

()

ЗАТВЕРДЖЕНО

Наказ Міністерства оборони України

04 січня 2017 року № 1

КЕРІВНИЦТВО

з підривної (вибухової) справи у Міністерстві оборони України
та Збройних Силах України

1. Загальні положення

1.1. Це Керівництво визначає основи проведення підривних та вибухових робіт, дотримання заходів безпеки під час їх проведення в Міністерстві оборони України (далі – Міноборони) та Збройних Силах України (далі – ЗС України).

1.2. Скорочення, які застосовуються в цьому Керівництві, наведено в Переліку скорочень.

1.3. У цьому Керівництві наведені нижче терміни вживаються в такому значенні:

вибухові речовини (далі – ВР) – хімічні речовини, здатні під впливом зовнішніх дій до швидкого хімічного перетворення, що відбувається з виділенням великої кількості тепла і газоподібних продуктів;

вибухові матеріали (далі – ВМ) – ВР, засоби їх ініціювання, вироби та пристрої, які містять ВР;

вибухові роботи – комплекс організаційних і технічних заходів, пов'язаних із підготовкою і проведенням вибухів;

вибух, що самопоширюється, – це вибух, коли вибухове перетворення, що виникло в будь-якій частині заряду ВР, розповсюджується по речовині вузькою зоною хімічної реакції, що відокремлює на даний момент продукти реакції від речовини, що не прореагувала;

вигорання (дефлаграція) – вибухове перетворення ВР, що перейшло в горіння ВР при підвищеному тиску в заряді (нестабільне вибухове перетворення – горіння зі швидкістю десятки або сотні метрів на секунду);

горіння – процес вибухового перетворення, зумовлений передаванням енергії від одного шару ВР до іншого шляхом теплопровідності та випромінювання тепла газоподібними продуктами з порівняно невисокою швидкістю (декілька метрів за секунду);

гомогенний вибух – це вибухове перетворення, коли при одночасному та рівномірному нагріванні всієї маси ВР й при досягненні певної температури (температури samozapalювання (вибуху)) виникає дане вибухове перетворення одночасно у всій масі речовини;

детонація (вибух) – процес перетворення ВР із надзвичайною швидкістю, що супроводжується різким підвищенням тиску газів;

заряди – певна кількість ВР, підготовлена для проведення вибуху (підривання);

засоби підривання (ініціювання) (далі – ЗП) – вироби та пристрої, що є джерелом початкового імпульсу для здійснення підривання;

зосереджені заряди – заряди, форма яких наближається до куба чи паралелепіпеда, довжина якого не перевищує його найменший поперечний вимір більше ніж у п'ять разів;

кумулятивні заряди (далі – КЗ) – заряди, що мають кумулятивну порожнину, яка додатково посилює пробивну (ріжучу) дію кумулятивного струменя;

інженерні боєприпаси (далі – ІБП) – засоби інженерного озброєння, які містять у собі ВР чи піротехнічні суміші;

ініціювання – збудження вибухового перетворення ВР;

міна – боєприпас, що встановлюється під землею, на землі чи поблизу землі або іншої поверхні і призначений для вибуху, спричиненого присутністю, близькістю чи контактом з людиною або транспортним засобом;

пластичні ВР – суміші однієї або кількох ВР із в'язким матеріалом, які в умовах нормальної кімнатної температури є м'якими або еластичними, а ВР, що входять до їх складу, при температурі $+25^{\circ}\text{C}$ мають тиск пари менше ніж 10^{-4}Па ;

поводження з ВМ – діяльність, пов'язана з розробленням, виробництвом, випробуванням, придбанням, перевезенням, зберіганням, обліком, реалізацією, знищенням ВМ, розробленням і виготовленням обладнання, засобів механізації, пристроїв та апаратури для вибухових робіт, ввезенням;

подовжені заряди – заряди, які мають форму витягнутих паралелепіпедів чи циліндрів, довжина яких більше ніж у п'ять разів перевищує їх найменші поперечні розміри, при цьому висота зарядів, що мають форму паралелепіпедів, не повинна перевищувати їх ширину;

підривні роботи – роботи з руйнування чи знищення об'єктів, предметів, майна тощо шляхом підривання за допомогою ВР. Вони є однією із складових воєнно-інженерної справи;

фігурні заряди – заряди, що мають різноманітну форму і використовуються для підривання різних фігурних елементів конструкцій;

фізичний вибух – різка зміна фізичного стану речовини. Ефект такого вибуху залежить від тиску, який виникає в даній речовині (вибух газового балона, парового котла);

хімічний вибух – вкрай швидке саморозширююче перетворення ВР або сумішей ВР з виділенням великої кількості тепла, високої температури та виникненням газоподібних продуктів, які створюють великий тиск.

1.4. Проведення підривних робіт

Підривні роботи проводяться:

під час улаштування інженерних загороджень (далі – ІЗ);

для швидкого руйнування (підривання) об'єктів;

для улаштування проходів в ІЗ, завалах, обвалах тощо;

під час знищення боєприпасів чи вибухонебезпечних предметів (далі – ВНП);

під час розроблення ґрунтів;

під час обладнання переправ на замерзлих водних перешкодах;

під час ведення робіт із захисту мостів і гідротехнічних споруд в період льодоходу і під час виконання інших завдань інженерного забезпечення.

Підривні роботи проводяться за наказами командирів військових частин та під керівництвом призначених ними посадових осіб, які під час виконання поставлених завдань є керівниками підривних робіт.

Підрозділи, призначені для виконання підривних робіт, розбиваються на розрахунки, кожному з яких доручається конкретна робота (наприклад, зв'язування і вкладання зарядів чи виготовлення і прокладання вибухових мереж тощо). У кожному розрахункові призначається старший.

Керівник підривних робіт повинен формувати розрахунки і ставити їм завдання так, щоб усі роботи на об'єкті були виконані по можливості одночасно, а готовність до проведення підривання була забезпечена в заданий термін.

Шляхом підривання об'єктів може бути забезпечений будь-який ступінь їх руйнування, який залежить від обстановки, а також від наявних сил і засобів. Ступінь руйнування кожної важливої споруди визначається в наказі на проведення підривних робіт.

З метою економії часу на проведення підривних робіт підривання об'єктів у деяких випадках може здійснюватися мінімальною кількістю окремих зарядів, які підриваються з використанням найпростіших вибухових мереж.

Для прискорення підготовки об'єкта до підривання керівники підривних робіт повинні завчасно, перед виходом підрозділів на об'єкти, організувати роботи щодо виготовлення зарядів і вибухових мереж, пристроїв для кріплення зарядів тощо.

Заряди і вибухові мережі повинні розміщуватися і кріпитися на об'єктах, що підриваються, таким чином, щоб уникнути найменшого впливу несприятливих умов обстановки (протидія противника, атмосферні явища, випадкове пошкодження до моменту підривання тощо).

Виконання цієї вимоги найбільшою мірою забезпечується використанням зарядів у міцних оболонках із надійним кріпленням їх до об'єктів, що підриваються, а також прихованим розміщенням зарядів і вибухових мереж за елементами конструкцій, що підриваються, у спеціально зроблених для цього колодязях, нішах, борознах тощо.

З метою забезпечення безвідмовності підривання зарядів, розміщених на об'єктах, що підриваються, необхідно:

використовувати способи підривання, що відповідають конкретній обстановці;

дублювати (на найбільш важливих об'єктах – багаторазово) вибухові мережі і способи підривання;

заривати у ґрунт чи захищати від пошкоджень іншими способами (прокладанням у трубах і коробах, розміщенням усередині конструкцій, що підриваються, тощо) проводи, шнури та інші елементи вибухових мереж;

забезпечувати керування підриванням на кожному важливому об'єкті з двох чи більшої кількості пунктів (підривних станцій);

розміщувати підривні станції в укриттях;

передбачати блискавкозахисні заходи для електровибухових мереж (далі – ЕВМ).

Під час підготовки до підривання особливо важливих об'єктів, крім вище перерахованих заходів безвідмовності підривання, необхідно передбачати організацію оборони об'єктів з метою недопущення захоплення їх противником, а також створення і утримання в постійній готовності резервів ВР і ЗП.

Організація оборони підготовлених до підривання об'єктів повинна забезпечуватися завчасним улаштуванням фортифікаційних споруд на підступах до цих об'єктів і своєчасним призначенням відповідних підрозділів для займання позицій у разі появи противника.

Резерви ВР і ЗП повинні складатися із завчасно підготовлених зарядів, що забезпечують мінімально необхідний ступінь руйнування об'єктів, і простих завчасно виготовлених вибухових мереж. Резерви повинні розміщуватися в добре замаскованих укриттях; відстань резервів від об'єктів підривання повинна виключати знищення їх під час руйнування об'єктів і забезпечувати їх своєчасне застосування.

З метою створення найбільших труднощів противнику під час відновлення ним зруйнованих споруд необхідно під час відходу своїх військ установлювати в них об'єктні міни для проведення багаторазових повторних руйнувань.

Завчасна підготовка об'єктів до підривання залежно від обстановки і поставленого завдання може виконуватися за одним із двох ступенів готовності:

за першим ступенем готовності, при якому заряди, вибухові мережі і об'єктні міни укладені на призначені для них місця, детонатори вставлені в заряди, механізми сповільнення мін приведені в дію, проведено забивання зарядів (якщо воно передбачене) і маскування мін та вибухових мереж; для проведення підривання необхідно тільки подати команду "Вогонь";

за другим ступенем готовності, при якому заряди, вибухові мережі і об'єктні міни встановлені на призначені для них місця, але детонатори в заряди не вставлені, а механізми сповільнення мін не приведені в дію; для переходу до першого ступеня готовності необхідно вставити детонатори в заряди, привести в дію механізми сповільнення, а в ряді випадків ще й провести забивання зарядів і маскування мін.

Підготовка об'єктів до підривання при обмеженому часі на виконання робіт повинна проводитися тільки за першим ступенем готовності і з таким розрахунком, щоб за необхідності найбільш важливі частини споруди можна було підривати, не чекаючи закінчення всіх робіт із закладання зарядів і влаштування вибухових мереж.

Під час ведення бойових дій проведення підричних робіт повинно організовуватися з урахуванням можливості протидії противника в районах ведення робіт.

Під час проведення підричних робіт необхідно дотримуватися заходів безпеки, викладених у розділі 13 цього Керівництва. Весь особовий склад підрозділів, призначених на підричні роботи, повинен добре знати правила проведення цих робіт і заходи безпеки, а керівники підричних робіт повинні перевіряти знання цих правил і заходів безпеки особовим складом і систематично контролювати їх виконання в ході робіт.

2. Заряди, способи та засоби для підривання

2.1. Загальні характеристики зарядів

Маса зарядів залежить від матеріалу та розмірів об'єкта, що підривається, ВР, що використовуються для підриву, і в кожному разі розраховується. Форма заряду визначається конструктивними особливостями об'єкта, що підривається, і умовами проведення підривних робіт. Характеристики ВР наведено в додатку 1.

За формою заряди бувають зосередженими, подовженими, фігурними і кумулятивними.

За розміщенням відносно об'єктів, які підриваються, заряди поділяються на внутрішні та зовнішні. Внутрішніми називаються заряди, що закладаються всередині об'єктів, що підриваються, чи їх частин, а зовнішніми – заряди, що розміщуються на зовнішніх поверхнях об'єктів чи на деякій відстані від них.

Зовнішні заряди залежно від того, чи вони прикладаються до об'єктів, що підриваються, чи розміщуються на певній відстані від них, поділяються на контактні й неконтактні.

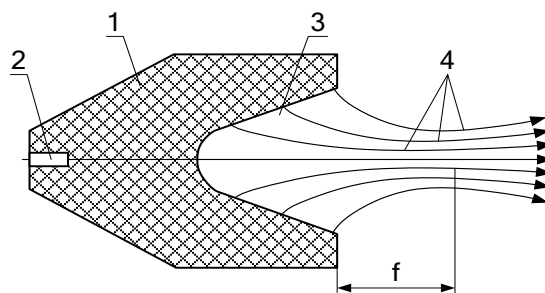
Ініціювання внутрішніх зарядів доцільно проводити по можливості ближче до їх геометричного центра. Зовнішні заряди будь-якої форми повинні ініціюватися, як правило, з боку, протилежного до об'єкта, що підривається.

Зосереджені та подовжені заряди надходять із промисловості у готовому вигляді (стандартні заряди) чи можуть виготовлюватися у військах.

Фігурні заряди використовуються для підривання різних фігурних елементів конструкцій; вони мають різноманітну форму і складаються так, щоб навпроти більш товстих частин елемента, що підривається, припадала більша кількість ВР.

Для виготовлення фігурних зарядів у військах використовуються великі і малі тротиліві шашки чи пластична вибухова речовина (далі – ПВВ). З ПВВ можуть виготовлятися фігурні заряди будь-яких (у тому числі і криволінійних) обрисів.

КЗ застосовуються для пробивання броньованих і залізобетонних споруд великої товщини, перерізання товстих металевих листів тощо. Під час підривання КЗ утворюється спрямований вузький струмінь (малюнок 1) з високою концентрацією енергії, що забезпечує посилену пробивну чи ріжучу дію на значну глибину.



Мал.1. Схема утворення кумулятивного струменя.

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

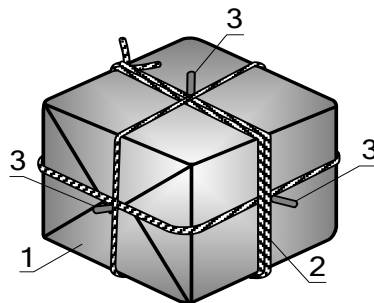
Найбільша пробивна (ріжуча) дія КЗ досягається в разі встановлення їх на фокусній відстані від перешкоди.

КЗ, як правило, надходять у війська з промисловості в готовому вигляді, але можуть виготовлятися й у військах. У кожному заряді є одне чи два запальних гнізда з різьбою для вкручування запальовальних трубок (далі – ЗТП) і електродетонаторів (далі – ЕДП).

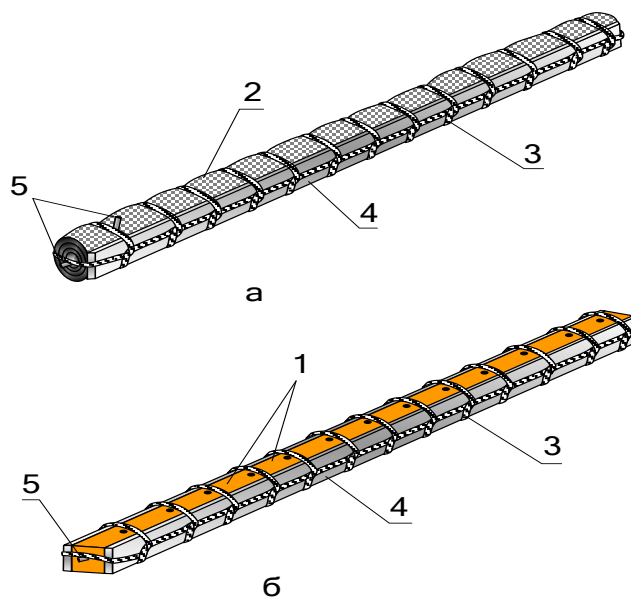
Для зручності перенесення, кріплення чи встановлення на елементах конструкцій, що підриваються, заряди мають ручки, кільця, шнури й ніжки.

Основні характеристики зарядів промислового виготовлення наведені в додатку 2. Їх детальна характеристика наведена в Керівництві з застосування інженерних боєприпасів у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України затвердженому наказом Міністра оборони України від 27 грудня 2010 року № 700 (далі – Керівництво з застосування ІБП).

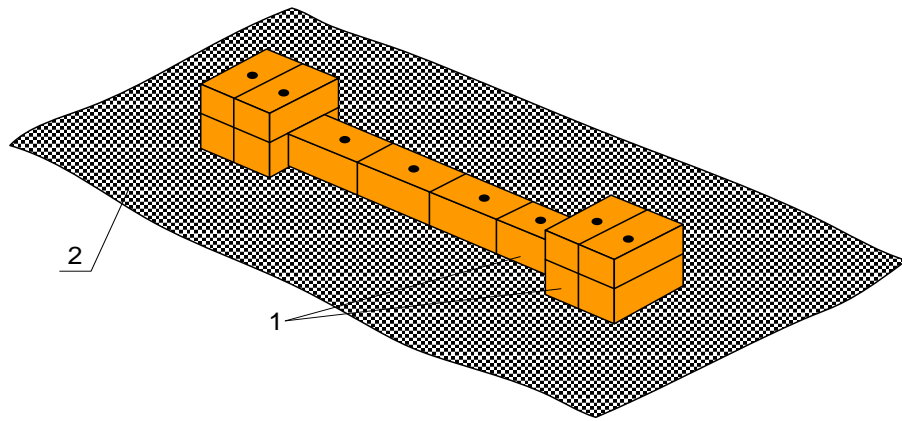
2.2. Зосереджені, подовжені та фігурні заряди, що виготовляються у військах, складаються (в'яжуться) з тротилових шашок, з пластичної чи порошкоподібної ВР. Загальний вигляд зарядів, що виготовляються у військах, показано на малюнках 2–4.



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



Мал. 3. Подовжені заряди з тротилових шашок:
а – заряд в оболонці з тканини; б – заряд без оболонки на дерев'яних рейках;
1 – тротиліві шашки; 2 – тканина; 3 – шпагат (м'який дріт); 4 – дерев'яні рейки;
5 – дерев'яні кілочки.



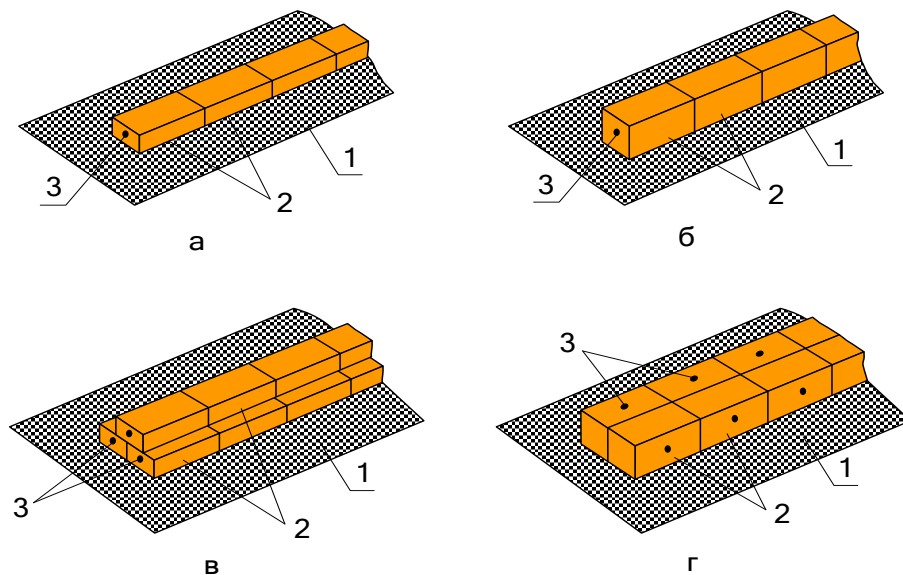
Мал. 4. Фігурний заряд з тротилових шашок:

1 – тротилові шашки; 2 – тканина.

Усі заряди, залежно від умов їх використання, можуть бути без оболонок або з оболонками з м'яких чи жорстких матеріалів (тканина, картон, папір, гума, толь, ящики, бочки, бідони, пляшки тощо).

Оболонки з м'яких матеріалів бувають готовими (звичайні і водонепроникні мішки) чи виготовляються на місцях робіт (у військах).

Розміри шматків тканини під час виготовлення м'яких оболонок для зарядів будь-якої форми визначаються таким чином: довжина шматка повинна бути на 0,2–0,3 м більша довжини заряду, що додається до його подвоєної висоти; ширина шматка повинна на 0,2–0,3 м перевищувати подвоєну ширину заряду, складену з його подвоєної висоти (малюнок 5).



Мал. 5. Розміщення тротилових шашок під час виготовлення зарядів в оболонках з тканини:

а – один ряд малих шашок; б – один ряд великих шашок; в – три ряди малих шашок; г – два ряди великих шашок; 1 – тканина; 2 – шашки; 3 – запалювальні гнізда.

Уздовж подовжених зарядів укладаються планки (дошки), які разом із зарядами прив'язуються шпагатом через кожні 20–30 см. Обв'язування тканиною подовженого заряду відбувається в такій послідовності: спочатку охоплюють тканиною торці заряду, а потім обгортають заряд по його довжині, за рахунок чого забезпечується досить щільне прилягання окремих шашок між

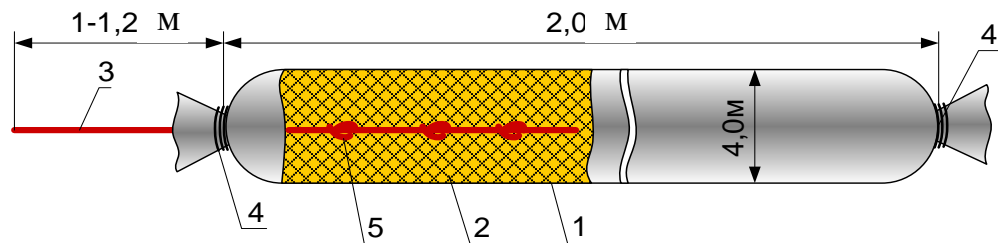
собою і надійність передавання детонації по всій довжині заряду.

Щоб позначити місце для розміщення капсуля-детонатора (далі – КД), в оболонці заряду прорізають отвір, через який у запалювальне гніздо шашки вставляють дерев'яний кілочок (шпильку).

Для порошкоподібних і гігроскопічних ВР використовуються водонепроникні оболонки у вигляді пластикатових, гумових і прорезинених мішків чи у вигляді осмолених дерев'яних ящиків і бочок, металевих банок, бутлів тощо.

Для зарядів із ПВВ найбільш доцільно використовувати оболонки з м'яких матеріалів (тканина, пластикат) у вигляді шлангів. Заряд виготовляється шляхом набивання шланга ПВВ; кінці шланга зав'язують шпагатом.

Зручним для практичного використання є подовжений заряд із ПВВ масою 2 кг/м (внутрішній діаметр шланга 40 мм) і довжиною до 2 м (малюнок 6). Для збереження достатньої гнучкості заряду шланг заповнюється ПВВ на 85–90% свого об'єму, при цьому пластид розподіляється рівномірно по всій довжині шланга.



Мал. 6. Подовжений заряд з ПВВ з відрізком ДШ:

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

Із наповнених пластидом шлангів шляхом їх перегинання, відрізування чи складання в кілька рядів можна виготовити заряди будь-яких потрібних розмірів, маси і форми.

Запалювальні трубки чи ЕДП вставляються в заряд із ПВВ у будь-якому місці (краще в потовщеній частині чи в торці). Для цього в оболонці заряду прорізається отвір, а в ПВВ дерев'яним кілочком випресовується запалювальне гніздо на повну довжину КД. Для більшої надійності ЗТП чи ЕДП прикріплюються до заряду шпагатом.

Підривання заряду з ПВВ може здійснюватися й без КД, від детонуючого шнура (далі – ДШ), закладеного (під час виготовлення заряду) в масу ПВВ, який має всередині заряду не менше трьох вузлів.

Для підривання залізобетонних, металевих, кам'яних та інших конструкцій різноманітної конфігурації використовуються також секції подовженого заряду розмінування ДКРП-4 (далі – ДКРП-4). Кожна секція має довжину 10,3 м, діаметр 70 мм, масу 50 кг, при цьому маса ВР близько 40,6 кг (4 кг на 1 м заряду). Споряджені секції ВР ПВВ-7. Його будова наведена в Керівництві з застосування ІБП.

ДКРП-4 під час виконання підривних робіт у ґрунтах, у воді, для руйнування важливих споруд та будівель промислового призначення може

використовуватися як подовжений, а за необхідності і як зосереджений заряд підвищеної потужності.

ДКРП-4 може згинатися в будь-якому місці, закручуватися та зв'язуватися у зосереджений заряд із щільним приляганням ниток заряду одна до одної. У залежності від конфігурації елементів об'єкта, який підлягає підриванню і руйнуванню, заряду надається необхідна форма кумулятивного типу, яка посилює перебивну дію заряду під час його спрацювання. Для цього перед його використанням за допомогою підручних засобів по поверхні оболонки вздовж заряду (або його відрізка) роблять кумулятивну виїмку.

Розрахункова маса та довжина відрізків визначаються з урахуванням тротилового еквіваленту ПВВ-7 (1,5).

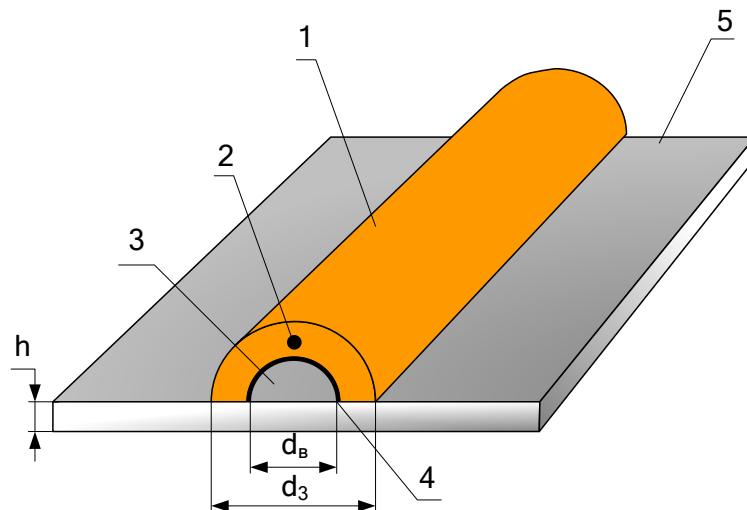
ДКРП-4 по всій своїй довжині може розрізатися на певну кількість відрізків необхідної довжини. Розрізання проводиться на дерев'яній підкладці натисканням ножом без витягування детонуючого кабеля ДКР-150-АВ. Кожен відрізок заряду може приводитися в дію ЕДП, ЗТП або підривною сповільненої дії із запалом МД-5М. При цьому КД № 8А повинен бути занурений у ВР заряду на найбільшу досяжну глибину, але не менше 20 мм.

2.3. КЗ з ПВВ виготовляють, як правило, двох типів:

подовжений заряд для перебивання сталевих і броньованих листів;

зосереджений заряд для пробивання отворів у сталевих і броньованих листах.

Подовжений КЗ (малюнок 7) виготовляється у формі напівциліндра з напівциліндричною порожниною, облицьованою жерстю. Діаметр кумулятивної порожнини d_B приймається рівним полуторній товщині листа, що перебивається ($d_B=1,5h$). Зовнішній діаметр заряду d_3 визначається у відповідності з масою останнього (пункт 4.2.2 цього Керівництва).

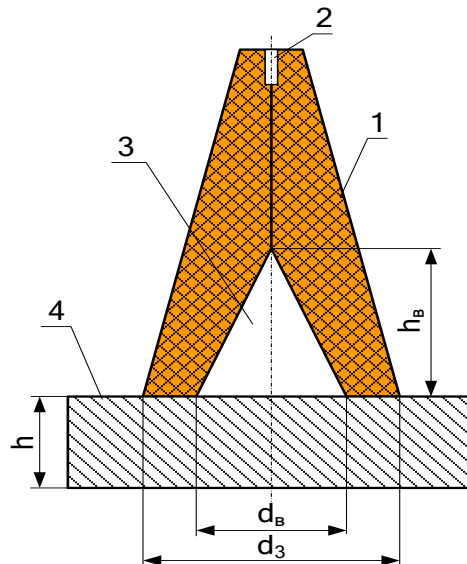


Мал. 7. Подовжений КЗ з ПВВ:

1 – заряд; 2 – запалювальне гніздо; 3 – кумулятивна порожнина; 4 – металева обкладка; 5 – лист, що перебивається.

Зосереджений КЗ (малюнок 8) виготовляється у формі усіченого конуса з конічною порожниною без облицювання. Діаметр кумулятивної порожнини

приймається на 25% більше товщини листа, що підривається ($d_B=1,25h$), висота порожнини – на 10% більше її діаметра ($h_B=1,1d_B$), зовнішній діаметр нижньої основи заряду – на 20–30 мм більше діаметра порожнини ($d_3=d_B+20:30$ мм), діаметр верхньої основи заряду – не менший 10 мм; висота і точні значення діаметрів нижньої та верхньої основ заряду визначаються відповідно до його маси (пункт 4.2.2 цього Керівництва).



Мал. 8. Зосереджений КЗ з ПВВ:

1 – заряд ВР; 2 – запалювальне гніздо; 3 – кумулятивна порожнина; 4 – плита, що пробивається.

Під час влаштування плаваючих зарядів для забезпечення їх плавучості необхідно від половини до трьох четвертих внутрішнього об'єму ящика (бочки, металевої банки тощо) ВР не заповнювати. Щоб заряд не міг переміститися всередині тари, його притискають зверху хрестовиною чи внутрішньою кришкою.

У деяких випадках під час підривання тих чи інших об'єктів як заряди ВР можуть використовуватися різні міни, фугасні та осколкові артилерійські боєприпаси, авіаційні бомби тощо.

3. Способи і засоби підривання

3.1. Для підривання зарядів ВР використовуються такі способи:

- вогневий;
- електричний;
- механічний;
- хімічний.

При вогневому і електричному способах може застосовуватися також підривання за допомогою ДШ.

Механічний і хімічний способи підривання широко використовуються у підривних пристроях різних мін. Під час проведення підривних робіт ці способи підривання, як правило, не використовуються і тому в цьому Керівництві не розглядаються.

3.2. Вогневий спосіб підривання

3.2.1. Вогневий спосіб застосовується для підривання поодиноких зарядів ВР і для різночасового підривання серій зарядів, коли підривання одного з них не може пошкодити інший заряд чи іншу серію.

При вогневому способі підривання зарядів здійснюється ЗТП, яка складається із КД і вогнепровідного шнура (далі – ВШ). ЗТП надходять з промисловості в готовому вигляді, але можуть виготовлятися і у військах.

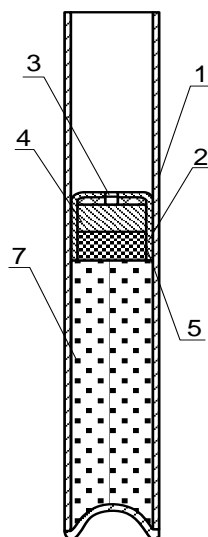
Для виготовлення ЗТП у військах і їх запалювання необхідні:

КД;

ВШ;

сірники звичайні чи сірники підривника.

3.2.2. Для ініціювання (збудження детонації) зарядів ВР використовуються КД.



Мал. 9. КД № 8А:

- 1 – гільза; 2 – чашечка;
- 3 – сітка; 4 – тенерес; 5 – азид свинцю;
- 6 – гримуча ртуть;
- 7 – тетрил (тен чи гексоген).

КД № 8А (малюнок 9) – відкрита з одного кінця циліндрична алюмінієва гільза довжиною 47 мм ($\pm 1,5$), діаметром 6,9 мм ($\pm 0,1$), у нижній частині якої запресована бризантна ВР підвищеної потужності (тетрил, тен чи гексоген) у кількості 1,02 г, а зверху – ініціюючі ВР азид свинцю – 0,2 г і тенерес – 0,1 г. Заряд КД прикривається зверху алюмінієвою чашечкою з круглим отвором у центрі, закритим шовковою сіткою. Відстань від відкритого кінця гільзи до поверхні чашечки – 20 мм (± 3 мм).

КД підриваються: від пучка іскор ВШ (при вогневому способі підривання), від променя ЕЗП (при електричному способі підривання) чи від вибуху ДШ (у разі його застосування при вогневому чи змішаному способі підривання).

КД вимагають обережного поводження, оскільки від удару, тертя чи нагрівання можуть вибухнути. КД слід берегти від вологи і зберігати в сухих місцях окремо від ВР.

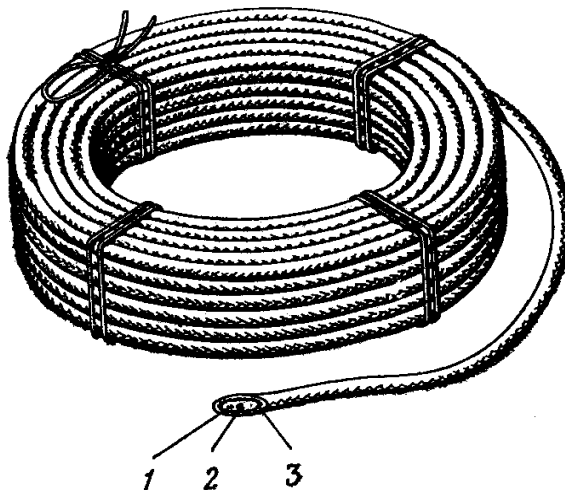
До місць проведення підривних робіт КД повинні надходити у заводській упаковці чи у спеціальних пеналах.

КД вважаються непридатними за наявності:

наскрізних тріщин і вм'ятин на гільзі;
опудрення стінок гільзи ініціюючим складом;
окислення у вигляді крупних плям чи суцільного нальоту на гільзах.

КД з такими дефектами використовувати під час проведення підривних робіт забороняється.

3.2.3. ВШ призначений для збудження вибуху КД у ЗТП і запалювання зарядів димного пороху. Він складається (малюнок 10) з порохової серцевини з однією направляючою ниткою всередині внутрішніх і зовнішніх обплетень і оболонки. Зовнішній діаметр шнура – 5–6 мм, довжина бухти – 10 м.



Мал. 10. ВШ:

1 – направляюча нитка; 2 – порохова серцевина; 3 – зовнішня оболонка.

У ЗС України використовується ВШ в пластикатовій оболонці типу ОШП сірувато-білого кольору. Даний шнур може використовуватися під час підривних робіт під водою і у вологих місцях.

ВШ зберігається на складах згорнутим у бухти (круги) відрізками довжиною по 10 м. Швидкість горіння ВШ на відкритому повітрі становить приблизно 1 см/с (під водою шнур горить на глибині до 5 м; горіння його під водою протікає швидше, ніж на відкритому повітрі).

Зберігати ВШ потрібно в сухих прохолодних місцях і захищати:

від вологи – шляхом заробляння кінців (воском, мастикою, ізолюваною стрічкою), тому що його серцевина (димний порох) стає сирою і непридатною для використання;

від спеки, тому що шнур, який дуже нагрівся, втрачає герметичність унаслідок утворення здуття на оболонці;

від дотику з мастилами, жирами, бензином чи керосином, які пошкоджують оболонку;

від механічних впливів, які можуть пошкодити оболонку чи порушити цілість порохової серцевини.

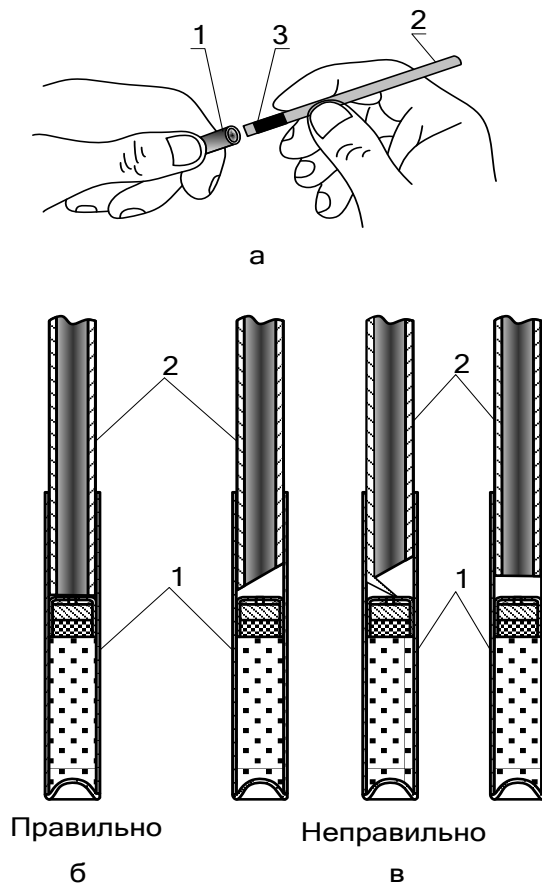
Під час використання ВШ на морозі слід уникати його перегинання, тому що це може призвести до зламу.

Перед використанням ВШ оглядають, і якщо на поверхні його оболонки є тріщини, переломи, сліди відмокання, розкувйовдження та інші пошкодження

й несправності, то такий шнур вважається непридатним для роботи; кінці шнура в бухті довжиною по 10–15 см відрізають та спалюють.

Швидкість горіння ВШ перевіряють підпалюванням його відрізка довжиною 60 см, визначаючи час горіння за секундоміром чи за годинником із секундною стрілкою. Час горіння відрізка вказаної довжини повинен становити 60–70 секунд.

3.2.4. ЗТП, що виготовляються у військах, роблять не коротші ніж 50 см. Як виняток, в окремих умовах бойової обстановки чи під час проведення підривних робіт і захисту мостів від льодоходу, дозволяється застосовувати ЗТП довжиною 15 см.



Мал. 11. Введення ВШ в КД:

а – введення шнура; б – правильно обрізаний і введений шнур; в – неправильно обрізаний і введений шнур; 1 – КД; 2 – ВШ; 3 – шар ізоляційної стрічки.

Виготовлення ЗТП відбувається в такому порядку:

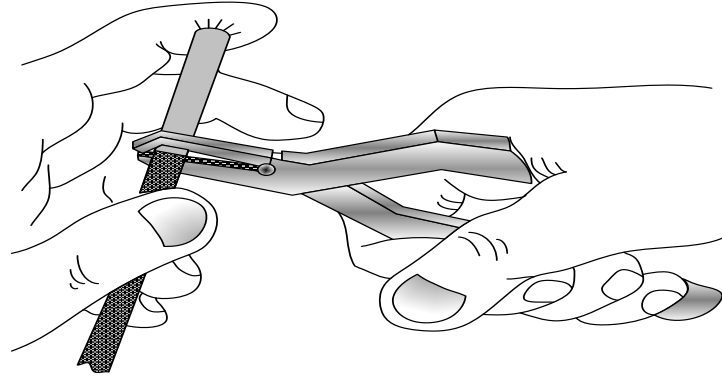
чистим гострим ножем на дерев'яній підкладці відрізають під прямим кутом шматок ВШ необхідної довжини;

виймають із коробки КД і перевіряють його придатність шляхом огляду;

обрізаний під прямим кутом кінець ВШ обережно вводять у гільзу КД до упору в чашечку (малюнок 11). Шнур повинен входити в гільзу легко, без натискання і обертання, які можуть призвести до підривання КД. Якщо шнур входить у гільзу досить вільно, його кінець обгортають одним шаром ізоляційної стрічки чи паперу;

закріплюють КД на ВШ спеціальним обтискачем, для чого беруть шнур у ліву руку і, притримуючи КД вказівним пальцем, накладають правою рукою

обтискач так, щоб його нижня поверхня була на рівні зрізу гільзи (малюнок 12); поступово посилюючи натискання на обтискач і повертаючи його, створюють біля краю гільзи кільцеву шийку, таким чином досягається міцність з'єднання КД зі шнуром.



Мал. 12. Обтискання КД на ВШ.

Обтискають КД обтискачем. Якщо обтискача немає, то кінець ВШ, вставлений у КД, слід обгорнути ізоляційною стрічкою чи (за відсутності стрічки) папером так, щоб шнур не випадав з гільзи під дією власної маси.

При використанні ЗТП у вологих місцях і під час підводного підривання місце з'єднання ВШ з КД покривається ізоляційною стрічкою.

Перед запалюванням ЗТП вільний кінець ВШ для більшого оголення порохової серцевини і покращення умов запалювання обрізають навскоси. Обрізання шнура повинно проводитися після того, як ЗТП буде вставлена у заряд ВР.

Якщо виготовлена ЗТП не буде одразу використана для проведення підривання, то вільний кінець ВШ закріплюють воском, мастикою чи обгортають ізоляційною стрічкою.

Запалювання ЗТП здійснюють:

звичайними сірниками (малюнок 13), сірниками підривника (що тліють) чи від ВШ, що горить.



Мал. 13. Запалювання ЗТП звичайним сірником.

3.2.5. ЗТП промислового виготовлення мають три строки сповільнення: 50 секунд (ЗТП-50), 150 секунд (ЗТП-150) і 300 секунд (ЗТП-300). Вони

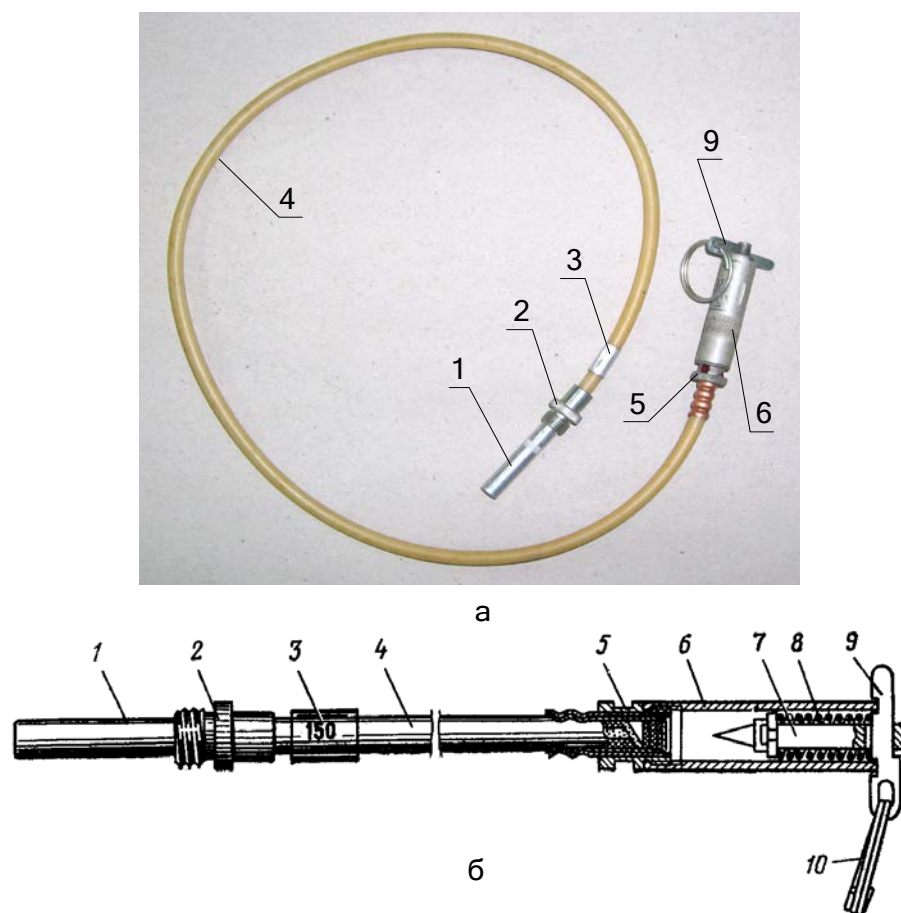
виготовляються з механічним запалювачем ВШ – ЗТПМ, а більш ранніх років виготовлення можуть бути і з тертковим запалювачем – ЗТПТ. Їх характеристики наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристики ЗТП

Характеристики	Назва ЗТП			
	ЗТП-50	ЗТП-150	ЗТП-300	
Час сповільнення вибуху, с	у повітрі	50	150	360
	у воді на глибині 5 м	40	100	300
Довжина, см	55	150	100	
Маса, г	50	75	65	
Колір ВШ	Сірувато-білий		Блакитний	

На ВШ ЗТП закріплена алюмінієва муфточка з цифрами, що вказують час уповільнення в секундах (50, 150, 300).



Мал. 14. ЗТП з механічним запалювачем:

а – загальний вигляд; б – розріз; 1 – КД № 8А; 2 – ніпель; 3 – алюмінієва муфточка з цифрою, що вказує час сповільнення в секундах; 4 – ВШ; 5 – запалювальний вузол; 6 – корпус; 7 – ударник; 8 – пружина; 9 – чека; 10 – кільце.

ЗТП з механічним запалювачем (малюнок 14) складається з запалювального вузла, ВШ, КД № 8А, ніпеля з різьбою і механічного запалювача.

Механічний запалювач складається з корпусу, пружини, ударника і чеки з кільцем. На торці корпусу запалювача є два прорізи – глибокий і мілкий. Глибокий проріз призначений для встановлення чеки в запобіжне положення; якщо чека знаходиться в цьому положенні, то вона за кільце не висмикується. У мілкий проріз чека переводиться перед приведенням ЗТП у дію; з мілкового прорізу чека легко висмикується за кільце.

Під час використання ЗТП з механічним запалювачем необхідно:
переконатися, що чека знаходиться в глибокому прорізі;
накрутити запалювач на ніпель запалювального вузла ЗТП;
вкрутити КД у запалювальне гніздо заряду;
трохи підняти і поворотом на 90° переставити чеку з глибокого прорізу в мілкий;

тримаючи запалювач лівою рукою за корпус, правою рукою висмикнути чеку за кільце (шток запалювача направити при цьому від себе).

При висмикуванні чеки ударник під дією пружини наколює капсуль-запалювач (далі – КЗП), який запалює ВШ. Пучок іскор ВШ після згорання його по всій довжині призводить до вибуху КД.

ЗТП заводського виготовлення, запалені в повітрі, надійно горять і у воді на глибині до 5 м. Трубки з механічним запалювачем допускають запалювання їх у воді на тій самій глибині.

До місць проведення підривних робіт ЗТП повинні доставлятися в заводській упаковці чи в сумках підривника. Поводитися із ЗТП необхідно так само обережно, як з КД.

Вставляти ЗТП в заряди ВР можна лише після закріплення зарядів на об'єктах, що підриваються, при цьому КД повинні входити в запалювальні гнізда шашок до дна; закріплення ЗТП в зарядах досягається вкручуванням (за наявності ЗТП і шашок з різьбою) чи прив'язуванням. Закріплення ЗТП шляхом заклинювання забороняється.

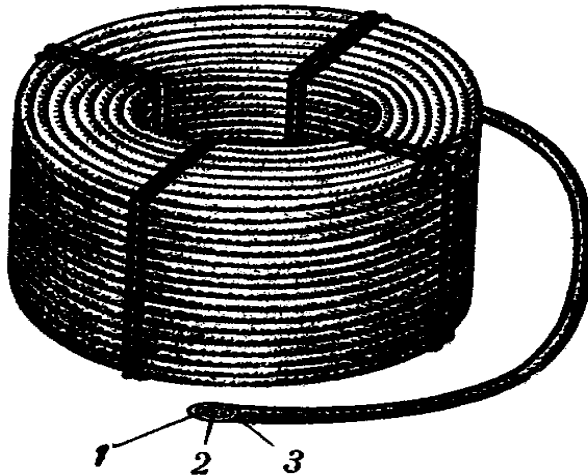
3.2.6. Детонуючий шнур (далі – ДШ) призначений для здійснення одночасного підривання кількох зарядів, наприклад, під час підривання мостів, будинків тощо, а також для безкапсульного підривання зарядів ВР, закладених у важкодоступних місцях.

ДШ (малюнок 15) складається із серцевини бризантної ВР (тену) з двома направляючими нитками і ряду внутрішніх і зовнішніх обплетень, покритих вологоізолюючою оболонкою.

У війська постачається ДШ марки ДШ-В, оболонка якого є більш водонепроникною і виготовлена з пластику червоного кольору. Червоний колір оболонок ДШ дозволяє легко відрізнити його від ВШ. Діаметр ДШ дорівнює 5–6 мм.

ДШ підривається зі швидкістю не менше 6500 метрів за секунду. Його слід оберігати від механічних пошкоджень, а також від дії вологи і вогню; від вогню ДШ може загоратися і повільно горіти; у разі прострілювання кулею він може детонувати.

ДШ відрізками довжиною 50 м зберігається згорнутим у бухти з покритими мастикою кінцями в сухих прохолодних приміщеннях окремо від ВШ і зарядів.

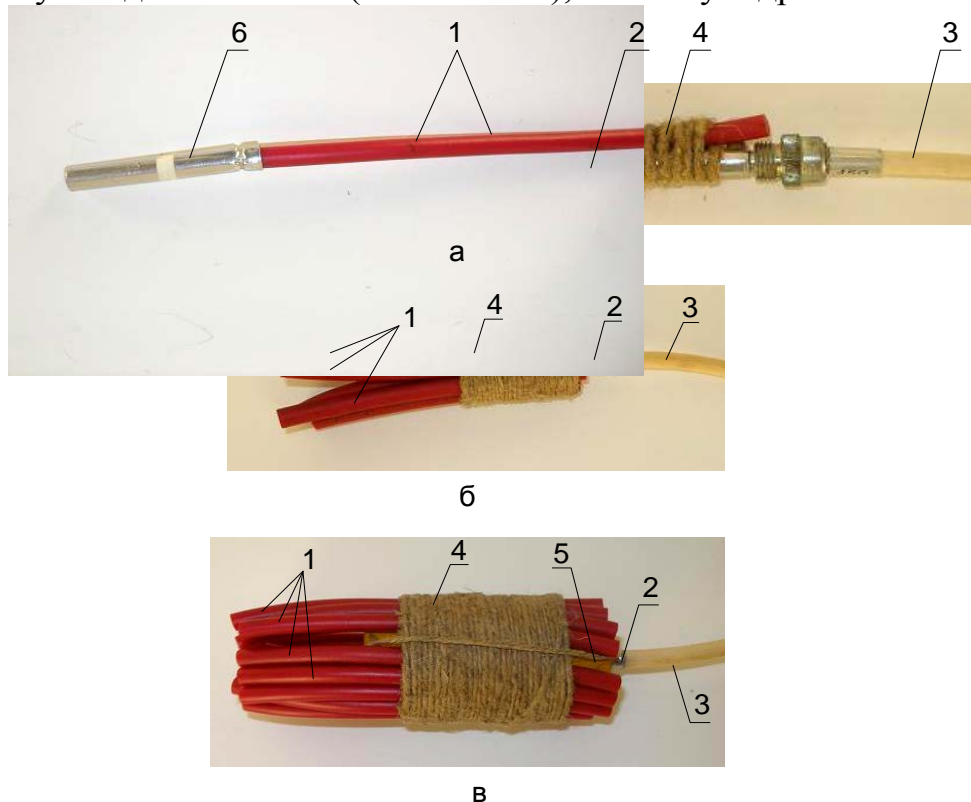


Мал. 15. ДШ (бухта 50 м):

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

У разі пошкодження ділянки ДШ її потрібно вирізати і знищити. Зберігання шнурів із пошкодженою оболонкою не допускається. Забороняється також зберігання ДШ на сонці.

ДШ підривається ЗТП, зарядом ВР чи ЕДП. Однією ЗТП чи одним ЕДП можна підірвати до шести кінців ДШ. При більшій кількості кінців їх прив'язують до шашки ВР (малюнок 16), а шашку підривають ЗТП чи ЕДП.



Мал. 16. Підривання ДШ :

а – підривання одного кінця шнура; б – підривання від одного до шести кінців шнура; в – підривання більше шести кінців шнура; 1 – кінці ДШ; 2 – КД ЗТП; 3 – ВШ; 4 – шпагат; 5 – шашка ВР (бурова); 6 – КД, що вставляється в заряд.

Кінці ДШ, що підривається, щільно зв'язують ізольційною стрічкою чи шпагатом по всій довжині КД ЗТП, ЕДП чи шашки ВР.

