меренов И. В. Легководолазное дело – М. : «Транспорт» 1977. – 215 с.
9. Наставление для инженерных войск – М. : Воениздат, 1952. – 275 с.
10. Производство взрывов крупных зарядов взрывчатых веществ – М. : Воениздат, 1980. – 84 с.
11. Промышленные взрывчатые вещества. 3-е изд., переработанное и дополненное / Л.В. Дубнов, Н.С. Бахаревич, А.И. Романов – М. : «Недра», 1988. – 358 с.
12. Правила водолазної служби ВМС ЗСУ – Севастополь. : 2006. – 348 с.
13. Нехорошев А. С. Пособие для начинающего водолаза / А.С. Нехорошев – М. : ДОСААФ, 1981. – 96 с.

14. Подготовка водолазов инженерных войск – М. : Воениздат, 1980. – 447 с.
15. Разрушение горных пород взрывом / П.Я. Таранов, А.Г. Гудзь – М. : «Недра», 1976. – 253 с.
16. Руководство по водолажным работам в Сухопутных войсках – М. : Воениздат, 1965. – 259 с.
17. Справочная книга по аварийно-спасательному, судопъемному и водолажному делу // [под. общ. Ред. С.Т. Яковлева] – М., Л. : НКВМФ СССР, 1945. – 470 с.
18. Справочная книга по аварийно-спасательному и водолажному делу. Часть 2 // [под. общ. Ред. А.А. Фролова] – М., Л. : Воениздат, 1945. – 199 с.
19. Справочник водолаза // [под. общ. Ред. Е.П. Шиканова] – М. : Воениздат, 1973. – 470 с.
20. Теоретичні основи водолазної підготовки. Навчальний посібник / [За заг. ред. Гапоненка Г. М. ] – Кам'янець-Подільський : Видавець Зволейко Д.Г., 2011. – 152 с.
21. Учебник водолаза инженерных войск. -- М. : Воениздат, 1968. – 269 с.
22. Учебник легководолаза военно-морских сил. – М. : Воениздат, 1949. – 171 с.
23. Учебник легководолаза // [под. общ. Ред. Меренова И.В.] – М. : Воениздат, 1962. – 417 с.



## АЛФАВІТНИЙ ПОКАЗНИК ПІДРИВНИХ ТА ВОДОЛАЗНИХ ТЕРМІНІВ

Поняття та терміни	Сторінка
<b>А</b>	
Азід свинцю	10
Аміачна селітра	18
Амоніти	19
Амонали	19
Акумуляторні батареї	54
<b>Б</b>	
Бризантні вибухові речовини	12
Бездимний порох	21
Безпечна відстань	83
Бойовик	99
Безкапсульний заряд	125
Бортова обшивка	159
<b>В</b>	
Вибухові речовини	8
Вибухове перетворення	8
Вибух	8
Виготовлення зарядів	96
Водолазний пошук	168
Водолазні роботи	169
<b>Г</b>	
Горіння	8
Гримуча ртуть	10
Гексоген	13
Герметизація заряду	97
Гребні гвинти	164
<b>Д</b>	
Детонація	9
Димний порох	21
Детонуючий шнур	23
Джерела струму	36
Дублювання мереж	101
Додаткові правила техніки безпеки	117
Днище	161
<b>Е</b>	
Електричний спосіб підривання	29
Електродетонатори	29
Електрозапалювач	29
Етапи розподілу кораблів	157

<b>Поняття та терміни</b>	<b>Сторінка</b>
<b>З</b>	
Зрошення детонуючого шнура	25
Забивка заряду	25
Зосереджений заряд	98
Затонулі кораблі	152
Зняття гвинтів	165
Замита міна	170
Захист мостів	179
Загальні заходи безпеки	182
<b>І</b>	
Ініціювання	9
Ініціюючі вибухові речовини	10
Інструмент водолазний	169
<b>К</b>	
Керівництво підводними підривними роботами	75
Конструкція зарядів	87
Конденсаторна підривна машина (КПМ)	36
Кумулятивні заряди	105
Кільцевий кумулятивний заряд	109
Кумулятивні заряди промислові	109
Класифікація мін	168
<b>Л</b>	
Лінія най меншого опору	94
Лінійний кумулятивний заряд	107
<b>М</b>	
Мережа детонуючих шнурів	94
Малий омметр (М-57)	59
Міст переносний постійного струму (Р 3043)	55
Метод шпурів	90
Метод свердловин	91
Метод котлових і камерних зарядів	93
Малокамерні заряди	94
<b>Н</b>	
Накладні заряди	86
<b>О</b>	
Опір електродетонатора	30
Остропка	170
<b>П</b>	
Поділ кораблів	155
Перебивання сталюї плити	136
Перебивання сталевих труб	145
Перебивання шпунтового ряду	134
Перебивання паль під водою	127

<b>Поняття та терміни</b>	<b>Сторінка</b>
Положення корабля	155
Підрив пнів	135
Підривання брусів	130
Пікринова кислота	17
Пікрати	17
Пластична ВР (ПВВ-4)	17
Проводи	32
Підривні машинки	36
Пульт пробник	61
Підводні підривні роботи	75
Підривна машинка (ПМ-4)	47
Подовжені заряди	99
Правила безпеки	102
Підривання ґрунтів під водою	118
Питома витрата ВР	119
Підривання льоду	175
Пророблення ополонок	176
<b>Р</b>	
Розрахунок зарядів	116
Розрахунок зарядів з піроксилінового пороху	122
<b>С</b>	
Схема електровибухових мереж	63
Саперний провід	32
<b>Т</b>	
Тенерес	11
Тетріл	13
Тен	12
Тротил	14
Тротилова шашка	15
Типова розмітка	150
Типи мін	158
Цинамони	19
<b>Ш</b>	
Швидкість горіння	8
Шурф	95

**Для нотаток**

Навчальне видання

**Гапоненко Геннадій Миколайович**

## **ПІДВОДНІ ПІДРИВНІ РОБОТИ**

Навчальний посібник

Здано в набір 24.06.2011. Підписано до друку 12.09.2011.

Формат 60x84/16. Гарнітура Times. Ум. друк. арк. 8,83.

Папір офсетний. Тираж 100 прим. Зам. 276.

Видавець і виготовлювач П.П. Зволейко Д.Г.

32300, Хмельницька обл., м. Кам'янець-Подільський,

вул. Кн. Коріатовичів, 9; а/с 71; тел. (03849) 3-06-20,

067-3841675, 095-0627972

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру

від 31.08.2005 р. серія ДК № 2276