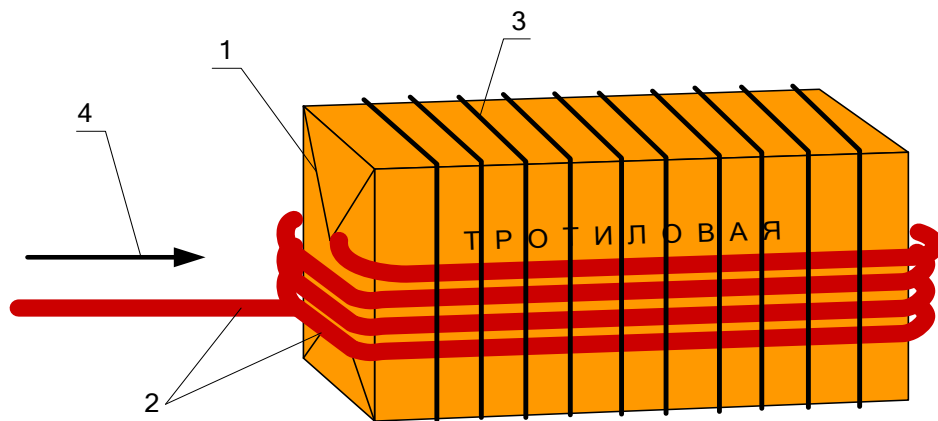
У вологу погоду і в разі підривання під водою кінці ДШ необхідно добре ізолювати ізоляційною стрічкою чи водонепроникною мастикою.

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

На кінцях відрізків ДШ, які вставляються в заряди, що підриваються за їх допомогою, як правило, повинні бути КД; останні надягаються на ДШ і закріплюються на ньому таким самим способом, як на ВШ під час виготовлення ЗТП.

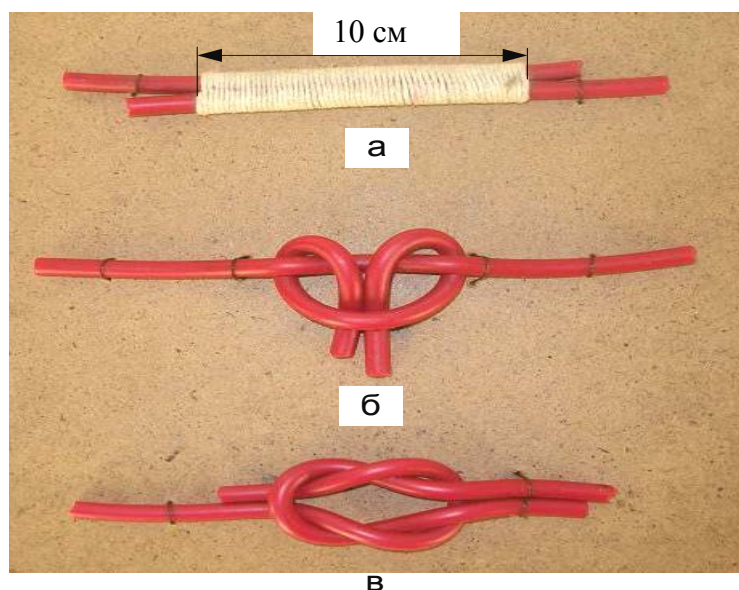
За допомогою ДШ без КД можна підривати заряди з порошкоподібних (зокрема аміачноселітрових) та з пластичних ВР. З цією метою в заряд вкладається відрізок ДШ, складений у чотири-п'ять рядів без перетинання.

ДШ без КД за необхідності можна підривати і шашку пресованого тротилу, якщо її обмотати чотирма-п'ятьма витками шнура, що не перетинаються і щільно прилягають до граней шашки і один до одного (малюнок 17).



Мал. 17. Тротилова шашка, підготовлена до безкапсульного підривання ДШ “бойовик”:

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



Мал. 18. Зрощення ДШ :

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

Розрізання ДШ на відрізки необхідної довжини здійснюється на дерев'яній підкладці чистим і гострим ножем, при цьому бухта шнура повинна бути розмотана повністю або частково, 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 або наступне розрізання шнура проводити на новій ділянці підкладки. Відрізати ДШ, вставлений у КД, забороняється.

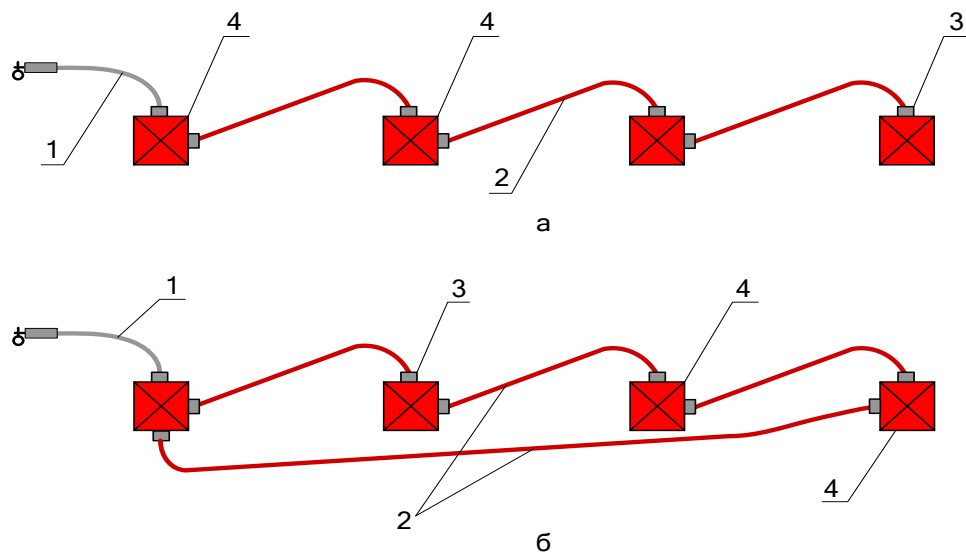
З'єднання двох кінців ДШ між собою називається зрощенням. Зрощення (малюнок 18) проводиться:

- накладанням;
- прямим вузлом;
- подвійною петлею.

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

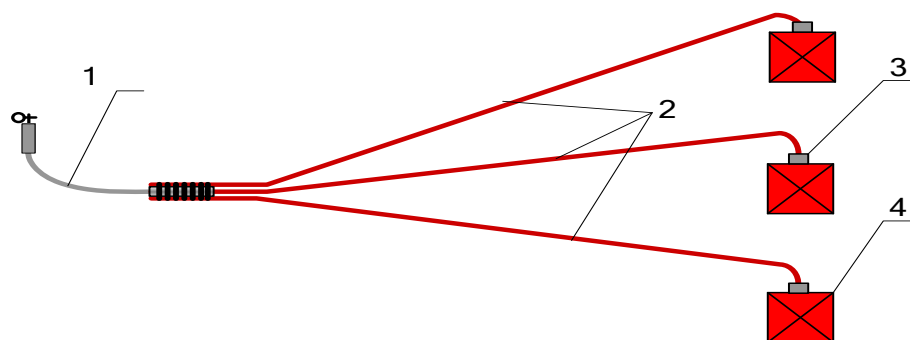
З'єднання кількох відрізків ДШ для одночасного підривання зарядів називається мережею. Мережі ДШ бувають трьох видів:

- послідовні (малюнок 19);
- паралельні (малюнок 20);
- змішані (малюнок 21).



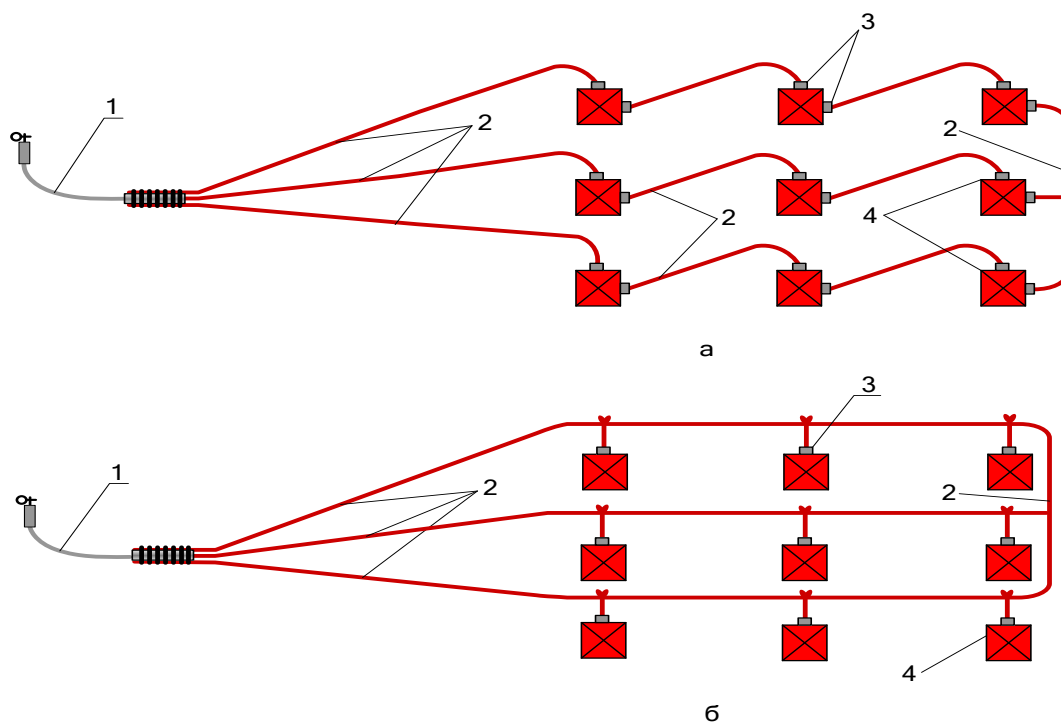
Мал. 19. Послідовна мережа ДШ:

а – без замикаючого шнура; б – із замикаючим шнуром; 1 – ЗТП; 2 – відрізки ДШ ; 3 – КД; 4 – заряди ВР.



Мал. 20. Паралельна мережа ДШ:

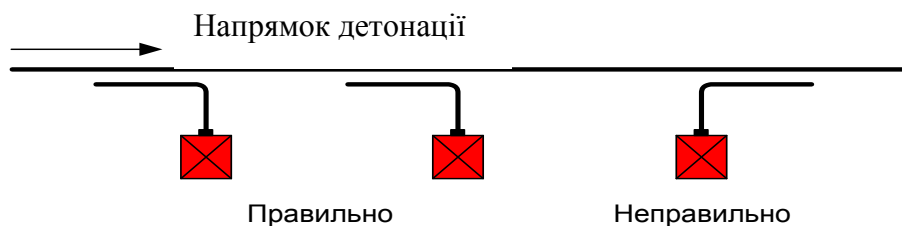
1 – ЗТП; 2 – відрізки ДШ ; 3 – КД; 4 – заряд ВР.



Мал. 21. Змішані мережі ДШ:
 а – для зовнішніх зарядів; б – для внутрішніх зарядів; 1 – ЗТП; 2 – відрізки ДШ;
 3 – КД; 4 – заряди ВР.

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

Під час виготовлення мереж ДШ зрощення накладанням повинні влаштовуватися так, щоб по обох з'єднувальних відрізках шнура детонація проходила в одному і тому самому напрямку (малюнок 22).



Мал. 22. Розміщення зростків у мережах ДШ залежно від напрямку детонації.

Відрізки ДШ, що служать відростками, з'єднуються з магістральним шнуром зрощенням – накладанням або подвійною петлею і повинні прокладатися від місць з'єднання 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.

3.3. Електричний спосіб підривання

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

Для підривання зарядів електричним способом необхідні:

ЕДП;

проводи;

джерела струму;

перевірочні та вимірювальні прилади.

3.3.2. ЕДП складається з КД № 8А та ЕЗП, зібраних у загальній гільзі.

ЕЗП (малюнок 23 в) – 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 дулці алюмінієвої гільзи.

У військах використовуються ЕДП типу ЭДП-р (малюнок 23 б). ЕДП більш ранніх років виготовлення типу ЭДП (малюнок 23 а) відрізняються від ЭДП-р тільки відсутністю муфти з різьбою, за допомогою якої вони сполучаються із зарядами і шашками, що мають запалювальні гнізда з різьбою.

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

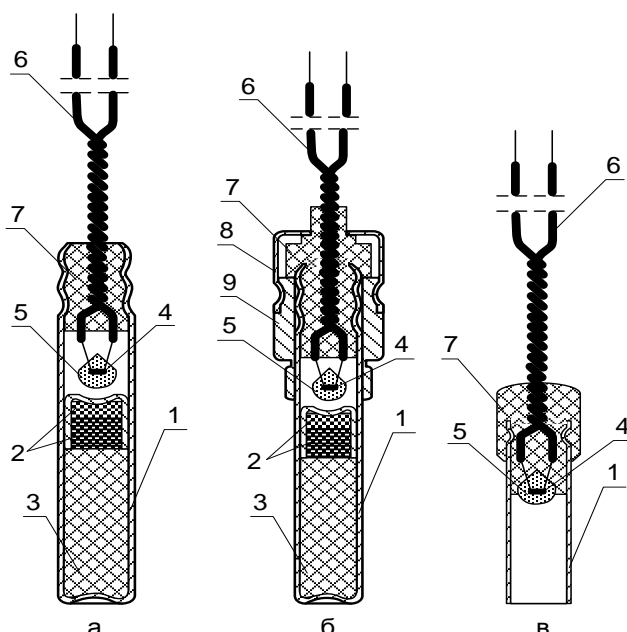
опір у холодному стані – від 0,9 до 1,5 Ом;

розрахунковий опір у нагрітому стані (під час підривання) разом з відвідними проводами довжиною 1 м – 2,5 Ом;

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

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

безпечний струм – 0,18 А.



Мал. 23. ЕДП:

а – ЭДП; б – ЭДП-р; в – ЕЗП; 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.

ЕДП призначені для підривання зарядів як у повітрі, так і під водою.

Для підривання послідовно з'єднаних ЕДП розрахунковий струм приймають рівним 1,0 А (при постійному струмі) чи 1,5 А (при змінному струмі).

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

При змішаному з'єднанні ЕДП струм в окремих гілках приймається, як при послідовному з'єднанні, 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 ЕДП не допускаються.

Опір ЕДП вимірюється за допомогою мосту постійного струму Р3043 чи інших приладів, а цілість містка ЕДП (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 ЕДП необхідно розміщувати за щитами з дощок, за сталевими листами, за ґрунтовими валиками, під дерниною чи у ґрунті (у піску) на глибині 5–10 см; при відкритому розміщенні ЕДП, що перевіряються, вони повинні бути на віддалі 30 м від перевіряючих осіб.

При невідомих характеристиках ЕДП (наприклад, трофейних) проводиться пробне підривання їх у кількості 3–5 штук 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 ЕДП, які випробовуються, проводами із загальним опором 4 Ом. Під час замикання мережі ЕДП з платиново-іридієвим містком повинні підриватися, а ЕДП з містками з іншого матеріалу підриватися не будуть.

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

Використовуються такі типи саперного проводу:

двожильний – СПП-2

одножильний – СПП-1 (за відсутності СПП-2).

Їх характеристики наведені в таблиці 2.

У разі недостачі саперного проводу допускається використання на підривних роботах телефонних проводів зв'язку, електроосвітлювальних проводів тощо. Характеристики деяких кабелів наведені в таблиці 3.

У разі використання будь-яких інших проводів необхідно виміряти опір їх жили, а під час роботи у вологих місцях, під водою і в разі укладання проводів у ґрунт на тривалий час – і опір ізоляції.

Перед використанням проводи перевіряються на цілість жили та справність ізоляції. Перевірка проводиться за допомогою моста переносного постійного струму Р3043 чи малого омметра М-57 (додаток 4).

Таблиця 2

Характеристики саперного проводу

Тип проводу	Перетин жили, мм ²	Конструкція жили	Конструкція ізоляції	Зовнішні розміри, мм	Опір 1 км жили, Ом	Маса 1 км проводу, кг	Зусилля розривання, кг
Одно-жильний СПП-1	0,5	7 мідних дротів діаметром 0,3 мм	Світло-термостійкий поліетилен товщиною 0,5-0,65 мм	2,25 (діаметр)	37,5	8	≥ 23
Дво-жильний СПП-2	2x0,5	Те саме	Те саме	Звитий з двох проводів СПП-1	37,5 (однієї жили)	16	≥ 45

Таблиця 3

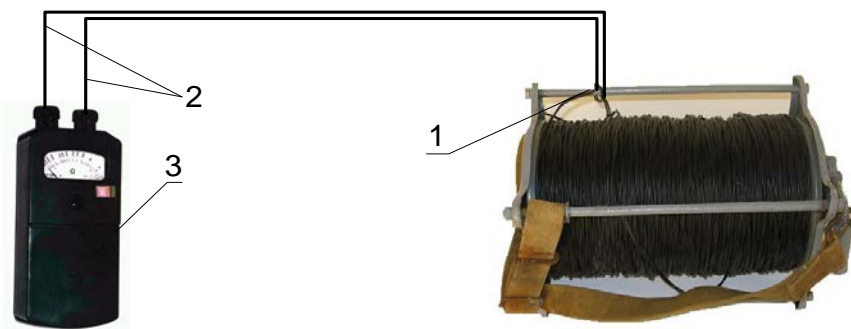
Характеристики кабелів

Назва кабелю	Кількість жил та їх перетин, мм ²	Зовнішні розміри, мм	Опір 1 км жили, Ом	Маса 1 км проводу, кг
ЛТВ – витий лінійний телефонний з мідною жилою і гумовою ізоляцією	2 x 0,6	7,5 (діаметр)	65	37
ВМВ – провід для промислових підривних робіт з мідною жилою і поліхлорвініловою ізоляцією	1 x 0,8	2,3 (діаметр)	40	8,2

Для перевірки цілості жили (малюнок 24) кінці проводу підключаються до омметра, і якщо показники стрілки омметра збігаються з номінальним опором жили проводу даної довжини, то жила справна.

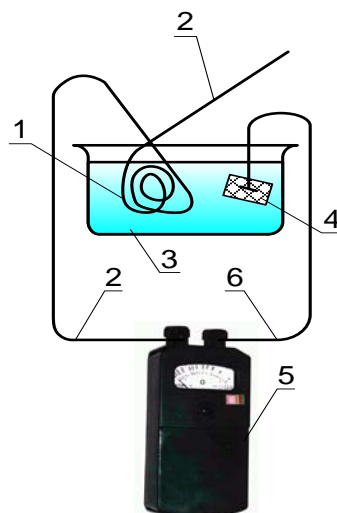
В іншому разі місце розриву чи пошкодження жили визначається зовнішнім оглядом і поступовим підключенням проводу, що розмотується, до омметра за допомогою голки (місця проколів покривають ізоляційною стрічкою). Таким чином роблять до тих пір, поки не буде визначене місце розриву жили, після чого шматок проводу в цьому місці вирізається, кінці його зрощуються і знову проводиться перевірка всього проводу.

Якщо жила проводу має кілька розривів, вони усуваються під час подальшої перевірки.



Мал. 24. Перевірка цілості жили саперного проводу:
1 – провід на котушці; 2 – кінці проводу; 3 – малий омметр.

Перевірка справності ізоляції (малюнок 25) проводиться в посудині з підсоленою водою (1–2 склянки повареної солі на відро води), в яку опускають металевий лист, зачищений до блиску, площею не менше 100 см^2 і бухту проводу, що випробовується. Один кінець проводу випускають із посудини й ізолюють, а другий кінець і металевий лист приєднують до затискачів омметра (мосту). Для вимірювання опору перевагу надають мегаомметру на 500 В.



Мал. 25. Перевірка ізоляції саперного проводу:
1 – провід, що перевіряється, у 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 під час перебування бухти у воді протягом 20–30 хв. показники омметра будуть меншими 3000 Ом, то ізоляція не справна.

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 підричних робіт проводи не можна піддавати зайвій напрузі, перекручуванню, перетиранню тощо. Після закінчення проводи повинні бути очищені від бруду, промиті й просушені.

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 із вказанням довжини проводу, опору його ізоляції та справності жили.

Для роботи провід перемотується на саперну котушку. Внутрішній кінець проводу випускається назовні 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 дво жильний провід.

3.3.4. Джерела струму

Для підривання зарядів електричним способом 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 ЕВМ, а під час використання елементів і батарей повинна розраховуватися також необхідна їх кількість.

Принцип дії конденсаторних підривних машинок заснований на поступовому заряджанні накопичувального конденсатора від малопотужного джерела електричної енергії (індуктора) з подальшою миттєвою віддачею накопиченої енергії в зовнішню мережу. Їх будова та порядок підготовки до роботи наведено в додатку 3.

Характеристики лужних та кислотних акумуляторних батарей, що використовуються під час підривних робіт, наведені в таблицях 5, 6.

Таблиця 5

Характеристики лужних акумуляторних батарей

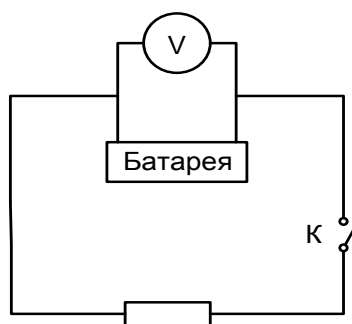
Позначення батареї	Кількість акумуляторів у батареї	Номинальна напруга, В	Номинальна ємність, А-год.	Температурні межі використання, °С
НКП-20У2	1	1,2	20	-50...+50
2НКП-20У2	2	2,4	20	-50...+50
2КНП-20	2	5	20	-30...+50
2НКП-24	2	2,5	24	-40...+50
10ЦНК-0,45	10	12	0,45	-50...+50
10НКГ-1,5	10	12	1,5	-50...+50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

Перед використанням акумуляторні батареї необхідно перевіряти під навантаженням (навантажувальний опір 0,3 Ом на 1 В напруги батареї) упродовж кількох хвилин за схемою, поданою на малюнку 26.

Характеристики кислотних стартерних батарей

Позначення батареї	10-годинний режим розряду (при температурі електроліту +30°)		
	розрядний струм, А	ємність, 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

Якщо при цьому напруга зарядженої батареї буде дорівнювати вказаній у таблиці 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.



Мал. 26. Схема визначення внутрішнього опору батареї під навантаженням.

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

Типи деяких пересувних електричних станцій, що знаходяться на озброєнні військ, та їх технічні характеристики наведено в таблиці 7.

Таблиця 7

Характеристики пересувних електричних станцій

Назва станції	Назва агрегата	Напруга, В	Номінальний струм, А	Потужність, кВт	Вид струму
-	АБ-0,5-П/30	30	16,7	0,5	Постійний
ЭСБ-2-ВО	АБ-1-0/230	230	5,5	1,0	Змінний, частота 50 Гц
ЭСБ-4-ВО	АБ-2-0/230	230	11,0	2	Те саме
ЭСБ-4-ВО	АБ-4-0/230	230	22,0	4	Те саме
ЭСД-10-ВО	АД-10-Т/230	230	31,5	10	Те саме
ЭСД-20-ВО	АД-20-Т/230	230	63,0	20	Те саме
ЭСБ-2-ВЗ	АБ-2-П/115	115	17,4	2	Постійний
ЭСБ-4-ВЗ	АБ-4-П/115	115	34,8	4	Постійний

Потужність перерахованих пересувних електричних станцій дозволяє проводити підривання значних груп ЕДП, складених за схемами послідовного, паралельного і змішаного з'єднань.

Освітлювальні й силові електричні мережі постійного струму мають напругу 110 і 220 В, а мережі змінного струму – 127, 220 і 380 В. Вказані мережі допускають підривання груп ЕДП, з'єднаних за будь-якою схемою, вказаних у пункті 3.3.5.

Для перевірки ЕВМ та її елементів використовуються міст переносний постійного струму Р3043, малий омметр М-57, пульт-пробник та інші прилади, що випускаються промисловістю і мають відповідні ступені надійності для роботи в польових умовах.

Їх характеристики, будова та порядок підготовки до роботи і проведення вимірювань наведено в додатку 4.

3.3.5. Схеми ЕВМ та їх розрахунок

3.3.5.1. ЕВМ називається мережа проводів з приєднаними до них ЕДП.

Проводи, які йдуть від джерела струму до місця розміщення зарядів, називаються магістральними.

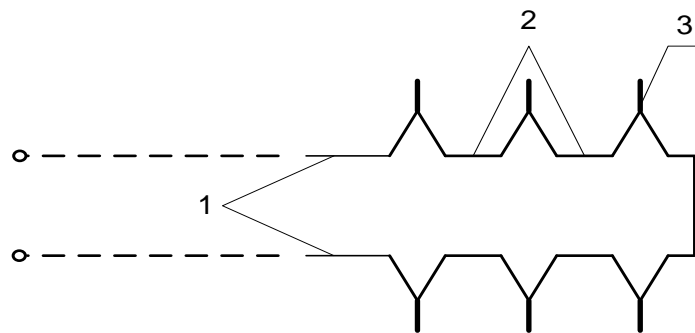
Проводи, що розміщені між зарядами і з'єднують ЕДП між собою, називаються ділянковими.

У ЕВМ використовують такі з'єднання ЕДП:

послідовне (малюнки 27 і 28);

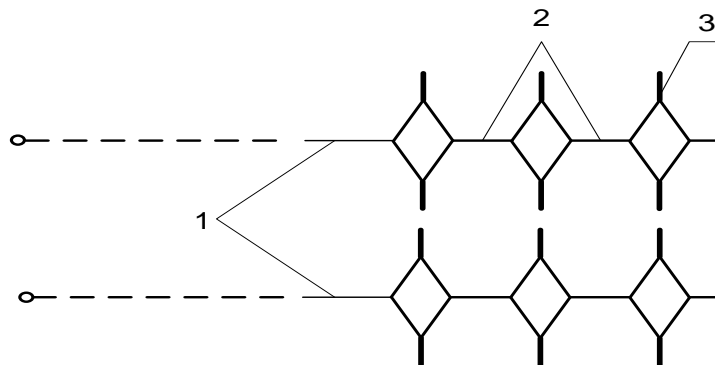
паралельно-пучкове (малюнок 29);

змішане (малюнок 30).



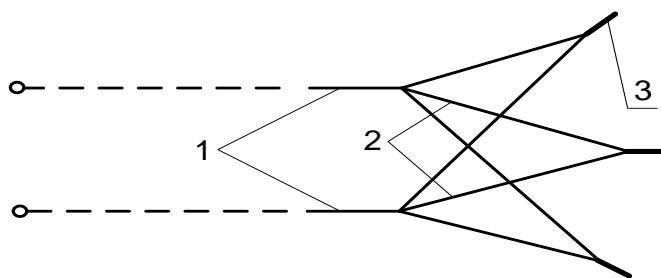
Мал. 27. Схема ЕВМ з послідовним з'єднанням ЕДП:

1 – магістральні проводи; 2 – ділянкові проводи; 3 – ЕДП.

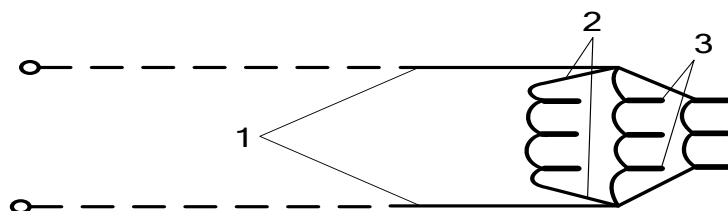


Мал. 28. Схема ЕВМ з послідовним з'єднанням груп, що складаються з попарно-паралельно з'єднаних ЕДП:

1 – магістральні проводи; 2 – ділянкові проводи; 3 – ЕДП.



Мал. 29. Схема ЕВМ з паралельно-пучковим з'єднанням ЕДП:
1 – магістральні проводи; 2 – ділянкові проводи; 3 – ЕДП.



Мал. 30. Схема ЕВМ зі змішаним з'єднанням ЕДП:
1 – магістральні проводи; 2 – ділянкові проводи; 3 – ЕДП.

Послідовне і попарно-паралельне з'єднання ЕДП доцільно використовувати, коли джерела струму розвивають напругу при незначному струмі.

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

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

Перед виконанням робіт із виготовлення ЕВМ чи будь-якої схеми з'єднання ЕДП проводиться розрахунок мережі. Мета розрахунку – визначити загальний опір мережі, а також потрібні величини напруги і струму, які повинно забезпечувати вибране джерело.

3.3.5.2. Розрахунок ЕВМ з послідовним з'єднанням ЕДП (малюнок 27) здійснюється таким чином.

У зв'язку з тим, що мережа не має розгалужень, то величина струму I , яку повинно забезпечувати джерело, дорівнює струму i , потрібному для підривання послідовно з'єднаних ЕДП, тобто $I = i$.

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

$$R = r_M + r_{дін} + mr_d, \quad (1)$$

де r_M – опір магістральних проводів;

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

r_d – опір ЕДП разом з кінцями (у нагрітому стані рівний 2,5 Ом);

m – кількість послідовно з'єднаних ЕДП.

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

$$U = IR \quad (2)$$

Приклад. ЕВМ складається з магістральних проводів довжиною 1000 м (в обидва боки), ділянкових проводів загальною довжиною 200 м і з 20 послідовно з'єднаних ЕДП. Визначити загальний опір мережі та потрібну напругу на затискачах джерела струму.

Потрібний для підривання струм $I=1$ А (пункт 3.3.2);

опір магістральних проводів $r_M=25$ Ом (пункт 3.3.3);

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

опір ЕДП $r_d = 2,5$ Ом (пункт 3.3.2);

кількість ЕДП $m=20$;

загальний опір мережі визначається за формулою 1

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

потрібна напруга на затискачах джерела струму визначається за формулою

$$U = IR = 1 \cdot 80 = 80 \text{ В}.$$

3.3.5.3. Розрахунок ЕВМ із послідовним з'єднанням груп, що складаються з попарно-паралельно з'єднаних ЕДП (малюнок 28), проводиться таким чином.

Струм I , який протікає по магістральних проводах, приймають у цьому випадку рівним 1,5 А при постійному і 2 А при змінному струмі.

Загальний опір мережі R визначається за формулою

$$R = r_m + r_{\text{діл}} + m_n \cdot \frac{r_d}{2}, \quad (3)$$

де m_n – кількість пар ЕДП (інші позначення ті самі, що наведені вище).

Потрібна напруга на затискачах джерела струму визначається, як і в попередньому випадку, за формулою 2

$$U = IR.$$

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

Потрібний для підривання струм $I=1,5$ А;

опір магістральних проводів $r_M = 25$ Ом;

опір ЕДП $r_d = 2,5$ Ом;

опір ділянкових проводів $r_{\text{діл}} = 5$ Ом;

загальний опір мережі визначається за формулою 5

$$R = r_M + r_{\text{діл}} + m_n \frac{r_d}{2} = 25 + 5 + 20 \frac{2,5}{2} = 55 \text{ Ом};$$

потрібна напруга визначається за формулою 2

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

3.3.5.4. Розрахунок ЕВМ з паралельно-пучковим з'єднанням ЕДП (малюнок 29) проводиться таким чином.

Якщо опір окремих гілок, що складаються з ділянкових проводів і ЕДП, приблизно однаковий, то струми, що проходять через ЕДП, будуть рівні між собою, а струм I , що проходить через магістральні проводи, буде дорівнювати

$$I = ni, \quad (4)$$

де n – число гілок;

i – струм, потрібний для підривання одного ЕДП.

Загальний опір мережі R визначається за формулою

$$R = r_M + \frac{r_{\text{дiл}} + r_{\text{д}}}{n}, \quad (5)$$

де позначення ті самі, що і в формулах 1–3, але $r_{\text{дiл}}$ стосуються однієї гілки.

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

$$U = IR.$$

Приклад. ЕВМ 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 ЕДП. Проводи одножильні, ЕДП. Визначити загальний опір мережі й потрібну напругу на затискачах джерела струму.

Струм, потрібний для підривання кожного ЕДП, $i = 0,5$ А, число гілок $n = 10$.

Загальний потрібний струм визначаємо за формулою 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 проводів однієї гілки $r_{\text{дiл}} = \frac{20}{1000} \cdot 25 = 0,5 \text{ Ом};$

опір ЕДП $r_{\text{д}} = 2,5 \text{ Ом};$

загальний опір мережі визначається за формулою 5

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

потрібна напруга на затискачах джерела струму визначається за формулою 2

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

3.3.5.5. Розрахунок ЕВМ зі змішаним з'єднанням ЕДП (малюнок 30) проводиться таким чином.

При однаковій кількості m послідовно з'єднаних ЕДП у кожній гілці мережі опір окремих гілок і струм, що протікає в них, будуть відповідно рівні між собою. Загальний струм, що протікає по магістральних проводах, при кількості паралельних гілок n визначиться, як і в разі паралельно-пучкового з'єднання ЕДП, за формулою 4.

Загальний опір R мережі цього типу визначається за формулою

$$R = r_M + \frac{r_{\text{дiл}} + mr_{\text{д}}}{n}, \quad (6)$$

де позначення ті самі, що і в формулах 1, 3, але $r_{\text{дiл}}$ відноситься до всіх ділянок однієї гілки.

Напруга на затискачах джерела струму і в цьому разі повинна визначатися за формулою 2

$$U = IR$$

Приклад. ЕВМ складається з магістральних проводів довжиною 500 м (в обидва кінці) і чотирьох паралельних гілок. Кожна гілка має 10 послідовно з'єднаних ЕДП. Кожний з дев'яти проводів, що з'єднують ЕДП між собою в 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); усі проводи одножилінні. Визначити загальний опір мережі й потрібну напругу на затискачах джерела струму.

Кількість гілок $n = 4$;

кількість ЕДП у кожній гілці $m = 10$;

струм, потрібний для кожної гілки, $i = 1$ А (пункт 3.3.2 цього Керівництва);

загальний потрібний струм визначається за формулою 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

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

опір кожного ЕДП $r_{\text{д}} = 2,5 \text{ Ом};$

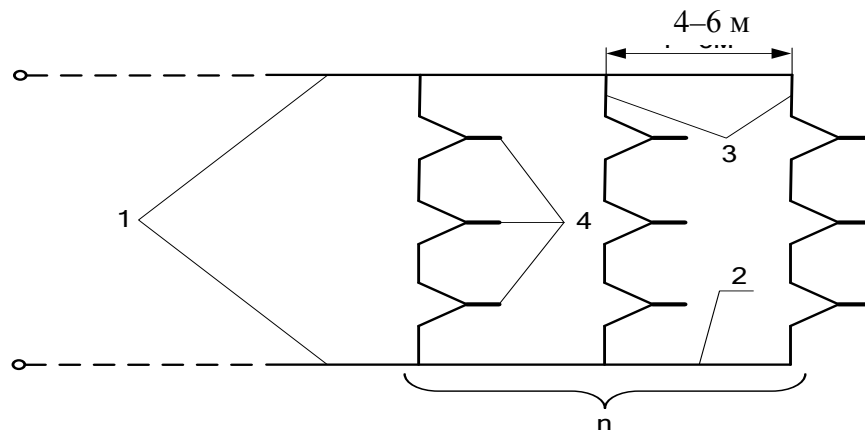
загальний опір мережі визначається за формулою 6

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

потрібна напруга на затискачах джерела струму визначається за формулою 2

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

Під час використання конденсаторних підричних машинок дозволяється проводити ступеневе приєднання паралельних гілок до магістральних проводів за умови, що відстань між сусідніми гілками не перевищує 4–6 м (малюнок 31).



Мал. 31. Схема ЕВМ з паралельно-ступеневим з'єднанням груп послідовно з'єднаних ЕДП: 1 – магістральні проводи; 2 – ділянкові проводи; 3 – групи (гілки); 4 – ЕДП; n – кількість гілок.

Розрахунок мережі в цьому разі проводиться способом, викладеним у пункті 3.3.5.4. Кількість паралельних гілок приймається при цьому не більше чотирьох. Кількість ЕДП в різних гілках повинна бути однаковою, а загальний опір мережі не повинен перевищувати норми для паралельного з'єднання ЕДП згідно з характеристиками, наведеними вище.

3.3.6. При підборі джерел струму для ЕВМ згідно з пунктами 3.3.5.3–3.3.5.5 визначаються необхідні величини напруги U і струму I і за їх величинами підбираються джерела струму відповідно до їх технічних характеристик.

Під час використання підривних машинок КПМ-1А, КПМ-3 та ПМ-4 необхідно керуватися інструкціями з їх використання.

У разі використання на підривних роботах як джерел струму пересувних електростанцій, освітлювальних і силових електричних мереж, акумуляторів, сухих елементів і батарей користуються їхніми номінальними характеристиками.

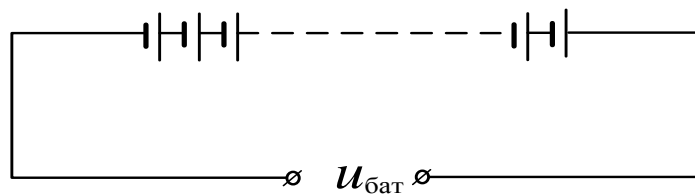
Якщо джерело струму має потрібну (чи більшу) напругу $U_{дж}$ і забезпечує потрібний (чи більший) струм I , то таке джерело цілком придатне для даної мережі.

Якщо джерело струму забезпечує потрібний струм I (у виконанні чи невиконанні цієї умови можна переконатися за допомогою формули 10), але має більший внутрішній опір R_0 , унаслідок чого між його електрорушійною силою (далі – ЕРС) E_0 і напругою $U_{дж}$ на затискачах може бути велика різниця, то величину напруги визначають за формулою

$$U_{дже} = E_0 - 2R_0 I. \quad (7)$$

Величину ЕРС E_0 для свіжих батарей можна приймати згідно з їх характеристиками чи порівнювати її до показників вольтметра (ампервольтметра), підключеного до затискачів ненавантаженого джерела струму.

Якщо вибране джерело струму забезпечує потрібний струм I , але його напруга $U_{дж}$ менша потрібної напруги U , то використовується послідовне з'єднання m однакових джерел струму в загальну батарею (малюнок 32).



Мал. 32. Схема послідовного з'єднання елементів у батарею.

Напруга на затискачах такої батареї $U_{бат}$ повинна бути рівною чи більшою потрібної напруги

$$U_{бат} = mU_{дж} \geq U,$$

звідки

$$m \geq \frac{U}{U_{дж}}, \quad (8)$$

де m – кількість джерел, послідовно з'єднаних у батарею.

Приклад. Для ЕВМ потрібне джерело струму напругою 40 В, забезпечуючий струм 2 А. Визначити потрібну кількість кислотних стартерних батарей 6СТ-75.

Згідно з таблицею 6 батареї 6СТ-75 забезпечують 10-годинний розрядний струм 7,5 А при напрузі 12 В; отже, щодо струму батарея підходить, а напруга не достатня. З'єднуємо батареї послідовно в одну загальну батарею. Кількість джерел (окремих батарей) визначається за формулою 8

$$m \geq \frac{U}{U_{дж}} = \frac{40}{12} = 3,33.$$

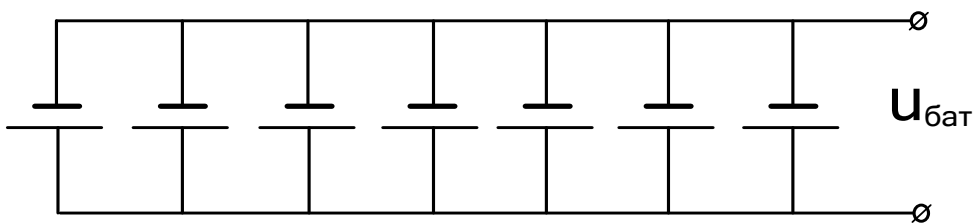
Приймаємо $m=4$. Тоді загальна напруга отриманої батареї

$$U_{бат} = mU_{дж} = 4 \cdot 12 = 48В.$$

Якщо вибране джерело струму має напругу, що дорівнює чи більша потрібної, але не забезпечує потрібного струму, то приймають паралельне з'єднання кількох джерел у батарею (малюнок 33), визначаючи необхідну кількість їх n з формули

$$n \geq \frac{I}{I_{дж}}, \quad (9)$$

де n – кількість джерел струму;
 I – загальний потрібний струм у мережі;
 $I_{дж}$ – струм, що забезпечується окремим джерелом.

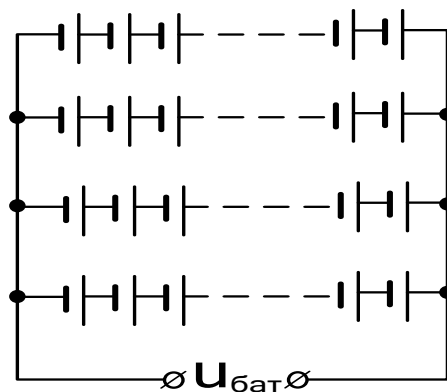


Мал. 33. Схема паралельного з'єднання елементів у батарею.

Для сухих елементів і батарей (якщо не проводиться їх випробовування) $I_{дж}$ визначається за формулою

$$I_{дж} = \frac{E_0}{2R_0}. \quad (10)$$

Якщо вибране джерело струму не достатнє як щодо напруги, так і щодо струму, то застосовується змішане з'єднання джерел у батарею (малюнок 34).



Мал. 34. Схема змішаного з'єднання елементів у батарею.

При цьому кількість m послідовно з'єднаних джерел в одній групі визначається за формулою 8, а кількість n паралельних груп – за формулою 9.

Загальна ж кількість джерел струму в батареї буде дорівнювати добутку кількості елементів в одній групі на кількість груп

$$N = mn. \quad (11)$$

Коли $U_{дж}$ невідоме, а відомі E_0 і R_0 під час використання змішаного з'єднання джерел струму, їх кількість m в одній групі визначається за формулою

$$m \geq \frac{2IR}{E_0}, \quad (12)$$

а кількість груп n – за формулою

$$n \geq \frac{2IR_0}{E_0}. \quad (13)$$

Перевірка правильності підбору і з'єднання джерел проводиться шляхом обчислення загального струму батареї $I_{бат}$ за формулою

$$I_{бат} = \frac{mE_0}{R + \frac{mR_0}{n}}. \quad (14)$$

При цьому повинна дотримуватися умова

$$I_{бат} \geq I.$$

3.3.7. При виготовленні та прокладанні ЕВМ потрібно враховувати, що вони завжди повинні бути двопровідними і виготовлятися з ізольованих проводів. Під час підривання кількох груп зарядів з одного пункту керування (підривної станції) зворотний провід ЕВМ дозволяється, як виняток, робити загальним для всіх груп. Роботи з монтажу і укладання ЕВМ повинні проводитися досить ретельно.

Під час завчасної підготовки до підривання ЕВМ повинні укладатися в рівчаки глибиною не менше 15–20 см чи ховатися за елементами конструкцій, що підриваються, з метою збереження проводів від механічних пошкоджень і пошкоджень осколками та дією ударної повітряної хвилі.

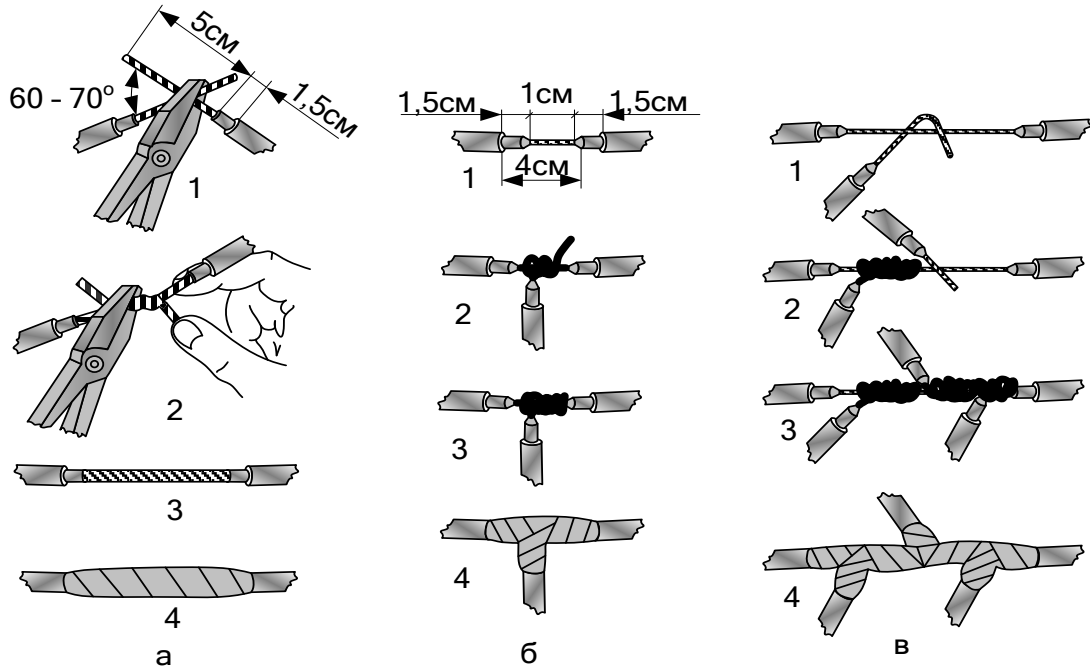
У разі перетинання ЕВМ доріг, можливих шляхів руху транспорту і бойових машин проводи обов'язково зариваються у ґрунт на глибину 40–50 см. За браком часу проводи дозволяється укласти у вузькі рівчаки без засипання чи закривати їх під лопату. Проводи укладаються з послабленням 10–15% відстані між точками, що з'єднуються. Узимку проводи ЕВМ укладаються на поверхню ґрунту під снігом.

Під час розгортання ЕВМ на місцевості проводи ретельно перевіряються по всій їх довжині на відсутність обривів і пошкоджень ізоляції. Укладені ЕВМ перед засипанням рівчаків перевіряють малим омметром. Мережа вважається справною, якщо при розімкнених кінцях магістральних і ділянкових проводів омметр показує 3000 Ом і більше, а при замкнених кінцях парних проводів показники омметра виражаються одиницями чи десятками Ом.

Зрощування проводів у ЕВМ проводиться таким чином: з кінців проводів знімають ізоляцію на довжину 5 см, а обплетення знімають ще на 1,5 см далі (дана вказівка стосується лише проводів СП-1 та СП-2, які мають обплетення). Оголені кінці металевої жили до блиску зачищаються обухом ножа, щільно

скручуються в тому самому напрямку, в якому вона скручена у проводі, і знову зачищають до блиску.

Зрощення проводів бувають таких видів:
 пряме зрощення (малюнок 35, а);
 зрощення під кутом (малюнок 35, б і в).



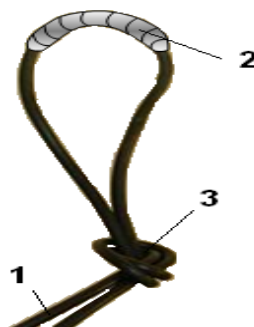
Мал. 35. Послідовність виготовлення зрощень саперного проводу:

а – пряме зрощення; б і в – зрощення під кутом; 1 – зачищення і накладання жил; 2 – зрощування жил; 3 – неізольоване зрощення; 4 – повністю готове зрощення.

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

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

Щоб запобігти розриванню зрощєнь, на зрощєних ділянках проводів зав'язуються запобіжні петлі (малюнок 36).



Мал. 36. Запобіжна петля на ділянці зрощення саперного проводу:
 1 – провід; 2 – зрощення; 3 – вузол.

Під час влаштування ЕВМ саперним відділенням воно розбивається на розрахунки:

для влаштування підривної станції;

для прокладання магістральних проводів;

для виготовлення і прокладання мережі.

Командир відділення, отримавши наказ про виготовлення ЕВМ і місце розміщення підривної станції, визначає місце виготовлення мережі, напрямок прокладання магістральних проводів, розподіляє особовий склад на розрахунки і дає вказівки щодо проведення робіт, стежить за ходом робіт і відповідає за термін готовності мережі і за прийняття необхідних заходів безпеки.

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

Розрахунок, виділений для облаштування підривної станції, під керівництвом старшого отримує з польового складу підривні машинки і вимірювальні прилади, проводить їх перевірку і розміщення в укритті. Вимірювальні прилади з підривної станції дозволяється видавати іншим розрахункам тільки за вказівкою керівника робіт.

Розрахунок, виділений для прокладання магістральних проводів, отримавши вказівки про місце подачі кінців магістралі й про напрямок її прокладання, бере потрібну кількість котушок проводу, перевіряє справність останнього і підносить котушки до місця подачі кінців. Прив'язавши ізольовані кінці проводів до кілка, дерева тощо, розрахунок розмотує провід за вказаним напрямком до місця розміщення підривної станції. У разі неповного розмотування котушки провід не обрізається, а до джерела струму на підривній станції підводять його внутрішні кінці, випущені з котушки.

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

Старший розрахунку зі складання мережі особисто отримує ЕДП з польового складу і перевіряє їх на провідність. Під його керівництвом нарізаються відрізки проводів зі збільшенням їх довжини у порівнянні з номінальною на 10–15% (з метою забезпечення необхідного послаблення під час прокладання мережі).

Мережі можуть виготовлятися на місці проведення підривних робіт чи поблизу них, приховано від спостереження противника. Заготовлені проводи розкладаються згідно зі схемою розміщення зарядів і до їх кінців приєднуються ЕДП.

Виготовлення мереж проводиться з дотриманням усіх заходів безпеки, що вживаються під час поводження з КД і ЕДП. Необхідно особливу увагу звертати на якість зрощень, адже це є умовою безвідмовності вибуху.

До особливого розпорядження мережі на підготовлених до підривання

об'єктах розміщуються таким чином, щоб ЕДП знаходилися не ближче ніж за 0,5 м від зарядів.

Після укладання на об'єкті мережа приєднується до магістральних проводів і за вказівкою керівника робіт із підривної станції проводиться перша перевірка її справності. При цьому всі сапери повинні бути відведені від зарядів на безпечну відстань. Після перевірки мережі кінці магістральних проводів на підривній станції знову ізолюються і до них за наказом керівника робіт виставляється вартувий. У подальшому, за наказом керівника робіт, проводяться контрольні (періодичні) перевірки ЕВМ.

Враховуючи, що ЕВМ можуть бути перебиті вогнем противника, їх необхідно дублювати, тобто забезпечувати можливість підривання зарядів із різних підривних станцій за кількома незалежними одна від одної мережами.

3.3.8. Захист ЕВМ від грозових розрядів

Під час грози в магістральних та ділянкових проводах ЕВМ можуть виникати короткочасні (імпульсні) електричні струми, які здатні викликати вибух ЕДП.

Вибух ЕДП може також відбутися внаслідок утворення електричних іскор між їх запальними містками і металевими гільзами в результаті утворення на проводах ЕВМ високих потенціалів.

Дія грозових розрядів на ЕВМ може здійснюватися:

під час прямого попадання блискавки у проводи або у складові частини ЕВМ;
під час грозового розряду поблизу ЕВМ (проходження по землі струмів, які розтікаються);

унаслідок електростатичної або електромагнітної індукції (наведення струмів у результаті зміни електричного або магнітних полів).

Для попередження дії грозових розрядів проводи ЕВМ повинні укладатися в землю на глибину не менше 15–20 см.

Перед укладанням проводів у землю потрібно ретельно перевірити якість ізоляції і місця, де вона пошкоджена, покривати ізоляційною смужкою.

ЕВМ, як правило, виготовляються з двожильного саперного проводу. Якщо мережа зроблена з одножильного проводу, то перед укладанням проводи необхідно скручувати в один шнур. За браком часу на скручування обидва проводи необхідно розташовувати по всій протяжності в одному рові та обов'язково зв'язуватися між собою шпагатом або ізоляційною стрічкою через 1–1,5 м.

Магістралі ЕВМ бажано робити екранованими двожильними проводами, тобто проводами з металевим обплетенням, або укласти поряд із магістральними проводами голі металеві дроти (колючий дріт). Кінці магістральних проводів на підривній станції повинні розводитися в боки та ретельно ізолюватися.

За відсутності спеціальних блискавкозахисних приладів захист ЕВМ від грозових розрядів може бути виготовлений із підручних засобів.

Заряди в металевих оболонках, закладені у ґрунт, захищаються від вибуху під час грози таким способом. На нижню частину металевої оболонки заряду щільно накладаються два-три витки голого проводу. Один кінець проводу закріплюється звичайною скруткою у 3–4 витки, а другий

приєднується до жили одного з проводів, які йдуть від детонатора.

Другий провід від ЕДП розрізається на відстані 50 см від заряду. Розрізані кінці цього проводу розводяться в землі на 10 см один від одного і виводяться на поверхню, де кожний з них зачищається і окремо від іншого ізолюється.

Перед підриванням заряду виведені на поверхню землі кінці проводу вивільняються від ізоляції, зрощуються і отриманий зросток ізолюється.

4. Розрахунок зарядів для підривання дерева, сталі, цегляної і кам'яної кладок, бетону і залізобетону

4.1. Розрахунок зарядів для підривання дерева

4.1.1. Дерев'яні елементи конструкцій (колоди, бруси, двотаврові балки, пакети колод, куці паль) підривають зовнішніми контактними чи неконтактними зарядами. 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

$$C = KD^2, \quad (15)$$

де C – маса заряду в грамах;

D – діаметр колоди в сантиметрах;

K – коефіцієнт, що залежить від породи та стану деревини (наведено в таблиці 8).

Таблиця 8

Значення коефіцієнта K

Порода деревини	Стан деревини	
	суха	свіжозрубана, волога і на корені
Слабкі породи (осика)	0,80	1,00
Породи середньої міцності (сосна, ялина)	1,00	1,25
Міцні породи (дуб, клен, бук, ясен, береза)	1,60	2,0

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

Приклад. Потрібно підірвати контактним зарядом свіжозрубану соснову колоду діаметром 35 см.

Визначаємо масу заряду за формулою 15

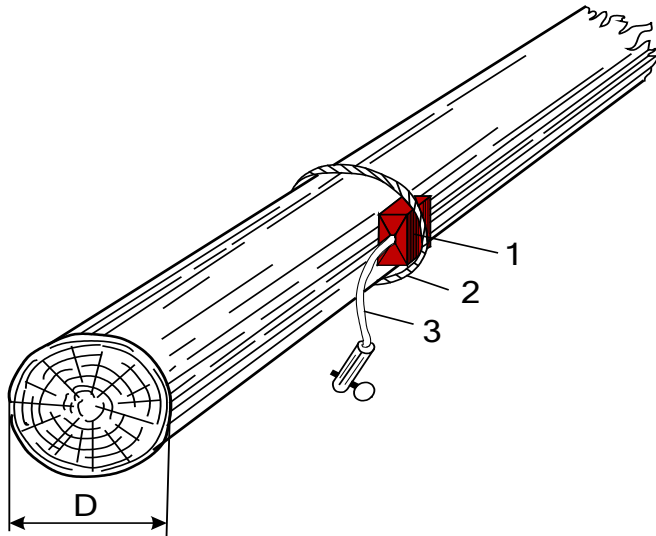
$$C = K D^2 = 1,25 \cdot 35^2 = 1530 \text{ г.}$$

Ураховуємо, що діаметер колоди більший 30 см, множимо масу заряду на

величину $\frac{D}{30}$.

$$C_1 = 1530 \cdot \frac{D}{30} = 1530 \cdot \frac{35}{30} = 1786 \text{ г.}$$

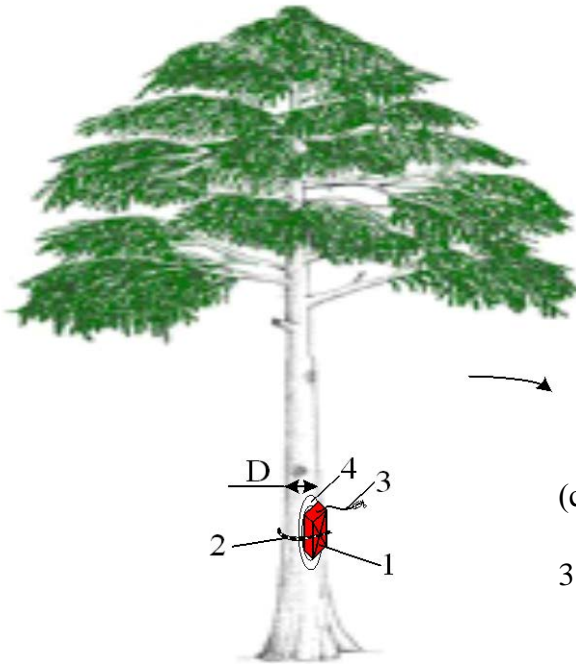
Приймаємо масу заряду 1800 г із розрахунку чотири великих і одна мала тротилова шашки або дев'ять малих тротилкових шашок.



Мал. 37. Підривання колоди зосередженим зарядом:

1 – заряд; 2 – дріт (шпагат);
3 – ЗТП.

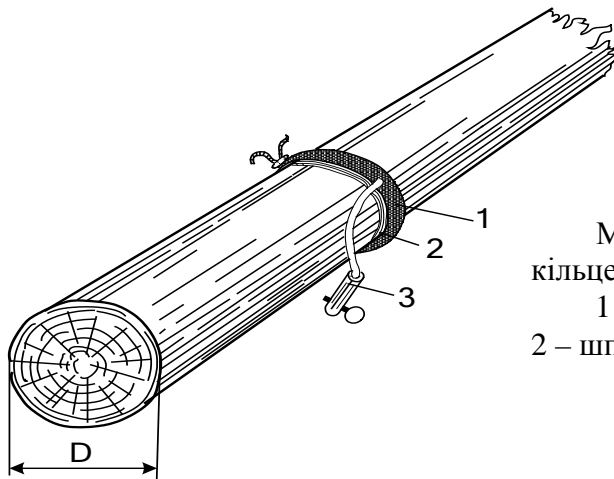
Заряд повинен міцно кріпитися до колоди, що підривається, щільно, без зазору (малюнок 37). Під час ваління дерев з кореня заряд потрібно кріпити з того боку, в який потрібно звалити дерево. Для більш щільного прилягання заряду може бути зроблене стесування (малюнок 38).



Мал. 38. Ваління дерева з кореня (стрілкою вказано напрямок ваління):

1 – заряд; 2 – мотузка (шпагат);
3 – ЗТП; 4 – місце стесування.

Під час підривання колод доцільно застосовувати кільцеві заряди з ПВВ в оболонках, які охоплюють колоду по всьому периметру (малюнок 39). У цьому разі маса заряду визначається за формулою 15 і зменшується на 1/3.



Мал. 39. Підривання колоди кільцевим зарядом із ПВВ: 1 – заряд ПВВ в оболонці; 2 – шпагат; 3 – ЗТП.

4.1.2. Маса контактного заряду, необхідна для перебивання бруса, визначається за формулою

$$C = K F, \quad (16)$$

де C і K – значення, наведені у формулі 15;

F – площа поперечного перетину бруса у квадратних сантиметрах.

Якщо товщина бруса h більша 30 сантиметрів (вимірюється в 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:

$$C = KF \frac{h}{30} \text{ /г/ при } h > 30 \text{ см,}$$

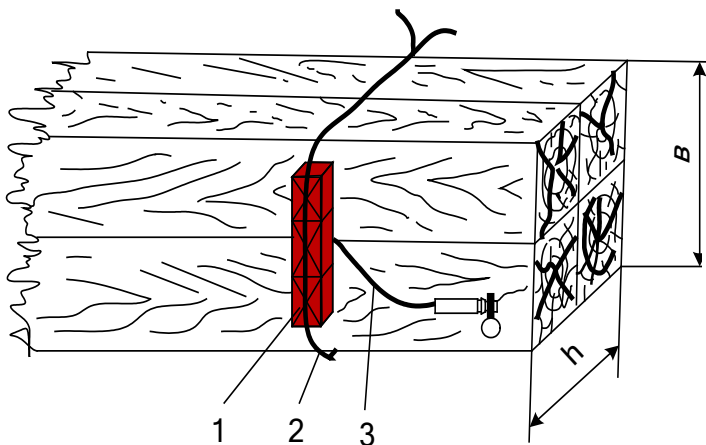
для сухої сосни – $K = 1,0$ (таблиця 10);

площа поперечного перетину бруса $F = 40 \cdot 32 = 1280 \text{ см}^2$;

$$C = 1 \cdot 1280 \frac{32}{30} = 1365 \text{ г.}$$

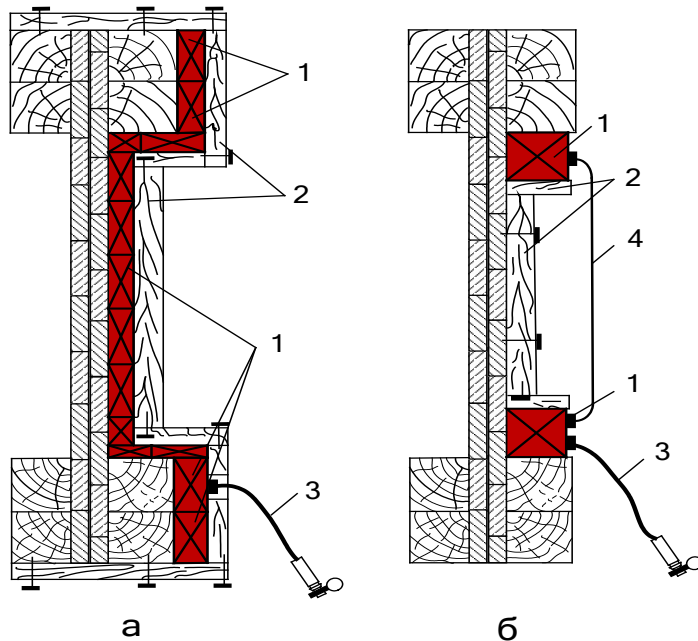
Приймаємо 1400 гр (три великі та одна мала тротилові шашки або 7 малих тротилових шашок).

Заряд розміщується на брусі поперек його широкої грані (малюнок 40).



Мал. 40. Підривання складеного дерев'яного бруса: 1 – заряд; 2 – шпагат (дріт); 3 – ЗТП.

4.1.3. Дерев'яні балки двотаврового розрізу найбільш ефективно підривати фігурними зарядами (малюнок 41, а). Маса кожної складової частини фігурного заряду визначається за формулою 16. (Унаслідок малої товщини вертикальної стінки заряд 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 одної впритул, повинні з'єднуватись між собою з'єднувальними шашками. Маса з'єднувальних шашок не включається в розрахункову масу заряду.

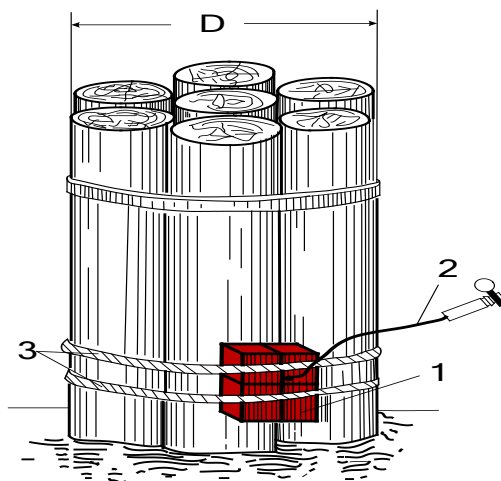


Мал. 41. Підривання дерев'яних балок двотаврового розрізу:

а – фугасним зарядом;
б – зосередженим зарядом;
1 – заряди; 2 – дощате кріплення зарядів;
3 – ЗТП;
4 – відрізок ДШ з КД на кінцях.

Балка двотаврового розрізу може бути підірвана двома окремими зосередженими зарядами, розміщеними в кутах верхніх і нижніх поясів із вертикальною стінкою (малюнок 41, б). За масою кожний із цих зарядів приймаємо удвічі більшим порівняно з зарядом, визначеним за умови перебивання відповідного пояса як окремого бруса.

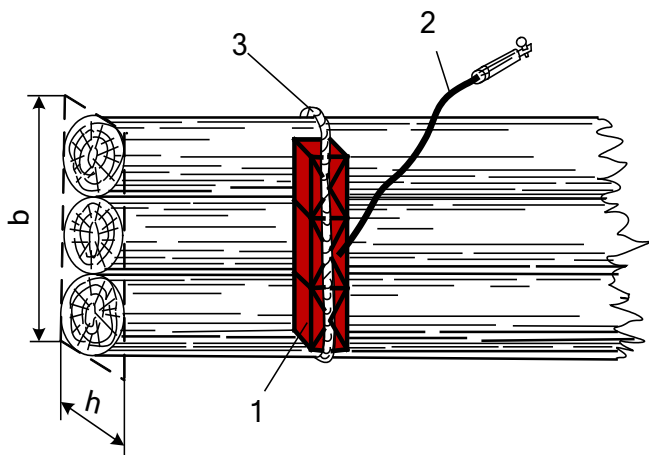
4.1.4. Підривання пакетів колод і зосереджених кущів паль (малюнок 42) проводиться зосередженими зарядами. Маса заряду, необхідного для перебивання пакета колод (куща паль), визначається за формулою 15. За розрахунковий діаметр приймається загальний необхідний діаметер пакета в сантиметрах.



Мал. 42. Підривання зосередженого куща паль контактним зарядом:

1 – заряд; 2 – ЗТП;
3 – мотузка (дріт).

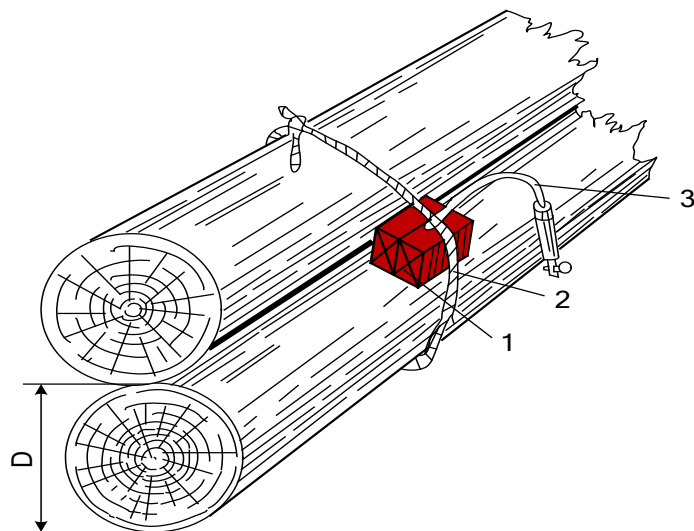
Під час підривання плоских пакетів більше ніж із двох колод заряди доцільно розміщувати, як вказано на малюнку 43. Розрахунок зарядів у цьому разі проводиться за формулою 16; за розрахункову площу поперечного розрізу пакета приймається площа описаного біля нього прямокутника.



Мал. 43. Підривання плоского пакета колод зовнішнім зарядом:

1 – заряд; 2 – ЗТП;
3 — мотузка (дріт).

Пакет із двох колод підривається зосередженим зарядом (малюнок 44), розрахованим на перебування однієї (більш товстої) колоди і таким, що кріпиться в паз.



Мал. 44. Підривання пакета з двох колод:

1 – заряд; 2 – шпагат (дріт);
3 – ЗТП.

Приклад. Потрібно підірвати зосереджений кущ сухих соснових паль, який має загальний найбільший діаметр 60 см.

Визначається вага заряду за формулою 15:

$$C = KD^2 = 1 \cdot 60^2 = 3600 \text{ г.}$$

Враховуючи, що діаметер куща паль більший 30 см, множимо масу заряду на $\frac{D}{30}$:

$$C_1 = KD^2 \frac{D}{30} = 3600 \frac{60}{30} = 7200 \text{ г (вісімнадцять великих тротилевих шашок).}$$

4.1.5. Під час підривання окремих колод, брусів і пакетів колод (зосереджених кущів паль) контактними зарядами під водою маса цих зарядів визначається за формулами 15 і 16 і зменшується вдвічі.

Вказане правило діє в 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 палю діаметром 28 см.

Визначаємо масу заряду за формулою 15:

$$C = K D^2 = 1,25 \cdot 28^2 = 980 \text{ г.}$$

Враховуючи, що заряд розташований під водою на глибині більше подвоєної товщини палі, зменшуємо його вдвічі.

$$C_1 = 980 : 2 = 490 \text{ г.}$$

Приймаємо заряд 600 г (одну велику і одну малу або три малі тротиліві шашки).

4.1.6. Неконтактні заряди доцільно застосовувати для підривання груп дерев'яних елементів (малюнок 45), розташованих на деякій відстані один від одного (розосереджені кущі паль, пальові опори). Неконтактні заряди повинні розміщатися по можливості в центрі групи елементів, які підриваються.

Маса неконтактного заряду, необхідного для перебивання будь-якого дерев'яного елемента, за умови, що $r \geq 2D$, визначається за формулою

$$C = 30K D r^2, \quad (17)$$

де C – маса заряду в кілограмах;

K – коефіцієнт, який залежить від породи і вологості деревини (таблиця 8);

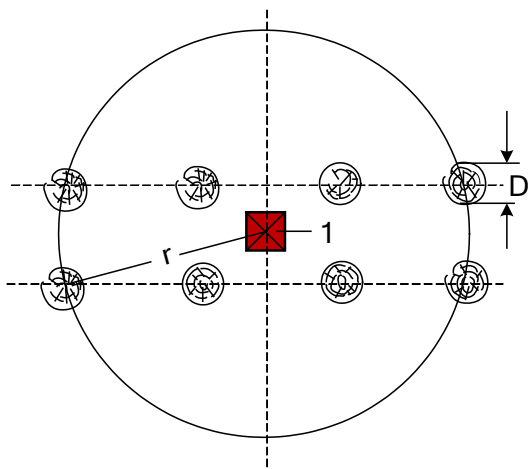
D – діаметр (товщина) найбільш віддаленого з елементів, що підриваються, в метрах;

r – відстань від центру заряду до найбільш віддаленого елемента в метрах.

Приклад. Необхідно підірвати неконтактним зарядом дворядну пальову опору мосту (малюнок 45). Відстань від центра заряду до найбільш віддалених паль, які мають діаметр 30 см, дорівнює 1,5 м; палі соснові сухі.

Визначаємо масу заряду за формулою 17:

$$C = 30K D r^2 = 30 \cdot 1,0 \cdot 0,30 \cdot 1,5^2 = 20 \text{ кг.}$$



Мал. 45. Підривання розосередженого куща паль неконтактним зарядом:

1 – заряд; r – радіус руйнування.

Під час підривання дерев'яних елементів неконтактними зарядами під водою маса заряду визначається за формулою 17, величина K , що відповідає вологому стану деревини (таблиця 8), зменшується вдвічі.

Це правило діє в тих випадках, коли глибина занурення заряду рівна або більша половини розрахункової відстані r (відстань від центра заряду до осі найбільш віддаленого елемента, що підривається). При меншому зануренні зарядів їх маса визначається за умовою підривання дерев'яних елементів у повітрі.

Приклад. Необхідно підірвати неконтактним зарядом пальову опору мосту. Відстань від центра заряду до найбільш віддалених паль, які мають діаметр 28 см, 1,75 м, глибина занурення заряду 1,0 м, палі соснові.

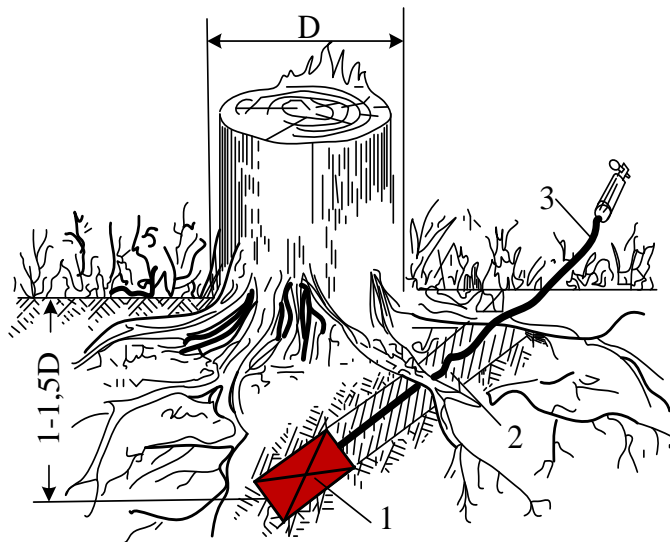
Визначаємо масу заряду за формулою 17

$$C = 30KDr^2 = 30 \cdot 1,25 \cdot 0,28 \cdot 1,75^2 = 32 \text{ кг.}$$

Враховуючи, що глибина занурення більша половини розрахункової відстані, зменшуємо масу заряду вдвічі $C = 16$ кг.

4.1.7. Викорчовування пнів проводиться підриванням зосереджених зарядів, закладених у ґрунт між корінням. Маса заряду, необхідного для викорчовування пня, залежить від породи деревини, свіжості пня, розвитку кореневої системи, міцності ґрунту тощо. Орієнтовно може бути визначена із розрахунку 10–15 г ВР на кожний сантиметр діаметра пня біля поверхні землі. Прийнята з цього розрахунку маса заряду повинна бути перевірена пробним вибухом.

Заряд для корчування закладається під середину пня на глибину 1,0–1,5 його діаметра. Для закладання заряду за допомогою лома, лопати або ручного земляного бура пророблюють свердловину необхідного діаметра, яка заряджається на одну третю її довжини (малюнок 46). Під час наявності стрижневого кореня заряд повинен прилягати впритул до нього. Забивання свердловини обов'язкове.



Мал. 46. Підривання (викорчовування) пня:

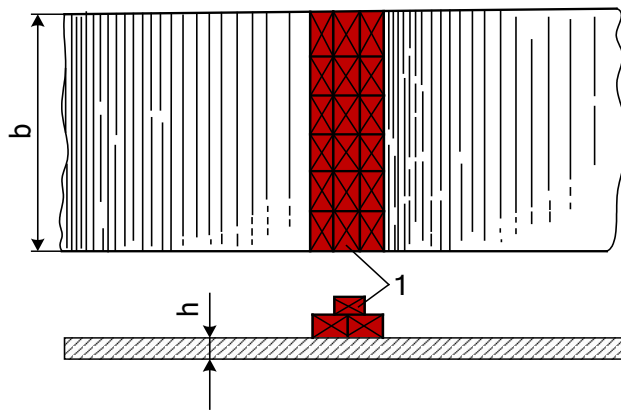
1 – заряд; 2 – забивний матеріал; 3 – ЗТП.

4.2. Розрахунок зарядів для підривання сталевих елементів конструкцій

4.2.1. 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 проводиться лише в окремих випадках та за умови, що кінці елементів надійно закріплені у вузлах конструкції.

Контактні заряди повинні щільно прилягати до металевих елементів. У разі нещільного прилягання зарядів величина повітряного зазору, висота головки заклепки, товщина зварювального шва та інше включаються в розрахункову товщину елементів, які перебиваються.

4.2.2. Сталеві листи підриваються (перебиваються) подовженими зарядами, які перекривають їх по всій ширині (малюнок 47). У разі пророблення пробоїни у сталевих листах зарядом перекривають тільки частину ширини листа, яка рівна розрахунковій довжині пробоїни.



Мал. 47. Підривання сталевих листів подовженим зарядом:

1 – заряд із тротилових шашок;
 h – товщина листа; b – ширина листа.

Маса зарядів, необхідних для перебивання листів товщиною до 2 см включно, визначається за формулою

$$C = 20F, \quad (18)$$

а для перебивання листів товщиною більше 2 см – за формулою

$$C = 10 hF, \quad (19)$$

де C – маса заряду у грамах;

h – розрахункова товщина листа у сантиметрах;

F – площа поперечного перетину листа по площині перебивання у квадратних сантиметрах.

Крім формул 18 і 19, 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 – $\frac{h}{2}h$ рядів малих тротилових шашок

(h – розрахункова товщина листа в сантиметрах;).

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 ПВВ. Маса ПВВ визначається за формулами 18 і 19 без врахування тротилового еквіваленту.

Кількість ниток подовженого пластичного заряду в м'якій оболонці, необхідного для перебивання сталевих листів, визначається за таблицею 9.

Для перебивання та пробивання сталевих листів товщиною більше 2 см доцільно застосовувати кумулятивні подовжені та зосереджені заряди.

Пробивна здатність КЗ визначається згідно з додатком 2.

Кількість ниток подовженого пластичного заряду,
необхідного для перебивання сталевих елементів

Товщина листа, см	Кількість ниток заряду, шт.	Товщина елементів, см	Кількість ниток заряду, шт.
До 1 см.	1	2,5–3,5	3
1,0–1,5	1	3,5–4,0	4
1,5–2,5	2	4,0–4,5	5
		4,5–5,0	6

Маса подовжених КЗ із ПВВ визначається за формулою 19 із зменшенням удвічі.

Маса зосереджених КЗ із тієї самої ВР визначається за формулою

$$C = 2,5h^3, \quad (20)$$

де C – маса заряду у грамах;

h – товщина металевого листа в сантиметрах.

Розміри кумулятивних виїмок зарядів, виготовлених у військах, приймаються відповідно до пункту 2.3.

Під час перебивання та пробивання броньованих листів маса як кумулятивних, так і некумулятивних зарядів визначається за правилами розрахунку зарядів для підривання звичайних сталевих листів зі збільшенням удвічі.

Приклад 1. Потрібно перебити сталевий лист шириною 80 см і товщиною 1,8 см. Визначити масу необхідного для цього подовженого заряду.

Визначаємо масу заряду за формулою 18

$$C = 20F = 20 \cdot 1,8 \cdot 80 = 2900 \text{ г.}$$

Округлено приймаємо вісім великих або шістнадцять малих тротилових шашок (3200 г) з укладанням їх відповідно в один чи два ряди по всій ширині листа.

Визначаємо масу заряду за товщиною листа, округляючи її до 2 см. Кількість рядів малих шашок дорівнює двом, у кожному ряду повинно бути по вісім шашок; усього шістнадцять малих чи вісім великих шашок (3200 г).

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 перебивання смуги.

$$h = 2 \cdot 1,3 + 0,6 + 0,5 = 3,7 \text{ см.}$$

Визначаємо масу заряду за формулою 19:

$$C = 10 hF = 10 \cdot 3,7 \cdot 60 \cdot 3,7 = 8200 \text{ г.}$$

Округлено приймаємо сорок дві малі тротиліві шашки (8400 г) з укладанням їх у 7 рядів (можливо також застосувати вісімнадцять великих і шість малих шашок, укладаючи їх по шість штук у ряд).

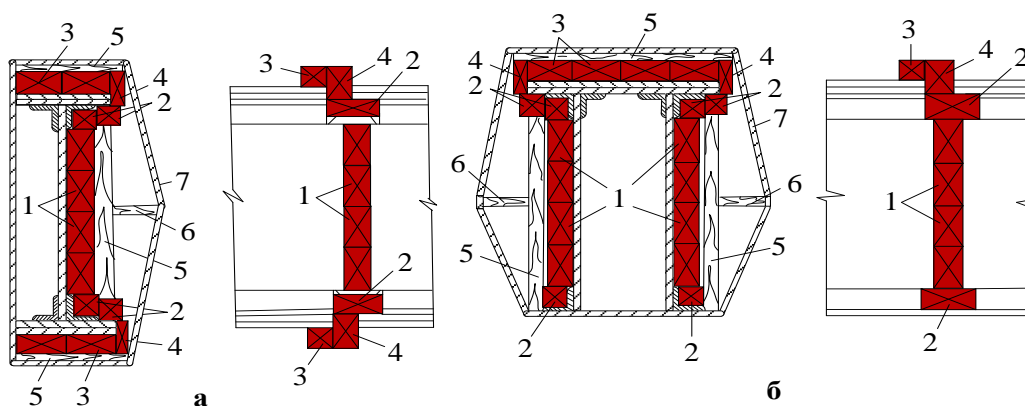
Визначити масу заряду за товщиною смуги, округляючи її до 4 см.

Кількість рядів малих шашок дорівнює $\frac{4}{2} \cdot 4 = 8$; у кожному ряду укладається шість шашок, усього потрібно сорок вісім малих чи двадцять чотири великі шашки, тобто 9600 г.

4.2.3. Сталеві балки підриваються переважно фігурними зарядами. У разі проведення робіт у скорочені строки застосовуються зосереджені заряди.

Фігурні заряди розташовують на балках, що підриваються, так, щоб вони охоплювали їх поперечний перетин із кількох сторін. При цьому частини заряду, що діють у протилежних напрямках, повинні розміщуватися зі зміщенням одна відносно іншої по довжині балки (малюнок 48).

Кожна складова частина фігурного заряду, призначена для перебивання тої чи іншої частини балки, розраховується окремо, як у випадку перебивання окремих листів згідно з пунктом 4.2.2. При розрахунку частин заряду по товщині листів на кожен пару поясних кутиків у складових балках додають по 2–3 великі шашки.



Мал. 48. 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).

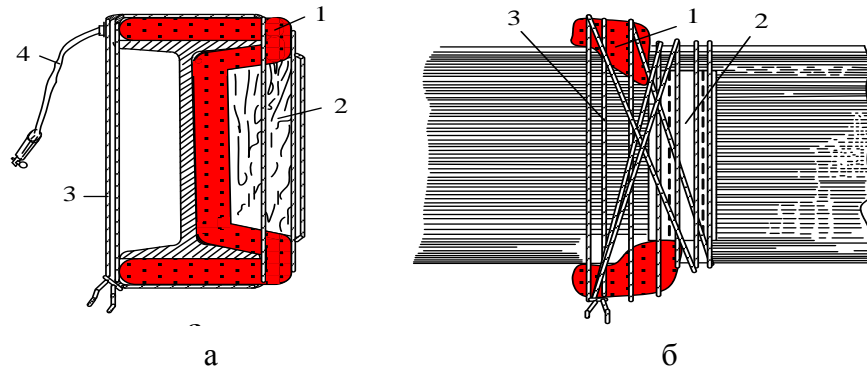
Складові частини фігурного заряду виготовляються (в'яжуться) окремо одна від одної, а при укладанні на балку, що підривається, об'єднуються в загальний заряд за допомогою з'єднувальних шашок; маса цих шашок у розрахункову масу заряду не включається.

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 перетину, що перебивається, 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.

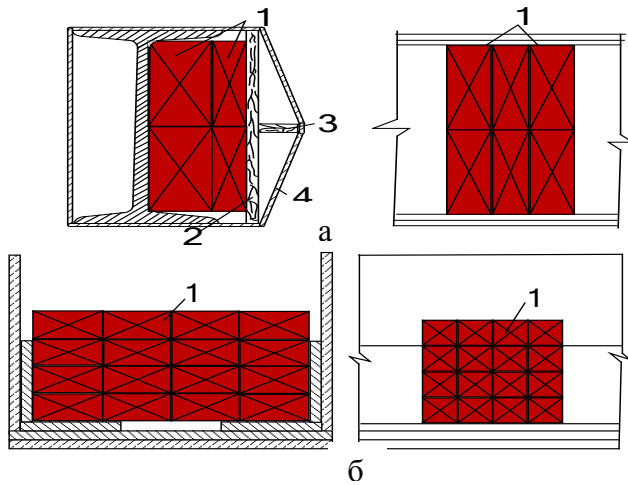
Для підривання сталевих балок доцільно застосовувати заряди із ПВВ у м'якій оболонці.

Кількість ниток (масу) такого заряду визначають за таблицею 9, кріплення його до балки, що підривається, показано на малюнку 49.

Зосереджені заряди, як правило, розміщуються у внутрішніх кутах у порожнинах, які утворюються полицями та стінками балок, що підриваються, де перетин їх виявляється найбільш потужним (малюнок 50). Маса зосередженого заряду приймається вдвічі більшою порівняно з масою фігурного заряду, розрахованого на перебивання балки такого самого поперечного перетину.

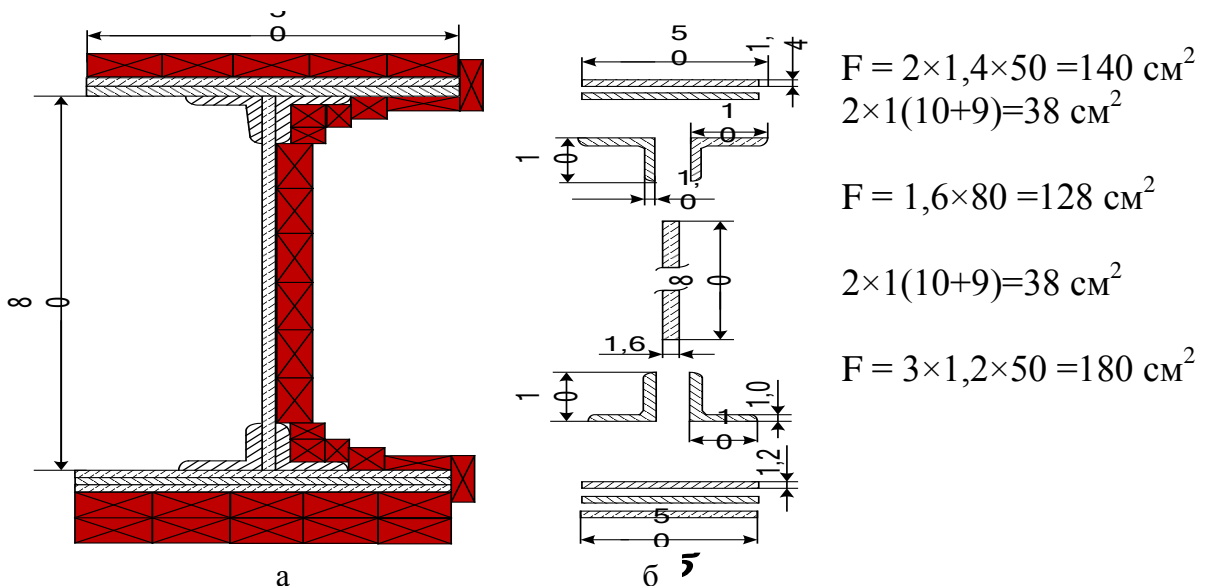


Мал. 49. Підривання сталеві балки зарядом із ПВВ:
 а – поперечний перетин; б – вигляд збоку; 1 – заряд із ПВВ в оболонці; 2 – дерев'яна колодка; 3 – шпагат; 4 – ЗТП.



Мал. 50. Підривання сталевих балок зосередженим зарядом:
 а – балка двотаврової перетину; б – балка коробчатого розрізу; 1 – заряди; 2 – дощата накладка; 3 – розпірка; 4 – джгут із дроту (мотузка).

Приклад 1. Потрібно перебити двотаврову сталеву балку (малюнок 51). Визначити масу необхідного для цього фігурного заряду шляхом розрахунку за площею поперечного перетину елементів балки.



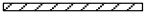
Мал. 51. Схема розрахунку і складання фігурного заряду для підривання двотаврової сталеві балки:
 а – поперечний перетин балки із розташуванням шашок ВР (кріплення не показано); б – схема обчислення площ поперечного перетину елементів балки.

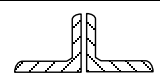
Рішення прикладу 1

Найменування частин заряду	Схема елементів	Розрахунок частин заряду	Прийняті величини частин заряду		
			грамів	шашок тротилу	
				великих	малих
Заряд для верхньої полиці		$C_1=10hF=10 \times 2,8 \times 140=3920$	4000	10	-
Заряд для верхніх поясних кутиків		$C_2= 20F=20 \times 38=760$	800	1	2
Заряд для стінки		$C_3= 20F=20 \times 128=2560$	3200	8	-
Заряд для нижніх поясних кутиків		$C_4= 20F=20 \times 38=760$	800	1	2
Заряд для нижньої полиці		$C_5= 10hF=10 \times 3,6 \times 180=6480$	7000	15	5
З'єднувальні шашки		Без розрахунку	800	-	4
Загальна маса			16600	35	13

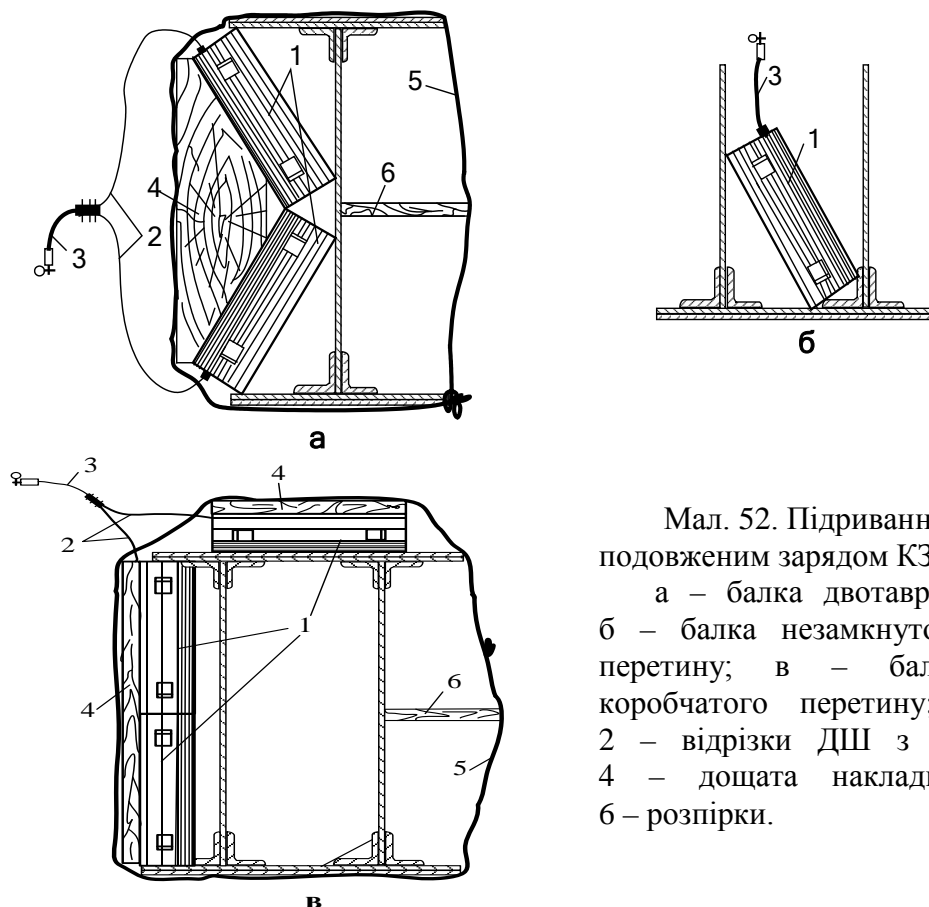
Приклад 2. Згідно з даними попереднього прикладу розрахувати фігурний заряд за товщиною елементів балки в рядах малих шашок тротилу.

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
1	2	3	4	5	6
Заряд для верхньої полиці		50×3	$3 \times \frac{3}{2}=5$ рядів	10	5

1	2	3	4	5	6
Заряд для верхніх поясних кутиків		Одна пара	За пунктом 4.2.2	1	2
Заряд для стінки		80×2	2×1=2 ряди	8	–
Заряд для нижніх поясних кутиків		Одна пара	За пунктом 4.2.2	1	2
Заряд для нижньої полиці		50×4	$\frac{4}{2} \times 4 = 8$ рядів	20	–
З'єднувальні шашки		–	Без розрахунку	–	4
Усього				40	13

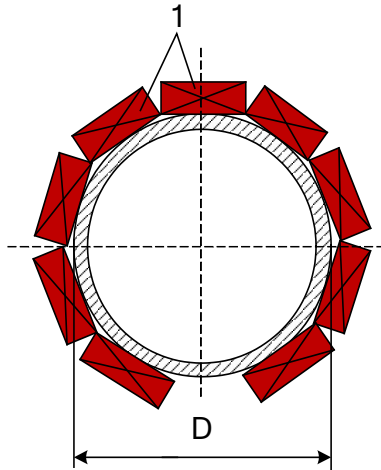
Для перебивання сталевих балок, які мають велику площу поперечного перетину, можуть застосовуватись КЗУ; способи укладання їх на балки, що підриваються (малюнок 52), вибираються в залежності від форми поперечного перетину цих балок і типу зарядів, що застосовуються.



Мал. 52. Підривання сталевих балок подовженим зарядом КЗУ:

а – балка двотаврового перетину; б – балка незамкнутого коробчатого перетину; в – балка замкнутого коробчатого перетину; 1 – заряди; 2 – відрізки ДШ з КД; 3 – ЗТП; 4 – дощата накладка; 5 – дріт; 6 – розпірки.

4.2.4. Сталеві труби і пустотілі колони підриваються зарядами, розташованими на зовнішній поверхні труб (колон) протягом не менше $\frac{3}{4}$ їх окружності (малюнок 53). Розрахунок зарядів проводиться за площею поперечного перетину стінок або за їх товщиною згідно з пунктом 4.2.2.



Мал. 53. Підривання сталевих балок подовженим зарядом КЗУ:
1 – заряд, D – діаметр труби.

Приклад. Потрібно перебити сталеву пустотілу колону циліндричної форми діаметром 32 см при товщині стінок 2 см. Визначити масу зовнішнього заряду, необхідного для цього.

Рішення

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 всьому колу.

Для підривання сталевих труб і пустотілих колон зручніше застосовувати кільцеві заряди із ПВВ. Маса кільцевого заряду з ПВВ приймаємо з урахуванням тротилового еквіваленту.

4.2.5. На озброєнні ЗС України перебувають КЗ промислового виготовлення КЗК, КЗУ-2 та УМКЗ, які застосовуються для перебивання сталевих стержнів, тросів та інших металевих вузлів згідно з їх технічними характеристиками (додаток 2).

Сталеві стержні, пруті, бруси тощо підриваються зосередженими зарядами, маса яких у залежності від товщини елементів визначається за формулою 18 або 19. Перебивання стержнів круглого перетину діаметром до 2 см включно доцільно підривати зарядами з тротилу масою 200 г (одна мала шашка) або зарядом ПВВ масою 100 г.

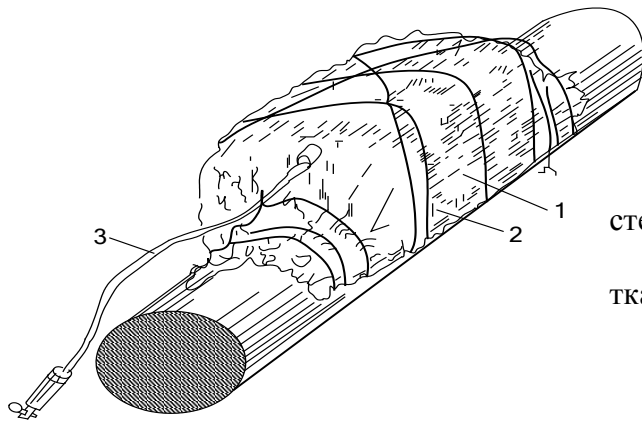
Маса заряду для перебивання стержня діаметром більше 2 см визначається за формулою

$$C = 10D^3, \quad (21)$$

де C – маса заряду у 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.



Мал. 54. Перебивання сталевого стержня зарядом із ПВВ:

1 – заряд із ПВВ, обгорнутий тканиною; 2 – шпагат; 3 – ЗТП.

Приклад. Потрібно перебити круглий сталевий стержень (прут) діаметром 4,5 см. Визначити масу заряду, необхідну для цієї мети.

Рішення

Визначаємо масу заряду за формулою 21

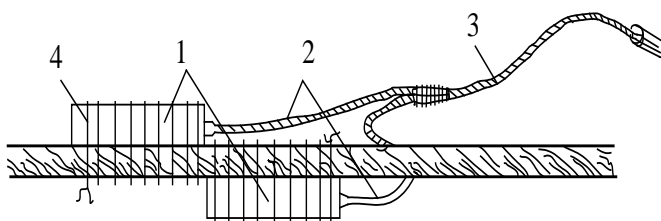
$$C = 10D^3 = 10 \cdot 4,5^3 = 910 \text{ г.}$$

Округлюємо до 1000 г (дві великі і одна мала або п'ять малих тротилових шашок).

У разі застосування ПВВ для перебивання сталевих стержнів заряди розраховуються, як заряди із тротилових шашок, зі зменшенням у 2,5 рази для ПВВ-7 та в 2,1 рази для ПВВ-12М.

Встановлення пластичного заряду на стержні показано на малюнку 54.

Сталеві троси перебиваються парними зосередженими зарядами із тротилових шашок, що кріпляться з протилежних боків троса, зі зміщенням одного по відношенню до другого (малюнок 55). Вибух обох зарядів повинен проводитись одночасно за допомогою ДШ.



Мал. 55. Підривання сталевого троса парними зосередженими зарядами з тротилових шашок:

1 – заряди; 2 – відрізки ДШ; 3 – ЗТП; 4 – шпагат (дріт).

Маса кожного з двох зарядів, призначених для перебивання троса, визначається у відповідності з вищенаведеними вказівками цього пункту.

Приклад. Потрібно перебити сталевий трос діаметром 2,5 см. Визначити кількість ВР, необхідну для перебивання троса.

Рішення

Визначаємо масу одного заряду за формулою 21

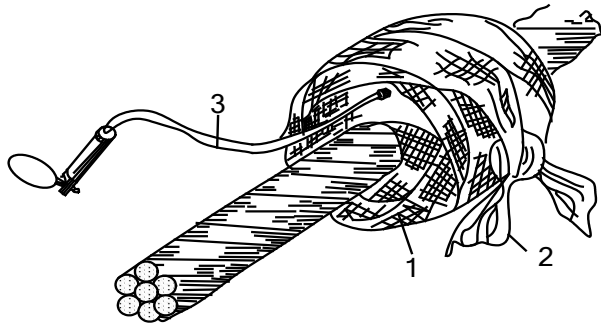
$$C = 10D^3 = 10 \cdot 2,5^3 = 156 \text{ г.}$$

Округляємо до 200 г (одна мала тротилова шашка).

Визначаємо масу двох зарядів (загальну кількість ВР для перебивання троса).

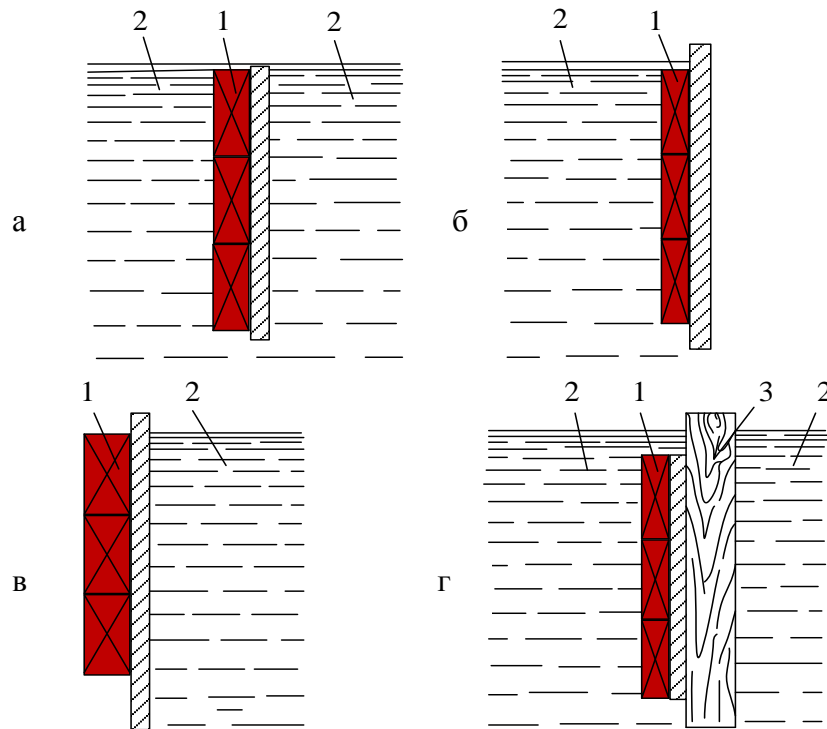
$$2C = 2 \cdot 200 = 400 \text{ г (дві малі тротиліві шашки).}$$

Для перебивання тросів доцільно застосовувати кільцеві заряди з ПВВ (малюнок 56). Трос перебивається одним кільцевим зарядом, маса якого визначається за формулою 21 зі зменшенням на $\frac{1}{4}$.



Мал. 56. Підривання сталевго троса кільцевим зарядом із ПВВ:
1 – заряд із ПВВ;
2 – кріплення заряду бинтом або стрічкою; 3 – ЗТП.

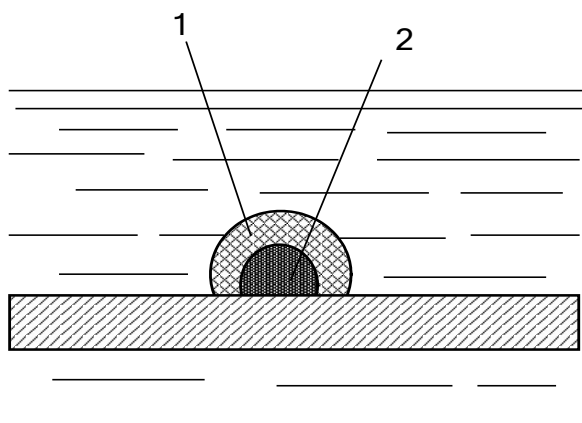
4.2.6. Під час підривання сталевих елементів під водою (за винятком не заповнених водою труб або пустотілих колон) маса контактних зарядів визначається у відповідності з вказівками пунктів 4.2.2, 4.2.3, 4.2.5, але зі збільшенням удвічі (малюнок 57, а). При підриванні сталевих елементів заряди вважаються підводними при будь-якому їх заглибленні.



Мал. 57. Підривання сталевих елементів у воді:
а – вода з обох боків; б – вода з боку встановлення заряду; в – вода з боку, протилежного заряду; г – вода з обох боків (з боку протилежного заряду – дерев'яний брус); 1 – заряд; 2 – вода; 3 – дерев'яний брус.

Контактні заряди для підривання занурених у воду, але не заповнених нею сталевих труб (пустотілих колон) розраховуються за пунктом 4.2.4, але зі зменшенням у півтора рази. Ця вказівка також стосується розрахунку контактних зарядів для підривання обшивки суден і сталевих елементів гідротехнічних споруд, які омиваються водою тільки з боку встановлення зарядів (малюнок 57, б).

Під час підривання сталевий обшивки суден контактними зарядами, розташованими з внутрішнього боку конструкції (у трюмі), маса зарядів визначається за пунктом 4.2.2 зі збільшенням у чотири рази (малюнок 57, в).



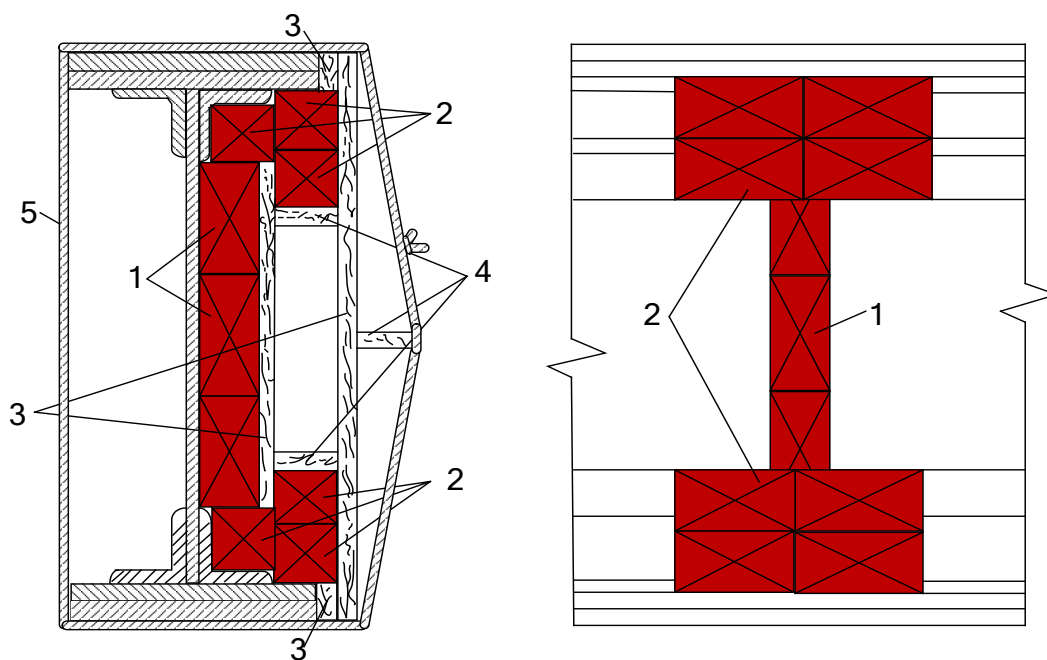
Мал. 58. Перебивання сталевго заряду під водою подовженим КЗ із захищеною порожниною:

1 – заряд; 2 – вставка з пінопласту.

Перебивання сталевих листів (смуг, плит) під водою може бути забезпечене контактними зарядами, розрахованими за пунктом 4.2.2 без збільшення, якщо з боку, протилежного заряду, до елемента, який підривається, прикріпити дерев'яний брус, а ще краще – приєднати пустотілу водонепроникну коробку (малюнок 57, г). Розміри бруска (коробки) повинні бути не меншими розмірів заряду.

Для перебивання товстих (більше 5 см) сталевих і броньованих листів під водою доцільно застосовувати кумулятивні подовжені заряди з порожнинами, захищеними від заповнення водою (малюнок 58). Маса таких зарядів визначається за пунктом 4.2.2.

Для підривання під водою сталевих балок не доцільно застосовувати фігурні заряди, що охоплюють елементи, які підриваються, з декількох сторін. Для балок невеликих поперечних розмірів найбільш доцільно застосовувати зосереджені заряди, а для великих балок – фігурні заряди, які перекривають їх тільки з одного боку (малюнок 59); маса таких фігурних зарядів визначається за правилами розрахунку зосереджених зарядів (пункт 4.2.3).



Мал. 59. Підривання двотаврової балки фігурним зарядом під водою:

1 – заряд для перебивання стінки; 2 – заряд для перебивання кутиків та полиць; 3 – дощаті накладки; 4 – розпірки; 5 – джгут із дроту (мотузки).

4.3. Розрахунок зарядів для підривання елементів конструкцій із цегли, каменю, бетону і залізобетону

4.3.1. Елементи конструкцій із цегли, каменю, бетону і залізобетону підриваються зовнішніми контактними (зосередженими, подовженими, кумулятивними) і неконтактними зарядами, а також внутрішніми зарядами, розташованими в нішах, борознах, рукавах, свердловинах тощо.

Під час організації підривних робіт для руйнування конструкцій із цегли, каменю, бетону і залізобетону використовують такі терміни:

ніша або камера (а для подовженого заряду – борозна) – виробка (виїмка) в конструкції, яка має форму і розміри, близькі до розмірів заряду;

рукав – горизонтальна або злегка похила виробка, глибина якої більша, ніж глибина ніші, але не перевищує 5,0 м; поперечний перетин рукавів або круглий – діаметром не менше 10 см або прямокутний з розмірами сторін від 10 см і більше;

свердловина (труба) – циліндричне заглиблення діаметром більше 7,5 см при глибині до 5 м або заглиблення тієї самої форми і будь-якого діаметра при глибині більше 5 м;

шпур – циліндричне заглиблення діаметром до 7,5 см і глибиною до 5 м.

Вироблення ніш, рукавів, шпурів та інших зарядних пристроїв проводиться за допомогою ручного і механічного інструмента (додаток 5) або вибуховим способом (усі виїмки та заглиблення в конструкціях, які вироблюються для закладання зарядів, називаються зарядними пристроями).

При вибуховому способі вироблення зарядних пристроїв застосовуються окремі або послідовні вибухи КЗ, а також невеликі зосереджені заряди ПВВ, встановлені в шпури глибиною 5–10 см, попередньо вироблені за допомогою інструментів або вибухами КЗ невеликої маси.

Під час попередньої підготовки об'єктів до підривання (коли підривання зі зміною обстановки може бути відмінене) застосовувати вибуховий спосіб вироблення зарядних пристроїв забороняється.

Зовнішні контактні заряди (у тому числі й кумулятивні) застосовуються при прискореному підриванні об'єктів та потребують більших витрат ВР, ніж внутрішні заряди, які застосовуються за наявності достатнього часу на виконання робіт із пророблення зарядних пристроїв. Заряди в шпурах доцільно застосовувати також у тих випадках, коли не допускається значний розліт крупних осколків.

Неконтактні заряди застосовуються в умовах обмеженого часу на проведення підривних робіт і в разі необхідності підривання складних споруд малою кількістю зарядів.

4.3.2. Зосереджені контактні заряди (малюнок 60) для підривання цегляних, кам'яних, бетонних та залізобетонних конструкцій типу колон, стовпів, балок тощо, ширина яких не перевищує подвійну товщину, розраховують за формулою:

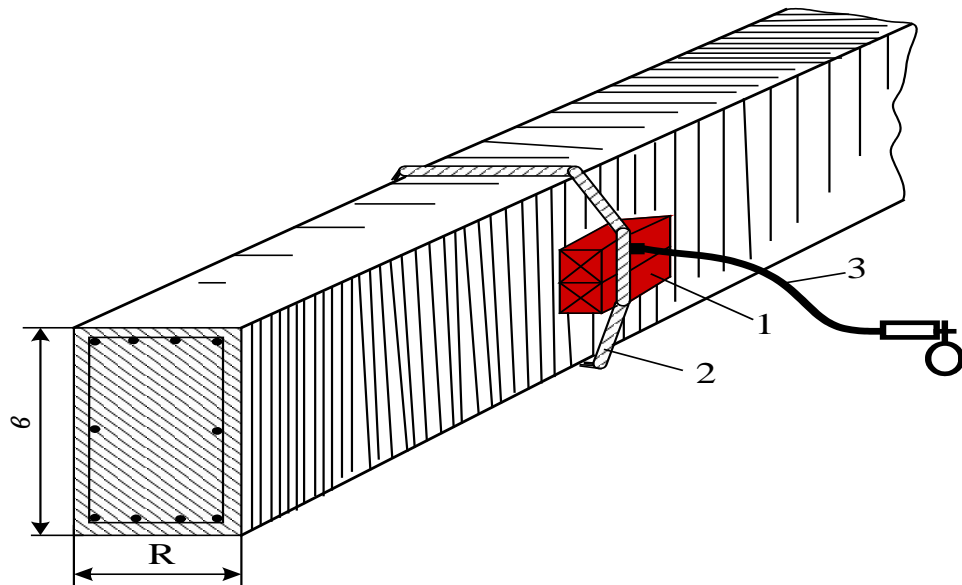
$$C = ABR^3, \quad (22)$$

де С – маса заряду в кілограмах;

А – коефіцієнт, що залежить від властивостей матеріалу, який підривається, та ВР, що використовується (таблиця 10);

В – коефіцієнт, що залежить від розміщення заряду і називається коефіцієнтом забивання (таблиця 11);

Р – необхідний радіус руйнування у метрах.



Мал. 60. Підривання залізобетонної балки зовнішнім зосередженим зарядом:
1 – заряд; 2 – мотузка (дріт); 3 – ЗТП.

Таблиця 10

Значення коефіцієнта міцності матеріалу (при ВР нормальної потужності)

Назва матеріалу	Значення А	Примітка
Цегляна кладка на вапняковому розчині: слабка міцна	0,75 1,00	
Цегляна кладка на цементному розчині	1,20	
Кладка з натурального каменю на цементному розчині	1,40	
Бетон: будівельний фортифікаційний	1,50 1,80	
Залізобетон: для вибивання бетону для вибивання бетону із частковим перебиванням арматури	5,00 20,0	Арматура не перебивається Перебиваються розташовані біля заряду прутки арматури

Зосереджені контактні заряди для пробивання окремих отворів у плитах, стінах і подібних їм конструкціях із цегли, каменю, бетону і залізобетону розраховуються за формулою 22 зі збільшенням удвічі-утричі (діаметр отвору виходить приблизно рівний подвоєній товщині конструкції, що пробивається).

За наявності в конструкції, яка пробивається (наприклад, у конструкціях залізобетонних фортифікаційних споруд), противідкольного одягу у вигляді двотаврових балок, рейок, швелерів тощо зосереджені заряди розраховуються за формулою 22 зі збільшенням у шість разів.

Для пробивання вузьких отворів у конструкціях вказаного типу доцільно застосовувати зосереджені заряди, пробивна здатність яких оцінюється згідно з додатком 2. Якщо підривання одного КЗ не забезпечує наскрізного пробивання даної конструкції, то доцільно проводити на ній послідовне підривання таких зарядів до отримання наскрізного отвору.

Для зовнішніх зарядів товщина шару забивання (із ґрунту, мішків із землею тощо) повинна бути не менше R.

Приклад 1. Потрібно вибити бетон із залізобетонної колони 0,80x0,80 м у поперечному перетині. Визначити масу зовнішнього зосередженого заряду, необхідного для цієї мети.

Рішення

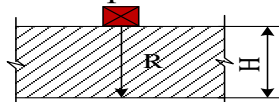
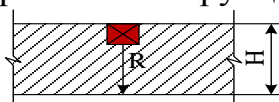
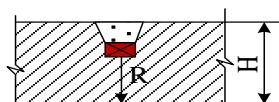
За таблицями 10, 11 знаходимо відповідні значення коефіцієнтів (A = 5,0 – для вибивання бетону; B = 9 – для зовнішнього заряду без забивання).

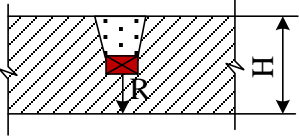
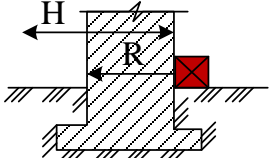
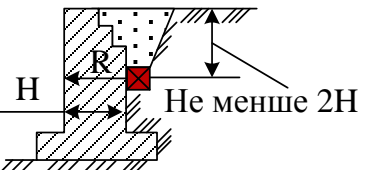
Визначаємо масу заряду за формулою 22, приймаючи R = 0,8 м.

$$C = ABR^3 = 5,0 \cdot 9 \cdot 0,8^3 = 23 \text{ кг.}$$

Таблиця 11

Значення коефіцієнта забивання B для різних випадків розміщення зарядів

Схема розміщення і найменування заряду	Значення коефіцієнта B		Розрахункова величина радіусу руйнування
	без забивання	із забиванням	
1	2	3	4
Зовнішній заряд 	9,0	5,0 (для залізобетону 6,5)	R = H
Заряд у ніші (на одному рівні з поверхнею конструкції) 	5,0	3,5	R = H
Заряд у рукаві глибиною 1/3 товщини конструкції, яка підривається 	1,7	1,5	$R = \frac{2}{3} H$

1	2	3	4
Заряд у середині конструкції, що підривається (у рукаві, свердловині, камері) 	1,3	1,15	$R = \frac{1}{2}H$
Заряд біля стіни (опори) на ґрунті (на воді) 	5,0	2,5	$R = H$
Заряд у колодязі за стінкою (у ґрунті) 	3,5	2,0	$R = H$

Приклад 2. Потрібно пробити наскрізний отвір у покритті залізобетонної фортифікаційної споруди товщиною 1 м без противідкольного одягу. Для цього потрібно визначити масу зовнішнього (без забивання) зосередженого заряду.

Рішення

За таблицями 10, 11 знаходимо відповідні значення коефіцієнтів ($A = 5,0$; $B = 9,0$).

Визначаємо масу заряду за формулою 22 зі збільшенням утричі

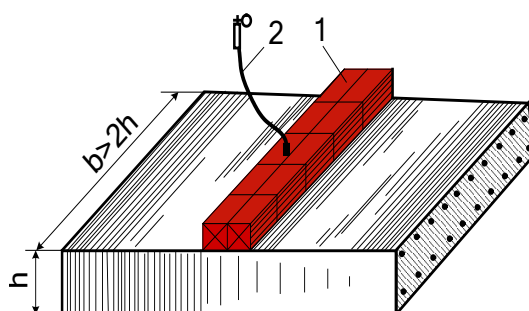
$$C = ABR^3 = 3 \cdot 5,0 \cdot 9 \cdot 1,0^3 = 135 \text{ кг.}$$

4.3.3. Подовжені заряди (малюнок 61) застосовують для підривання цегляних, кам'яних, бетонних та залізобетонних конструкцій, ширина яких більше ніж удвічі перевищує їхню товщину та розраховується за формулою:

$$C = 0,5ABR^2l, \quad (23)$$

де C , A , B та R – мають ті самі значення, що й у формулі для зосереджених зарядів;

l – довжина заряду в метрах.



Мал. 61. Підривання залізобетонної плити зовнішнім подовженим зарядом:

1 – заряд; 2 – ЗТП.

Для підривання залізобетонних елементів типу колон, балок, плит доцільно застосовувати заряди з ПВВ у м'якій оболонці. Кількість ниток такого заряду визначають за таблицею 12.

Таблиця 12

Кількість ниток подовженого пластичного заряду для підривання залізобетонних елементів

Товщина елементів, см	Кількість ниток заряду, шт.	
	для вибивання бетону	для вибивання бетону з частковим перебиванням арматури
15	1	1
20	1	2
25	1	3
30	2	4
40	2	8
50	3	12
60	4	16

4.3.4. Шпурові заряди (малюнок 62) для підривання конструкцій із цегли, каменю, бетону та залізобетону розраховують за формулою

$$C = Kh^3, \quad (24)$$

де С – маса заряду у кілограмах;

К – коефіцієнт, що залежить від міцності й товщини конструкції, яка підривається, та від властивостей ВР, що застосовується (таблиця 15);

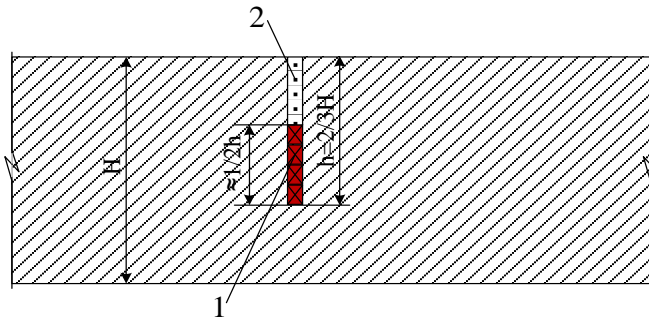
h – глибина (довжина) шпуру в метрах.

Діаметр шпура повинен бути таким, щоб заряд заповнював його на половину глибини.

Таблиця 13

Значення коефіцієнта К для розрахунку шпурових зарядів (при ВР нормальної потужності)

Товщина конструкції, яка підривається, м	Нормальна глибина шпурів, м	Значення коефіцієнта К			
		цегляна кладка	кам'яна кладка	бетон	залізобетон
0,5	0,35	1,50	1,65	1,80	1,95
0,6	0,40	1,25	1,38	1,50	1,63
0,75	0,50	1,00	1,10	1,20	1,30
0,90	0,60	0,75	0,83	1,10	1,17
1,0–1,2	0,65–0,80	0,67	0,74	0,81	0,87
1,3–1,5	0,85–1,00	0,58	0,64	0,70	0,76
1,6–1,7	1,05–1,15	0,54	0,59	0,64	0,69
1,8–2,0	1,20–1,40	0,42	0,46	0,50	0,54



Мал. 62. Розташування шпурового заряду в елементі, що підривається:
1 – заряд; 2 – забивка.

Приклад 1. Потрібно вибити бетон із частковим перебиванням арматури з залізобетонної плити товщиною 20 см і шириною 3,0 м. Для цього необхідно визначити масу (без забивання) подовженого заряду ВР.

Рішення

За таблицями 10 і 11 знаходимо значення коефіцієнта ($A = 20$, $B = 9$).

Визначаємо масу заряду за формулою 23, приймаємо $R=0,2$ м і $L=3,0$ м.

$$C = 0,5ABR^2L = 0,5 \cdot 20 \cdot 9 \cdot 0,2^2 \cdot 3 = 10,8 \text{ кг.}$$

Округлюємо до 12,0 кг (тридцять великих тротилових шашок, що вкладаються в один ряд).

Приклад 2. Цегляна стіна товщиною 0,75 м підривається шпуровими зарядами. Необхідно визначити масу одного шпурового заряду ВР нормальної потужності.

Рішення

За таблицею 13 знаходимо глибину $h = 0,5$ м і значення коефіцієнта $K=1,00$.

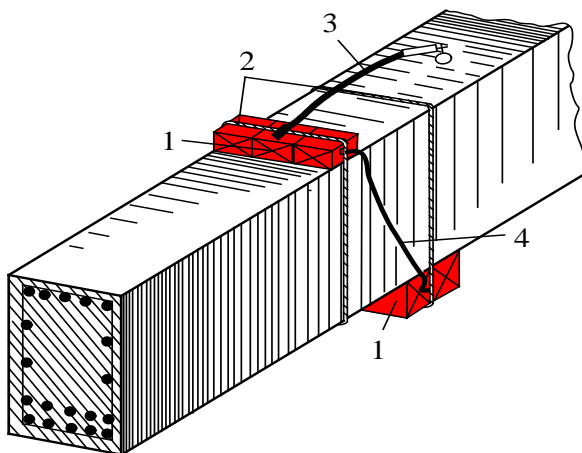
Визначаємо масу заряду за формулою 24.

$$C = Kh^3 = 1,00 \cdot 0,5^3 = 0,125 \text{ кг.}$$

Округлюємо до 0,150 кг (дві бурові тротилові шашки).

4.3.5. Зосереджені та подовжені заряди, маса яких визначається за формулами 22 і 23, навіть при найбільшій величині коефіцієнта A (таблиця 10) не забезпечують перебивання всієї арматури залізобетонних елементів.

Забезпечення найбільш повного перебивання арматури досягається раціональним розміщенням зарядів. У більшості випадків доцільно розділити заряд на дві частини, розміщуючи їх з двох боків елемента, що підривається, якомога ближче до основної маси прутиків робочої арматури (малюнок 63).



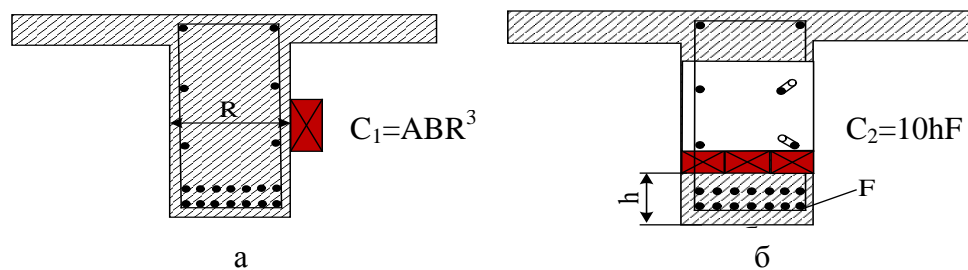
Мал. 63. Роздільне розташування заряду на залізобетонній балці, що підривається:

1 – частини заряду; 2 – мотузка (дріт); 3 – ЗТП; 4 – відрізок ДШ з КД на кінцях.

При дуже міцній гнучкій арматурі або за наявності жорсткої арматури повне перебивання залізобетонних елементів не забезпечується і при вказаному розміщенні зарядів, якщо їх маса визначається за формулами 22 і 23.

За необхідності перебивання всієї її арматури (на практиці така необхідність трапляється рідко), залізобетонні елементи вважаються такими, що складаються із суцільної сталі та заряди для їх підривання розраховуються у відповідності з вказівками пункту 4.2.2.

З метою економії ВР у деяких випадках (наприклад, у разі підривання зруйнованих залізобетонних конструкцій) застосовують роздільне (послідовне) підривання бетону й арматури. Вибухом першого заряду, що розраховується за формулами 22 або 23, утворюється пролом в бетоні, а вибухом другого заряду, масу якого визначають згідно з пунктом 4.2.2, перебивається арматура; під час розрахунку другого заряду враховується тільки частина площі поперечного перетину елемента, в якій міститься основна маса арматури (малюнок 64).



Мал. 64. Роздільне (послідовне) підривання бетону і арматури:

а – вибивання бетону (перший вибух); б – перебивання арматури (другий вибух); C_1 і C_2 – заряди; F – площа поперечного перетину найбільш густоармованої ділянки.

Для підривання залізобетонних елементів конструкцій із перебиванням основної маси арматури доцільно застосовувати подовжені заряди КЗУ або КЗУ-2. Пробивна здатність цих зарядів зазначена в додатку 2.

Неконтактні заряди для підривання цегляних, кам'яних, бетонних та залізобетонних колон (стовпів) та балок розраховуються за формулою

$$C = 10Ahr^2, \quad (25)$$

де C – маса заряду в кілограмах;

A – коефіцієнт, який залежить від властивостей матеріалу, що підривається, і ВР, яка застосовується (таблиця 10);

h – товщина елемента, який підривається, у метрах;

r – відстань між центром заряду та віссю елемента, який підривається, у метрах.

4.3.6. Неконтактні заряди для пробивання отворів у плитах та стінах із цегли, каменю і неармованого бетону розраховуються за формулою 25 зі збільшенням утричі.

Приклад. Потрібно пробити отвір у цегляній стіні (на цементному розчині) товщиною 0,6 м з відстані 2,0 м. Визначити масу неконтактного заряду, необхідного для цієї мети.

За таблицею 10 знаходимо коефіцієнт $A=1,20$.

Визначаємо масу заряду за формулою 25 зі збільшенням утричі:

$$C = 3 \cdot 10 \cdot 1,2 \cdot 0,6 \cdot 2^2 \approx 85 \text{ кг.}$$

4.3.7. Під час підривання конструкцій із цегли, каменю та бетону під водою контактними зарядами маса останніх визначається згідно з пунктами 4.3.2, 4.3.3 без змін.

Контактні заряди для підривання під водою залізобетонних елементів розраховуються за вказівками тих самих пунктів, але зі збільшенням у півтора рази. При цьому заряди вважаються підводними незалежно від глибини їх занурення у воду.

4.3.8. Неконтактні заряди для підривання під водою конструкцій із цегли, каменю, бетону і залізобетону розраховуються за формулою 25 із зменшенням у півтора рази, якщо глибина занурення зарядів становить не менше половини розрахункової відстані (відстані від центра заряду до осі елемента, який підривається).

5. Проведення підривних робіт у ґрунтах і скельних породах

5.1. Підривні роботи в ґрунтах і скельних породах здійснюються з метою: інженерного обладнання позицій (відривання траншей, ходів сполучення, укриттів, котлованів для фортифікаційних споруд тощо);

улаштування загороджень;

будівництва доріг, земляних гребель та інших інженерних споруд;

улаштування колодязів, шахт, галерей та інших підземних виробок;

руйнування фортифікаційних споруд противника;

добування будівельних матеріалів (каменю, щебеню тощо).

Підривні роботи виконуються шляхом:

руйнування та викидання ґрунту (породи);

розпушування ґрунту (породи) без викидання;

влаштування пустот (порожнин) у масиві ґрунту (породи).

Відповідно до перерахованих способів виконання підривних робіт у ґрунтах і скельних породах заряди ВР, які для цього використовуються, поділяються на такі види:

заряди викиду;

заряди розпушування;

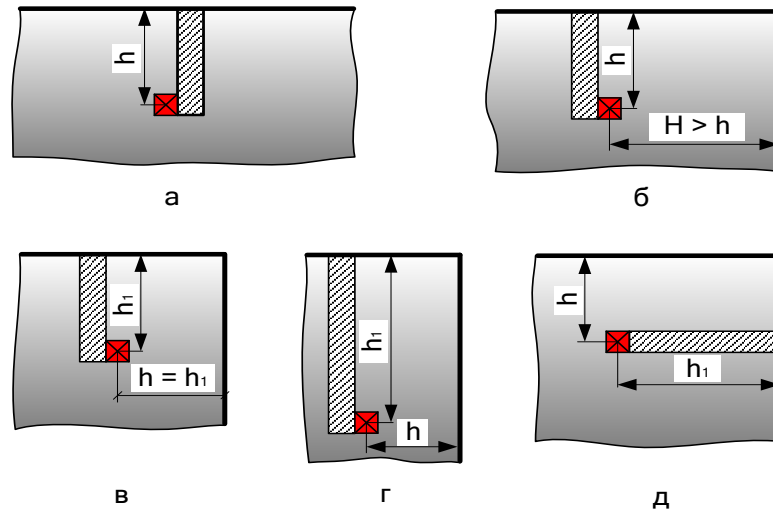
камуфлети (заряди для утворення пустот і руйнування підземних та заглиблених споруд).

За формою заряди перерахованих видів можуть бути зосередженими або подовженими. Під час підривання ґрунтів і скельних порід подовженими вважаються такі заряди, довжина яких перевищує їх найменші подовжні розміри в 30 разів і більше.

5.2. Розрахунок зарядів

5.2.1. Найбільш сильна руйнівна й метальна дія вибуху заряду ВР, який розташований у ґрунті або скельній породі, спостерігається у напрямку найближчої до заряду вільної поверхні. У цьому напрямку ґрунт (порода), який підривається, здійснює найбільший опір дії вибуху.

Відстань від центру заряду до найближчої до нього вільної поверхні, яка обмежує масив ґрунту (породи), називається лінією найменшого опору (ЛНО). Під час закладання заряду з боку найближчої вільної поверхні лінія найменшого опору є одночасно і глибиною закладання заряду (малюнок 65).



Мал. 65. Стіввідношення між лінією найменшого опору h і глибиною закладання заряду h_1 :

а і б – лінія найменшого опору і глибина закладання збігаються; в – лінія найменшого опору рівна глибині закладання; г і д – лінія найменшого опору менша глибини закладання.

Руйнівна дія вибуху заряду, який закладений в ґрунт або скельну породу, характеризується показником дії вибуху n , який являє собою відношення радіусу r (половини ширини) вирви до лінії найменшого опору h (малюнок 66):

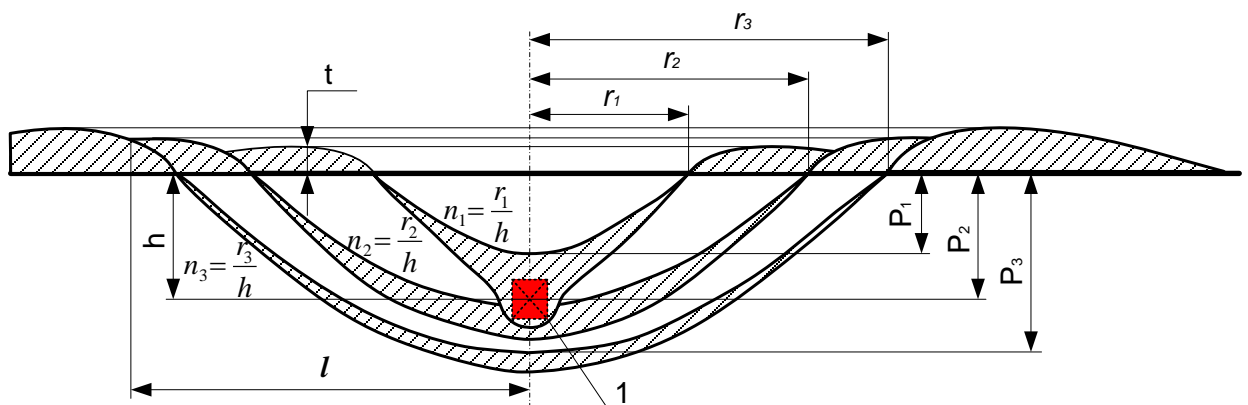
$$n = \frac{r}{h}. \quad (26)$$

Для зарядів викиду $n > 1,0$; для зарядів розпушування $n < 1,0$; до камуфлетів належать заряди, вага яких відповідає нульовому показнику дії вибуху (найбільший камуфлет), а також всі заряди меншої маси.

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 $n \approx 2,7$).



Мал. 66. Схема вирв при різних значеннях показника дії вибуху:

1 – положення заряду.

5.2.2. Зосереджені заряди для улаштування вирв у грунтах і скельних породах розраховуються за формулою

$$C = KMh^3, \quad (27)$$

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

$$C_n = \frac{C}{l_0} = KM_n h^2, \quad (28)$$

де C – маса зосередженого або повна маса подовженого заряду в кілограмах;

C_n – маса заряду в 1 погонному метрі в кілограмах;

l_0 – повна довжина подовженого заряду в метрах;

K – питомі витрати ВР, які залежать від властивостей ґрунту (матеріалу) та ВР, яка застосовується (наведено в таблиці 14), за можливості рекомендується уточняти значення K пробними вибухами;

M і M_n – коефіцієнти, які залежать від показника дії вибуху (наведені в таблиці 15);

h – лінія найменшого опору в метрах.

Таблиця 14

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

Найменування ґрунтів і скельних порід	Значення K , кг/м ³
Свіжонасипана розпушена 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, 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, магнезит, міцний 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 15

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	13309	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

Якщо лінія найменшого опору h перевищує 25 м, то маса зосередженого заряду, яка визначається за формулою 27, множиться на коефіцієнт $0,2\sqrt{h}$ (h вимірюється у метрах).

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

Приклад. Визначити масу зосередженого заряду C для утворення вирви радіусом $r=3,5$ м у суглинку під час закладення заряду на глибині $h=1,75$ м.

За таблицею 14 для суглинку знаходимо $K=0,97\div 1,19$; приймаємо середнє значення $K=1,08$.

За формулою 26 вираховуємо показник дії вибуху

$$n = \frac{r}{h} = \frac{3,5}{1,75} = 2.$$

За таблицею 15 для $n=2,0$ знаходимо значення коефіцієнта $M=5,17$.

За формулою 27 визначаємо масу заряду

$$C = KMh^3 = 1,08 \cdot 5,17 \cdot 1,75^3 = 30,0 \text{ кг.}$$

5.2.3. Під час підривання різномірних (шарових) ґрунтів і скельних порід розрахунок зарядів здійснюється при зміненому розрахунковому значенні питомої витрати ВР $K_{розр}$, яка визначається за формулою

$$K_{розр} = \frac{K_1 z_1 \frac{z_1}{2} + K_2 z_2 (z_1 + \frac{z_2}{2}) + K_3 z_3 (z_1 + z_2 + \frac{z_3}{2}) + \dots}{h \frac{h}{2}}, \quad (29)$$

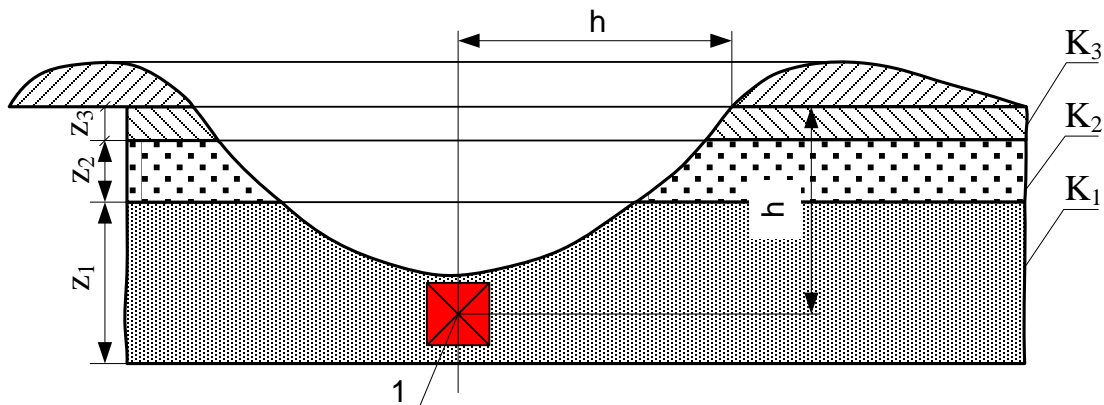
де K_1, K_2, K_3 – значення питомої витрати K для першого, другого, третього та інших шарів ґрунту;

z_1, z_2, z_3 – товщина першого, другого, третього та інших шарів ґрунту.

Нумерація шарів ґрунту здійснюється знизу вгору, як вказано на малюнку 67; при цьому товщини всіх шарів, крім першого, вимірюються безпосередньо, а товщина першого шару вираховується за формулою

$$z_1 = h - (z_2 + z_3 + \dots). \quad (30)$$

Приклад. Визначити розрахункове значення питомої витрати ВР $K_{розр}$ для випадку улаштування вирви у двохшаровому середовищі, якщо верхній шар – бетонне покриття ($K_2=2,12$) товщиною $z_2=0,3$ м, а нижній шар – суглинок ($K_1=1,15$). Глибина закладення заряду $h=2,3$ м.



Мал. 67. Схема визначення розрахункової питомої витрати ВР $K_{розр}$:
1 – положення заряду.

За формулою 30 знаходимо z_1 . Оскільки кількість шарів ґрунту дорівнює двом, то

$$z_1 = h - z_2 = 2,3 - 0,3 = 2,0 \text{ м.}$$

За формулою 29 визначаємо $K_{розр}$:

$$K_{розр} = \frac{K_1 z_1 \frac{z_1}{2} + K_2 z_2 (z_1 + \frac{z_2}{2})}{h \frac{h}{2}} = \frac{1,15 \cdot 2 \cdot \frac{2}{2} + 2,12 \cdot 0,3 \cdot (2 + \frac{0,3}{2})}{2,3 \cdot \frac{2,3}{2}} = 1,38.$$

Для мерзлих ґрунтів (глин, суглинків, супісків та інших в'язких ґрунтів) значення K , визначене за таблицею, збільшується у півтора рази. Якщо товщина мерзлого шару менша необхідної глибини вирви, розрахункове значення питомої витрати ВР $K_{розр}$ визначається за формулою 29, як для двошарового середовища.

Для скельних порід і сухих незв'язких ґрунтів (галька, щебінь, пісок), що не здатні збільшувати під час замерзання свою первинну міцність, K у всіх випадках приймається за таблицею 14.

5.2.4. Визначення радіусу вирви r за заданою вагою зосередженого заряду C і за відомою лінією найменшого опору h :

за таблицею 14 знаходять значення K ; у разі багатошарового середовища за формулою 29 вираховують $K_{розр}$;

за формулою 27, використовуючи відомі значення C , K і h , вираховують коефіцієнт $M = \frac{C}{Kh^3}$;

за таблицею 15 для розрахованого значення коефіцієнта M знаходять значення показника дії вибуху n ;

за формулою 26, підставляючи в неї знайдене значення n і відому величину h , визначають радіус вирви

$$r = nh.$$

Приклад. Заряд масою 25 кг закладений на глибину 2,3 м у суглинок під бетонне покриття, товщина якого 0,3 м. Визначити радіус вирви від вибуху цього заряду.

Значення $K_{розр}$ для випадку, який розглядається, визначено у попередньому прикладі ($K=1,38$).

$$M = \frac{C}{Kh^3} = \frac{25}{1,38 \cdot 2,3^3} = 1,49.$$

Показник дії вибуху (за таблицею 26) $n=1,23$.

Радіус вирви $r = n \cdot h = 1,23 \cdot 2,3 = 2,8$ м.

Для визначення ширини рову за заданою погонною масою подовженого заряду C_n і за відомою лінією найменшого опору h діють аналогічним чином, але розрахунок коефіцієнта M_n здійснюють за формулою 28.

Довжина (по верху) рову, який утворюється вибухом подовженого заряду, визначається за формулою

$$L = l_0 + \frac{B}{2}, \quad (31)$$

де l_0 – довжина заряду;
 $B=2r$ – ширина рову.

5.2.5. Під час викидання ґрунту (породи) вгору деяка частина його падає назад у вирву. Внаслідок цього видима (остаточна) глибина вирви завжди буде менша її

початкової глибини. Найбільша видима глибина вирви p визначається за формулою

$$p = anh = ar, \quad (32)$$

де a – коефіцієнт, який залежить від властивостей ґрунту; він дорівнює: для сухого піску – 0,40–0,45; для вологого піску, супіску і суглинку – 0,45–0,55; для глини – 0,50–0,60; для скельних порід і бетону – 0,6–0,7.

У скельних породах і бетоні при $n \geq 2$ видима глибина вирви p дорівнює лінії найменшого опору h .

Основна частина ґрунту, яка розкидається у боки, падає у безпосередній близькості від вирви (малюнок 66), утворюючи кільцевий вал навколо неї. Найбільша висота валу t може бути визначена за формулою

$$t = 0,15 r, \quad (33)$$

а найбільша дальність розвалу породи (або радіус зовнішньої межі валу) – за формулою

$$l = (5 \div 7)r. \quad (34)$$

За межами кільцевого валу падають тільки окремі шматки ґрунту (породи). Дальність розкидання їх залежить від величини показника дії вибуху і від структури ґрунту. Найбільша дальність розльоту окремих шматків визначається за формулою

$$L = 140n\sqrt{h}. \quad (35)$$

За наявності каменів у ґрунті дальність розльоту окремих шматків може збільшитись у півтора рази. Під час сильного вітру дальність розльоту великих шматків ґрунту за напрямком вітру збільшиться на 25–50%.

5.2.6. Під час підривання зарядів, які розташовані на поверхні ґрунту (поверхневі заряди), також утворюються виїмки: від зосередженого заряду – вирва у вигляді параболоїда, від подовженого заряду – рів трикутного профілю.

Маса зовнішніх зарядів, які необхідні для утворення вирв (ровів) у ґрунтах і скельних породах, визначається за формулою

$$C = 18Kr^3 \quad (36)$$

та

$$C_n = 7Kr^2, \quad (37)$$

де C , C_n і K – те саме, що у формулах 27 і 28;

r – радіус вирви або половина ширини рову у метрах.

Видима глибина вирви (рову) p і в цьому разі визначається за формулою 32, але для бетону приймається $a = 0,15–0,20$.

Формули 36 і 37 застосовуються також і під час розрахунків зовнішніх зарядів для улаштування вирв і ровів у ґрунтах із штучними покриттями; величина коефіцієнта K приймається в цьому разі за матеріалом покриттів (згідно з таблицею 16).

5.2.7. Під час підривання зарядів, розташованих у ґрунті (породі), на поверхні ґрунту не завжди утворюються вирви. Мінімальна глибина закладання заряду, при якій вирва на вільній поверхні не утворюється ($n=0$), а спостерігається тільки деяке спучення ґрунту (породи), називається критичною глибиною.

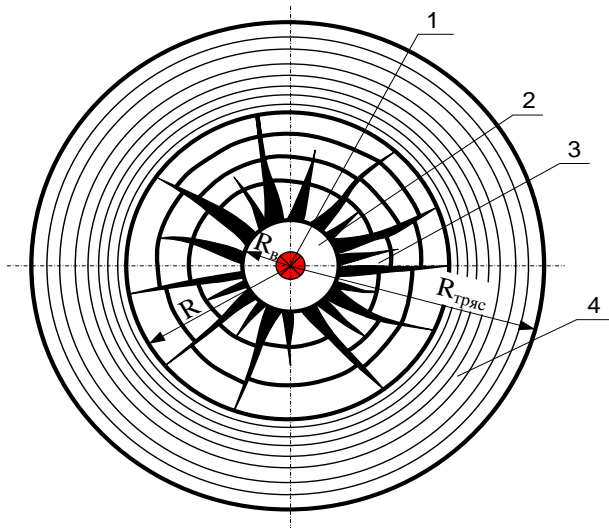
Таблиця 16

Значення коефіцієнта m (при ВР нормальної потужності*)

Назва ґрунтів та скельних порід	Значення m
---------------------------------	--------------

	для зосереджених зарядів	для подовжених зарядів
Глина пластична	11,2–12,9	37,5–46,0
Глина звичайна	6,4–9,8	16,3–30,8
Мергель м'який	5,4–7,6	12,5–20,6
Глина ломова темно-синя; піщаниста глина; суглинок важкий	4,8–6,6	10,4–17,1
Крейда м'яка, черепашник	3,8–4,6	7,4–10,0
Мергель середньої міцності; доломіт мергелистий; вапняк м'який, великої щільності	1,8–3,2	2,4–5,6
Гіпс дрібнозернистий; сланці міцні; граніт великої щільності; вапняк середньої щільності	1,8–2,9	2,4–4,9
Граніт середньої щільності; кварцити щільні; вапняк щільний; піщаник; доломіт	1,6–2,5	2–4
Мармур; вапняки міцні; граніт щільний; гіпс крупнозернистий; доломіт міцний	1–2	1–3

* Для амонітів значення m зменшується на 10%, а для аміачної селітри і динамонів – на 15%.



Мал. 68. Схема механічної дії вибуху камуфлету:

1 – заряд; 2 – зона витиснення; 3 – зона руйнування; 4 – зона небезпечного трясіння.

Заряд, закладений на критичній глибині $h_{\text{крит}}$, називається граничним зарядом розпушення або найбільшим камуфлетом. Заряди, розташовані на глибинах, які перевищують критичну глибину, називають камуфлетами.

Маса граничних зарядів розпушення (найбільших камуфлетів) визначається за формулами 27 і 28, якщо показник дії вибуху $n=0$.

Механічна дія вибуху камуфлету (малюнок 68) виражається:

в утворенні порожнини (пустоти) або зони витиснення ґрунту (породи);

у подрібненні (руйнуванні) ґрунту (породи) з порушенням пов'язаності часток у межах визначеної зони, яка називається зоною руйнування;

у трясінні ґрунту (породи) з руйнуванням або пошкодженням розташованих в ньому споруд у межах деякої зони, яка називається зоною небезпечного трясіння.

Вказані зони при зосереджених зарядах мають форму сфери, а при подовжених зарядах – форму еліпсоїда.

5.2.8. Радіус зони витиснення ґрунту (породи), яка утворюється вибухом камуфлету $R_{\text{внт}}$ (у метрах), визначається за формулою

$$R_{\text{внт}} = mr_0, \quad (38)$$

де m – коефіцієнт, який залежить від властивостей ВР і форми заряду (визначається за таблицею 16);

r_0 – радіус заряду у метрах.

Радіус заряду r_0 розраховується за формулою

$$r_0 = \frac{\sqrt[3]{C}}{18,7}; \quad (39)$$

для подовжених зарядів

$$r_0 = \frac{\sqrt{C_n}}{70}. \quad (40)$$

5.2.9. Радіус зони руйнування ґрунту R (у метрах), яка утворюється під час вибуху камуфлету, визначається за формулою

$$R = 1,13\sqrt[3]{\frac{C}{K}}; \quad (41)$$

для подовжених зарядів

$$R = 1,2\sqrt{\frac{C_n}{K}}; \quad (42)$$

Радіус зони руйнування, яка утворюється в ґрунті (породі) під час вибуху заряду розпушення або заряду викиду, визначається за формулою

$$R = 1,13\sqrt[3]{\frac{C}{K}\left(1 - \frac{n}{18}\right)}; \quad (43)$$

для подовжених зарядів

$$R = 1,2\sqrt{\frac{C_n}{K}\left(1 - \frac{\sqrt[3]{n}}{3}\right)}. \quad (44)$$

Величина радіусу зони небезпечного трясіння $R_{\text{тряс}}$ залежить від ваги заряду C , який підривається, від характеристики ґрунту (породи) K та від міцності розташованої в ньому споруди, для якої повинна бути визначена ця величина.

Для споруд із дерева, цегли і бурового каменя, які розташовані у звичайних (земляних) ґрунтах, радіус зони небезпечного сполучення приблизно у півтора рази більший радіусу зони руйнування ґрунту.

Для залізобетонних споруд, які розташовані в земляних ґрунтах, радіус зони небезпечного сполучення може приблизно дорівнювати радіусу зони руйнування ґрунту.

За зовнішньою межею зони небезпечного трясіння простягається зона безпеки, найменший радіус якої дорівнює радіусу зони небезпечного трясіння. Щоб споруда не була зруйнована або пошкоджена вибухом, її необхідно розташовувати так, щоб вона знаходилася за межами зони небезпечного трясіння.

Приклад. Авіабомба, що не вибухнула, із зарядом тротилу масою 500 кг проникла у ґрунт (суглинок) на глибину 11 м. На відстані 15 м від бомби знаходиться фундамент будівлі. Необхідно визначити, чи можна знищити бомбу на місці та чи буде утворена вирва у ґрунті.

Приймаємо для суглинку $K = 1,15 \text{ кг/м}^3$. Використовуючи формулу 27, знаходимо

$$M = \frac{C}{Kh^3} = \frac{500}{1,15 \cdot 11^3} = 0,33.$$

За таблицею 15 при $M=0,33$ $n=0$. Відповідно, під час вибуху бомби на поверхні ґрунту вирва не утворюється (заряд відповідає найбільшому камуфлету).

Радіус зони небезпечного трясіння визначається за формулою 41 із збільшенням у півтора рази:

$R = 1,5 \cdot 1,133 \sqrt{\frac{500}{1,15}} = 13,5$, що менше 15 м; відповідно, фундамент будівлі знаходиться на безпечній відстані.

5.3. Підривання ґрунтів і скельних порід на викид

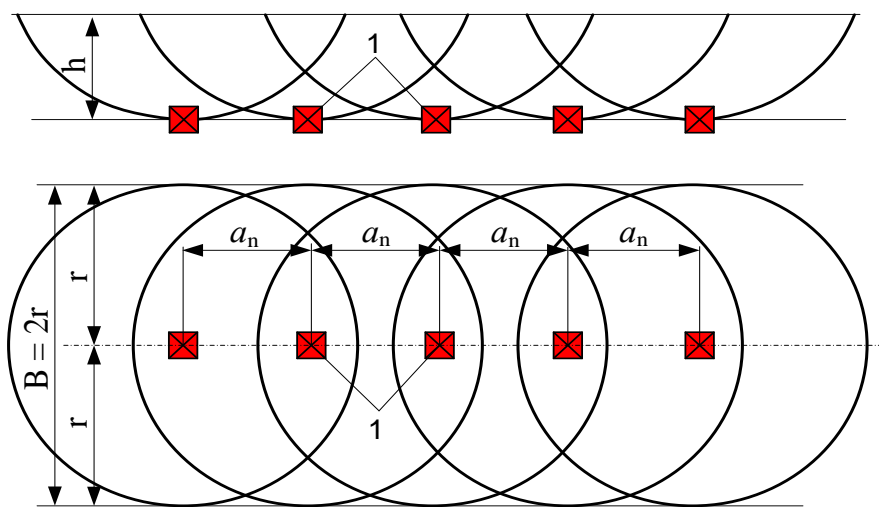
5.3.1. Підривання ґрунтів (порід) на викид застосовується для улаштування окремих вирв, протитанкових ровів, канав, дорожніх виїмок і котлованів для різних споруд.

5.3.2. У залежності від розмірів і конфігурації (у плані) виїмок роботи з викиду ґрунтів (порід), які проектуються, можуть здійснюватися:

підриванням поодиноких зосереджених або подовжених зарядів;

одночасним вибухом декількох зосереджених зарядів, розташованих в один або декілька паралельних рядів;

одночасним вибухом декількох подовжених зарядів, розташованих паралельно один одному.



Мал. 69. Схема розташування зосереджених зарядів в один ряд:

1 – заряди.

5.3.3. Вибухи поодиноких зосереджених зарядів застосовуються для улаштування окремих вирв і котлованів для невеликих споруд. Вибухи поодиноких подовжених зарядів застосовуються для утворення канав і протитанкових ровів трикутного або близького до нього профілю. Розрахунок зарядів здійснюється згідно з пунктом 5.2.2 цього Керівництва.

Одночасний вибух декількох зосереджених зарядів, розташованих в один ряд (малюнок 69), застосовується для улаштування суцільних виїмок (ровів, канав) трикутного або близького до нього профілю.

Розрахунок зарядів у залежності від необхідного радіусу вирви r , який дорівнює половині ширини рову, і від прийнятої лінії найменшого опору h здійснюється за формулою 27, при цьому показник дії вибуху n дорівнює 1,5–2,0.

Заряди в ряду розташовуються на нормальних відстанях a_n один від одного, які розраховуються за формулою

$$a_n = 0.7h\sqrt{n^2 + 1} \quad (45)$$

або за таблицею 17.

Таблиця 17

Нормальні відстані між зосередженими зарядами

n	a_n	n	a_n	n	a_n
1,00	h	1,75	$1,41 h$	2,50	$1,90 h$
1,25	$1,12 h$	2,00	$1,56 h$	2,75	$2,07 h$
1,50	$1,27 h$	2,25	$1,74 h$	3,00	$2,24 h$

При нормальних відстанях між зарядами видима глибина виїмки дорівнює видимій глибині вирви, яка утворюється під час вибуху одного зосередженого заряду, і визначається за формулою 32. Зближення зарядів на відстань меншу нормальної призводить лише до незначного збільшення глибини виїмки. При збільшенні ж відстані між зарядами глибина виїмки зменшується, між окремими вирвами утворюються перемички.

Ширина виїмки по верху при нормальній відстані між зарядами дорівнює діаметру вирви, яка утворюється підірванням поодиноких зосереджених зарядів.

Однотим підірванням одного ряду зосереджених зарядів, розташованих на нормальних відстанях a_n один від одного, можна улаштувати протитанковий рів. Заряди для улаштування протитанкових ровів розраховуються за формулою 27; при цьому показник дії вибуху з метою забезпечення найбільш повного викиду ґрунту необхідно приймати в межах $n=2,0\div 2,5$. Протитанковий рів може бути відритий також вибухом одного подовженого заряду.

Основні показники за витратами ВР для відірвання протитанкових ровів вибуховим способом у декількох видах ґрунтів (порід) наведені в таблиці 18.

Таблиця 18

Основні показники за витратами ВР для відірвання протитанкових ровів вибуховим способом

Назва ґрунту	Прийнятій показник дії вибуху, n	Зосереджені заряди			Подовжені заряди		
		лінія найменшого опору, h , м	вага одного заряду, C , кг	відстань між зарядами у ряду, a_n , м	витрата ВР на один пог. м рову, кг/м	лінія найменшого опору, h , м	вага одного заряду, C_y , кг/м
Супісок	2	1,75	26,0	2,75	9,40	1,75	7,6
Суглинок	2	1,75	28,0	2,75	10,0	1,75	7,95
Міцна глина	2	1,60	32,0	2,50	12,8	1,60	9,9
Щільний затверділий лес	2,5	1,40	44,0	2,65	16,7	1,40	12,2

Піщаник	2,5	1,40	51,0	2,65	19,3	1,40	13,9
---------	-----	------	------	------	------	------	------

Примітка. Видима глибина рову прийнята 1,75 м; ширина рову на рівні поверхні землі – не менше 6 м.

Приклад. Визначити масу і кількість зарядів, а також глибину їх закладання (лінію найменшого опору) і відстань між ними для утворення вибуховим способом у суглинку протитанкового рову довжиною 100 м. Глибина рову без урахування висоти валу повинна бути не менша 1,75 м, а ширина його на рівні поверхні землі – не менша 6,5 м.

Рішення

За таблицею 14 для суглинку приймаємо $K=1,0$, згідно з пунктом 5.2.5 $a = 0,45-0,55$; приймаємо $a = 0,50$. Розрахунковий радіус вирви для отримання заданої довжини $p=1,75$ м визначається відповідно до формули 32

©. м.

При цьому ширина рову складе

$$B=2r = 2 \cdot 3,5 = 7,0 \text{ м.}$$

Приймаючи показник дії вибуху $n = 2,0$, знаходимо глибину закладення зарядів (лінію найменшого опору)

$$h = \frac{r}{n} = \frac{3,5}{2,0} = 1,75 \text{ м.}$$

Під час улаштування рову зосередженими зарядами нормальні відстані між ними будуть дорівнювати

$$a_n = 0,7h\sqrt{n^2 + 1} = 0,7 \cdot 1,75\sqrt{2,0^2 + 1} = 2,75 \text{ м.}$$

Кількість зарядів при загальній довжині рову $L=100$ м складе

$$N = \frac{L}{a_n} = \frac{100}{2,75} = 36,3;$$

приймаємо $N=36$.

Маса одного зосередженого заряду буде дорівнювати

$$C = Kmh^3 = 1,0 \cdot 5,17 \cdot 1,75^3 = 28 \text{ кг.}$$

Загальні витрати ВР на 100 м рову складуть

$$NC = 36 \cdot 28 = 1008 \text{ кг.}$$

Під час улаштування такого ж рову одним подовженим зарядом його погонна маса C_n (пункт 5.2.2) при тій самій глибині закладення буде дорівнювати

$$C_n = Km_n h^2 = 1,0 \cdot 2,59 \cdot 1,75^2 = 7,95 \text{ кг/м.}$$

При цьому загальний розрахунок ВР на 100 м рову складе

$$C = C_n \cdot l_o = 7,95 \cdot 100 = 795 \text{ кг.}$$

5.3.4. Одночасний вибух декількох зосереджених зарядів або декількох паралельних подовжених зарядів застосовується для улаштування виїмок трапецієподібного профілю, ширина яких по низу повинна бути не менше їх глибини.

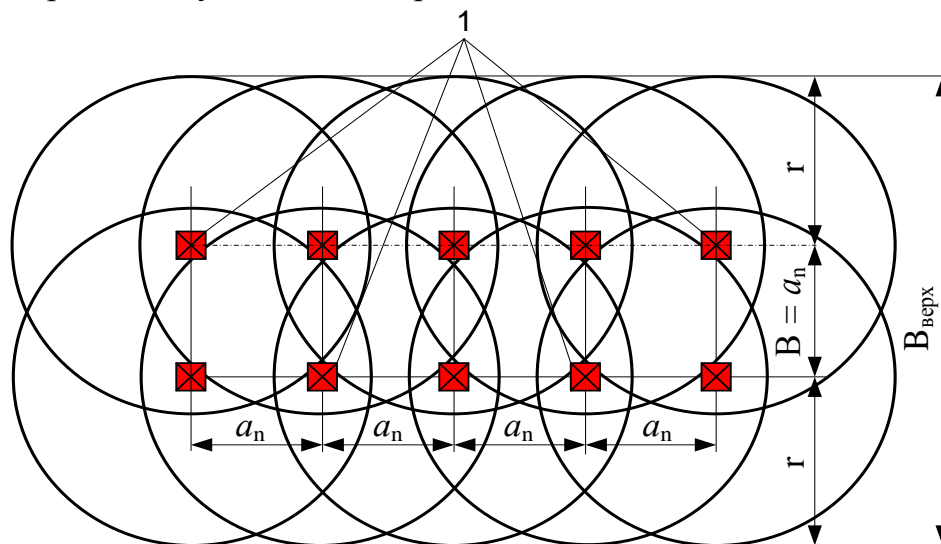
При двох рядах зосереджених зарядів (малюнок 70) заряди в обох рядах розташовуються один напроти одного; при трьох рядах заряди середнього ряду розташовуються у шаховому порядку по відношенню до зарядів крайніх рядів (малюнок 71). Відстань між зарядами у рядах і між рядами приймається рівною нормальній відстані a_n .

Заряди розраховуються за формулою 27. При двох рядах заряди обох рядів повинні

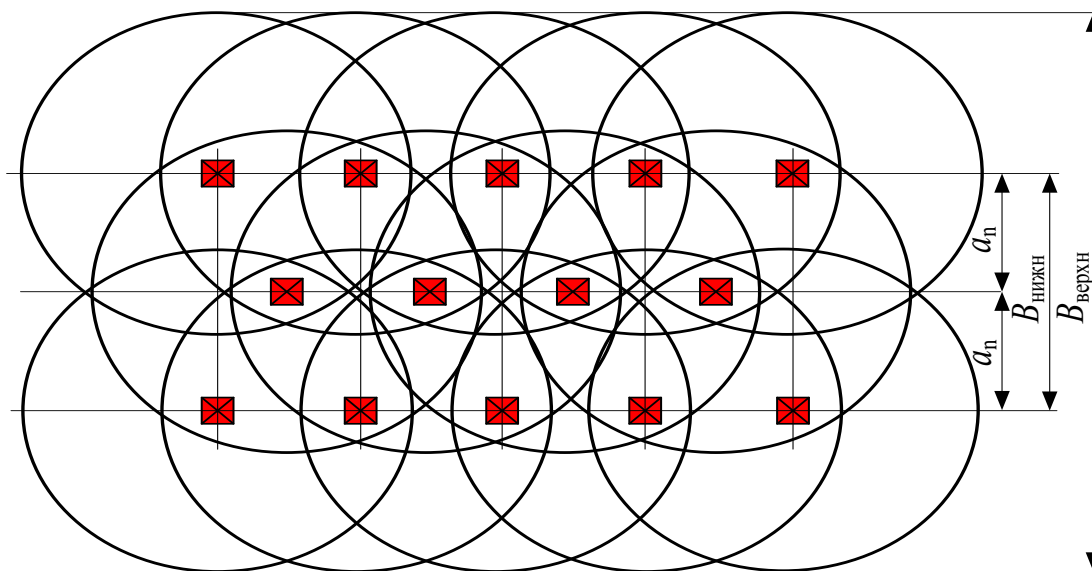
бути розраховані при однаковому значенні n . При трьох рядах з метою отримання більш чистої виїмки значення n для зарядів середнього ряду приймається на 0,5 більше, ніж для зарядів крайніх рядів. Вибух зарядів середнього ряду доцільно здійснювати із сповільненням в 1–2 с по відношенню до вибуху зарядів у крайніх рядах.

Ширина виїмки по низу і по верху визначається, як показано на малюнках 70 і 71.

Під час застосування подовжених зарядів їх довжина повинна дорівнювати довжині виїмки, яка улаштовується по дну; заряди, які розраховуються за формулою 28, повинні розташовуватися на нормальній відстані один від одного.



Мал. 70. Схема розташування зосереджених зарядів у два ряди:
1 – заряди.



Мал. 71. Схема розташування зосереджених зарядів у три ряди.

Більше трьох рядів зосереджених або більше трьох паралельних один до одного подовжених зарядів застосовувати не рекомендується, тому що при цьому виїмка у значній частині завалюється ґрунтом, що спадає назад.

Приклад 1. Визначити масу і кількість зосереджених зарядів, а також глибину їх закладення (лінію найменшого опору) і відстань між ними для улаштування котловану довжиною по низу 20,0 м, шириною по низу 6,0 м і глибиною 2,3 м; ґрунт – карбонова щільна глина.

Рішення

За таблицею для карбонової щільної глини знаходимо $K=1,28-1,64$; приймаємо середнє значення $K=1,46$. За формулою 32 визначаємо радіус вирви, прийнявши відповідно до пункту 6.1.5 $a=0,60$.

$$r = \frac{p}{a} = \frac{2,30}{0,60} = 3,80 \text{ м.}$$

З метою зменшення глибини закладання зарядів задаємо показник дії вибуху $n=2,5$; при цьому

$$h = \frac{r}{n} = \frac{3,80}{2,50} = 1,52 \text{ м.}$$

За формулою 45 визначаємо нормальну відстань між зарядами

$$a_n = 0,7 \cdot h \sqrt{2,5^2 + 1} = 1,89h = 1,89 \cdot 1,52 = 2,9 \text{ м.}$$

Приймаємо три ряди по 8 зарядів у кожному.

За формулою 27 визначаємо масу одного заряду у крайніх рядах

$$C = KMh^3 = 1,46 \cdot 10,4 \cdot 1,52^3 = 53,2 \text{ кг.}$$

За тією ж формулою, але при $n=3,0$ визначаємо вагу одного заряду у середньому ряду

$$C = KMh^3 = 1,46 \cdot 19,2 \cdot 1,52^3 = 98,3 \text{ кг.}$$

Всього для улаштування виїмки буде необхідно ВР:

$$C_{заг} = 2 \cdot 8 \cdot 53,2 + 8 \cdot 98,3 = 851,2 + 786,4 = 1637,6 \text{ кг.}$$

Приклад 2. Умови задачі такі самі, як у попередньому прикладі, але замість зосереджених застосовуються три подовжені заряди.

Приймаємо $r=3,80$ м; $n=2,5$; $h=1,52$ м.

За формулою 28 визначаємо погонну масу одного крайнього заряду

$$C_n = KM_n h^2 = 1,46 \cdot 3,94 \cdot 1,52^2 = 13,3 \text{ кг/м.}$$

За тією ж формулою, але при $n=3,0$ визначаємо масу середнього заряду

$$C_n = KM_n h^2 = 1,46 \cdot 5,65 \cdot 1,52^2 = 19,1 \text{ кг/м.}$$

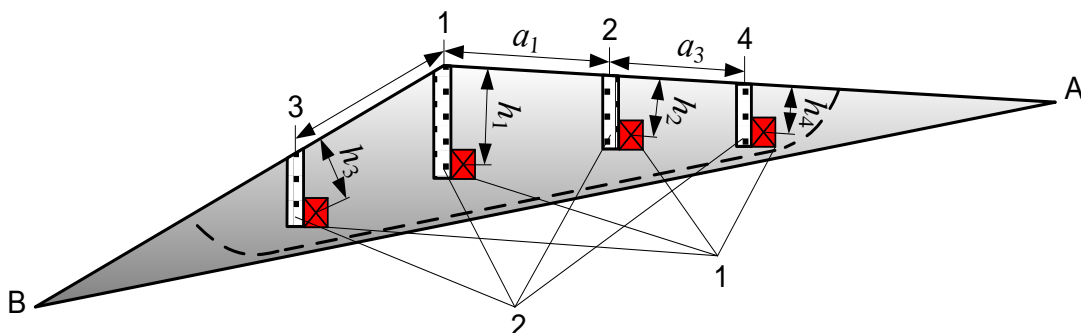
Повна витрата ВР при довжині зарядів $l_o=20,0$ м складе

$$C_{загал} = 13,3 \cdot 20 \cdot 2 + 19,1 \cdot 20 = 532 + 382 = 914 \text{ кг.}$$

Приклади організації робіт і розрахунку зарядів у ході улаштування укриттів і окопів наведені в додатку 6.

5.3.5. З'їзди до переправ улаштовуються одночасним підриванням зосереджених зарядів, які розташовуються у два-три паралельні ряди у колодязях (шурфах) різної глибини (у залежності від крутизни скату).

Для визначення місць розташування і кількості зарядів в одному ряду намічають лінію схилу АВ (малюнок 72), який повинен бути отриманий у результаті вибуху; потім вибирають величину показника дії вибуху в межах $n=2 \div 3$ (з метою забезпечення найбільшого викиду).



Мал. 72. Схема розташування зарядів для улаштування з'їзду до переправи:

1 – заряди; 2 – колодязі.

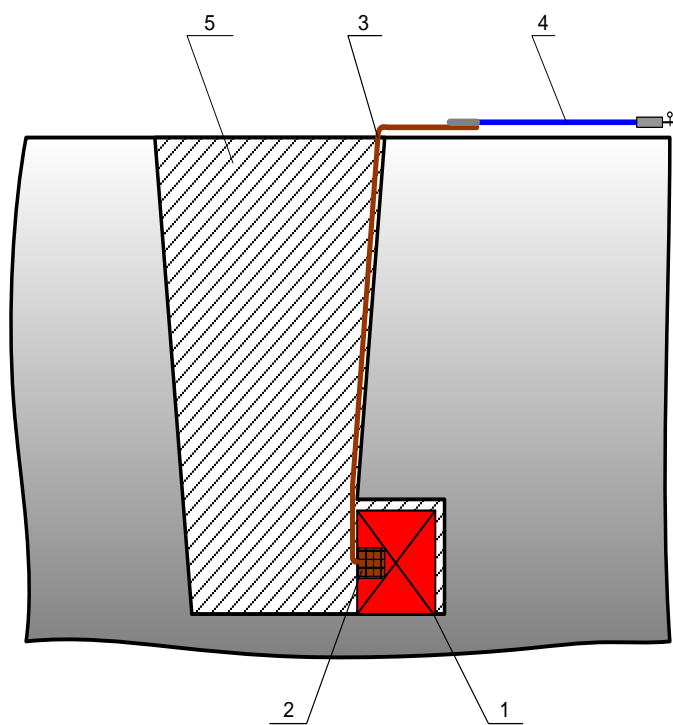
За обраним значенням n та при відомій глибині виїмки, яка улаштовується, використовуючи формулу 32, визначають глибину закладення заряду (лінію найменшого опору) спочатку для точки 1, яка розташована на бровці скату, а потім для точок 2 і 3, які віддалені відповідно вгору і вниз від бровки на величину нормальної відстані a_n ; знайшовши глибини закладення зарядів у точках 2 і 3, вираховують для них нормальні відстані a_n і визначають місця розташування наступних зарядів у ряду (точка 4 та інші).

Кількість зарядів за шириною виїмки (кількість рядів) визначають виходячи із заданої ширини з'їзду по низу і з нормальних відстаней між зарядами a_n .

Маса зарядів визначається за формулою 27.

5.3.6. Для закладання зосереджених зарядів у ґрунт (породу) улаштовуються колодязі (шурфи) і свердловини. Вони можуть відриватися вручну, за допомогою механічних засобів або вибуховим способом.

Під час улаштування колодязів вручну їх відривають, як показано на малюнку 73. При глибині колодязів більше 1,0 м у них улаштовуються сходи. На рівні дна кожного колодязя у його боковій стінці відривається камера для закладання заряду; розміри камер повинні відповідати розмірам заряду. При водонасичених ґрунтах зарядні камери в колодязях можна не робити.



Мал. 73. Колодязь для закладання зосередженого заряду в ґрунт:

1 – заряд; 2 – «бойовик»; 3 – ДШ;
4 – ЗТП; 5 – забивка.

У заряд, закладений у камеру колодязя, вставляють ЗТП або ЕДП, а після цього обережно спочатку руками, а потім лопатою засипають заряд дрібним ґрунтом; при цьому особливу увагу необхідно звертати на те, щоб КД (ЕДП) був закритий шаром розпушеного ґрунту товщиною не менше 5–10 см.

Після того, як над зарядом буде насипаний шар м'якого ґрунту товщиною не менше 0,5 м, ґрунт утрамбується; при цьому необхідно уважно стежити за збереженням у цілості всіх елементів вибухової мережі; ВШ, ДШ та проводи ЕДП виводяться наверх по кутах шурфу і засипаються пухким ґрунтом. Колодязі засипаються з періодичним утрамбуванням ґрунту до рівня поверхні землі.

Якщо для заряджання колодязів, шурфів тощо використовуються ВР пониженої

потужності, то для забезпечення надійності вибуху застосовується бойовик (ДД), виготовлений з тротилових шашок.

Для підвищення безпеки робіт із закладення зарядів доцільно застосовувати безкапсульне підривання або неелектричні системи ініціювання (додаток 12). У цьому разі бойовики виготовляються відповідно до пункту 3.2.6 цього Керівництва. Кінці відрізків ДШ виводяться на поверхню ґрунту і підриваються вогневим або електричним способом.

Під час механічного відривання колодязів і свердловин використовуються бурильні машини. У колодязі або свердловині, відриті бурильними машинами, заряди закладаються безпосередньо на дно; засипання та утрамбування ґрунту здійснюються, як і в попередньому випадку.

Норми на пророблення колодязів, свердловин, шпурів та інших зарядних пристроїв під час здійснення робіт як вручну, так і за допомогою механізмів, а також норми на закладання зарядів і на здійснення засипання (забивки) зарядних пристроїв наведені в додатках 7, 8.

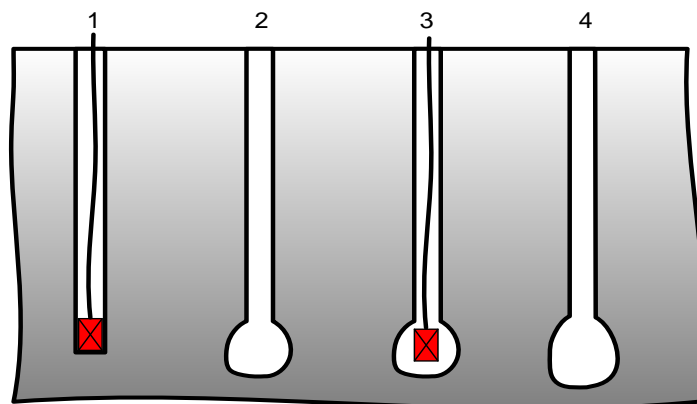
5.3.7. Вибуховий спосіб улаштування зарядних камер (котлів) у шпурах застосовується в ході підривних робіт у в'язких ґрунтах, а також у вапнякових і скельних породах. Шпури виробляються за допомогою перфораторів або КЗ. Під час вибуху КЗ у ґрунті утворюється шпур діаметром 1–1,5 і глибиною 10–15 діаметрів кумулятивної виїмки. У мерзломому ґрунті діаметр шпуру менший, ніж у талому в 3 рази, а глибина – в 1,2 рази.

Вага зосередженого заряду для улаштування зарядної камери (котла) у шпурі визначається за формулою

$$C_k = \frac{2C}{m^3}, \quad (46)$$

де C_k – маса заряду, необхідного для улаштування зарядної камери (котла);
 C – маса основного заряду, для якого улаштовується зарядна камера;
 m – коефіцієнт, який залежить від властивостей ґрунту (таблиця 16).

Заряд для улаштування камери (котла) розташовують на дні шпуру і підривають без забивки (роблять простріл). Якщо весь заряд, розрахований за формулою 46, не можна розмістити на ділянці шпуру, який дорівнює його подвійному діаметру, то прострілювання здійснюється в декілька етапів (малюнок 74).



Мал. 74. Послідовність улаштування зарядної камери (котла) у шпурі:

1 – заряд для першого прострілювання; 2 – результат першого прострілювання;
3 – заряд для другого прострілювання; 4 – результат другого прострілювання.

У ході дворазового прострілювання маса заряду для першого прострілювання приймається рівною одній третій загальної маси заряду, яка визначається за формулою 46. Під час триразового прострілювання маса заряду для першого прострілювання

повинна становити 20%, а для другого – 30% загальної маси заряду, необхідної для улаштування камери (котла).

Після першого прострілювання повторно зарядження шпуру можна здійснювати не раніше ніж через 30 хвилин, упродовж яких стінки камери встигають охолонути. Перед повторним зарядженням земляна кірка, що спеклася, яка іноді закупорює шпур під час прострілювання, пробивається пробійником.

Підривання зарядів для утворення зарядних камер у шпурах здійснюється електричним або вогневим способом із застосуванням ДШ; в останньому випадку ЗТП, якою підривається ДШ, повинна знаходитися на поверхні землі.

Зарядження камер (котлів), улаштованих шляхом прострілювання, здійснюється, як правило, порошкоподібними ВР, які засипаються у шпури через вирви з оцинкованої сталі; спочатку засипається половина основного заряду, потім опускається бойовик, після чого засипається інша частина основного заряду.

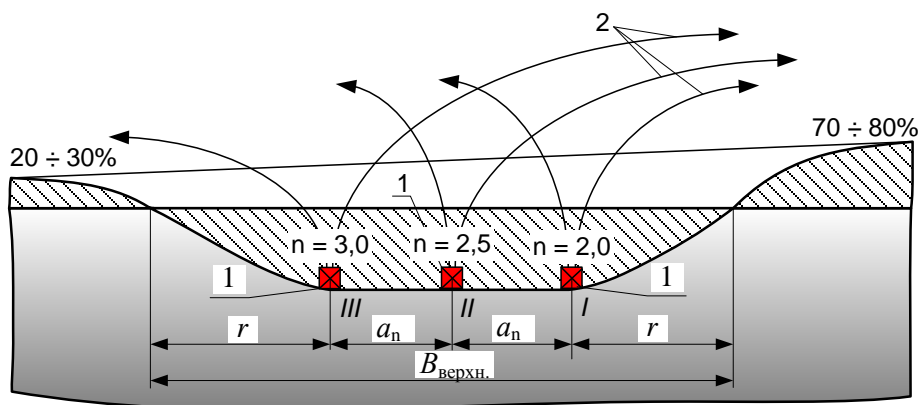
Для уникнення закупорення шпурів їх після засипання кожної порції ВР масою 1–2 кг прочищають пробійниками. Засипання ВР і прочищення шпурів необхідно проводити обережно, особливо після того, як у них будуть опущені бойовики.

Під час зарядження камер (котлів) шашками ВР (патронами) робота ведеться у тому ж порядку, тільки прочищення шпурів пробійником здійснюється після кожної опущеної в них шашки (патрона).

5.3.8. Для закладання вертикальних і нахилених подовжених зарядів у ґрунті (породі) за допомогою бурильних машин виробляють вертикальні і нахилені свердловини, а для закладення горизонтальних подовжених зарядів відриваються траншеї. Для прискорення робіт з відривання траншей можуть застосовуватися траншейні машини, а для засипання траншей після укладання зарядів – бульдозери.

Якщо необхідно викинути підриванням ґрунт (породу) переважно в одному напрямку, то застосовують спрямоване викидання, яке може здійснюватися одним з таких способів:

одночасним підриванням зарядів, розташованих в два–три ряди перпендикулярно до напрямку викидання (малюнок 75), при цьому заряди кожного наступного ряду, рахуючи в бік, протилежний викиданню, повинні мати показник дії вибуху n на 0,5 більший за показник, прийнятий під час розрахунку зарядів у попередньому ряду;



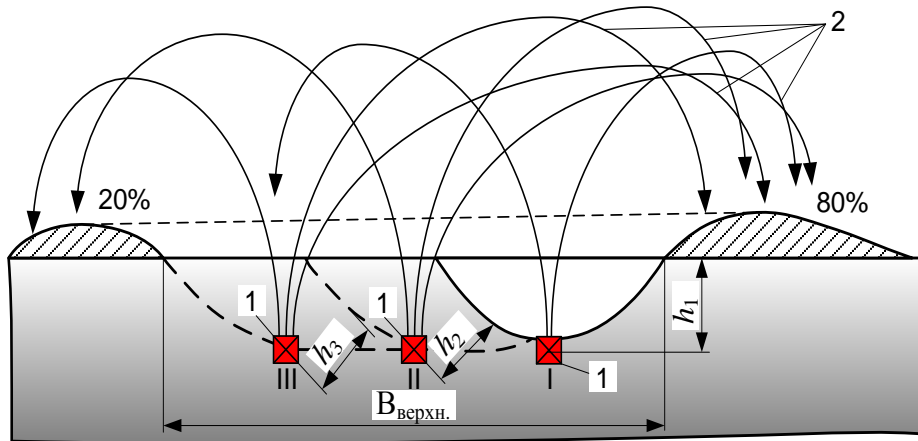
Мал. 75. Схема розташування зарядів для спрямованого викиду ґрунту (при одночасному підриванні):

1 – заряди; 2 – напрямок викидання основної маси ґрунту; I, II, III – номери рядів.

різночасним підриванням зарядів, розрахованих при однаковому значенні n і розташованих у декілька рядів, як у попередньому випадку; підривання кожного

наступного ряду зарядів повинно здійснюватися з уповільненням у 2–4 секунди по відношенню до вибуху зарядів попереднього ряду.

Вага зарядів визначається за формулою 27, причому для зарядів, які підриваються з уповільненням, за розрахункову лінію найменшого опору приймається відстань від їх центрів до вільної поверхні, яка утворюється підриванням зарядів попереднього ряду. Ця лінія найменшого опору не повинна бути більшою за глибину закладення зарядів. Виконання цієї умови перевіряється графічною побудовою вирв, які утворюються послідовним підриванням (малюнок 76).



Мал. 76. Схема розташування зарядів для спрямованого підривання ґрунту (при різночасному підриванні):

1 – заряди; 2 – напрямок викидання основної маси ґрунту; I, II, III – послідовність підривання зарядів.

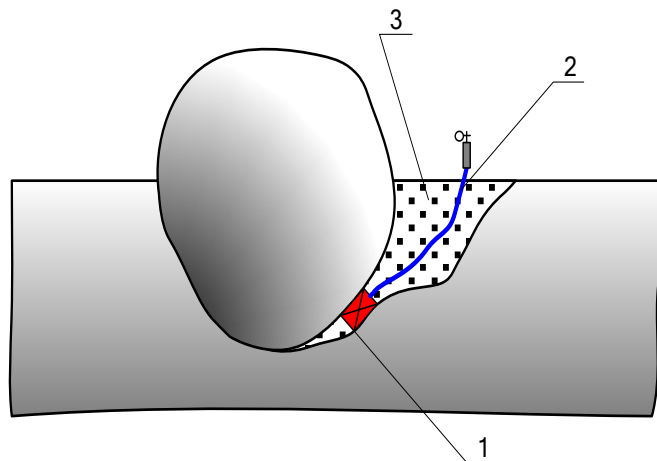
5.3.9. Для відкидання в бік на відстань 5–10 м окремого каміння (валунів), частково заглиблених у ґрунт, заряди закладаються під каміння з боку, протилежного напрямку викидання (малюнок 77). Маса визначається за формулою

$$C = K_1 V, \quad (47)$$

де C – маса заряду, кг;

V – об'єм каменя, м^3 ;

K_1 – коефіцієнт, який залежить від властивостей ВР (для ВР нормальної потужності $K_1=5,0$; для ВР зниженої потужності $K_1=6,0$).



Мал. 77. Відкидання каменя підкладеним під нього зарядом ВР:

1 – заряд; 2 – ЗТП; 3 – ґрунтова забивка.

Об'єм одного каменя, який відкидається, не повинен перевищувати 15 м^3 . При великому розмірі каміння воно попередньо розколюється вибухами на частини.

5.4. Розпушування ґрунтів і скельних порід вибуховим способом

5.4.1. Підривні роботи в ґрунтах (породах) з метою їх розпушування (дробіння) здійснюються під час зведення підземних споруд, улаштування виїмок та котлованів, під час планувальних робіт, добування будівельних матеріалів, улаштування траншей і ходів сполучення, здійснення обвалів на гірських дорогах тощо.

Під час підриву ґрунтів (порід) для розпушування найбільш розповсюджені такі методи здійснення робіт:

- метод шпурових зарядів і його різновид – метод котлових зарядів;
- метод зарядів у рукавах;
- метод свердловинних зарядів;
- метод камерних зарядів.

5.4.2. Під час шпурового методу здійснення підривних робіт застосовуються циліндричні заряди, які закладаються в шпури, які виробляються у розпушеному масиві. Шпуровий метод застосовується як на відкритих, так і на підземних розробках.

На відкритих розробках шпуровий метод використовується для видобування будівельних матеріалів із гірських порід, потужність пласту яких не перевищує 4–5 м, для розпушення мерзлого ґрунту і скельних порід під час зведення траншей і ходів сполучення, для дробіння окремих великих каменів, а також у тих випадках, коли за умовами здійснення робіт недопустиме застосування великих зарядів.

Під час підземних розробок порід шпуровий метод є основним. Він використовується під час проходження підготовчих і капітальних підземних виробок у скельних породах.

Розробка гірських порід у кар'єрах ведеться уступами; шпури розташовуються паралельно забою (відкритій поверхні породи, яка розробляється) в один або декілька рядів; в останньому випадку заряди у рядах розташовуються у шаховому порядку (малюнок 78).

Довжина шпура l приймається, як правило, рівною висоті уступу H , однак при слабких породах вона може бути на 5–10% менше висоти уступу (“недобур”), а при дуже міцних породах її слід, як правило, робити на 10–15% більше висоти уступу (“перебур”).

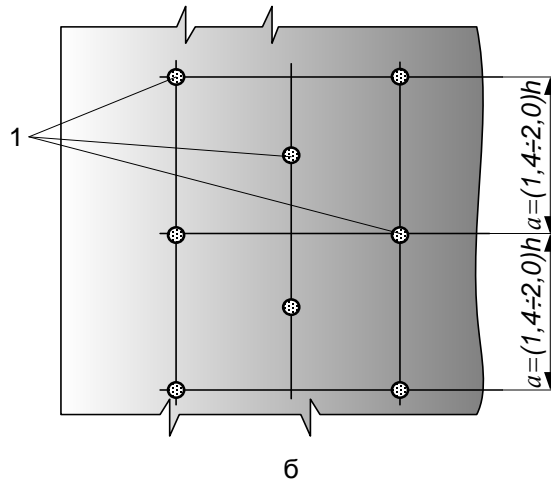
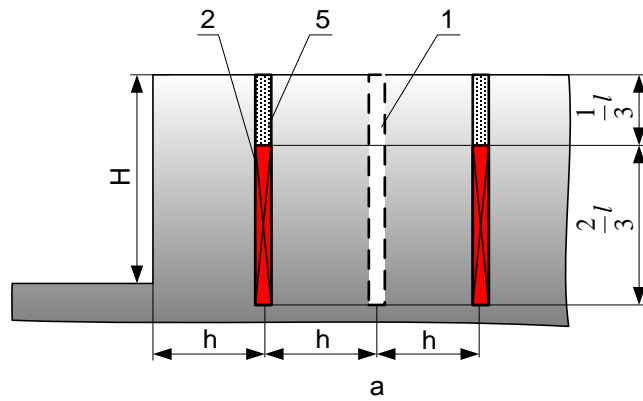
Відстань між віссю шпуру і забоем для зарядів першого ряду є розрахунковою лінією найменшого опору h . Для уступів, висота яких $H \leq 3$ м, вона розраховується за формулою

$$h = (1,125 - 0,225H)H, \quad (48)$$

а для уступів висотою $3,0 \text{ м} \leq H \leq 5,0 \text{ м}$ приймається рівною $0,45H$.

Відстані між шпурами в рядах (уздовж уступу) приймаються від $1,4h$ до $2,0h$; менше значення приймається при стійких породах і в тих випадках, коли необхідно забезпечити їх сильне подрібнення; коли необхідно забезпечити особливо сильне подрібнення породи, відстань між шпурами зменшують до $0,8h$.

При розташуванні шпурів у декілька рядів відстані між рядами приймаються рівними h .



Мал. 78. Схема розташування шпурових зарядів у масиві породи, яка розробляється:

а – вертикальний перетин;
 б – план; 1 – шпури; 2 – заряди;
 3 – забивка.

Маса шпурових зарядів визначається згідно з пунктом 5.2.7; у випадках, коли необхідно тільки відколоти породу, маса заряду може бути зменшена у півтора рази.

Буріння шпурів у твердих породах здійснюється пневматичними і електричними перфраторами або ручними свердлами і молотками. У м'яких породах буріння шпурів може здійснюватися пневмосвердлами і електросвердлами або ручними земляними бурами.

Перед зарядженням шпурів перевіряють їх довжину і діаметр та за допомогою ложки очищують їх від бурової муки і сторонніх предметів. Вологі та мокрі шпури заряджають патронами порошкоподібною ВР або буровими шашками; сухі шпури можна заряджати і порошкоподібною ВР шляхом насипання.

Під час зарядження шпурів насипанням порції ВР по 150–200 г засипаються за допомогою совка через лійку з оцинкованої сталі. Після засипання кожної порції ВР заряд трохи ущільнюють прибіійником.

Під час зарядження шпурів патронами останні досилаються за допомогою прибіійника. Якщо шпур сухий і його діаметр значно більший діаметра патронів, то їх оболонки розрізають уздовж або по спіралі; після досипання розрізаного патрона на місці його роздавлюють ударами прибіійника так, щоб ВР заповнила весь перетин шпуру.

Вологі та мокрі шпури найбільш доцільно заряджати буровими тротиловими шашками. Під час застосування для зарядження таких шпурів патронів із гігроскопічних ВР вони ізолюються шляхом обмазування бітумом, озокеритом тощо.

Заряд ВР у шпурі повинен займати не більше двох третин його довжини; верхня частина заповнюється забивкою. Перед забиванням шпуру в нього обережно опускають бойовик. У ході зарядження шпуру порошкоподібною ВР бойовик вводиться після засипання 80–85% заряду.

Шпурові заряди із порошкоподібних амонітів можна підривати за допомогою ДШ без КД. Для цієї мети по осі кожного заряду на всю його довжину пропускається відрізок

ДШ з двома–трьома вузлами на кінці.

Забивання шпурів здійснюють спочатку пластичною піщано-глинистою сумішшю, а потім піском або буровою мукою. Вологі шпури, заряджені негігроскопічною ВР, замість забивки можна заливати водою.

Підрив кожного ряду шпурових зарядів здійснюється одночасно електричним способом або за допомогою ДШ; спочатку підривається найближчий до забою ряд, потім наступний за ним і так далі. За наявності ЕДП уповільненої дії вказана послідовність підриву рядів досягається різним уповільненням у різних рядах.

За відсутності ЕДП уповільненої дії у разі необхідності підірвати одночасно два ряди шпурових зарядів відстань між рядами шпурів зменшується у півтора-два рази по відношенню до розрахункової.

Під час відривання траншей і ходів сполучення в мерзлих ґрунтах або в скельних породах розпушення їх вибуховим способом може здійснюватися з улаштуванням вертикального забою або без нього.

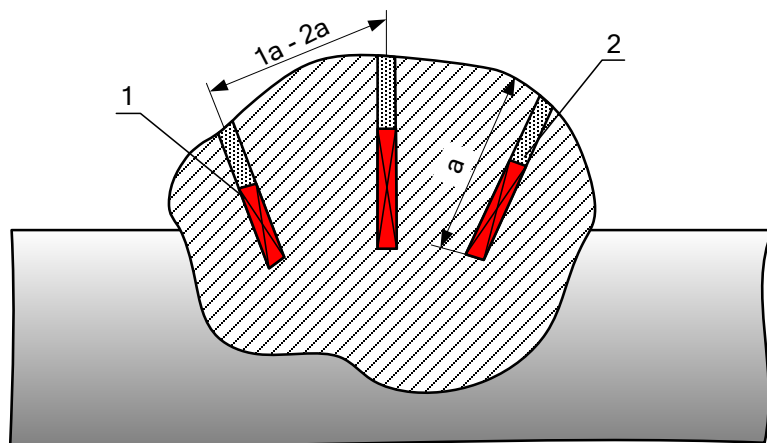
У першому випадку вибухами перших зарядів улаштовують вертикальний забій протяжністю, яка дорівнює ширині траншеї; наступне розпушування здійснюють підривом зарядів, які розташовуються рядами паралельно забою. Після підриву кожного ряду шпурів відбитий ґрунт забирають від забою.

У скельних породах довжина шпурів приймається рівною глибині траншеї, яка відривається; у мерзлих ґрунтах довжину шпурів приймають рівною трьом четвертинам товщини мерзлого шару. Відстань між шпурами в рядах і між рядами шпурів, а також вагу шпурових зарядів визначають, як зазначено вище.

У другому випадку (без улаштування вертикального забою) заряди у шпурах розташовуються в один або декілька рядів паралельно осі майбутньої траншеї і підриваються всі одночасно. Довжина шпурів при діаметрі 40–60 мм повинна відповідати заданій глибині розпушування ґрунту. Відстань між рядами шпурів і відстань між шпурами в ряду, а також вага зарядів приймаються, як у попередньому випадку.

Приклад розрахунку зарядів і організації робіт під час відривання траншей у мерзлом ґрунті наведений у додатку 6.

Для подрібнення окремих каменів (малюнок 79) доцільно застосовувати шпури невеликого діаметру (25–35 мм), які бурять на довжину l , що дорівнює 0,5–0,75 висоти каменя. Відстані між шпурами приймають рівними 1–2 довжинам шпуру.



Мал. 79. Схема розташування шпурових зарядів під час подрібнення великого каменя:
1 – заряди; 2 – забивка.

Загальна маса заряду, необхідного для подрібнення каменя, визначається за формулою

$$C=qV, \quad (49)$$

де C – маса заряду, кг;
 V – об'єм каменя, м³;

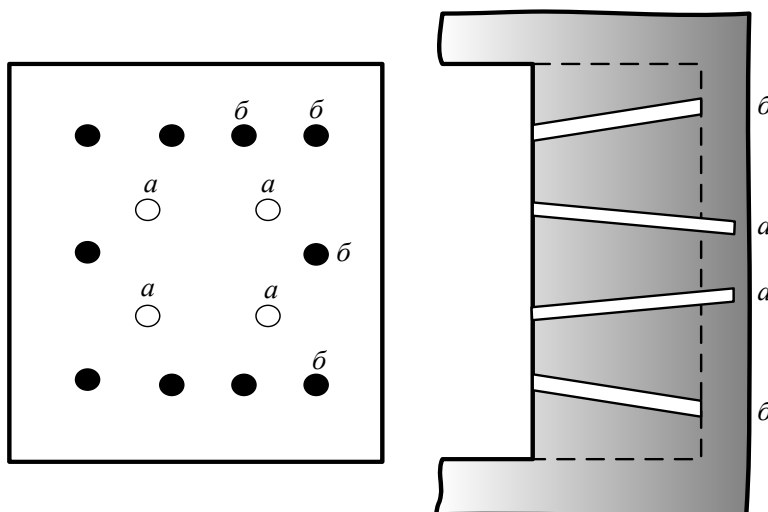
q – питома витрата ВР, яка приймається рівною від 0,06 K до 0,3 K (менше значення приймається для великого каміння, більше – для меншого (об'ємом менше 0,5м³) згідно з таблицею 14).

Розрахований за формулою 49 заряд розподіляють рівномірно між всіма шпурами. Заряд у кожному шпурі повинен займати не більше половини його довжини. Вибух усіх зарядів у шпурах здійснюється одночасно.

5.4.3. Проходження колодязів, галерей і пророблення камер у твердих породах здійснюються за допомогою врубових та відбійних шпурів (малюнок 80). Довжина відбійних шпурів, якщо їх діаметр 35–40 мм, зазвичай приймається рівною 2,0 м, довжина врубових шпурів на 15–20 см більша довжини відбійних.

Мал. 80. Схема розташування шпуру під час проходження галерей:

a – врубові шпури;
 $б$ – відбійні шпури.



Заряд у шпурі повинен займати не більше двох третин, а забивка не менше однієї третини його довжини. Шпури розташовуються на відстані 0,4–0,8 м один від одного. Вага кожного заряду вираховується по заповненому ВР об'єму шпуру. У першу чергу підривають заряди у врубових шпурах, потім у відбійних.

Метод котлових зарядів відрізняється від методу шпурових зарядів тим, що при ньому замість подовжених застосовуються зосереджені заряди, які розташовують у котлах, утворених шляхом прострілу шпурів малими зарядами.

Для основних зарядів, розташованих у котлах, відстань між їх центрами (центрами котлів) приймають у межах $(0,8 \div 1,4) h$ у залежності від необхідного ступеня подрібнення ґрунту (породи).

Котлові шпури в міцних породах забиваються повністю (до устя). У породах середньої міцності й у більш слабких забивка може бути неповною. Для забивки котлових шпурів приймаються ті самі матеріали, що й для забивки шпурів звичайного типу.

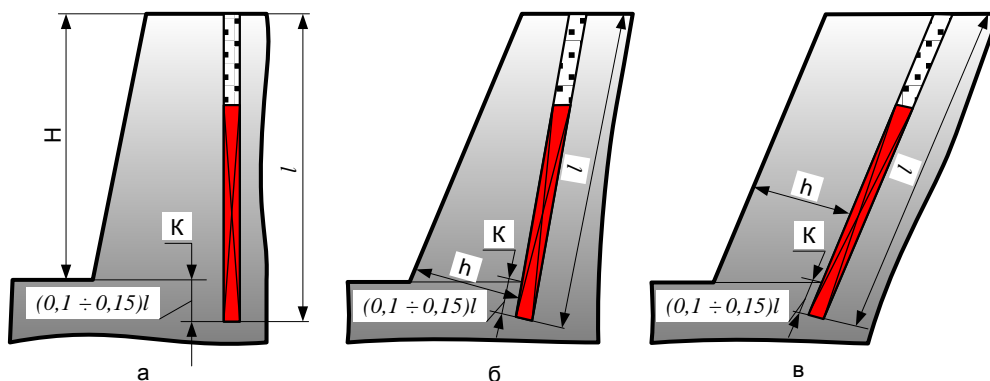
5.4.4. Метод зарядів у рукавах (метод малокамерних зарядів) полягає в тому, що заряди, призначені для розпушення ґрунту (породи), закладаються в горизонтальні або похилі виробки (рукави) перетином до 0,5x0,5 м. Довжина рукавів приймається рівною від 0,5 до 0,8 висоти уступу, який підривається, але не більше 5 м; за висоту уступу в даному разі приймається відстань (по вертикалі) від центру заряду до поверхні землі. Відстань між рукавами уздовж уступу в залежності від необхідного ступеня подрібнення породи приймаються в межах 0,8–1,4 довжини рукава.

Маса зарядів у рукавах визначається за формулою 27; при цьому лінія найменшого

опору h приймається рівною довжині рукава, а показник дії вибуху n – у межах 0,75–1,0.

Рукави заряджають розсипними ВР (за допомогою совків із довгими ручками) або ВР, які запаковані в пакети. У вологих місцях заряди з неводостійких ВР повинні мати водонепроникну оболонку. Уся вільна від заряду частина рукава заповнюється забивкою з обов'язковим її утрамбуванням.

5.4.5. Метод свердловинних зарядів полягає в тому, що подовжені заряди розпушення закладаються в циліндричні заглиблення (свердловини) діаметром більше ніж 75 мм.



Мал. 81. Типи зарядних свердловин:

а – в вертикальна свердловина; б – свердловина під кутом до укосу уступу; в – свердловина, паралельна укосу уступу; к – перебур.

Зазвичай приймаються вертикальні свердловини діаметром 75–300 мм (частіше за все 200 мм) і довжиною від 10 до 30 м. У разі коли укіс уступу пологий і, відповідно, опір на підшві для вертикальних свердловин виходить дуже великим, застосовують похилі свердловини, які бурять під деяким кутом до укосу уступу або паралельно йому (малюнок 81). Свердловини бурять з перебуrom, величина якого визначається за таблицею 19.

Таблиця 19

Довжина перебуру свердловин (у метрах)

Висота уступу H , м	Категорія міцності порід за скалою H і P			
	V-VII	VIII-IX	X-XI	XII-XVI
7,0	0,60	0,70	0,85	1,00
10,0	0,70	0,85	1,00	1,25
15,0	0,85	1,00	1,25	1,50
20,0	1,00	1,25	1,50	1,75
25,0	1,25	1,50	1,75	2,00

Маса свердловинних зарядів (у кілограмах) визначається за формулою

$$C=0,3KNh^2H, \quad (50)$$

де K – питома витрата ВР, яка визначається за таблицею 14;

H – висота уступу, м;

h – лінія опору по підшві, м;

N – відносна відстань, яка дорівнює відношенню відстані між свердловинами a до лінії опору по підшві.

Відносну відстань між свердловинами $N = \frac{a}{h}$ зазвичай приймають

у межах 0,9–1,4; при цьому нижня межа приймається для міцних порід, а верхня – для слабких. Під час розташування свердловин у декілька рядів, які одночасно підриваються,

відстані між свердловинами у другому і наступних рядах приймаються рівними відстаням між ними в першому ряду.

Відстані між рядами свердловин b приймаються рівними $0,85 h$, де h – лінія опору по підшві першого ряду. Вага зарядів для свердловин другого і наступних рядів приймається рівною вазі зарядів першого ряду.

Заряд за довжиною свердловини може розташовуватися:

у вигляді суцільного подовженого заряду; при цьому довжина забивки повинна бути не менше трьох четвертин лінії опору по підшві;

у вигляді розосередженого заряду (заряду, поділеного на декілька окремих частин); якщо порода, яка підривається, має яскраво виражене нашарування, то частину розосередженого заряду доцільно розміщувати в найбільш міцних шарах.

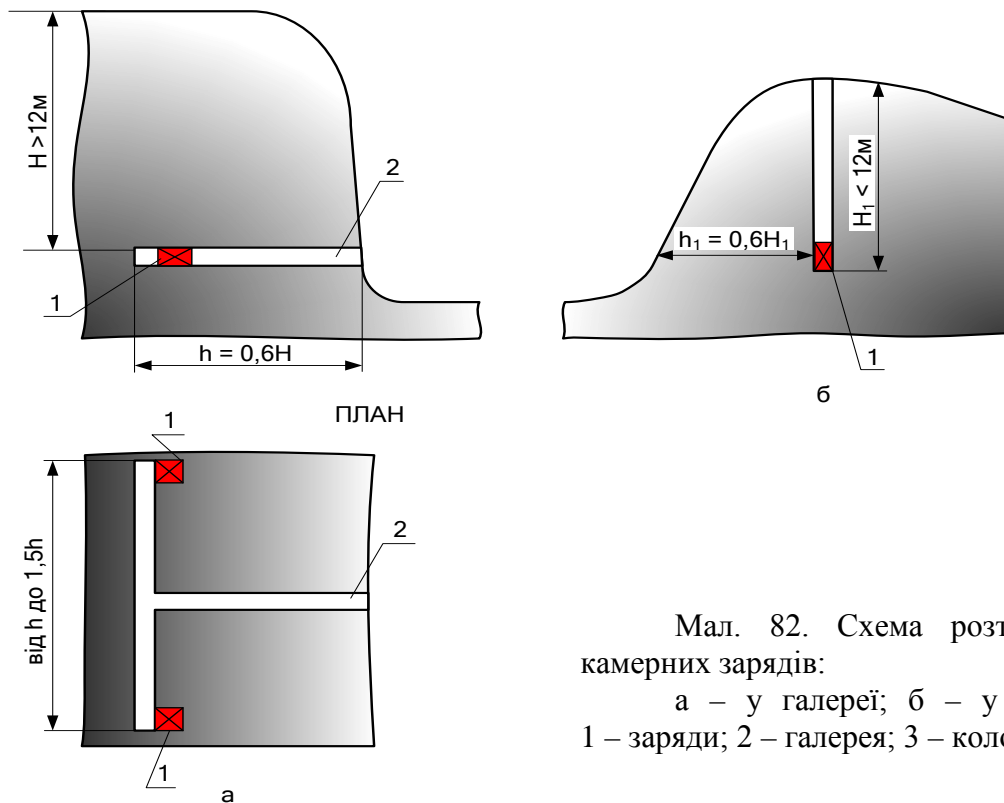
Суцільний подовжений заряд повинен мати не більше двох запальних шашок (бойовиків); кожна окрема частина розосередженого заряду повинна мати свій бойовик. Підривання всіх частин розосередженого заряду повинно здійснюватися одночасно.

Сухі свердловини заряджаються порошкоподібною ВР, вологі та наповнені водою – патрономаною ВР у водонепроникних оболонках. Діаметр патронів ВР повинен бути на 3–4 см менше діаметра свердловини.

Матеріал для забивки свердловин повинен бути сипким і достатньо дрібним. Під час заповнення свердловин матеріалом для забивки необхідно стежити, щоб проводи або ДШ, які проходять від бойовика на поверхню, розташовувалися вздовж стінок свердловини і не натягувалися.

Якщо потрібно помістити у свердловину великий за об'ємом заряд, у ній шляхом прострілювання улаштовують котел. Прострілювання котлових свердловин, розрахунок зарядів та їх закладка, забивання і підривання здійснюються відповідно до пунктів 5.3.7 і 5.4.3.

5.4.6. Метод камерних зарядів полягає в тому, що в породі, яка розробляється, проробляються вертикальні колодязі (шурфи) або горизонтальні галереї (штольні), з яких у бокових напрямках улаштовуються великі зарядні камери для розташування великих зосереджених зарядів (малюнок 82).



Мал. 82. Схема розташування камерних зарядів:

а – у галереї; б – у колодязі;
1 – заряди; 2 – галерея; 3 – колодязь.

Вертикальні колодязі застосовуються при висоті забою H від 5 до 12 м, а горизонтальні галереї – при висоті забою більше 12 м. За розрахункову лінію найменшого опору h приймаються найкоротша відстань від центру заряду до забою, яка не повинна перевищувати 0,6 його висоти H . Відстані між зарядами в рядах та між рядами приймаються рівними від h до $1,5h$.

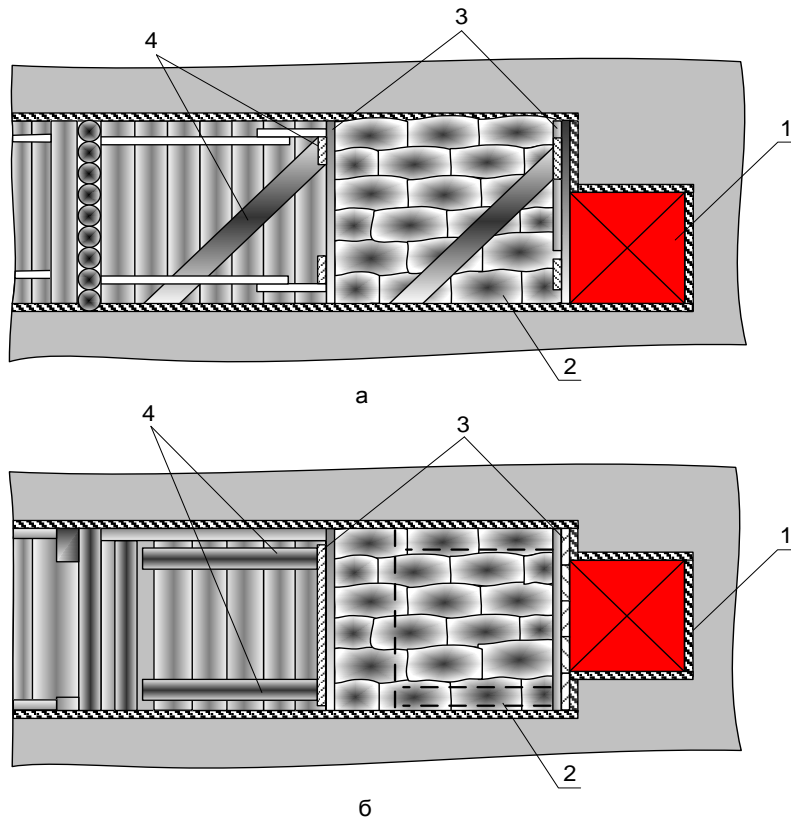
Розрахунок зарядів здійснюється згідно з пунктом 5.2.7. Об'єм зарядної камери повинен перевищувати розрахунковий об'єм заряду (визначається діленням маси заряду на щільність ВР) на 20–40% в залежності від конструкції одягу стін і стелі.

Під час закладення в камери великих зарядів із порошкоподібних ВР необхідно вживати заходів проти їх злежування улаштуванням горизонтальних і вертикальних відсіків з дерев'яних ящиків, наповнених ВР.

Під час закладання зарядів у камери, пророблені у вологих породах, вживають заходів, які не допускають зволоження ВР. Камери всередині обшиваються тесом, а по тесу – толем або двома шарами паперу з промазуванням нижнього шару підігрітою сумішшю кам'яновугільної смоли і вару або гудроном.

Поблизу зарядних камер на дні колодязів або галерей улаштовуються водозбірні заглиблення, з яких періодично здійснюється відкачування води. Галереї робляться з нахилом, який забезпечує стікання води від зарядних камер назовні.

Зарядження камер у колодязях здійснюється шляхом засипання ВР через дерев'яні труби або опусканням їх за допомогою вороти в баддях або в заводській упаковці. Зарядження камер у галереях здійснюється вручну. Забивання камерних зарядів здійснюють за допомогою дерев'яних щитів із розпорками і мішками з піском, землею або породою (малюнок 83). Довжина забивки приймається рівною довжині галереї або глибині колодязя.



Мал. 83. Улаштування забивки в галереї:

а – поздовжній перетин; б – план; 1 – заряд; 2 – мішки з ґрунтом; 3 – щити із дощок; 4 – підпорки.

Підривання камерних зарядів здійснюється електричним способом з обов'язковим дублюванням другої ЕВМ або мережею ДШ.

5.5. Улаштування порожнин у ґрунтах вибуховим способом

5.5.1. Підривання зарядів ВР з метою утворення порожнин (пустот) здійснюється у щільних, в'язких і вологих ґрунтах під час улаштування зарядних камер (котлів), колодязів, ям для улаштування стовпів тощо.

Для улаштування вибуховим способом порожнин у ґрунті пробурюють КЗ вертикальну свердловину (глибина свердловини повинна бути більша діаметра в 100–120 разів), глибину H і діаметр d , який визначають за формулами

$$H = h + D \quad (51)$$

$$d = 1.25 \cdot \frac{D}{m} + 0,01, \quad (52)$$

де H – глибина свердловини в метрах;

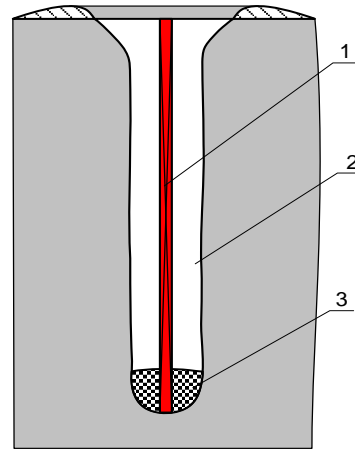
d – діаметр свердловини в метрах;

D – діаметр необхідної порожнини (колодязя) в метрах;

h – необхідна глибина порожнини в метрах;

m – коефіцієнт, який залежить від властивостей ґрунту (визначається за таблицею для подовженого заряду).

Свердловина на всю глибину до самого устя заповнюється зарядом ВР (малюнок 84). Заряд порошкоподібної ВР поміщається в міцний мішок, діаметр якого повинен бути на 1 см менше діаметра свердловини.

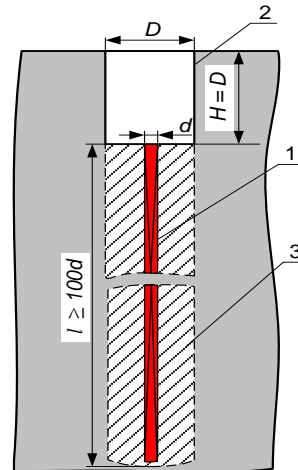


Мал. 84. Шахтний колодязь, який улаштовується вибухом вертикально розташованого подовженого заряду:

1 – положення заряду; 2 – контур колодязя; 3 – ґрунт, який обвалюється після вибуху.

Заряд також може бути складений із тротильових шашок, розташованих у мішку, або прив'язаний до тонкої рейки, сталевого прута тощо. Маса заряду можна визначити за об'ємом свердловини. Підрив заряду здійснюється з боку устя свердловини. Після вибуху з утвореної порожнини (колодязя) необхідно видалити шкідливі гази продуванням стислим повітрям. Для уникнення отруєння опускатися до колодязя відразу після вибуху заряду забороняється.

5.5.2. Якщо за умовами завдання необхідно уникнути виникнення вирви у верхній частині порожнини, яка утворюється вибухом, і зменшити завал її розпушеним ґрунтом, то в усті свердловини, яка пробурюється для закладання заряду, повинен відриватися оголовок, діаметр і глибина якого дорівнює діаметру необхідної порожнини (малюнок 85). Розрахунок, закладання та підрив зарядів, а також продування порожнин, утворених вибухами, здійснюють у відповідності з пунктом 5.5.1.



Мал. 85. Розташування подовженого заряду у свердловині з оголовком під час улаштування шахтного колодязя:

1 – заряд; 2 – оголовок свердловини; 3 – розрахунковий контур колодязя.

6. Підривання стін, будівель, мостів і тунелів

6.1. Для підривання цегляних, кам'яних, бетонних і залізобетонних стін та будівель використовуються контактні й неконтактні заряди ВР.

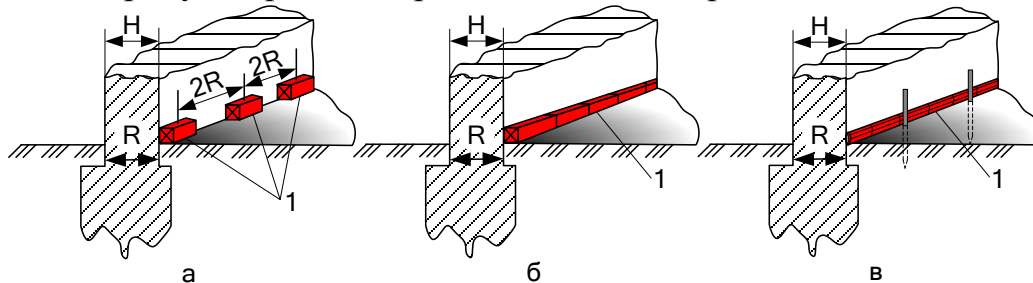
Застосування неконтактних зарядів для підривання окремих стін пов'язане з підвищеними витратами ВР і рекомендується тільки в тих випадках, коли використання контактних зарядів із тих чи інших причин утруднене чи взагалі неможливе.

Для підривання будівель, які мають форму замкнутої порожньої коробки, застосування неконтактних зарядів, що розміщуються всередині приміщень, у ряді випадків більш ефективно не лише з огляду на затрати робочого часу, а й витрати ВР.

6.2. Підривання окремих стін

6.2.1. Руйнування окремих стін поводиться шляхом улаштування наскрізного чи ненаскрізного підбою (порівняно вузької дірки) по всій довжині стін біля їх основи.

6.2.2. Безкаркасні стіни товщиною до 1,0 м (малюнок 86) підриваються зовнішніми зосередженими чи подовженими зарядами, що розміщуються біля основи стін без забивки чи із забивкою мішками з ґрунтом та іншими матеріалами. Кумулятивні подовжені заряди застосовуються без забивання. Стіни товщиною до 0,5 м з метою економії засобів підриву і спрощення робіт доцільно підривати подовженими зарядами.



Мал. 86. Підривання безкаркасних стін зовнішніми зарядами:

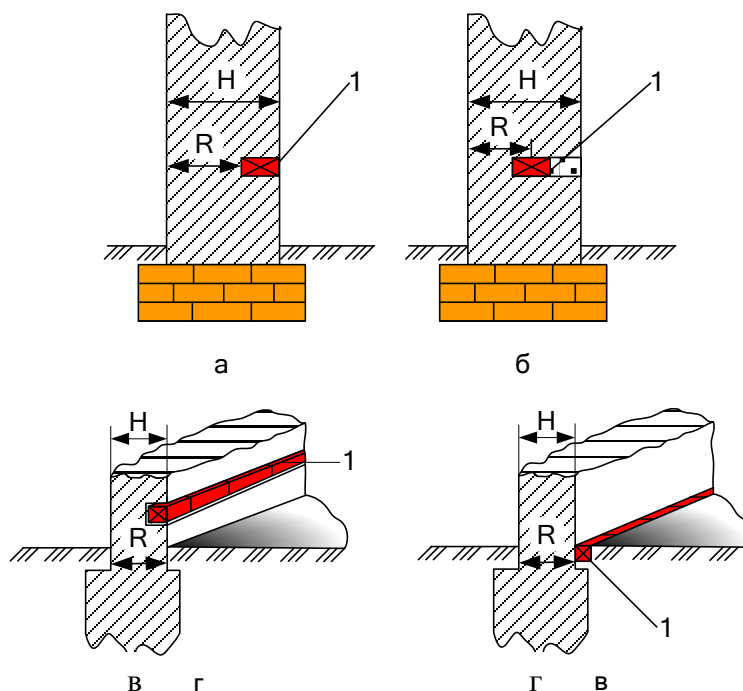
а – зосередженими; б – подовженими; в – кумулятивними подовженими; 1 – заряди; 2 – кілки.

При товщині стін більше 1,0 м (малюнок 87) з метою економії ВР зосереджені заряди доцільно закладати в ніші, рукави чи колодязі, а подовжені – у борозни чи рівчаки, що проробляються біля основи стін.

За наявності достатньої кількості часу і відповідного бурового інструменту стіни товщиною 0,5 м і більше підриваються зарядами в шпурах.

Під час прискореного підривання зовнішні заряди як із забивкою, так і без забивки можуть застосовуватися при будь-якій товщині стін.

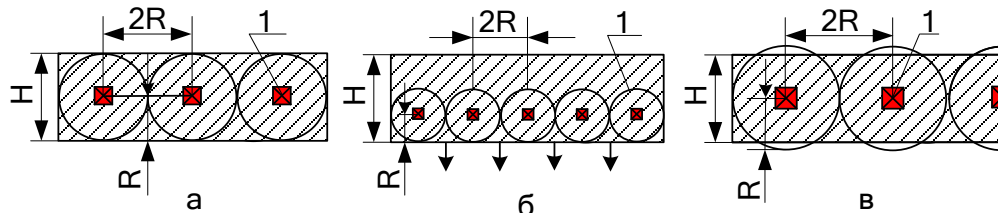
6.2.3. З метою забезпечення суцільного (безперервного) підбою стіни, що підривається, подовжені заряди повинні перекривати її по всій довжині, а відстані між зосередженими зарядами не повинні перевищувати подвоєний розрахунковий радіус руйнування.



Мал. 87. Підривання безкаркасних стін внутрішніми зарядами:

а – зосередженими зарядами в нішах; б – те саме у рукавах; в – подовженим зарядом у борозні; г – те саме у рівчаку; 1 – заряди.

Розрахунковий радіус руйнування R повинен, як правило, вписуватися в габарит стіни, що підривається (малюнок 88, а), але можуть бути й винятки. В одному випадку (малюнок 88, б) радіус руйнування не повинен сягати поверхні стіни, оберненої в той бік, куди не повинні летіти осколки; в іншому випадку (малюнок 88, в), коли необхідно зекономити час на пророблення рукавів, ніш тощо, але можна допустити деяке збільшення витрат ВР, він може виступати за межі стіни.



Мал. 88. Розміщення зарядів у стіні при різних значеннях розрахункового радіусу руйнування:

а – при $R = \frac{H}{2}$; б – при $R < \frac{H}{2}$; в – при $R > \frac{H}{2}$; 1 – заряди.

Розрахунок зосереджених і подовжених контактних зарядів для підривання стін здійснюється за формулами 22 і 23; пробивна здатність КЗ – згідно з додатком 2; неконтактні заряди розраховуються за формулою 25.

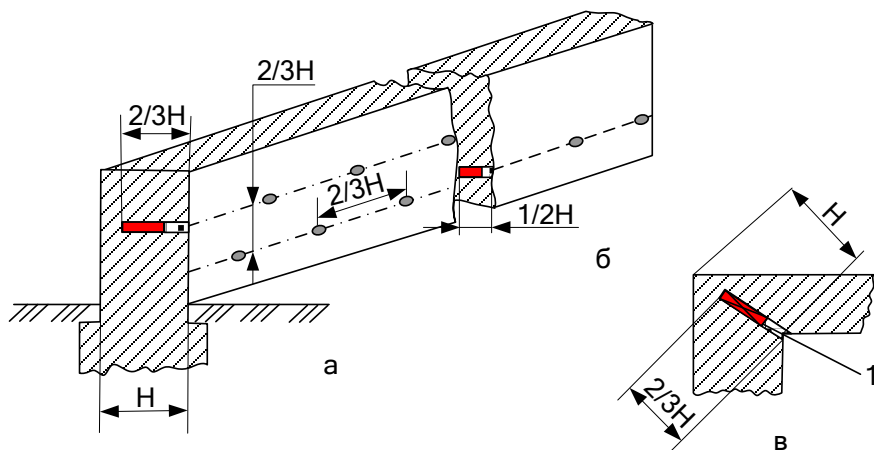
6.2.4. При шпуровому методі підривання стін для влаштування наскрізного підбою шпури розміщуються у два ряди, у шаховому порядку (малюнок 89). Глибина (довжина) шпурів приймається рівною двом третім товщини стін, що підриваються.

Відстані між шпурами в рядах і між рядами шпурів залежать від матеріалу, з якого зроблена стіна, що підривається: у цегляних стінах із каменю чи бетону вказані відстані приймаються рівними глибині шпурів, а в залізобетонних стінах залежно від кількості арматури вони можуть зменшуватися у 1,5–2 рази.

Для влаштування ненаскрізного підбою стін шпури розміщуються в один ряд, а їх глибина приймається рівною половині товщини конструкції, яку підривають. Відстані між шпурами приймаються такими самими, як і в разі влаштування наскрізного підбою стін.

Маса шпурових зарядів визначається за формулою 24. Шпури заповнюються зарядами не більше ніж на дві третини їх глибини, а на одній третій шпуру робиться забивка. Як матеріал для забивки використовуються глина, пісок, бурова мука; два останніх матеріали використовуються в паперових патронах.

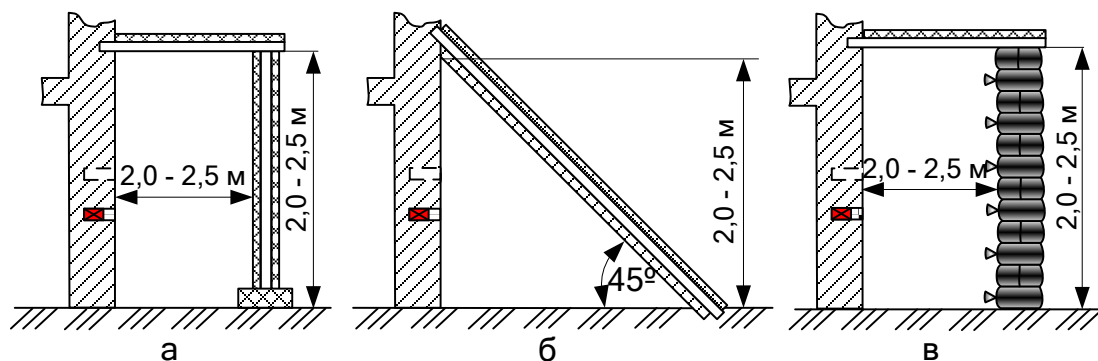
Улаштування шпурів у кутках стін обов'язкове. Куткові шпури (малюнок 89, в) розміщуються один над одним і пробурюються в напрямку бісектриси кута на дві третини товщини стіни, що вимірюється у тому самому напрямку.



Мал. 89. Розміщення шпурів із зарядів у стіні:

а – при влаштуванні наскрізного підбою; б – при влаштуванні ненаскрізного підбою; в – у кутку; 1 – шпури.

З метою недопущення розльоту осколків під час підривання стін шпуровими зарядами необхідно на відстані 2–3 м від зовнішньої поверхні стін по всій довжині ділянки, на якій проводиться підривання, улаштувати захисні стінки (малюнок 90).

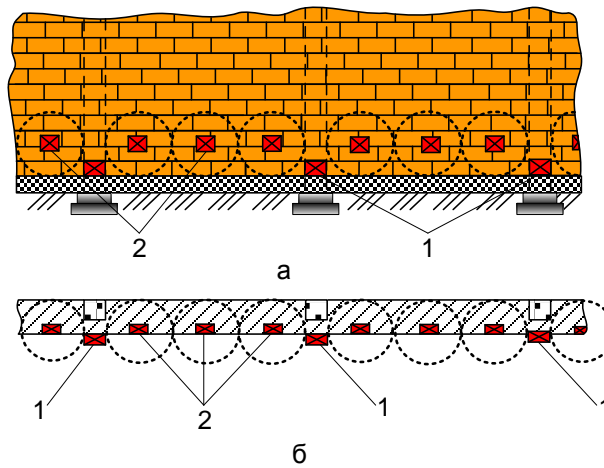


Мал. 90. Захисні стінки для перехоплення осколків:

а – дощата вертикальна; б – дощата похила; в – вертикальна з мішків із ґрунтом.

Такі стінки встановлюються вертикально чи похило під кутом до 45° у бік стіни, що підривається, з дощатих щитів чи мішків, наповнених ґрунтом. По висоті захисні стінки повинні перекривати верхню межу очікуваного підбою стіни не менше ніж на 0,5 м.

6.2.5. Каркасні стіни (малюнок 91) руйнуються підривом усіх стійок каркасу і влаштуванням наскрізного підбою в заповненні. Підривання стійок проводиться біля нижньої їх частини контактними зосередженими зарядами, що розміщуються на поверхні землі чи із заглибленням у ґрунт до зрізу фундаментів. Підбій влаштовується згідно з пунктом 6.2.4.



Мал. 91. Підривання каркасної стіни зосередженими зарядами:

а – фасад стіни; б – план;
1 – заряди для підривання стійок каркасу; 2 – заряди для влаштування підбою у заповненні каркасу.

Під час підривання каркасних стін необхідно враховувати, що можливе падіння їх убік, цілком, без обвалення (руйнування) на місці.

Маса зарядів для підриву стійок каркасу залежить від їх матеріалу і визначається відповідно до вказівок щодо розрахунку зарядів для підриву сталевих чи залізобетонних елементів конструкцій, зазначених у пункті 4.2.2 чи 4.3.2. Для залізобетонних стійок заряди розраховуються на вибивання бетону. Товщина облицювання (заповнення) з боку розміщення зарядів включається у розрахункову товщину стійок.

6.2.6. Пробивання окремих отворів у безкаркасних стінах чи в заповнених каркасних стінок проводиться вибухом контактних і в деяких випадках неконтактних зосереджених зарядів, що розраховуються згідно з пунктами 4.3.2 чи 4.3.8.

Під час улаштування отворів діаметром більше двох товщин стіни за розрахунковий радіус руйнування приймається не товщина стіни, а радіус потрібного отвору.

Приклад 1. Потрібно зруйнувати стіну товщиною $H=0,8$ м і довжиною $l=16$ м, складену з цегли на цементному розчині. Визначити масу і кількість необхідних для цього зовнішніх зосереджених зарядів, а також масу одного подовженого зовнішнього заряду ВР.

Зосереджені заряди:

Визначаємо масу одного заряду за формулою 26 ($R=H$, коефіцієнти A і B – за таблицями 10 і 11):

$$C=ABR^3 = 1,2 \cdot 9 \cdot 0,8^3 = 5,6 \text{ кг.}$$

Визначаємо кількість зарядів m , приймаючи відстань між ними $2R = 2 \cdot 0,80 = 1,60$ м:

$$m = l \div 2R = 16,0 \div 1,60 = 10 \text{ шт.}$$

Визначаємо загальні витрати ВР

$$mC = 10 \cdot 5,6 = 56,0 \text{ кг.}$$

Подовжений заряд:

Визначаємо масу заряду за формулою 23 (коефіцієнти A і B – за таблицями 10, 11)

$$C = 0,5ABR^2l = 0,5 \cdot 1,2 \cdot 9 \cdot 0,8 \cdot 16 = 55,0 \text{ кг.}$$

Щоб одержати безперервний подовжений заряд, збільшуємо його масу до 64,0 кг (один ряд великих тротилових шашок).

Приклад 2. Потрібно зруйнувати бетонну стіну товщиною 0,9 м і довжиною 18,0 м. Визначити масу і кількість необхідних для влаштування наскрізного підбою зарядів ВР, що розміщуються у шпурах.

Згідно з пунктом 6.2.4 приймаємо два ряди шпурів.

Глибина шпурів становить:

$$h = \frac{2}{3} H = \frac{2}{3} \cdot 0,90 = 0,60 \text{ м.}$$

Маса одного заряду за формулою 23 і таблицею 13 дорівнює

$$C = Kh^3 = 0,81 \cdot 0,6^3 = 0,175 \text{ кг.}$$

Округляємо до 0,225 кг (три бурові шашки, які займуть трохи більше одної третьої шпуру).

Відстані між шпурами дорівнюють глибині шпурів, тобто 0,60 м; тому кількість шпурів в одному ряду буде дорівнювати

$$m = \frac{l}{h} = \frac{18,0}{0,60} = 30 \text{ шт.}$$

Загальна кількість шпурів у двох рядах становитиме

$$2m = 2 \cdot 30 = 60 \text{ шт.}$$

Загальні витрати ВР на 60 зарядів будуть дорівнювати

$$0,225 \cdot 60 = 13,50 \text{ кг.}$$

6.3. Підривання будинків

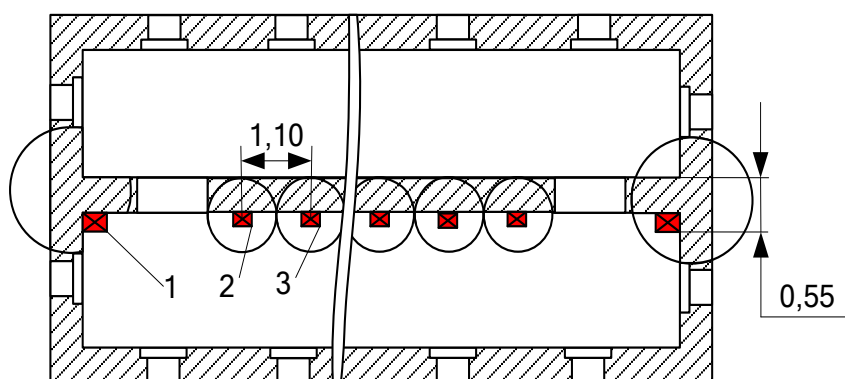
6.3.1. Безкаркасні будинки, башти, фабричні труби тощо підриваються:

зосередженими чи подовженими контактними зарядами, які розміщуються біля капітальних стін (чи в стінах);

зосередженими неконтактними зарядами, що розміщуються всередині будинків.

Вибір ступеня руйнування і способу підривання будинків відбувається відповідно до поставленого завдання, а також наявності підривних засобів і часу на проведення підривних робіт.

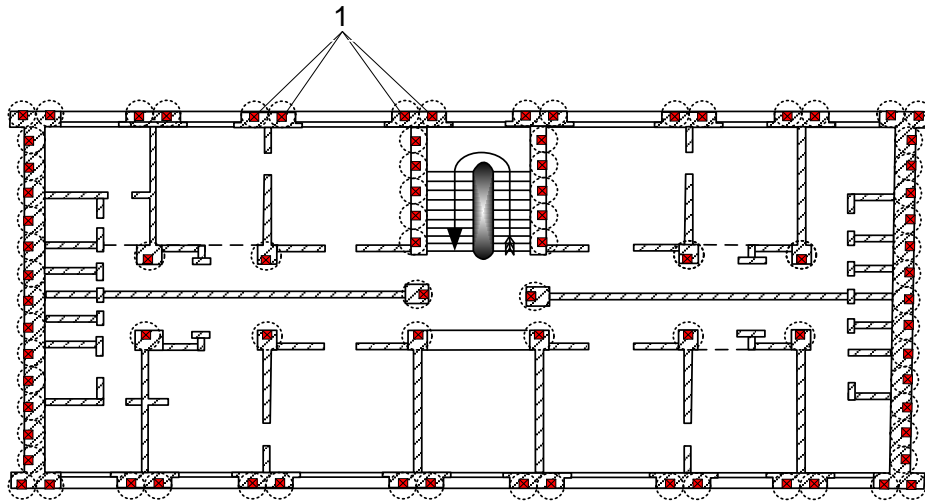
6.3.2. Якщо потрібно вивести будинок з ладу на невеликий термін чи зруйнувати його так, щоб не завалити вулиці і не пошкодити сусідні будинки, то достатньо підірвати зосередженими чи подовженими зарядами (бажано в нішах чи рукавах) внутрішні капітальні стіни і колони (стовпи), які підтримують міжповерхові перекриття (малюнок 92).



Мал. 92. Пошкодження будинку підриванням внутрішньої капітальної стіни:

1, 2, 3 – заряди.

Якщо необхідно провести повне руйнування будинку на місті (без обвалення в певну сторону) у всіх його капітальних стінах (малюнок 93) на одному і тому самому рівні вибухом зосереджених, подовжених чи шпурових зарядів улаштовується наскрізний підбій однакової ширини. Підбій доцільно влаштовувати на рівні низу віконних чи дверних прорізів першого поверху чи підвалу.



Мал. 93. Руйнування секції будинку на місці підриванням усіх капітальних стін і колон:
1 – заряди.

У результаті влаштування такого підбою будинок завалюється (“сідає”) на свою основу; при цьому стіни розвалюються на окремі шматки різної величини. Ширина отриманого таким чином завалу сягає половини висоти стін; висота завалу становить приблизно одну третину висоти будинку.

При більшій протяжності будинків руйнування їх на місці може проводитися частинами (секціями) з дотриманням наміченої послідовності

З метою попередження завалів вулиць, яке не бажане під час руйнування будинків на місці, фасадні стіни доцільно прив’язувати до задніх стін тросами.

Приклад. Потрібно зруйнувати на місці цегляний будинок з метою не дати противнику можливості одразу ж використати його під житло. Стіни будинку змуровані на вапняковому розчині. Визначити масу і необхідну кількість зарядів.

Виходячи із завдання доцільно підривати тільки внутрішню капітальну стіну товщиною 0,55 м, для чого використовуються зосереджені зовнішні заряди, укладені впритул до стіни біля плінтуса (малюнок 92).

Під час розрахунку зарядів № 1 приймаємо радіус руйнування $R_1 = 1,5H = 1,5 \cdot 0,55 = 0,85$ м; при розрахунку всіх інших зарядів приймаємо $R_2 = H = 0,55$ м.

Розрахунок зарядів проводиться за формулою 22 (коефіцієнти А і В – за таблицями 10, 11).

Заряди № 1:

$$C_1 = ABR_1^3 = 1 \cdot 9 \cdot 0,85^3 = 5,5 \text{ кг.}$$

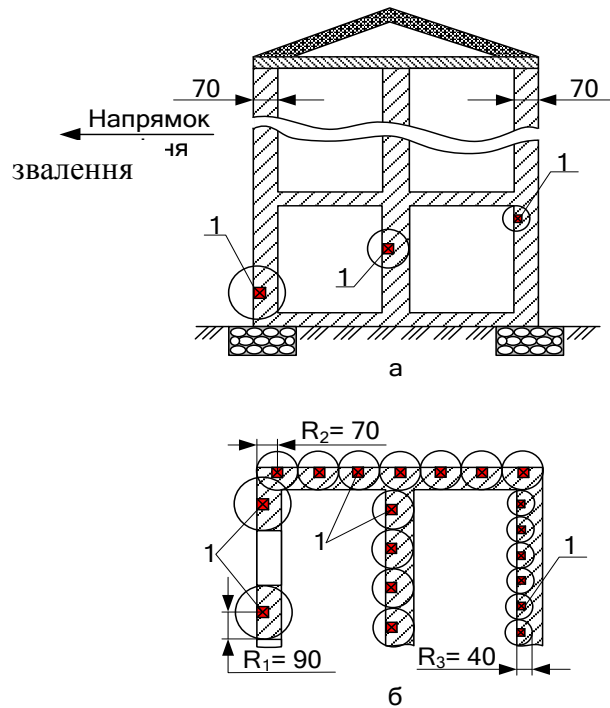
Приймаємо $C_1 = 5,6$ кг (чотирнадцять великих тротилових шашок).

Інші заряди:

$$C_2 = ABR_2^3 = 1 \cdot 9 \cdot 0,55^3 = 1,58 \text{ кг.}$$

Приймаємо $C_2 = 1,6$ кг (чотири великі шашки).

6.3.3. Для руйнування будинків у певну сторону з метою влаштування завалів на вулицях (малюнок 94) їх капітальні стіни підриваються таким способом.



Мал. 94. Звалювання будинків у бік шляхом підривання стін:
 а – поперечний розріз будинку; б – план; 1 – заряди.

У стіні, оберненій у бік звалення будинків, влаштовується наскрізний підбій вибухами зарядів, розрахованих на радіус руйнування, який перевищує товщину стіни на 25%. У торцевих стінах також влаштовується наскрізний підбій, але заряди для його влаштування розраховуються на радіус руйнування, що дорівнює товщині цих стін. У задній стіні вибухами зарядів, розрахованих на радіус руйнування, який становить три четверти її товщини, влаштовується ненаскрізний підбій.

Для підривання всіх стін застосовуються зовнішні контактні заряди чи заряди в нішах (борознах). У стіні, оберненій у бік звалювання будинку, заряди розміщуються з зовнішнього боку на відстані розрахункового радіусу руйнування від обрізу фундаменту. Заряди в торцевих стінах розміщуються також із зовнішнього боку на рівні низу віконних прорізів. У задній стіні заряди розташовуються із внутрішнього боку на рівні верха віконних прорізів.

При шпуровому методі підриву у стіні, оберненій у бік звалення будинку, шпури розміщуються у два-три ряди, а в торцевих і в задній стінах – в один ряд. При цьому глибина шпурів у всіх стінах, крім будинків, визначається з умови влаштування наскрізного підбою, а в задній стіні – з умови влаштування підбою не на всю її товщину. Розміщення зарядів у шпурах відносно поверхонь стін, що підриваються, і по вертикалі аналогічне вказаному вище.

Приклад. Потрібно звалити будинок в один бік для загородження вулиці. Стіни будинку – цегляні на цементному розчині, товщина стін 0,70 м. Визначити масу, кількість і розміщення зарядів.

Для виконання завдання (малюнок 94) влаштовуємо:

наскрізний підбій у фасадній стіні зосередженими зарядами в нішах при $R_1 = 1,25H = 1,25 \cdot 0,7 = 0,9$ м;

наскрізний підбій в обох торцевих стінах зосередженими зарядами в нішах при $R_2 = H = 0,7$ м;

наскрізний підбій у задній стіні зосередженими зарядами в нішах при $R_3 = 0,75H = 0,75 \cdot 0,7 \approx 0,55$ м.

Розрахунок зарядів проводимо за формулою 22 (коефіцієнти А і В – за таблицями 10 і 11).

Заряди у фасадній стіні:

$$C_1 = ABR_1^3 = 1,2 \cdot 9 \cdot 0,9^3 = 7,8 \text{ кг.}$$

Приймаємо $C_1 = 8,0$ кг (двадцять великих тротилових шашок).

Заряди в торцевих стінах:

$$C_2 = ABR_2^3 = 1,2 \cdot 9 \cdot 0,7^3 = 3,7 \text{ кг.}$$

Приймаємо $C_2 = 4,0$ кг (десять великих тротилових шашок).

Заряди в задній стіні:

$$C_3 = ABR_3^3 = 1,2 \cdot 9 \cdot 0,55^3 = 1,8 \text{ кг.}$$

Приймаємо $C_3 = 1,8$ кг (чотири великих і одна мала шашка).

Кількість зарядів визначається за кресленням за допомогою циркуля.

6.3.4. Під час підривання безкаркасних будинків неконтактними зарядами, розміщеними всередині приміщення, досягається ефект, аналогічний обрушенню будівель на місці, але з розкиданням уламків на великі відстані в усі боки.

У безпідвальних будинках неконтактні заряди розміщуються на підлозі першого поверху. У будинках з підвалами такі заряди найбільш доцільно розміщувати на підлозі підвальних приміщень. При однаковій товщині стін заряди розміщуються посередині приміщень; якщо ж товщина стін неоднакова, то заряди потрібно розміщувати ближче до товщої стіни.

Кількість неконтактних зарядів залежить від протяжності будинку і кількості внутрішніх капітальних стін у ньому. Якщо довжина будинку, який потрібно підірвати, значно більша його ширини, доцільно розміщувати в ньому кілька зарядів, що одночасно підриваються, на відстанях, приблизно рівних ширині будинку. За наявності внутрішніх капітальних стін (перегородки не враховуються) у кожній секції, що відділена цими стінами, доцільно закладати окремі заряди.

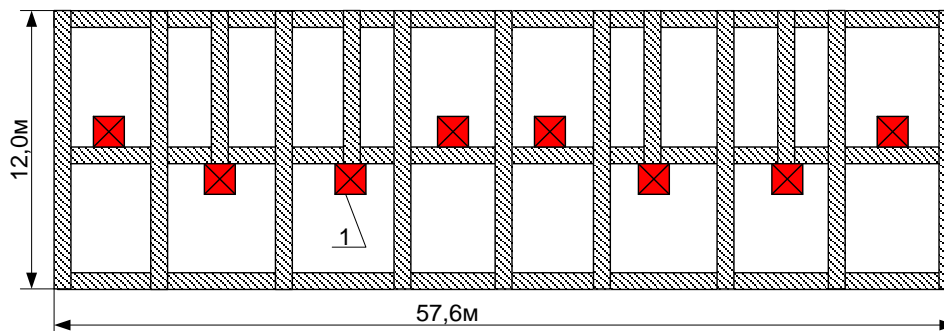
Маса неконтактних зарядів, які розміщують усередині будинку, залежить від об'єму приміщення і від товщини оточуючих стін. Сумарна маса зарядів, що розміщуються на першому поверсі будинку, при товщині стін від 0,50 до 2,0 м, визначається з розрахунку відповідно від 0,10 до 0,40 кг ВР на один кубічний метр загального внутрішнього об'єму першого поверху. Під час розміщення зарядів у підвалі їх сумарна маса визначається з розрахунку 1,0 кг ВР на один кубічний метр загального об'єму підвальних приміщень.

Загальна кількість ВР, що вираховується за одним із вказаних правил, розподіляється по окремих зарядах (якщо використовується не один, а кілька зарядів) пропорційно до об'ємів секцій, в яких ці заряди будуть розміщуватися.

Заряди, розраховані за вказаними правилами, забезпечують руйнування будинків при відсутності забивки віконних і дверних отворів. Тому влаштування такої забивки, хоча вона дещо перевищує ефект руйнування, не обов'язкове.

Значно знизити ефект руйнування будинків може наявність порожнин під підлогою перших поверхів, в яких розміщуються неконтактні заряди. За наявності таких порожнин під підлогою їх об'єм включають у розрахунковий об'єм приміщень.

Приклад. Потрібно зруйнувати на місці будинок довжиною 57,6 м і шириною 12 м у провітрі (малюнок 95). Будинок чотириповерховий без підвалу, стіни цегляні товщиною 0,70 м. Висота приміщень першого поверху 3,5 м. Час на підрив сильно обмежений. Визначити кількість і вагу зарядів.



Мал. 95. Руйнування будинку на місці підривом неконтактних зарядів, розміщених на підлозі першого поверху:

1 – заряд.

Відповідно до завдання вирішуємо підірвати будинок неконтактними зарядами, розміщеними на підлозі першого поверху.

При заданій товщині стін загальна маса зарядів визначається з розрахунку приблизно 0,15 кг на один кубічний метр об'єму всього першого поверху.

Таким чином, маса зарядів становить

$$C = 0,15 \cdot 57,6 \cdot 12 \cdot 3,5 = 365 \text{ кг.}$$

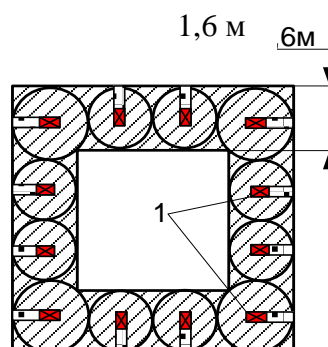
Приймаємо округлено $C=400$ кг, розділяючи їх на вісім окремих зарядів (за кількістю секцій у будинку) масою по 50 кг кожний.

6.3.5. Башти безкаркасної конструкції підривають контактними зарядами біля стін (у стінах) чи неконтактними зосередженими зарядами, розміщеними на підлозі першого поверху. Контактні заряди використовують при будь-якій товщині стін, неконтактні – при товщині стін не більше 2,0 м.

При зваленні башт на місці контактні заряди розміщуються по всьому периметру стін біля їх основи з зовнішнього чи внутрішнього боку. При зваленні башт у конкретному напрямку контактні заряди розміщуються по напівпериметру основи в нішах, рукавах чи борознах, пророблених із зовнішнього боку стіни, оберненої в бік звалення споруди.

Маса контактних зарядів визначається за формулами 22 і 23; маса неконтактних зарядів, що розміщуються на підлозі першого поверху, приймається з розрахунку 1,0 кг ВР на один кубічний метр внутрішнього об'єму цього поверху.

Усі великі отвори в стінах башт під час підривання їх неконтактними зарядами, розміщеними на підлозі, забиваються дошками і закладаються мішками з ґрунтом чи іншим матеріалом. Якщо башта зверху відкрита чи не розділена на поверхи, то кількість ВР для її підривання визначається не за внутрішнім об'ємом, а за площею підлоги, з розрахунку на один квадратний метр 3–4 кг ВР.



Мал. 96. Руйнування башти на місці шляхом підривання усіх стін шпуровими зарядами:

1 – заряди.

Приклад. Потрібно зруйнувати на місці башту з метою знищення орієнтиру. Стіни

башти викладені з природного каменю на цементному розчині і мають товщину 1,60 м. Визначити масу і кількість необхідних для руйнування башти шпурових зарядів (малюнок 96).

Заряди із забивкою при глибині шпурів $h = \frac{2}{3} \cdot 1,60 = 1,05$ м розраховуємо за формулою 24 (коефіцієнт K – за таблицею 13)

$$C = Kh^3 = 0,54 \cdot 1,05^3 = 0,62 \text{ кг.}$$

Приймаємо $C=0,675$ (дев'ять бурових тротилових шашок, які займають по довжині 0,63 м, тобто трохи менше двох третіх глибини шпуру).

З метою отримання досить широкого наскрізного пробиття приймаємо два ряди шпурів; відстані між шпурами і рядами шпурів приймаємо рівними 1,0 м.

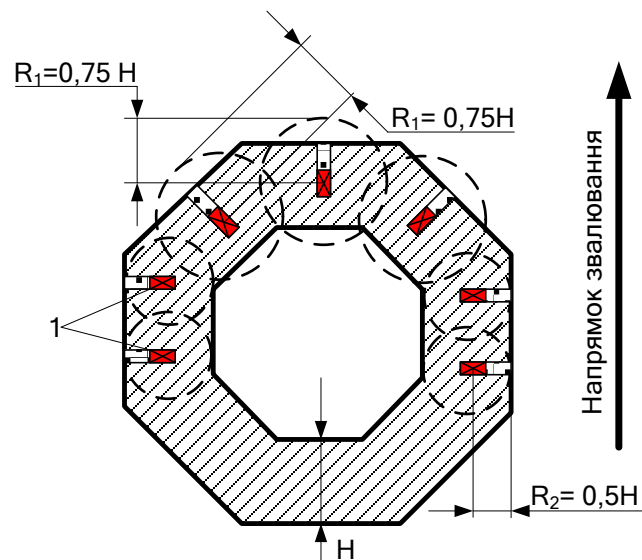
Кількість зарядів показана на малюнку 96 (визначена графічно).

6.3.6. Цегляні заводські труби руйнуються на місці чи в певний бік. Для підривання труб для їх звалення на місці застосовують:

контактні зосереджені та подовжені заряди, що розміщуються з зовнішнього чи внутрішнього боку стіни по всій її окружності; розрахунок зарядів проводиться за формулами 22 і 23; за радіус руйнування, залежно від способу закладання зарядів у стіну, приймається від половини до повної товщини стіни; відстані між зосередженими зарядами повинні становити від 1,5 до 1,75 розрахункового радіусу руйнування;

неконтактні зосереджені заряди розміщуються всередині труб біля їх основи; маса зарядів визначається з розрахунку 4–5 кг ВР на один квадратний метр площі отвору труби біля її основи; біля входів у труби повинна при цьому влаштовуватися забивка.

У разі звалювання труб убік (малюнок 97) застосовують зосереджені заряди, що розміщуються в рукавах, пророблених із зовнішнього боку труб до половини товщини їх стін. Рукави розміщуються по півколу (по напівпериметру) труби в нижній її частині з боку, оберненого у напрямку звалювання.



Мал. 97. Звалювання заводської труби убік шляхом підриву стін зарядами в рукавах:

1 – заряди.

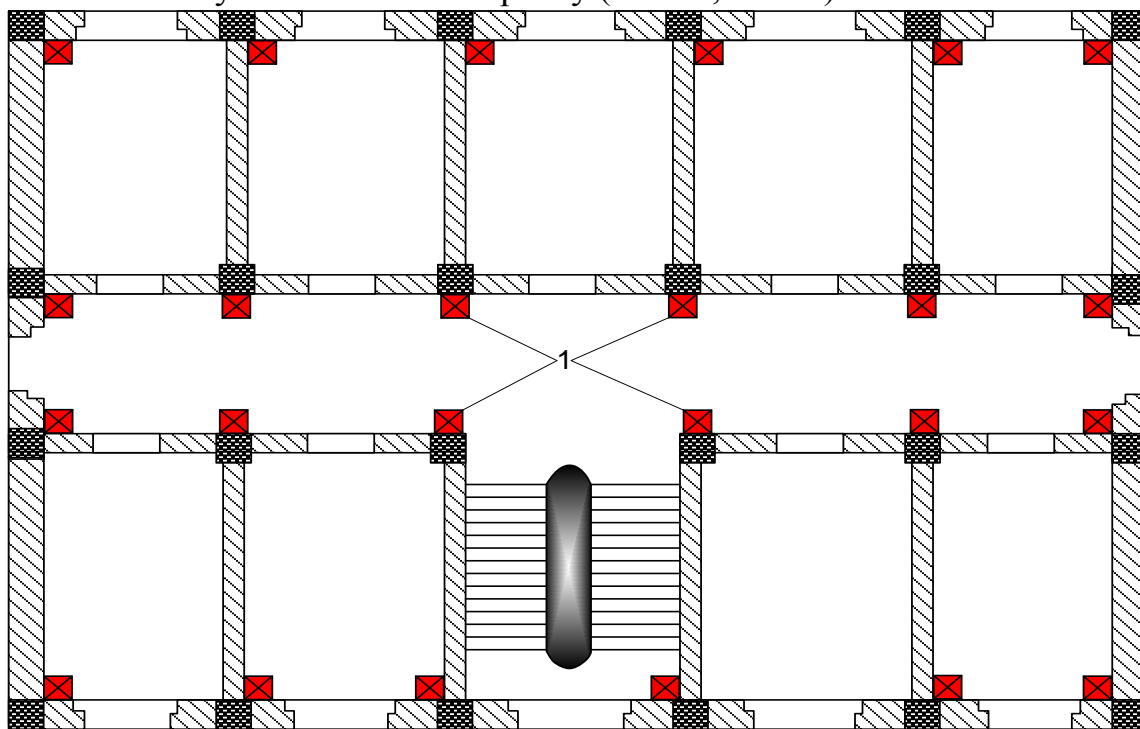
Розрахунок зарядів, що розміщуються в середній частині ділянки (підбою) труби, яка підривається, проводиться з урахуванням радіусу руйнування, що дорівнює трьом четвертим товщини стіни; при розрахунку інших зарядів радіус руйнування приймається рівним половині товщини стіни.

Відстані між зарядами визначаються за зовнішньою поверхнею труби і

приймаються рівними 1,75 розрахункового радіусу руйнування.

6.3.7. Каркасні будинки та споруди так само, як і безкаркасні споруди такого самого типу, можуть руйнуватися шляхом звалення на місці чи в певному напрямку.

Руйнування каркасних будинків на місці (малюнок 98) досягається підриванням усіх вертикальних несучих елементів каркасу (стійок, колон) біля їх основи.



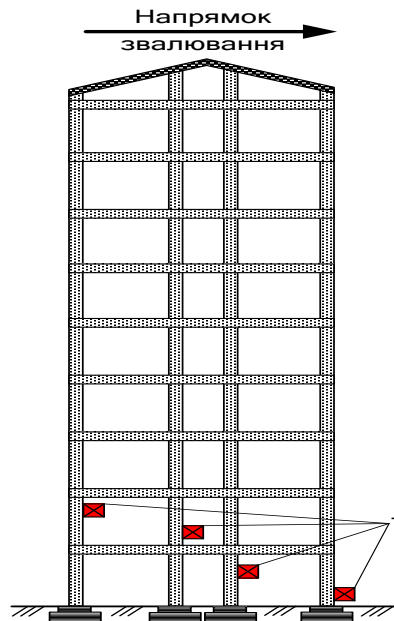
Мал. 98. Звалювання каркасного будинку на місці шляхом підривання усіх стійок каркасу на одному рівні:

1 – заряди.

Руйнування каркасних будинків підриванням неконтактних зарядів, розміщених у внутрішніх приміщеннях, недоцільне. Вибухом таких зарядів викидається в сторони заповнення стін, а несучі елементи каркасу в більшості випадків тільки деформуються. Підрив каркасних будинків неконтактними зарядами допускається лише з метою виведення їх з ладу на нетривалий час.

Для звалювання каркасних будинків у конкретному напрямку з метою влаштування завалів на вулицях (малюнок 99) підривають несучі вертикальні елементи каркасу всіх стін на різних рівнях; у стінах, обернених у бік звалювання будинків, необхідно також улаштувати наскрізний підбій у їх заповненні.

Мал. 99. Звалювання каркасного будинку убік шляхом підриву стійок каркаса на різних рівнях:
1 – заряди.



Розміщення зарядів по висоті елементів каркаса різних стін, а також по відношенню до їх зовнішніх і внутрішніх поверхонь проводиться відповідно до пункту 6.3.3.

Заряди, що розраховуються згідно з пунктами 4.2.2 чи 4.3.2, розміщуються на стійках торцевих і внутрішніх капітальних стін; стійки задніх стін підриваються зарядами в півтора рази меншої маси. Заряди для підривання стійок стіни, оберненої в бік звалювання будинку, у порівнянні із зарядами на стійках торцевих стін збільшуються удвічі.

Для влаштування наскрізного підбою у заповненні стіни, оберненої в бік звалювання будинку, застосовуються зосереджені чи подовжені контактні заряди, що розміщуються на одному рівні із зарядами на стійках каркаса. Розрахунок зарядів для влаштування підбою проводиться за формулами 22 і 23.

6.3.8. Під час звалювання окремих стін, високих будинків, башт і заводських труб для забезпечення більшої надійності падіння їх у заданому напрямку доцільно прикріплювати до верхніх частин конструкцій тросові відтяжки, здійснюючи попереднє натягнення їх у бік звалювання споруди.

6.4. Підривання мостів і тунелів

6.4.1. Підривання мостів і тунелів проводиться з метою влаштування загороджень на дорогах.

Під час підривання мостів, тунелів та інших штучних споруд на дорогах повинно виконуватися одночасно два основних завдання:

створити загородження, подолання яких військами противника потребувало б з їх боку найбільшої затрати сил і часу;

ускладнити противнику можливість відновлення ділянок доріг.

Залежно від обстановки і поставленого завдання мости й тунелі можуть руйнуватися повністю по всій їх довжині чи тільки на окремих, найважливіших ділянках, підриванням яких при найменших затратах засобів і часу можна забезпечити влаштування досить ефективного загородження.

У мостах руйнуванню можуть піддаватися всі опори і прогінні споруди або частина опор і прогінних споруд між ними, або тільки прогінні споруди, чи тільки опори в деяких

прогонах. У разі неповного руйнування мостів підривають, як правило, найбільші руслові прогони і відповідні (як правило, найбільш високі) опори.

При неповному руйнуванні тунелів, як правило, підривають вхідні ділянки на більшій чи меншій протяжності, включаючи портали. У разі повного руйнування тунелів, крім входів у них, підривають також окремі внутрішні ділянки різної протяжності.

Під час руйнування мостів через суднохідні річки і канали необхідно враховувати, що зруйновані частини прогінних споруд можуть захаращувати фарватер, унаслідок чого судноплавство по річці (каналі) стане неможливим. Якщо припинення судноплавства недопустиме, то в завданні (розпорядженні) на підрив моста повинні вказуватися потрібні габарити вільного проходу по фарватеру.

Як при повному, так і неповному руйнуванні мостів і тунелів повинен забезпечуватися достатній ступінь подрібнення частин споруд, що підриваються. Під час підривання мостів (особливо дерев'яних) не слід залишати противнику значних за розмірами елементів конструкцій, придатних для використання в разі відновлення.

У той самий час не можна допускати, щоб у результаті підривання споруда перетворювалася на дрібні уламки, розкидані в боки. У всіх випадках, крім зазначених (збереження можливості судноплавства), необхідно забезпечувати максимально можливе захаращення осі споруди, що підривається, великими і по можливості не повністю відділеними один від одного уламками.

Підривання мостів і тунелів рекомендується проводити малою кількістю зарядів, що спрощує улаштування вибухових мереж і скорочує час на підготовку споруд до руйнування. Під час підривання повинно забезпечуватися одночасне підривання всіх зарядів, розміщених у конструкціях даної споруди. Для підривання зарядів застосовуються ЕВМ, які дублюють одна одну і в окремих випадках комбінуються з ДШ.

ДШ найбільш доцільно застосовувати для безкапсульного підривання внутрішніх зарядів. При цьому шнур у дві-три нитки через забивку повинен виводитися від заряду на поверхню і під'єднуватися до ЕДП основної і дублюючих ЕВМ.

У деяких випадках, коли кількість зарядів, що одночасно підривають, на конструкціях споруди дуже велика, може бути доцільним застосування ДШ і для підривання деяких зовнішніх зарядів, які не охоплюються ЕВМ.

Під час підривання залізничних тунелів підривання зарядів, як правило, повинно проводитися за допомогою мереж ДШ без з'єднання їх з ЕВМ.

Застосування електричного способу підривання в даному разі не рекомендується у зв'язку з небезпекою наведення струму в ЕВМ під дією постійних електричних ліній, які проходять через тунель.

Під час застосування електричного способу для підривання зарядів у залізничних тунелях ЕВМ повинні робитися з екранованого проводу чи прокладатися в металевих трубах.

Прокладання вибухових мереж повинно здійснюватися з таким розрахунком, щоб проводи і ДШ захищалися від пошкодження осколками, ударною повітряною хвилею і світловим випромінюванням по можливості самими конструкціями споруд, що підриваються.

На мостах вибухові мережі доцільно прокладати під проїжджою частиною і кріпити тим чи іншим способом (прибиванням дротяними скобами, прив'язуванням м'яким дротом тощо) до внутрішніх сторін елементів конструкцій. У тунелях проводи і ДШ протягують уздовж стін по можливості на рівні основ зведень і міцно закріплюються.

На ділянках, де вибухові мережі виходять назовні, проводи і ДШ повинні захищатися від пошкоджень металевими трубами, кутиками, дощатими накладками тощо. Магістральні проводи на ділянках від підривної станції до споруди, що підривається, як правило, повинні вкладатися у ґрунт.

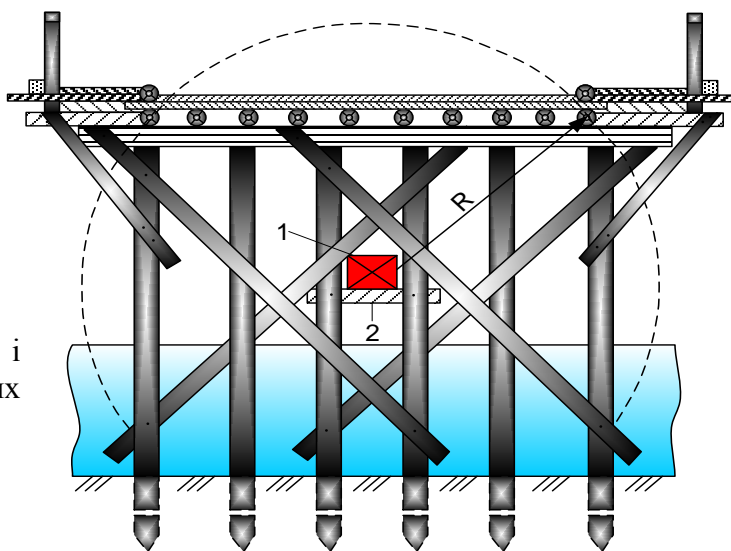
Під час підривання особливо важливих мостів і тунелів на випадок відмови зарядів, закладених у споруду при підготовці її до підривання, необхідно мати резервний заряд ВР на автомобілі (платформі), достатній для руйнування моста (тунелю) хоча б в одному розрізі.

6.4.2. У дерев'яних мостах підриваються опори і прогінні споруди. З метою ускладнення дій противника з відновлення зруйнованих дерев'яних мостів пальові опори повинні підриватися по можливості нижче рівня води; прогінні споруди, як правило, підриваються так, щоб були перебиті, як мінімум в одному перетині, основні несучі елементи.

Дерев'яні мости підривають зосередженими неконтактними зарядами, кожен з яких призначений для перебивання кількох елементів конструкції, розміщених на різних відстанях від його центра і в різних площинах.

Заряди розраховуються виходячи з умов руйнування в даному поперечному перерізі моста всіх його несучих елементів (прогонів, ферм, палей тощо).

6.4.3. Низьководні дерев'яні мости з малими прогонами, а також малою висотою опор і прогінних споруд доцільно підривати зарядами, розміщеними по одному всередині кожної зруйнованої опори на висоті, що дорівнює приблизно половині відстані від поверхні води (за відсутності води – від поверхні ґрунту) до настилу (малюнок 100). Заряди розраховуються на руйнування крайніх прогонів.



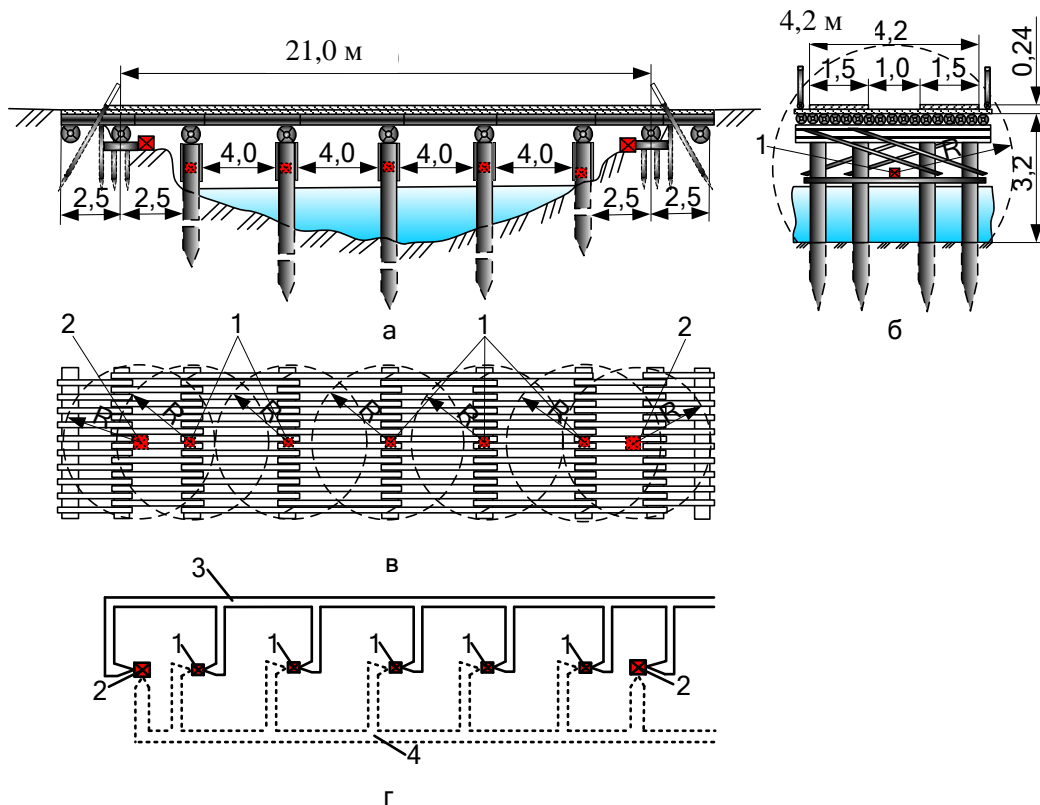
Мал. 100. Підривання опор і прогінних споруд низьководних дерев'яних мостів:

1 – заряд; 2 – підмостки для укладання заряду.

Розміщення і кріплення неконтактних зарядів і ЕВМ на конструкціях низьководних мостів проводиться, як правило, безпосередньо з човнів (з ґрунту) без улаштування підмостків. Приклад розміщення зарядів і ЕВМ на конструкціях низьководного дерев'яного моста показано на малюнку 101.

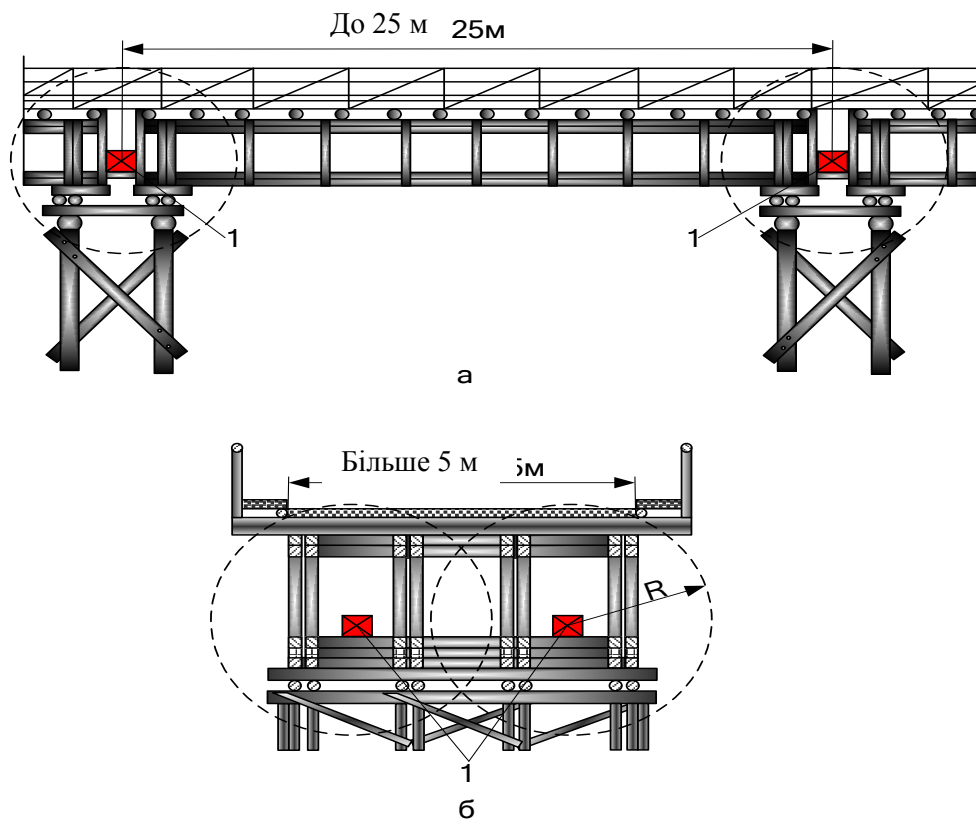
6.4.4. Підрив висоководних дерев'яних мостів, що мають прогони до 25 м і висоту опор до 6 м, проводиться зарядами, що розміщуються над опорами (малюнок 102). Вибухом таких зарядів руйнуються кінці прогінних споруд і верхні частини опор.

При довжині прогонів більше 25 м прогінні споруди додатково підриваються зарядами, що розміщуються посередині прогонів (малюнок 103, а).



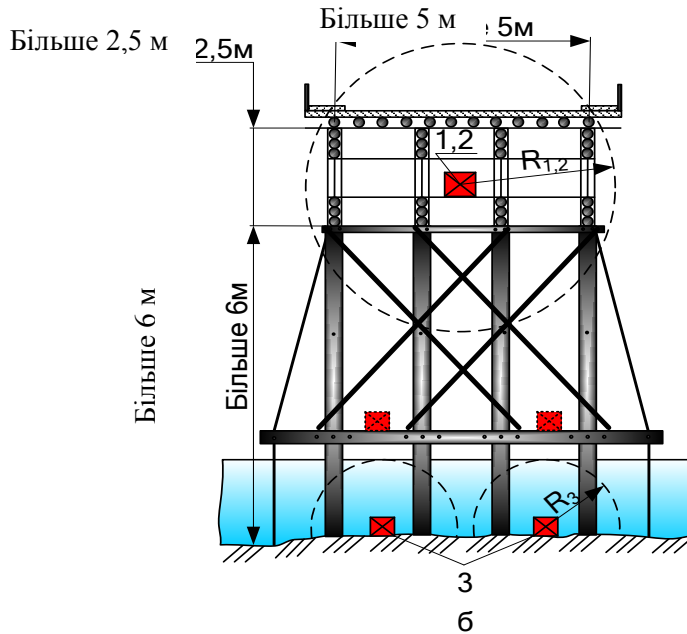
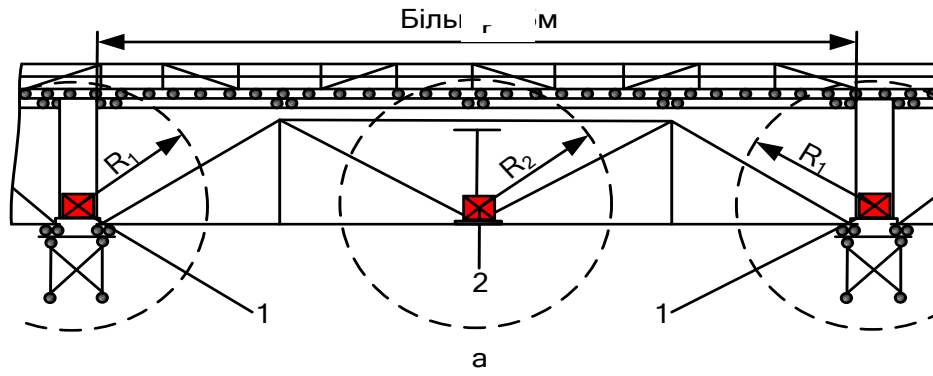
Мал. 101. Розміщення зарядів і вибухових мереж на конструкціях низьководного дерев'яного моста:

а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; в – план (без настилу); г – схема вибухових мереж; 1 – заряди в проміжних опорах; 2 – заряди біля берегових опор; 3 – перша (основна) ЕВМ; 4 – друга (дублююча) ЕВМ.

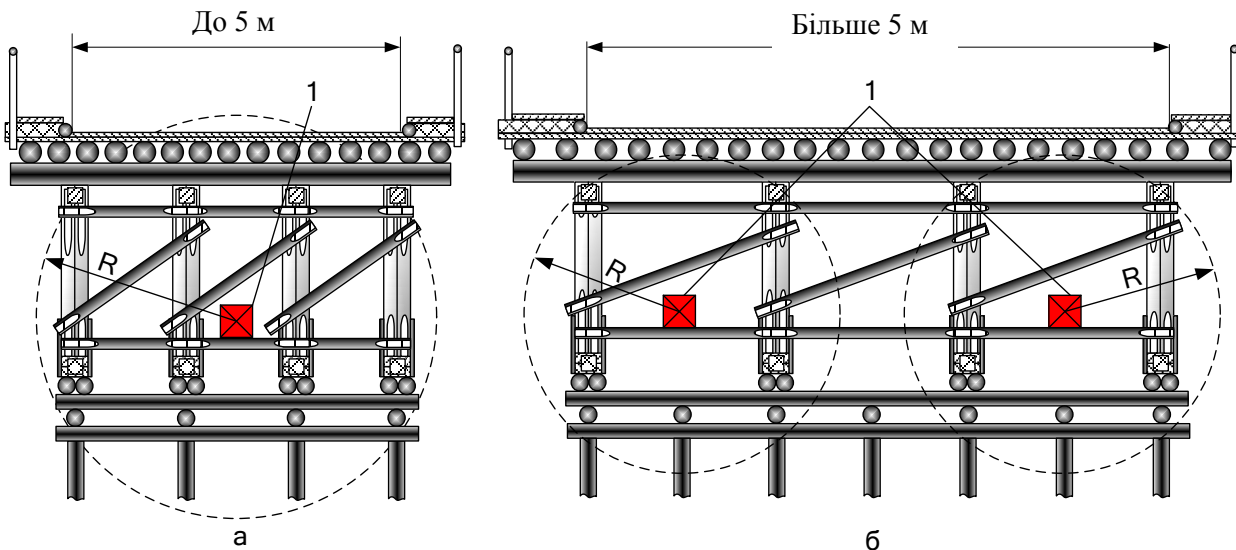


Мал. 102. Підривання висоководного дерев'яного моста з дощатоцвяховими фермами: а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1 – заряди над опорами.

Більше 25 м



Мал. 103. Підривання висоководного дерев'яного моста з ригельно-розкісними фермами:
 а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1 – заряди над опорами; 2 – заряд посередині прогону;
 3 – заряди під водою (пунктирами показано положення зарядів до занурення у воду).



Мал. 104. Підривання прогінних споруд висоководних дерев'яних мостів:
 а – прогінна споруда шириною до 5 м; б – те саме шириною більше 5 м; 1 – заряди.

При висоті опор більше 6 м нижні частини додатково підриваються зарядами, що розміщуються під водою на глибині 1,5–2 м чи на дні річки (малюнок 104, б). На суходолі і в заплавної частині річок заряди для підривання нижньої частини опор розміщуються на поверхні ґрунту.

Кількість зарядів на кожному перетині підриву висоководного моста визначається

залежно від його ширини і висоти прогінної споруди.

При ширині моста до 5 м (незалежно від висоти прогінної споруди) в кожному перетині підриву прогінних споруд і опор використовується по одному заряду з розміщенням їх по осі моста (малюнок 104, а).

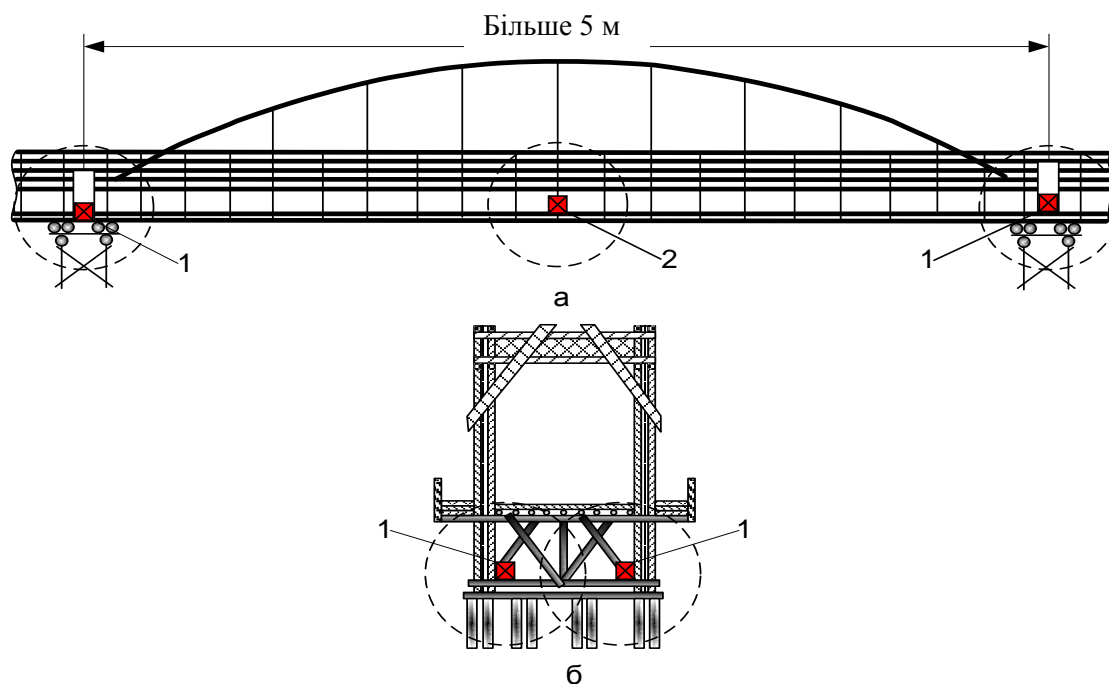
При ширині моста більше 5 м і висоті прогінної споруди до 2,5 м у кожному перетині підриву (як у прольотах, так і в опорах) більш доцільно застосовувати по два заряди, розташовуючи їх на відстанях, рівних $1/4$ ширини моста від його осі (малюнок 105, б).

При ширині моста більше 5 м і висоті прогінної споруди більше 2,5 м найбільш доцільно в перетинах підриву опор використовувати по два заряди, а в перетинах підриву прогінних споруд – по одному (дивись малюнок 103).

6.4.5. На мостах з прогінними спорудами з дощатих і ригельно-розкісних ферм (малюнки 102, 103 і 104), а також з гнучких дощатих арок із балкою жорсткості (малюнок 107) заряди можуть розміщуватися:

над опорами – між кінцями ферм на дошках, прибитих до опорних вузлів;

посередині прогонів (при довжині їх більше 25 м) – між фермами на дошках, прибитих до нижніх поясів зверху.

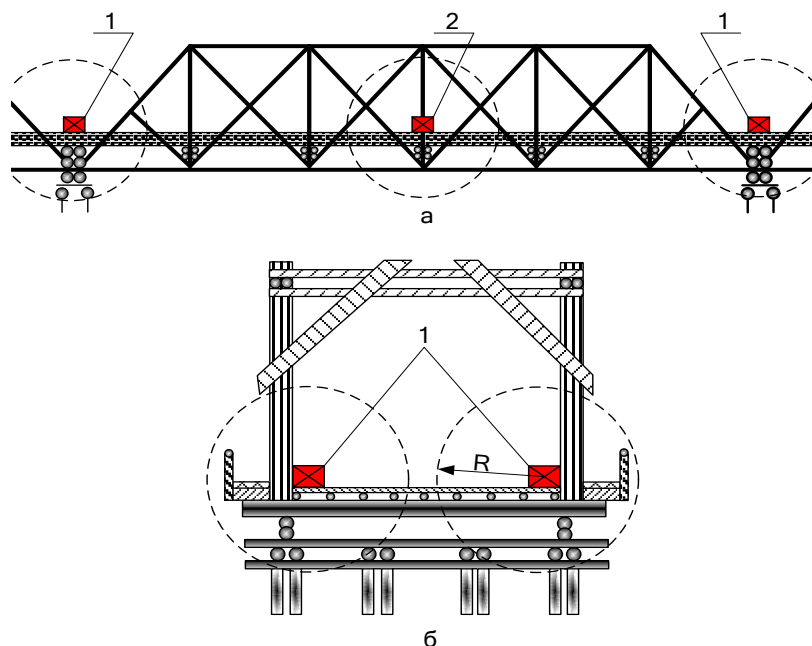


Мал. 105. Підривання висоководного дерев'яного моста з гнучкою аркою і балкою жорсткості:
а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1 – заряди над опорами; 2 – заряд посередині прогону.

6.4.6. На мостах з прогінними спорудами з ферм Гау-Журавського (малюнок 106) заряди доцільно розміщувати:

над опорами – на настилі проїжджої частини над опорними вузлами обох ферм;

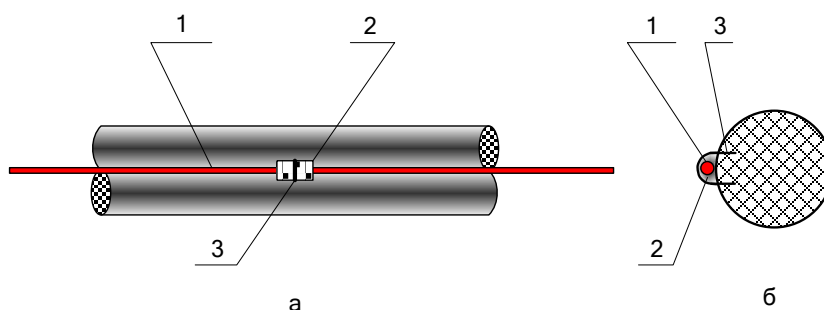
посередині прогону – на настилі над середніми вузлами нижніх поясів ферм.



Мал. 106. Підривання висоководного дерев'яного моста з фермами Гау-Журавського:
 а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1 – заряди над опорами; 2 – заряди посередині прогону.

6.4.7. У конструкціях пальових опор дерев'яних мостів заряди розміщуються на горизонтальних схватках і зв'язках чи на спеціально встановлених для цього перекладинах. Заряди кріпляться до схваток великими цвяхами і прив'язуються дротом, що забезпечує міцне утримування зарядів на конструкціях мостів.

Проводи ЕВМ і ДШ кріпляться до елементів мостів дротяними скобами з застосуванням захисних накладок (малюнок 107).



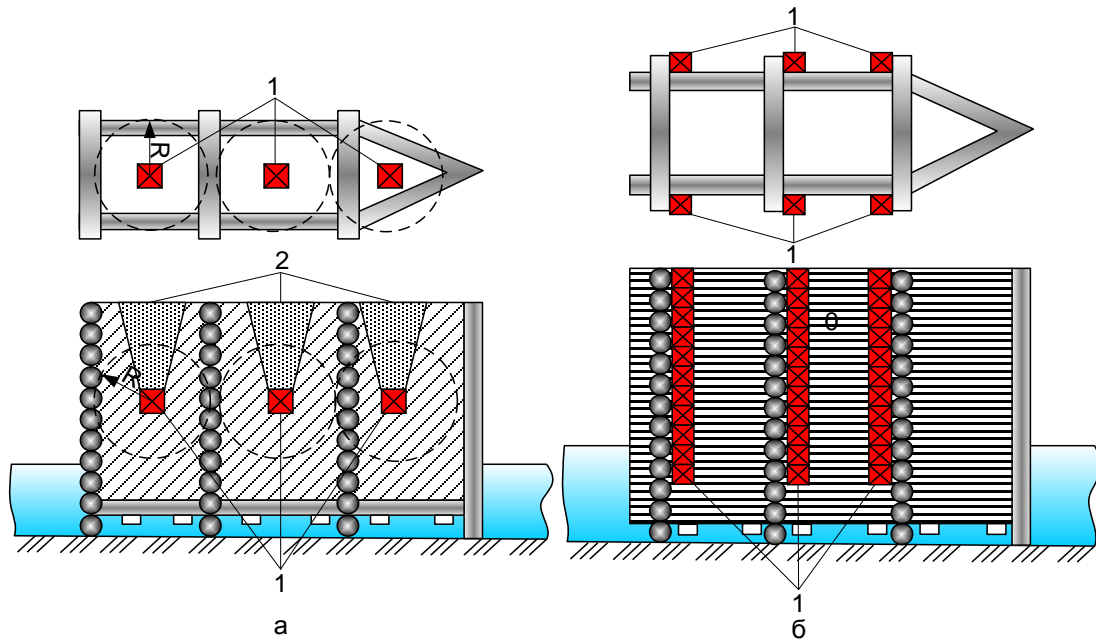
Мал. 107. Кріплення проводів і ДШ до елементів дерев'яних мостів:
 а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1 – провід (ДШ); 2 – захисна накладка; 3 – дротяна скоба.

Як неконтактні заряди для підривання дерев'яних мостів використовують тротиліві шашки у заводській упаковці (в ящиках), а також різні інженерні, артилерійські й авіаційні боєприпаси.

Розміщення і кріплення зарядів на конструкціях мостів проводиться з підмостків (через люки, пророблені в настилі), з човнів, драбин, мотузкових драбин тощо. Щоб уникнути падіння підривників, які працюють на великій висоті, їх необхідно прив'язувати мотузками за пояс до елементів моста.

Приклад організації підривання висоководного дерев'яного моста на пальових опорах наведено в додатку 9.

6.4.8. Ряжеві опори висоководних дерев'яних мостів підривають внутрішніми зосередженими чи зовнішніми подовженими зарядами.



Мал. 108. Підривання ряжевих опор дерев'яних мостів:

а – внутрішніми зосередженими зарядами; б – зовнішніми подовженими зарядами;
1 – заряди; 2 – колодязі.

Внутрішні зосереджені заряди для підривання ряжа (малюнок 108, а) розміщують у колодязях, пророблених у кам'яному заповненні по осі ряжа на глибину, що дорівнює її товщині. Відстані між зарядами приймають рівними товщині ряжа; видалення крайніх зарядів від кінців ряжа не повинно перевищувати половину її товщини. Колодязі після закладання в них зарядів засипають (забивають) витягнутим камінням чи залишають відкритими.

За наявності забивки колодязів маса кожного зосередженого заряду визначається за формулою

$$C = 3R^3, \quad (53)$$

де C – маса заряду в кілограмах;

R – радіус руйнування, що дорівнює половині товщини ряжа, в метрах.

При відкритих колодязях маса зарядів визначається за формулою 53 і збільшується на 25%.

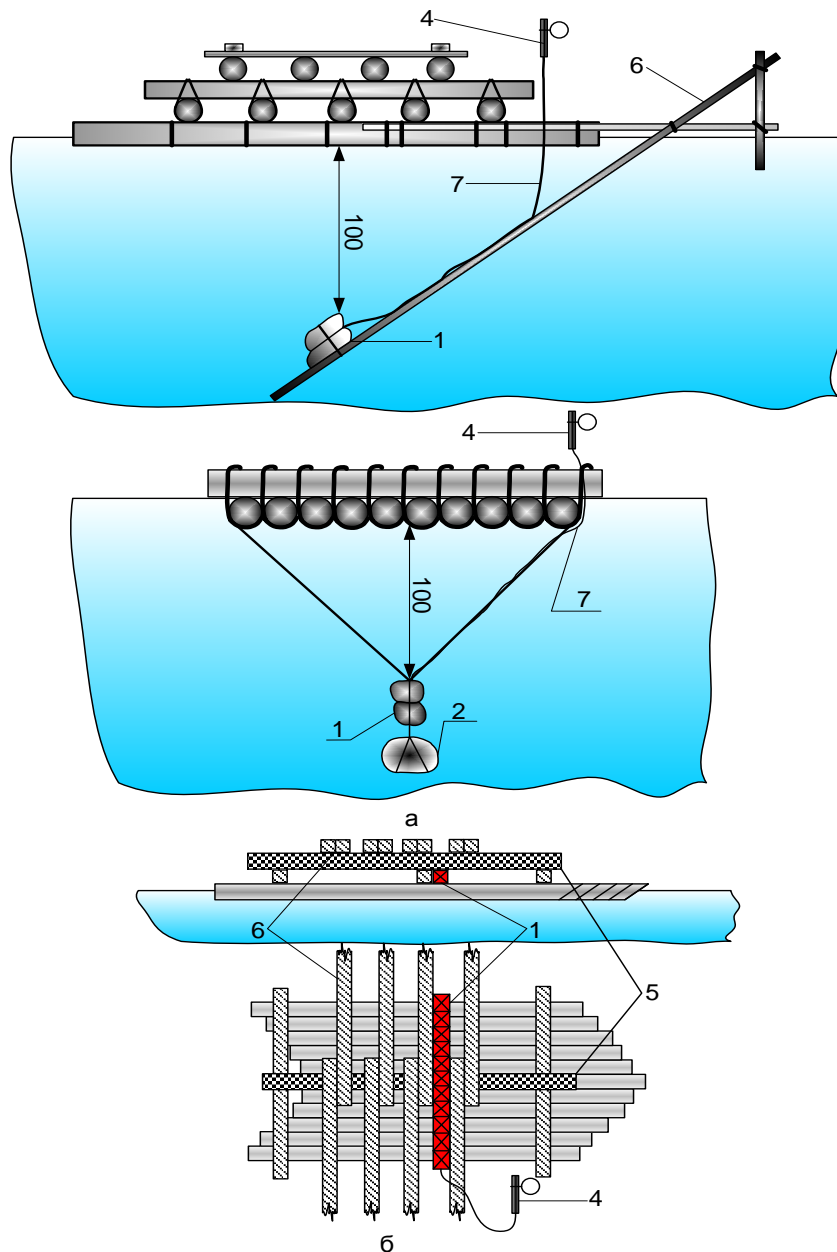
Зовнішні подовжені заряди для підривання ряжа (малюнок 108, б) розміщують вертикально на поздовжніх стінах зрубу в місцях перетину їх із поперечними стінами. Для підривання зрубу з колод товщиною до 25 см подовжені заряди укладають в один ряд, а при більшій товщині колод – у два ряди великих тротилових шашок.

6.4.9. Плотові опори найпростіших (наплавних) дерев'яних мостів підривають підводними зосередженими чи зовнішніми (надводними) подовженими зарядами.

Підводний зосереджений заряд (малюнок 109, а) заводиться під пліт за течією за допомогою жердин чи мотузок. Глибина занурення заряду повинна бути приблизно 1 м. За цієї умови масу заряду можна визначити за пунктом 4.1.6, приймаючи за розрахункову товщину елемента сумарну товщину всіх ярусів колод, з яких складається пліт.

Зовнішній подовжений заряд (малюнок 109, б) укладається на колоди зверху поперек плоту, перекриваючи його по всій ширині. Маса подовженого заряду визначається за правилом: на кожний ярус колод товщиною до 25 см – один ряд великих тротилових шашок; при більшій товщині колод – на кожний їх ярус два ряди великих

шашок.



Мал. 109. Підривання дерев'яних плотів:

а – підводними зосередженими зарядами; б – надводними подовженими зарядами;
1 – заряди; 2 – вантаж; 3 – жердина; 4 – ЗТП; 5 – поперечини; 6 – прогони; 7 – ДШ.

6.4.10. У деяких випадках за відсутності ВР дерев'яні мости можуть знищуватися спалюванням. Спалювання може проводитися безвідмовно за таких умов:

- при досить сухому матеріалі конструкції;
- при сухій (без сильного дощу) погоді;
- за наявності достатньої кількості палих матеріалів;
- за наявності часу не лише на підготовку, а й на проведення спалювання.

Спалювання дерев'яних мостів не може бути забезпечене застосуванням тільки матеріалів, що швидко згорають (керосин, бензин, напалм тощо). Для спалювання мостів повинні використовуватися великі багаття із сухих дров, що розпалюються за допомогою сухого хмизу, соломи й рідких палих матеріалів.

Під час підготовки мостів до спалювання багаття викладають усередині палих опор (у надводній частині, на підмостках), заповнюючи дровами всі проміжки між палями. У настилі проїжджої частини моста над опорами, що підпалюють, проробляють отвори для забезпечення тяги.

Під час підпалювання моста легкозаймисті матеріали (хмиз, солома тощо), закладені біля основи кожного багаття, обливають рідким паливом і запалюють. Розливання і підпалювання рідкого пального можуть здійснюватися одночасно шляхом підривання електричним способом невеликих зарядів ВР, розміщених у бідонах (банках) з паливом.

6.4.11. Металеві мости в більшості випадків складаються з металевих (сталевих) прогінних споруд і кам'яних, бетонних чи залізобетонних масивних опор. У металевих шляхопроводах і віадуках опори можуть бути виготовлені у вигляді окремих металевих стійок (колон).

Прогінні споруди металевих мостів залежно від системи головних ферм можуть бути балковими, арочними чи висячими. Ферми будь-якої системи по довжині моста можуть бути розрізними чи нерозрізними. За своєю конструкцією головні ферми металевих мостів можуть бути суцільними, тобто із суцільними стінками чи наскрізними, тобто решітчастими.

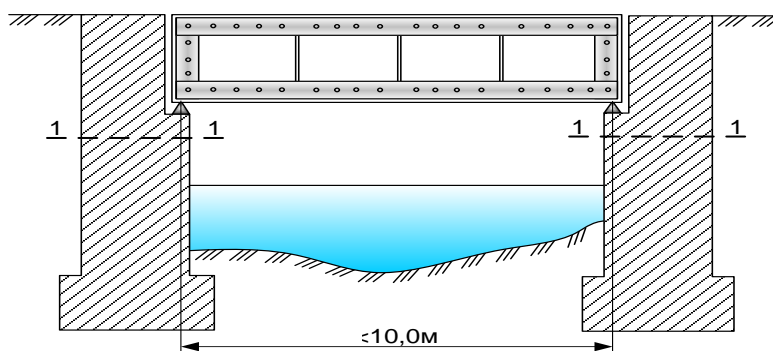
Металеві прогінні споруди з їздою по низу мають дві головні ферми, а прогінні споруди з їздою по верху залежно від ширини моста можуть мати і більше двох головних ферм. Як у мостах із їздою по низу, так і в мостах з їздою по верху головні ферми з'єднуються між собою у просторові конструкції за допомогою поздовжніх і поперечних зв'язок.

У металевих мостах підривають опори і прогінні споруди. З метою утруднити відновлення металевих мостів противником необхідно підривати опори якомога ближче до поверхні води, а в деяких випадках і нижче неї, а підрив прогінних споруд проводиться одним із таких способів:

перебиванням в окремих перетинах усіх елементів головних ферм, поздовжніх зв'язок між ними, а в ряді випадків і поздовжніх балок із розділенням прогінної споруди на частини, малопридатні для використання у разі відновлення моста;

перебиванням посередині прогонів тільки деяких з основних несучих елементів головних ферм із забезпеченням скручування і зминання конструкцій під час обвалення їх на дно перекритої мостом перешкоди. Використання під час відновлення моста хоч і перебитих на частини, але сильно деформованих конструкцій прогінних споруд дуже проблемне.

6.4.12. Руйнування металевих мостів із прогонами, меншими 10 м (малюнок 110), відбувається підриванням опор без перебивання прогінних споруд.

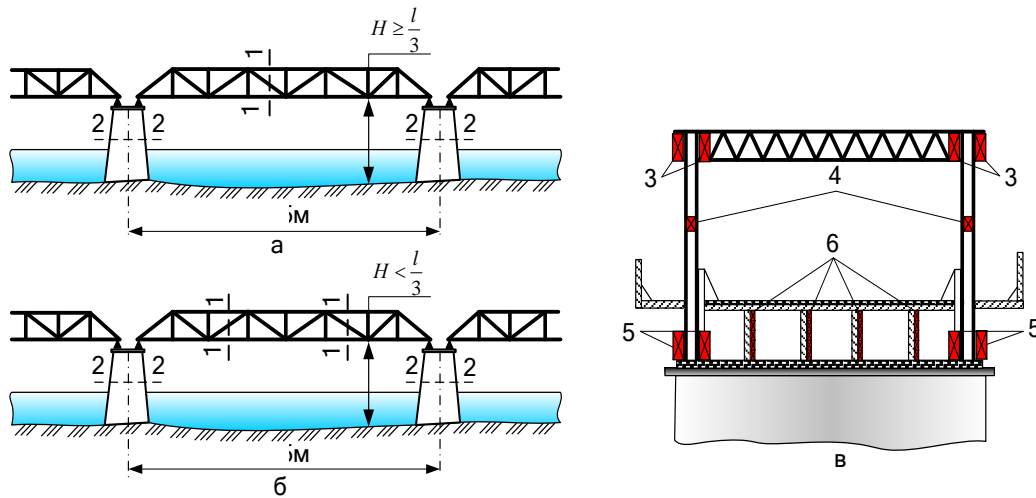


Мал. 110. Підривання металевих мостів з прогонами менше 10 м:
1-1 перетин.

Опори таких мостів підриваються по всій ширині на одному рівні, якнайближче до їх основ, для того щоб вибухами були зруйновані не лише надземні частини опор, а й фундаменти. У разі розміщення опор моста у воді перетин їх підривання необхідно

обирати по можливості нижче поверхні води чи якомога ближче до неї.

6.4.13. Металеві мости з прогонами від 10 до 25 м руйнуються шляхом підривання опор чи прогінних споруд з обваленням по осі моста. Опори підривають по всій ширині на одному рівні. Підривання прогінних споруд відбувається перебиванням основних елементів їх конструкцій в одному чи у двох перетинах підриву.



Мал. 111. Підривання металевих мостів з прогонами від 10 до 25 м:

а – міст на високих опорах; б – міст на низьких опорах; в – поперечний перетин прогінної споруди; 1-1 – перетин підриву прогінної споруди; 2-2 – перетин підриву опор; 3 – заряди на верхніх поясах ферм; 4 – заряди на розкосах; 5 – заряди на нижніх поясах ферм; 6 – заряди на поздовжніх балках.

Кількість перетинів підривання в тому чи іншому прогоні визначається залежно від відношення його довжини до висоти опор: якщо довжина прогону менша потрійної висоти опор, то буде досить одного перетину підривання прогінної споруди посередині (малюнок 111, а), якщо ж довжина прогону перевищує висоту опор утричі чи більше, то прогінна споруда, як правило, підривається у двох перетинах, що розміщуються приблизно у третій частині прогону (малюнок 111, б).

Під час вибору кількості й розміщення перетинів підривання у прогінних спорудах із нерозрізними головними фермами, крім того, необхідно забезпечити утворення нерівноплечих консолей, що зумовлюватимуть перевертання частин підірваного моста під дією їх власної маси.

6.4.14. У ряді випадків під час підривання мостів з їздою поверху при суцільних головних фермах прогоном до 25 м може бути достатньо забезпечити сильну деформацію ферм без їх перебивання.

Для досягнення вказаного ефекту використовуються зосереджені неконтактні заряди, що розміщуються під проїжджою частиною моста між головними фермами (малюнок 112). Маса таких зарядів визначається за формулою

$$C = 20r^2, \quad (54)$$

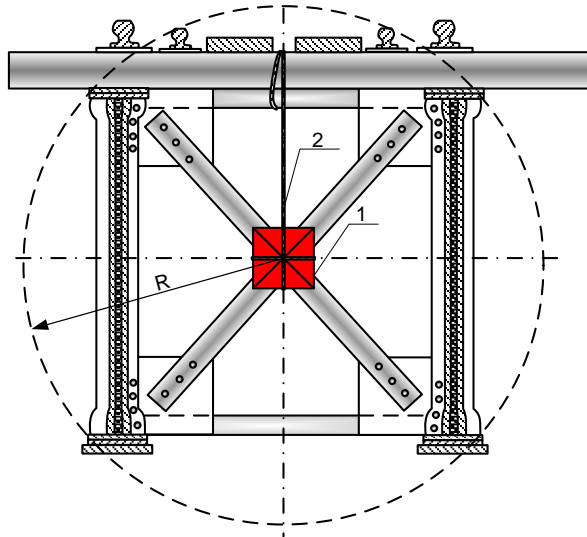
де C – маса заряду;

r – відстань від центра заряду до елемента, що деформується, у метрах.

Указаним способом можна підривати мости і з наскрізними фермами. Маса заряду в цьому разі визначається за формулою 54 із збільшенням у півтора рази.

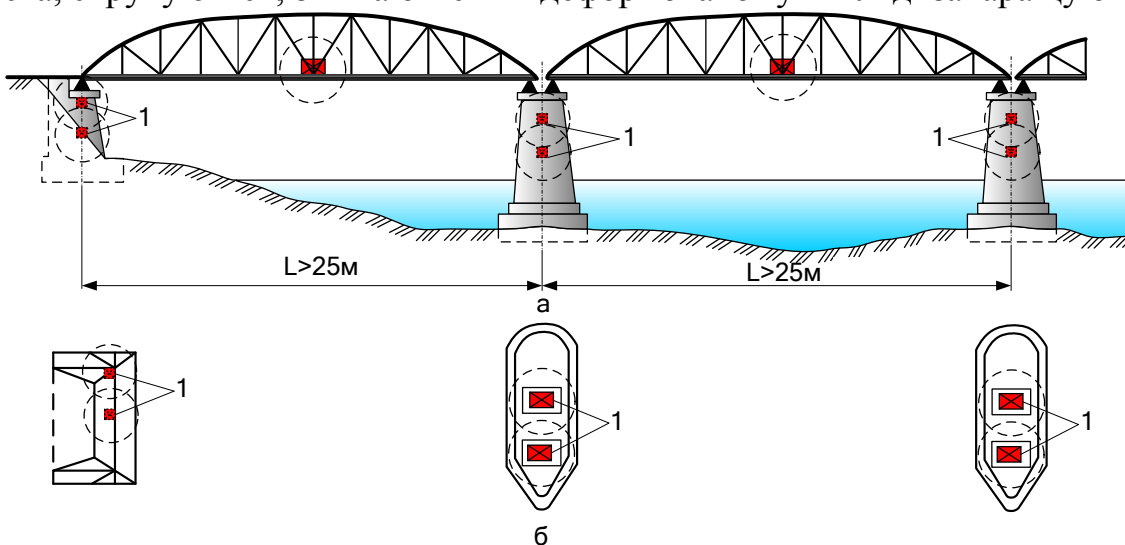
Мал. 112. Підривання неконтактними зарядами металевих прогінних споруд із суцільними фермами:

1 – заряд; 2 – підвіска дротяна чи з мотузки.



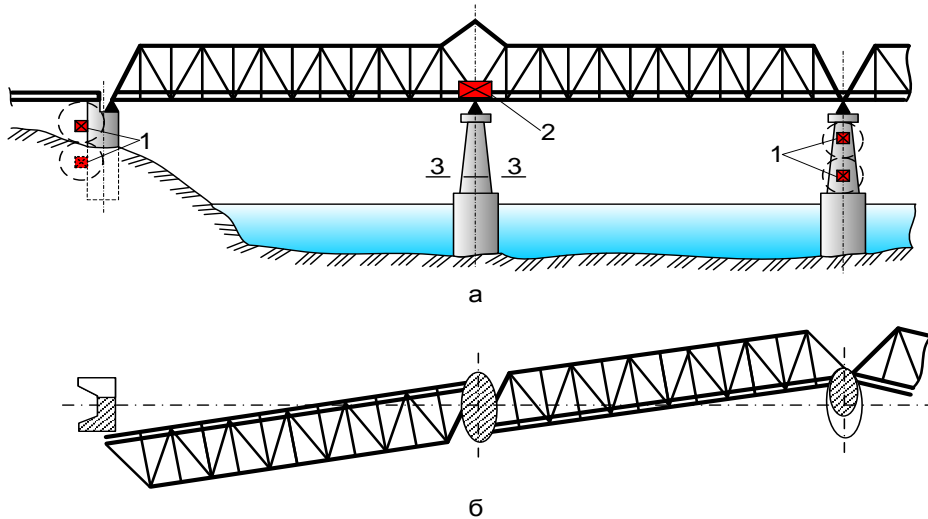
6.4.15. Металеві мости з прогонами більше 25 м доцільно руйнувати підривом опор по косих перетинах з одночасним перебиванням верхніх чи нижніх поясів головних ферм (малюнок 113). З метою забезпечення кращих умов скручування ферм доцільно надавати перевагу підриванню верхніх поясів, хоча це і не завжди зручно за умовами виконання робіт.

Перетини підриву суміжних опор моста повинні розміщуватися з нахилом у протилежні (у верхній чи нижній) боки. При такому підриванні опор прогінні споруди, ослаблені перебиванням поясів головних ферм, у процесі падіння зміщуються з осі моста, скручуються, зминаються і в деформованому вигляді захарашують русло річки.



Мал. 113.

Підривання металевого моста розрізної конструкції з прогонами більше 25 м:
а – вигляд збоку, б – план опор; 1 – заряди в опорах; 2 – заряди на поясах ферм.



Мал. 114. Підривання великопрогінного металевго моста з прогінними спорудами нерозрізної конструкції:

а – вигляд збоку; б – план (після підриву); 1 – заряди для підривання поясів ферм; 3–3 – перетини підриву середніх опор по всій ширині на одному рівні.

При нерозрізаних прогінних спорудах великопрогінних металевих мостів вказаний спосіб руйнування здійснюється підриванням по косих перетинах крайніх опор, на які спираються кінці нерозрізаних ферм.

Проміжні (середні) опори підривають по всій їх ширині на одному рівні (по горизонтальних перетинах). Одночасно підриваються опорні вузли ферм над додатковими опорами (малюнок 114).

Металеві мости, які мають прогони різної довжини з різними системами і конструкціями прогінних споруд, підривають комбінованими способами, при цьому підрив малих прогонів моста проводиться згідно з пунктами 6.4.12 та 6.4.13.

6.4.16. В особливих випадках, коли обставини не дають можливості підготувати міст до підриву з розміщенням зарядів на опорах і прогінних спорудах, для його руйнування може бути використаний один неконтактний зосереджений заряд, який розміщується у вагоні (на платформі) чи на автомобілі та вкочується на міст безпосередньо перед вибухом.

Маса такого заряду визначається за формулою

$$C=30r^2, \quad (55)$$

де С – маса заряду в кілограмах;

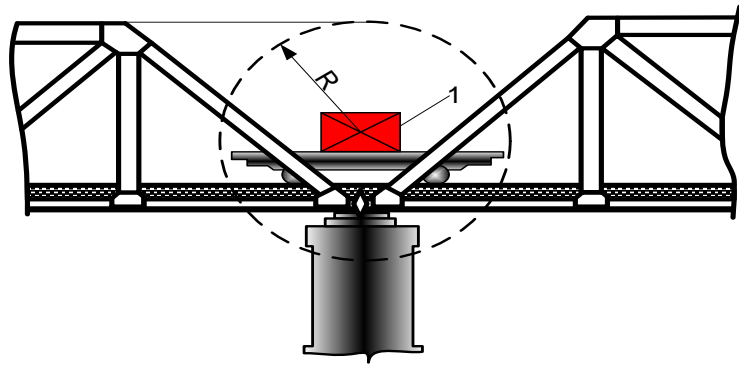
r – відстань від центра заряду до пояса ферми, який руйнується, у метрах.

Під час розрахунку неконтактного заряду для підриву великопрогінних мостів з їздою по низу у формулу 55 підставляється відстань від центру заряду до верхнього пояса ферми (малюнок 115). Якщо цей пояс має ламані обриси, то як розрахункова приймається повна висота ферми посередині прогону.

Під час розрахунків неконтактного заряду для підриву мостів з їздою по верху у формулу 55 підставляється відстань від центру заряду до нижнього пояса ферми. Якщо заряд призначається для укладання над опорою, то для забезпечення руйнування її верхньої частини розрахункова відстань збільшується ще на 2–3 м (малюнок 116).

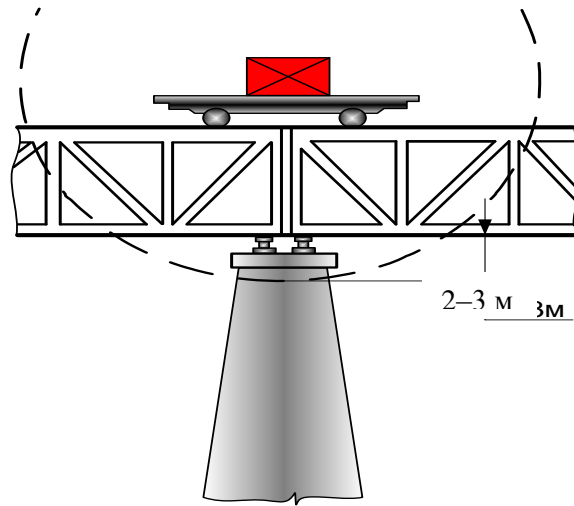
Мал. 115. Підривання металевого моста з їздою знизу неконтактним зосередженим зарядом:

1 – заряд на платформі.



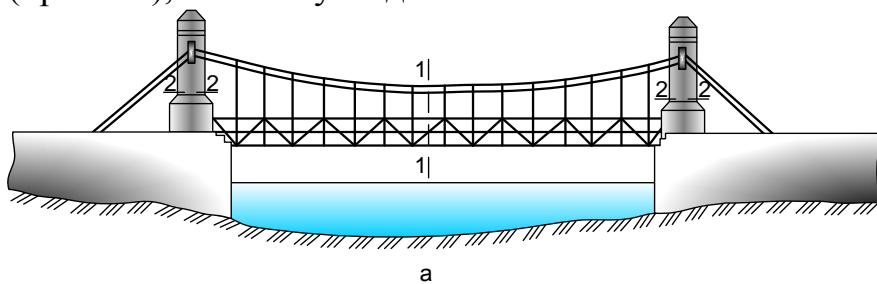
Мал. 116. Підривання металевого моста з їздою зверху неконтактним зосередженим зарядом:

1 – заряд на платформі.

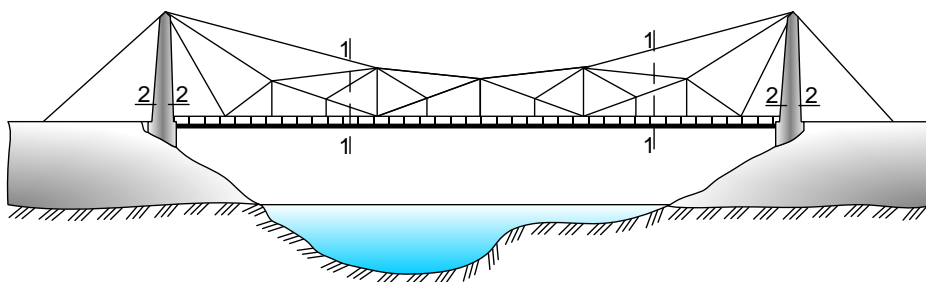


6.4.17. Висячі металеві мости як гнучкої (малюнок 117, а), так і вантової (малюнок 117, б) систем при будь-якій довжині прогонів і незалежно від конструкції підвісних поясів, вантів і балок жорсткості руйнуються підриванням пілонів і прогінних споруд зі зваленням по осі моста.

Вибір кількості та розміщення 2–3 м інів підриву у прогонах проводиться відповідно до пункту 6.4.13. У кожному перетині повинні перебуватися підвісні пояси чи ванти, які складаються зі сталевих тросів, ланцюгів чи смуг, балки жорсткості та поздовжні балки (прогони), по яких укладено настил моста.



а

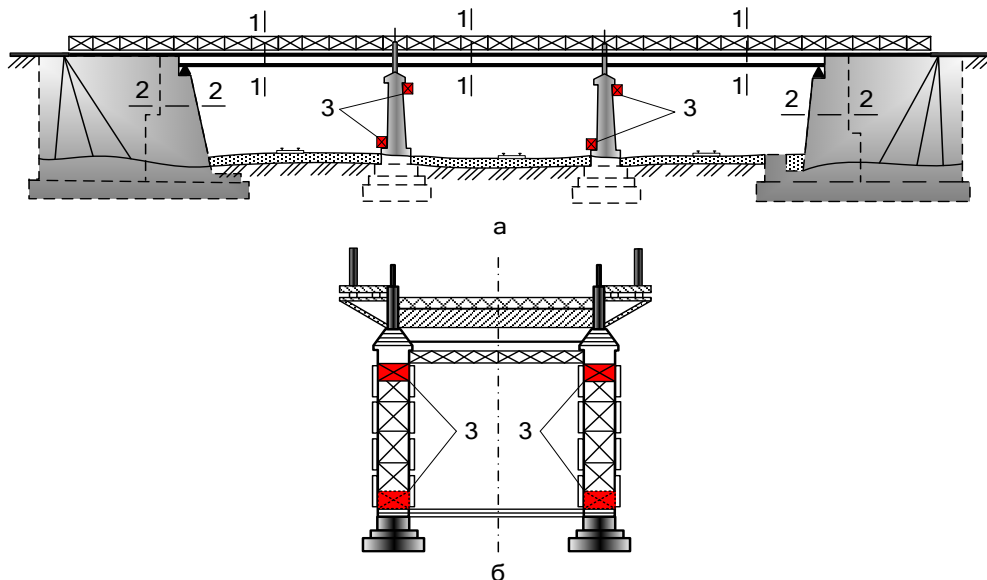


б

Мал. 117. Підривання висячих металевих мостів:

а – міст із гнучким підвісним поясом; б – вантовий міст; 1-1 – перетин підривання прогінних споруд; 2-2 – перетин підриву пілонів.

6.4.18. Металеві шляхопроводи руйнуються з метою припинення руху по обох (верхній та нижній) дорогах. Тому підривання опор і прогінних споруд шляхопроводу повинно проводитися так, щоб найбільше захарастити нижню дорогу обваленими на неї конструкціями.



Мал. 118. Підривання металевих шляхопроводів з додатковими опорами у вигляді стійок:

а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1-1 – перетин підриву прогінних споруд; 2-2 – перетин підриву берегових опор; 3 – заряди на стійках проміжних опор.

З метою виконання вказаної вимоги у шляхопроводах необхідно підривати всі опори і прогінні споруди в усіх прогонах. Підірвані прогінні споруди шляхопроводу повинні обвалюватися по осі, тому характер підривання прогінних споруд і масивних опор шляхопроводів повинен відповідати вимогам, зазначеним у пункті 6.4.13.

За наявності в конструкціях металевих шляхопроводів проміжних опор у вигляді окремих металевих стійок (малюнок 118) вони повинні підриватися з розрахунком на обвалення (перевертання) поперек нижньої дороги. Спосіб підриву стійок залежить від характеру зароблення їх у фундаментах.

Для перекидання стійок, жорстко зароблених у фундаменти, їх необхідно підривати у двох перетинах кожену, розміщуючи заряди знизу і зверху, з двох протилежних сторін з метою створення перекидаючих зусиль. При цьому перебивання всіх елементів стійок у кожному перетині підриву не обов'язкове.

Стійки, що шарнірно спираються на фундаменти, можна зовсім не підривати чи підривати кожену в одному перетині, розміщеному приблизно на половині висоти. Перебивання всіх елементів кожної стійки в цьому разі не обов'язкове.

6.4.19. Елементи прогінних споруд металевих мостів будь-якої системи, а також елементи металевих мостових опор (стійок) підриваються контактними зарядами, розрахунок і розміщення яких на конструкціях, що підриваються, проводять згідно з пунктом 4.2.2. Для підривання поясів ферм доцільно використовувати подовжені КЗ.

Під час руйнування великопрогінних мостів скиданням і скручуванням прогінних споруд зосереджені і КЗ для підриву поясів головних ферм доцільно розміщувати у середніх вузлах, де сходяться кілька елементів конструкцій (малюнок 114). Маса зосереджених зарядів визначається чи за пунктом 4.2.3 із збільшенням у півтора рази або за формулою

$$C=0,25L+10, \quad (56)$$

де C – маса заряду в кілограмах;
 L – довжина ферми, що підривається, в метрах.

Розрахунок і розміщення контактних зарядів для підривання гнучких елементів у прогінних спорудах металевих мостів (підвісні пояси, ванти) проводять відповідно до пункту 4.2.5.

Проміжні й берегові масивні опори (бики й опори) металевих мостів підриваються зосередженими чи подовженими зарядами, маса яких визначається за формулами 22 та 23 із збільшенням на 30%. Подовжені заряди застосовують у тому разі, коли ширина опор перевищує товщину більше ніж удвічі.

Під час підготовки мостів до руйнування в умовах недостатності часу і відсутності завчасно вироблених зарядних пристроїв, підривання биків проводиться зовнішніми зарядами, які щільно прилягають до поверхні кладки. Берегові опори мостів у всіх випадках підривають внутрішніми зарядами.

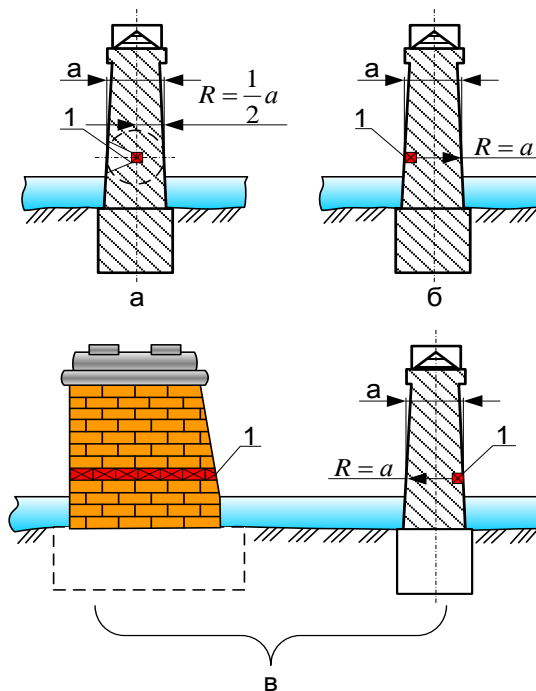
Кількість зарядів, необхідних для підривання кожної опори, та їх розміщення всередині опор чи на їх бокових поверхнях залежить від прийнятого способу підривання і визначається відповідно до пунктів 6.4.12–6.4.15.

Для підриву опор товщиною до 1,2 м можуть застосовуватися подовжені КЗ типу КЗУ, які повинні перекривати опору по всій ширині.

Під час підривання бика по всій ширині в одному рівні зосереджені заряди (малюнок 119, а, б) розміщуються в одній горизонтальній площині якомога ближче до фундаменту, а за наявності води під мостом – до її поверхні.

Розрахунковий радіус руйнування R вибирається у відповідності з таблицею 11 (пункт 4.3.2), залежно від товщини бика і способу розміщення зарядів. Відстань між сусідніми зарядами повинна бути не більше $2R$, а відстані між крайніми зарядами і торцями бика не повинні перевищувати величини R .

Якщо вказаний вище підрив бика проводиться подовженим зарядом (малюнок 119, в), то такий заряд повинен розміщуватися горизонтально, перекриваючи бик на всю його ширину у найкоротшому напрямку. Розрахунковий радіус руйнування R вибирається так само, як і в разі застосування зосереджених зарядів.



Мал. 119. Підривання проміжних мостових опор (биків) по всій ширині в одному рівні:

а – зосередженими зарядами в рукавах; б – зосередженими зарядами в нішах; в – подовженим зарядом у борозні; 1 – заряди.

Якщо в биках немає завчасно вироблених зарядних пристроїв і якщо є достатньо часу на виконання підготовчих робіт для закладання зосереджених зарядів, то у кладці биків проробляють рукави чи ніші, а для закладання подовжених зарядів – борозни.

Рукави проробляються на глибину, що дорівнює одній третій чи половині товщини бика в перетині підриву. Якщо довжина рукавів більша 1 м, то для зручності роботи розміри їх вхідних отворів повинні бути більше розмірів зарядних камер. Ніші і борозни повинні мати глибину, приблизно рівну висоті зарядів.

Якщо біля опор, що підриваються, є вода, то рукави, ніші і борозни проробляються на 0,5–1,0 м вище її рівня. Пророблення вказаних зарядних пристроїв відбувається з підмостків, плотів чи човнів за допомогою механізованого інструмента (додаток 5) чи малих кумулятивних і шпурових зарядів.

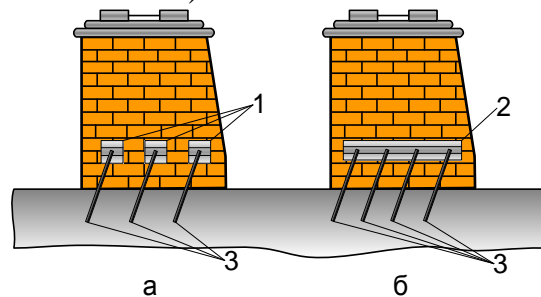
У всіх випадках підриву биків доцільно проводити забивання зарядів; забивання проводиться:

у разі розміщенні зарядів у рукавах – мішками з ґрунтом;

у разі розміщенні в нішах і борознах – дошками чи щитами, що підриваються (при неглибокій воді), нахиленими колодами (малюнок 120).

Мал. 120. Забивання зарядів в биках:

а – зосереджених зарядів у нішах; б – подовжених зарядів у борозні; 1 – щити із дощок; 2 – дошки; 3 – підпори.

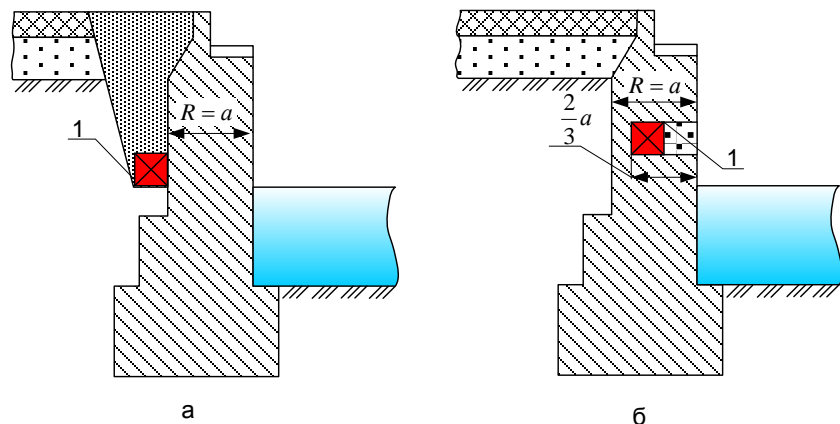


6.4.20. Під час підривання берегових опор по всій ширині в одному рівні застосовують зосереджені внутрішні заряди. Якщо в опорах немає завчасно вироблених зарядних пристроїв, то залежно від умов проведення підготовчих робіт заряди закладаються в колодязях, що відриваються у насипах за передніми стінками, чи в рукавах, що пробиваються з лицьового боку стінок.

Колодязі (малюнок 121, а) повинні відриватися на глибину, що перевищує товщину передньої стінки опори не менше ніж у півтора рази. У всіх випадках глибина колодязів повинна забезпечувати розміщення зарядів нижче підшви підфермових каменів. При невеликій висоті опор колодязі відриваються від рівня води чи поверхні ґрунту біля лицьового боку передньої стінки.

Мал. 121. Підривання берегових мостових опор (устой) по всій ширині в одному рівні:

а – зосередженими зарядами в колодязях; б – зосередженими зарядами в рукавах; 1 – заряди.



Рукави (малюнок 121, б) пробиваються на глибину, що дорівнює двом третім товщини передньої стінки опор. Розрахунковий радіус руйнування приймається рівним

повній товщині цієї стінки. Відстані між зарядами призначаються згідно з пунктом 6.4.19.

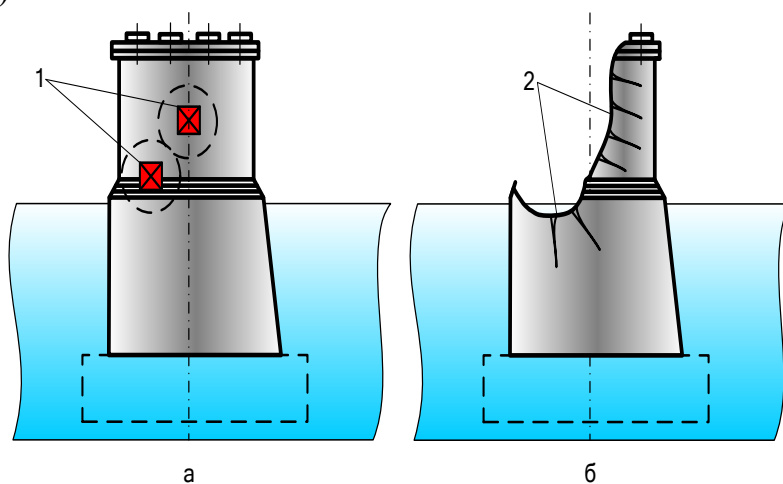
6.4.21. У разі підривання мостових опор по косих перетинах для скидання прогінних споруд убік використовуються зосереджені заряди, розрахунок і закладання яких відбувається згідно з пунктами 6.4.19, 6.4.20.

Основна особливість в цьому разі полягає в тому, що заряди по висоті опори повинні розміщуватися на різних рівнях так, щоб площина, проведена через ці центри, складала з горизонтом кут не менше 45° , а один із країв опори залишався б необваленим після вибуху (малюнок 122).

При ширині опори, що не перевищує її товщину більше ніж у два з половиною рази, підрив її по нахиленому перетину проводиться одним зосередженим зарядом, розміщеним на відстані, рівній одній четвертій ширини опори по осі моста (малюнок 123, а). Розрахунковий радіус руйнування R у цьому разі приймається на 20% більше того, що визначається за таблицею 11 (дивись пункт 4.3.2).

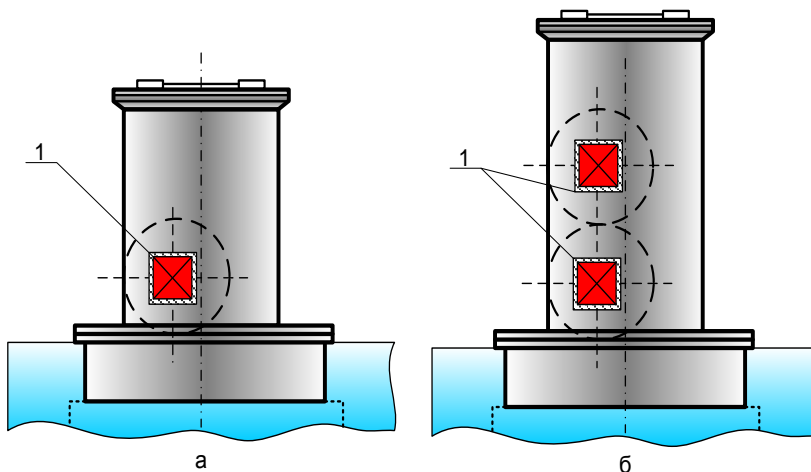
Мал. 122. Підривання мостової опори по косому перетину з метою скидання прогінної споруди:

а – розміщення зарядів;
б – підірвана опора; 1 – заряди;
2 – лінія руйнування.



Мал. 123. Підривання по косих перетинах мостів опор малої ширини:

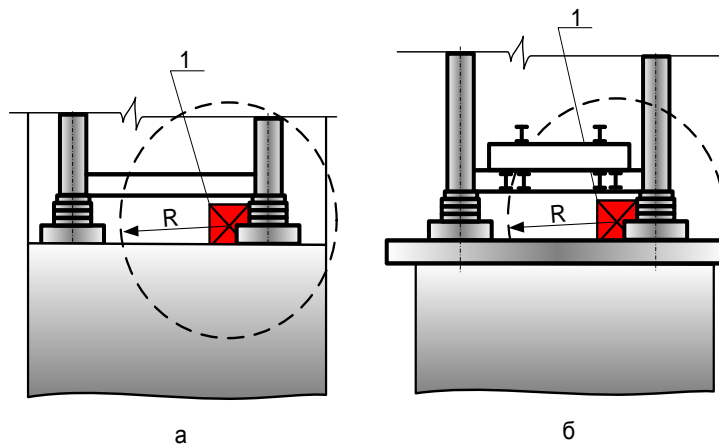
а – при висоті опори менше 15,0 м;
б – при висоті опори більше 15,0 м; 1 – заряди.



Якщо висота опори при вказаній ширині перевищує 15,0 м, то підрив її з метою забезпечення скидання і скручування прогінної споруди проводиться двома зосередженими зарядами, розміщеними на одній вертикалі, віддалення якої від осі моста визначається, як і в попередньому випадку. При цьому нижній заряд (малюнок 123, б) розміщується, як вказано в пунктах 6.4.19, 6.4.20, а верхній – на відстані, рівній подвоєній товщині опори від нього.

Підривання проміжних і берегових опор з метою скидання прогінних споруд може проводитися шляхом сколювання верхньої частини опор зарядами, що вкладаються на підфермові плити з внутрішнього боку опорних вузлів ферм (малюнок 124). Заряди розраховуються за формулою 22.

Мал. 124. Складання верхньої частини опор вибухом заряду на підфермовій плиті:
 а – розміщення заряду на береговій опорі; б – розміщення заряду на проміжній опорі; 1 – заряд.



Для мостів прогоном до 10 м коефіцієнт А приймається рівним 1,5 (для бетону). Для мостів прогоном більше 10 м (з посиленням армуванням підфермових плит) $A=2,5$.

Коефіцієнт В приймається рівним:

для берегових опор – 5;

для проміжних опор – 9.

Радіус руйнування R приймається, як показано на малюнку 124.

У деяких мостах опори можуть мати завчасно підготовлені зарядні (мінні) пристрої.

Завчасні зарядні пристрої включають у себе камери для закладання зарядів, підходи до них у вигляді колодязів, труб і рукавів, закритих металевими кришками чи зароблених штучним камінням під колір і фактуру поверхні кладки, і допоміжні пристрої – драбини, скоби, блоки, запори. Типи цих пристроїв розрізняють за конструкціями підходів до камер і визначаються товщиною опор:

в опорах товщиною більше 3 м влаштовуються зарядні (мінні) колодязі з камерами, а іноді й з рукавами в донній частині;

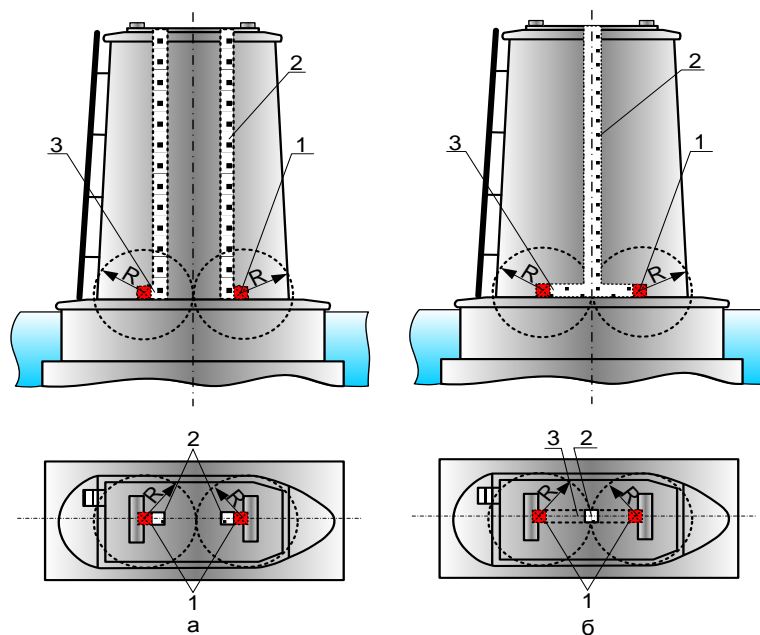
в опорах товщиною від 2 до 3 м укладають зарядні (мінні) труби без камер чи рукавів у донній частині;

в опорах товщиною менше 2 м влаштовуються рукави з камерами в кінцях чи ніші.

6.4.22. Зарядні колодязі (малюнок 125) розміщуються вертикально і мають поперечний перетин прямокутної чи квадратної форми розміром від 0,6x0,8 м до 1,0x1,0 м; глибина колодязів визначається висотою опор і характером їх передбачуваного обвалу. У кожній опорі, залежно від її ширини, може бути зроблено від одного до трьох колодязів.

Мал. 125. Розміщення зарядних камер у колодязях, що встановлюються в опорах мостів:

а – при двох колодязях в опорі; б – при одному колодязі;
1 – зарядні камери; 2 – колодязі;
3 – рукави.



У їх донній частині є зарядні камери, що влаштовуються безпосередньо у стінах колодязів (малюнок 125, а) чи в горизонтальних рукавах, які відходять у сторони (малюнок 125, б). Кількість камер в опорі дорівнює кількості зосереджених зарядів, необхідних для їх підірвання по всій ширині.

Розміри камер визначаються розмірами зарядів розрахункової маси, приведеними до кубічної чи близької до неї форми. На розміщення забивки камери не розраховуються; забивка повинна розміщуватися в рукавах і колодязях та виготовлятися з матеріалів, які забезпечують можливість її легкого розбирання (мішки з ґрунтом, штучний камінь тощо).

6.4.23. Зарядні труби (малюнок 126) розміщуються в опорах мостів вертикально чи під нахилом і можуть мати круглий чи квадратний поперечний перетин діаметром (сторonoю квадрата), рівним 0,3 м; по глибині труби, як правило, доводяться до фундаментів опор. Кількість труб в опорі дорівнює кількості зосереджених зарядів, необхідних для її підірвання по всій ширині.

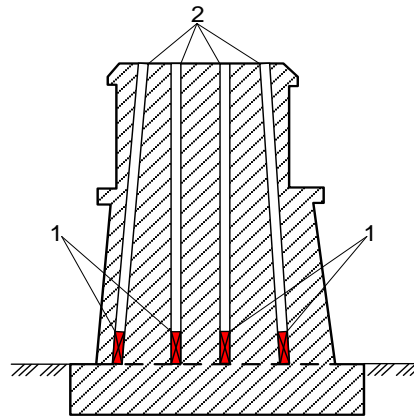
Зарядні камери біля основ труб не роблять. Заряди виготовлюються (в'язуться) у відповідності з формою і поперечними розмірами труб і на мотузках опускаються в них до дна. Забивку зарядів у трубах роблять дерев'яними колодами відповідного діаметру довжиною до 1,0 м кожна.

Колоди, призначені для забивки однієї труби, за допомогою мотузок і скоб зв'язуються по кілька штук у гірлянди і по черзі опускаються в трубу услід за зарядом. Мотузки від гірлянд і заряду залишаються на поверхні; за необхідності за них можна підняти колоди і заряд наверх.

Під час підірвання мостових опор із завчасними зарядними пристроями використовуються лише ті пристрої, розміщення і глибина яких відповідають способам підризу мостів, викладеним у пунктах 6.4.12–6.4.15.

У ряді випадків можуть використовуватися не всі, а лише частина завчасних зарядних пристроїв у тій чи іншій опорі. Наприклад, під час підірвання опор по косих перетинах з метою скидання прогінних споруд убік залишаються невикористаними крайні зарядні пристрої з боку, протилежного напрямку скидання.

Мал. 126. Розміщення зарядних труб у мостовій опорі:
1 – заряди; 2 – зарядні труби.



Якщо необхідно розмістити заряди в різних рівнях по висоті опори, що має завчасні зарядні пристрої однакової глибини, то частина цих пристроїв перед зарядженням заповнюється до потрібної відмітки забивочним матеріалом. При зарядженні труб у подібних випадках попереду (нижче) зарядів опускається відповідна кількість дерев'яних колод.

Приклад завчасної підготовки металевого моста до підриву з необхідними розрахунками і схемами розміщення зарядів та електризованих мереж наведений у додатку 10.

6.4.24. Залізобетонні мости у більшості випадків складаються з залізобетонних прогінних споруд і кам'яних чи бетонних масивних опор. У шляхопроводах і віадуках опори можуть бути зроблені у вигляді окремих залізобетонних стійок (колон).

Залізобетонні мости можуть мати прогінні споруди балкового чи арочного типу; прогінні споруди балкового типу можуть бути розрізними чи нерозрізними; різновидом нерозрізної балочної системи є прогінна споруда балково-консольної конструкції.

Залізобетонні шляхопроводи і віадуки, що не мають масивних проміжних опор, як правило, являють собою конструкції рамного типу, в яких прогінні споруди і опори жорстко пов'язані між собою в одне монолітне ціле.

Основна мета підривання залізобетонних мостів полягає в тому, щоб припинити рух противника і виключити можливість використання ним пошкоджених конструкцій для швидкого влаштування переправи.

Щодо ускладнення використання противником зруйнованих прогінних споруд під час відновлення мостів, то в цьому разі зазначене завдання вирішується паралельно, адже підйом навіть малопошкоджених під час падіння важких залізобетонних конструкцій на нові опори практично неможливий.

Припинення руху по залізобетонному моста будь-якої конструкції може бути забезпечене шляхом підривання опор без перебивання прогінних споруд. Однак, при такому підриванні не завжди виключається можливість швидкого наведення переправи з використанням пошкоджених конструкцій моста. Для виключення вказаної можливості поряд із підриванням опор (а в деяких випадках і без цього) необхідно підривати і прогінні споруди.

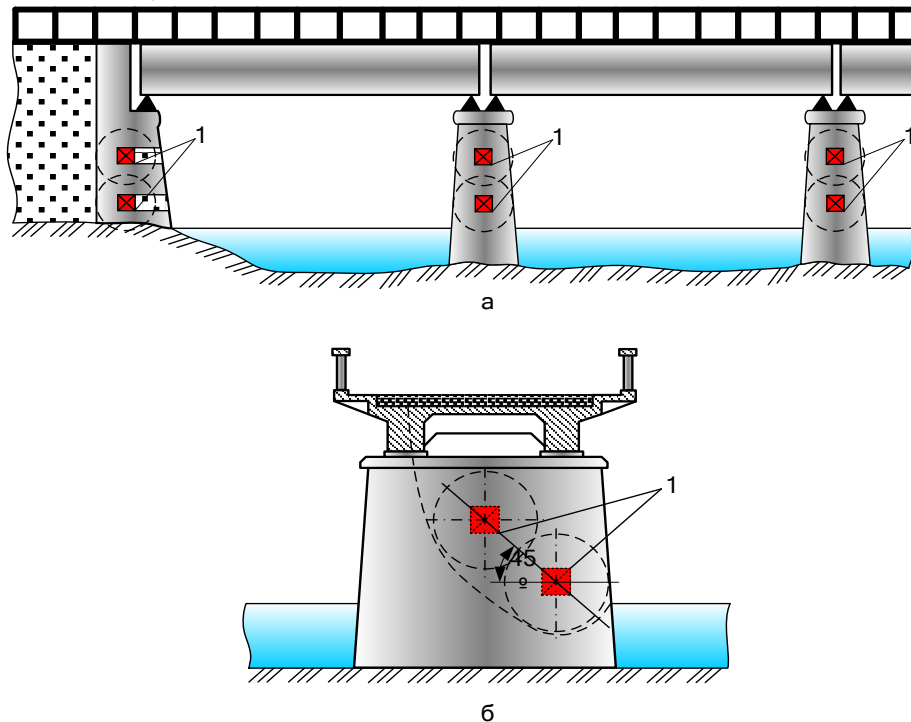
Руйнування залізобетонних мостів балкового типу, які, як правило, мають досить високі опори, здійснюють підриванням опор без перебивання прогінних споруд з обваленням їх у бік осі моста і одночасним перекиданням набік. Таке обвалення досягається підриванням усіх чи деяких опор по косих перетинах, які мають нахил у тому самому напрямку під кутом не менше 45° до горизонту.

При розрізних конструкціях прогінних споруд (малюнок 127) по косих перетинах

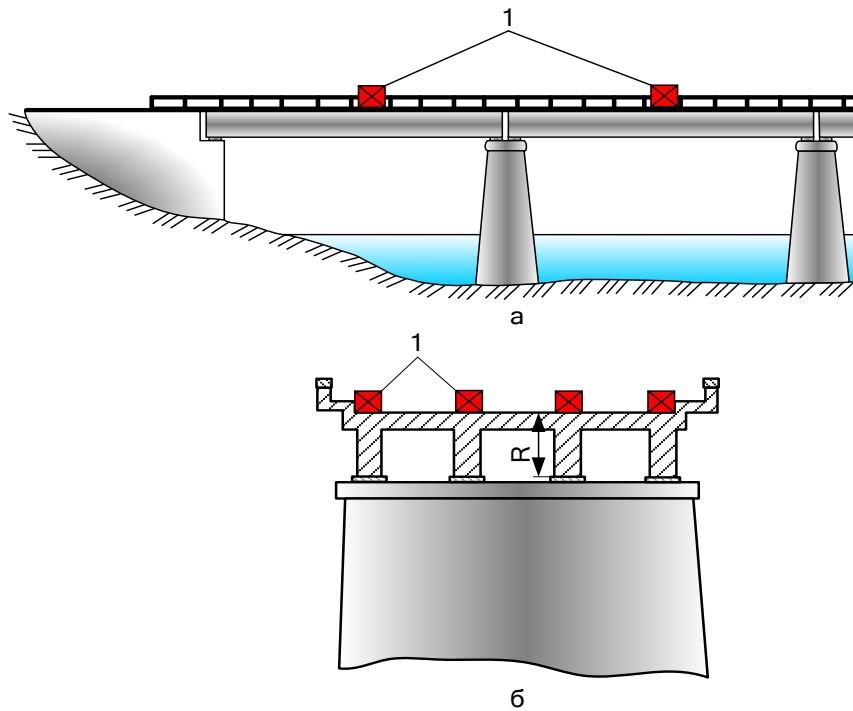
підриваються усі опори у частині моста, що руйнується.

Коли недостатньо часу на руйнування залізобетонних мостів розрізної балкового конструкції, воно може проводитися підірванням прогінних споруд зарядами, розміщеними на проїжджій частині над несучими балками посередині прогону (малюнок 128). Маса кожного заряду визначається за формулою 22. При цьому радіус руйнування R приймається рівним висоті несучої балки, включаючи товщину плити; коефіцієнти A і B приймаються за таблицями 10 і 11 (дивись пункт 4.3.2). З метою зменшення витрат $ВР$ може проводитися забивання зарядів мішками з ґрунтом.

У мостах балкової конструкції із попередньо напруженого залізобетону прогінні споруди мають значно меншу власну масу в порівнянні з масою прогінних споруд із звичайного залізобетону. Тому в деяких випадках під час відновлення мостів підйом малопошкоджених прогінних споруд (особливо розрізних), виготовлених із попередньо напруженого залізобетону, може виявитися доцільним.



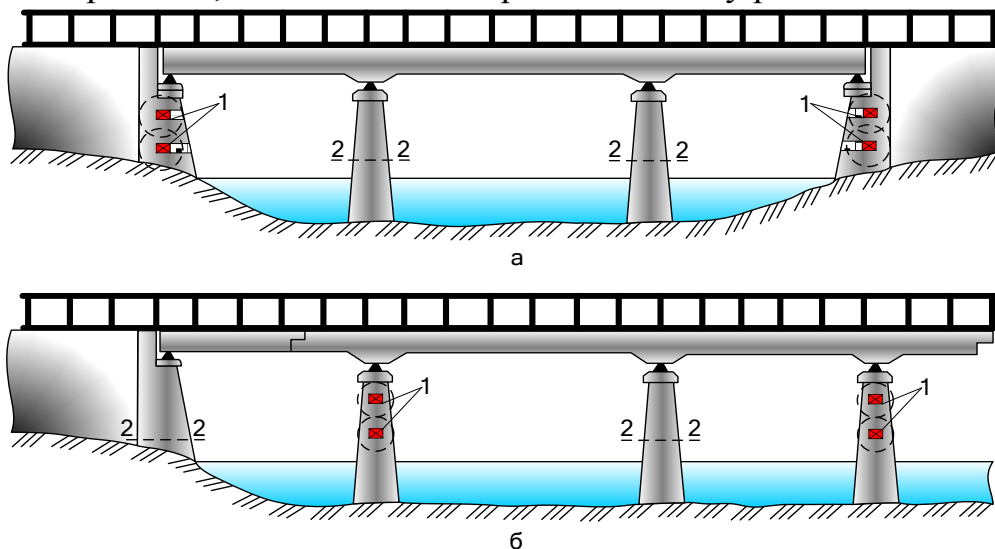
Мал. 127. Підірвання балкового залізобетонного моста розрізної конструкції:
а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1 – заряди для підриву опор по косих перетинах.



Мал. 128. Підривання прогінних споруд залізобетонного балкового моста зарядами на проїжджій частині:

а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1 – заряди.

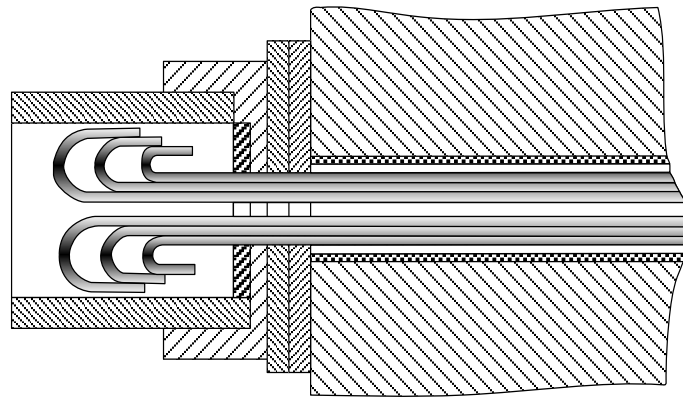
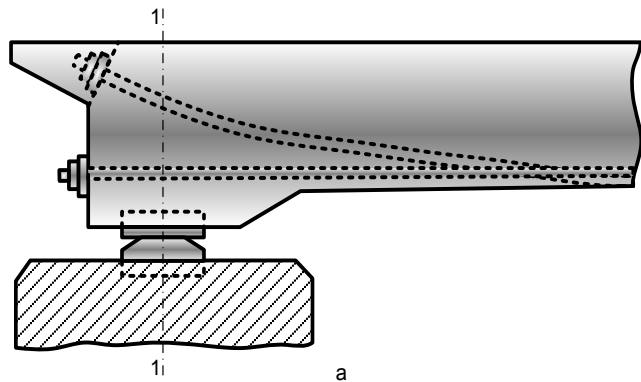
6.4.25. У мостах з прогінними спорудами нерозрізної чи балково-консольної конструкції (малюнок 129) по косих перетинах повинні підриватися виключно ті опори, на які нерозрізні частини моста опираються кінцями; інші опори можуть підриватися і по горизонтальних перетинах, тобто по всій ширині на одному рівні.



Мал. 129. Підривання балкових залізобетонних мостів нерозрізної і консольної конструкції:

а – міст нерозрізної конструкції; б – міст балково-консольної конструкції; 1 – заряди для підривання опор по косих перетинах; 2 – перетини опор по всій ширині в одному рівні.

У зв'язку з цим під час руйнування залізобетонних мостів із попередньо напруженими несучими конструкціями прогінних споруд нарівні з опорами необхідно підривати і всі головні балки. Підривання їх відбувається шляхом вибивання бетону в одному перетині на кінцях, де розміщуються анкерні колодки (за наявності цих колод на торцях балок можна відрізати попередньо напружений залізобетон від звичайного), які впираються в торці балок і утримують пучки арматури в натягнутому стані (малюнок 130).



Мал. 130. Підривання поперечно напруженої залізобетонної балки:

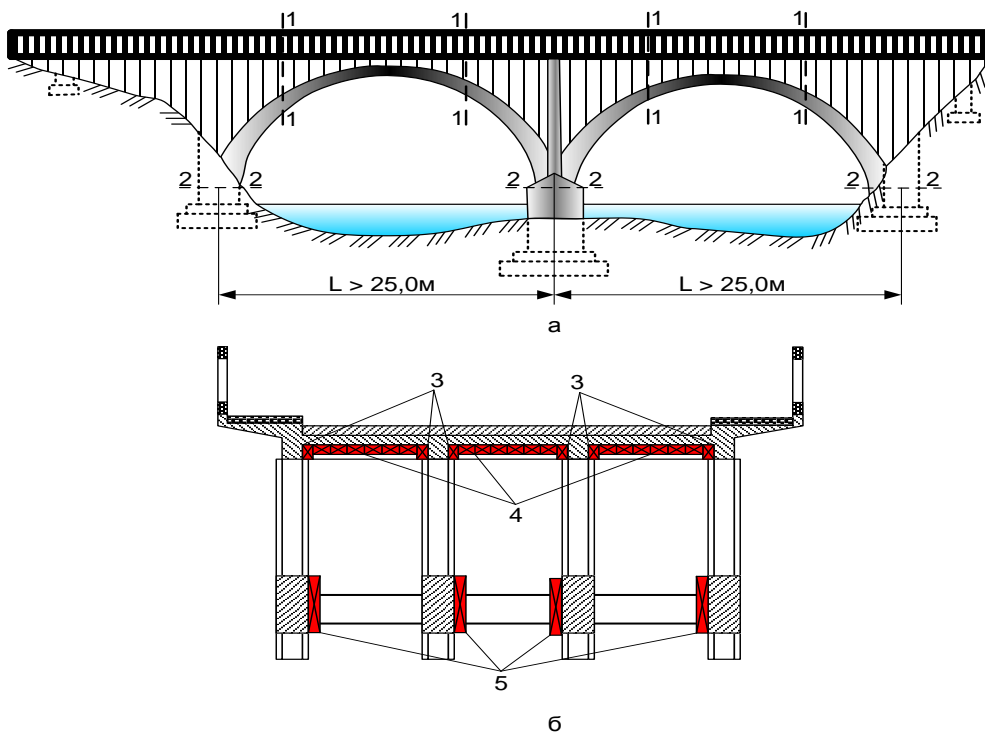
а – опорна частина балки з анкерними колодками (вигляд збоку); б – схема улаштування анкерної колодки; 1-1 – найбільш вигідний перетин підривання балки.

Під час вибивання бетону на ділянках довжиною не менше висоти балок, що підриваються, поперечно напружена арматура ослаблюється, балки перетворюються на звичайні і можуть руйнуватися від власної маси. Підірвані вказаним способом прогінні споруди із поперечно напруженого залізобетону втрачають цінність з точки зору використання їх під час відновлення мостів.

За недостатнього часу руйнування залізобетонних мостів із поперечно напруженими балками відбувається шляхом обвалення прогінних споруд по осі моста. Таке руйнування забезпечується вказаним вище підриванням кінців головних балок з анкерними колодками. Руйнуючі зусилля посередині прогонів, що виникають у результаті такого підривання, викликають руйнування і при непідірваних опорах.

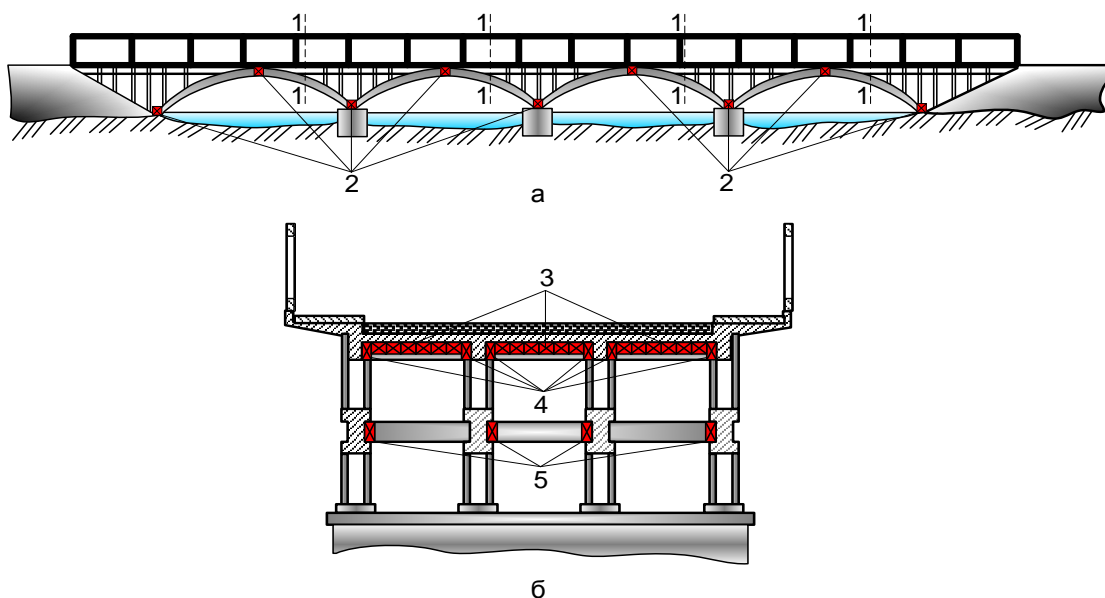
6.4.26. У залізобетонних мостах арочної конструкції, особливо в мостах з їздою поверху, через порівняно малу висоту опор скидання прогінних споруд убік із перекиданням їх набік у більшості випадків неможливе. Щоб ускладнити переправу по обвалених конструкціях, крім опор, необхідно підривати всі арки моста в одному чи двох перетинах, залежно від довжини прогонів і конструкцій арок.

Безшарнірні арки (малюнок 131) прогоном до 25 м, як правило, підриваються в одному перетині, розміщеному в замку (посередині прогону). При довжині прогонів більше 25 м підривання безшарнірних арок відбувається у двох перетинах, що розміщуються приблизно у четвертинах прогонів. У кожному перетині підриву відбувається вибивання бетону без руйнування арматури; крім арок, підриваються також прогони проїжджої частини.



Мал. 131. Підривання залізобетонного моста з прогінною спорудою на безшарнірних арках:
 а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1-1 – перетини підриву прогінної споруди; 2-2 перетини підриву опор по всій ширині в одному рівні; 3 – заряди на поздовжніх балках; 4 – заряди на плиті, 5 – заряди на арках.

Наявність шарнірів в арках дозволяє зменшити кількість перетинів підриву і полегшує руйнування прогінних споруд залізобетонних арок мостів. Наприклад, у кожному обваленому прогоні залізобетонного моста з прогінними спорудами на тришарнірних арках (малюнок 132) досить вибити бетон в одному перетині, щоб забезпечити значну деформацію арок, яка утруднить використання їх для переправи.



Мал. 132. Підривання залізобетонного моста з прогінною спорудою на тришарнірних арках:
 а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1-1 – перетини підриву прогінної споруди; 2 – шарніри; 3 – заряди на плиті; 4 – заряди на поздовжніх балках; 5 – заряди на арках.

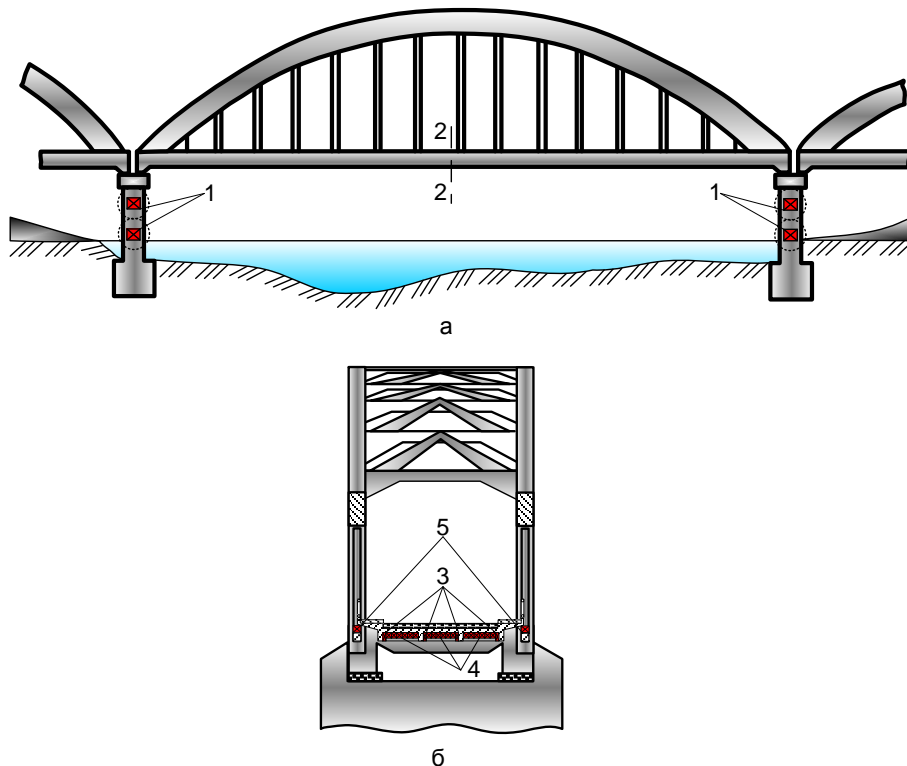
В арокних залізобетонних мостах з їздою по низу, особливо при безрозпірних конструкціях арок із затяжками (малюнок 133), висота опор у ряді випадків може бути достатньою для того, щоб їх підривом по косих перетинах було забезпечене скидання

прогінних споруд у бік від осі з перекиданням набік.

У вказаних випадках під час руйнування мостів підривання прогінних споруд не обов'язкове. Але з метою забезпечення більшої деформації арок, що обвалюються, доцільно перебивати повністю (разом з арматурою) зтяжки арок. Підривання зтяжок зарядами, розрахованими на вибивання бетону, у цьому разі не доцільне.

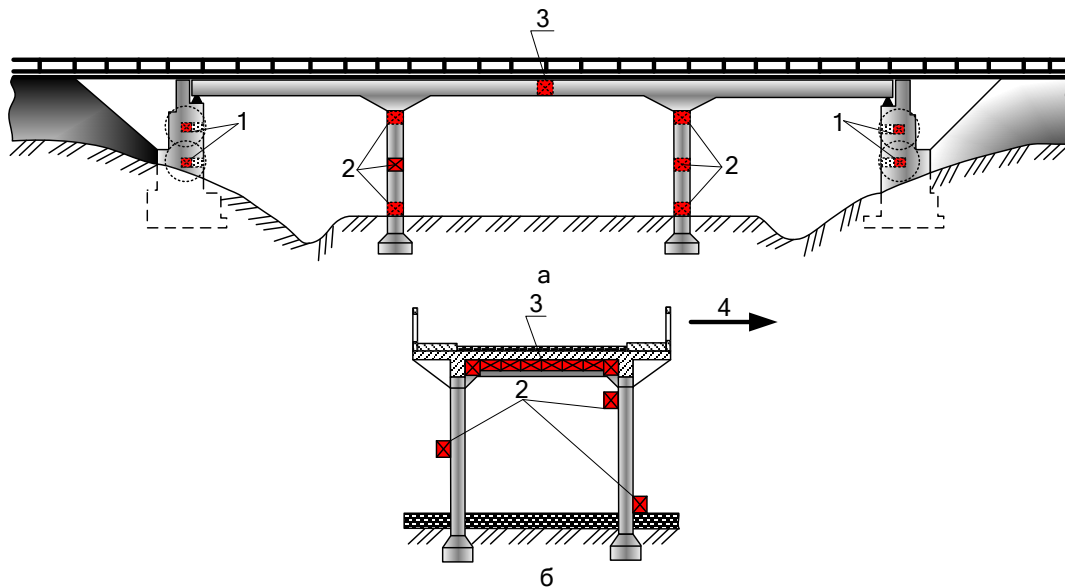
У разі коли проміжні опори залізобетонних мостів із прогінними спорудами на арках із зтяжками мають товщину, що не забезпечує сприйняття одностороннього розпору від власної маси конструкцій, обвалення їх по осі моста може бути досягнуто шляхом перебивання зтяжок по всіх прогонах, які руйнуються, і підриванням якогось одного бика по всій його ширині.

6.4.27. Залізобетонні мости і шляхопроводи рамної конструкції (малюнок 134) у більшості випадків руйнуються підриванням опор з розрахунком на обвалення прогінних споруд в один який-небудь бік від осі з перевертанням набік. З цією метою як опори, так і проміжні рамні опори підриваються по косих перетинах із нахилом у бік наміченого підривання моста.



Мал. 133. Підривання залізобетонного моста з прогінною спорудою на безрозпірних арках із зтяжками:

а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1 – заряди для підривання опор по косих перетинах; 2– 2 – перетини підриву зтяжок; 3 – заряди на поздовжніх балках; 4 – заряди на плиті; 5 – заряди на зтяжках.



Мал. 134. Підривання залізобетонного шляхопроводу рамної конструкції:

а – вигляд збоку; б – поперечний перетин; 1 – заряди для підривання підвалин по косих перетинах; 2 – заряди для підривання стійок; 3 – заряди для підривання прогінної споруди; 4 – напрямки обвалення.

Стійки рамних опор, розміщені з того боку, в який намічається провести руйнування, підриваються у двох перетинах, розміщених угорі та внизу, а стійки з протилежного боку – в одному перетині приблизно на половині висоти. Розміщення зарядів на стійках, що підриваються, повинно сприяти збільшенню перекидального зусилля.

При висоті мостів (шляхопроводів), що перевищує ширину їх проїжджої частини, вказаного вище підриву рамних опор достатньо для полегшення обвалення всієї конструкції без підриву прогінних споруд і без перебивання арматури в стійках.

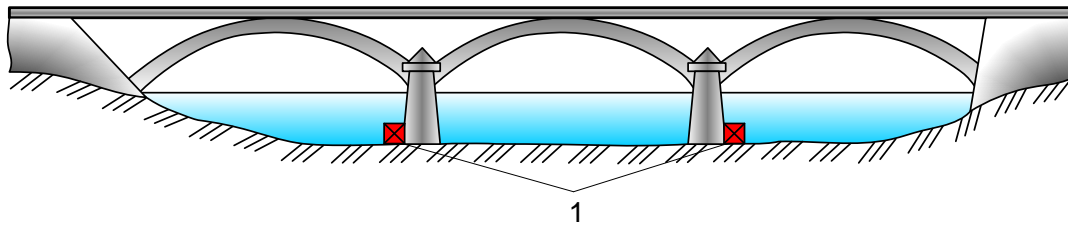
У шляхопроводах з метою забезпечення більш сильної деформації обвалених прогінних споруд, необхідної в деяких випадках для більш ефективного загородження нижньої дороги, доцільно вибивати бетон з ригелів рам і з плити проїжджої частини в одному–двох прогонах по одному перетину у кожному (малюнок 134).

6.4.28. Якщо висота рамного моста (шляхопроводу) рівна чи дещо менша ширини його проїжджої частини, то для обвалювання прогінної споруди в бік від осі з перекиданням набік стійки, розміщені з боку, протилежного напрямку обвалювання, необхідно підривати з частковим перебиванням арматури. Кількість перетинів підривання прогінних споруд і характер їх підривання визначаються згідно з пунктом 6.4.27.

При ширині мостів (шляхопроводів), що значно перевищує їх висоту, вони, як правило, обвалюються по осі шляхом підривання всіх опор і прогінних споруд. При такому способі обвалювання опори підриваються по всій ширині в одному рівні, а підрив прогінних споруд проводиться в кожному прогоні по одному перетину.

Як стійки рамних опор, так і конструкції прогінної споруди підривають шляхом вибивання бетону. Із стійок однієї–двох середніх опор доцільно вибивати бетон у двох перетинах чи підривати ці стійки з частковим перебиванням арматури.

Підривання масивних опор залізобетонних мостів (як обладнаних, так і не обладнаних попередніми зарядними пристроями) проводиться згідно з пунктами 6.4.19–6.4.23 залежно від наміченого обвалювання прогінних споруд.



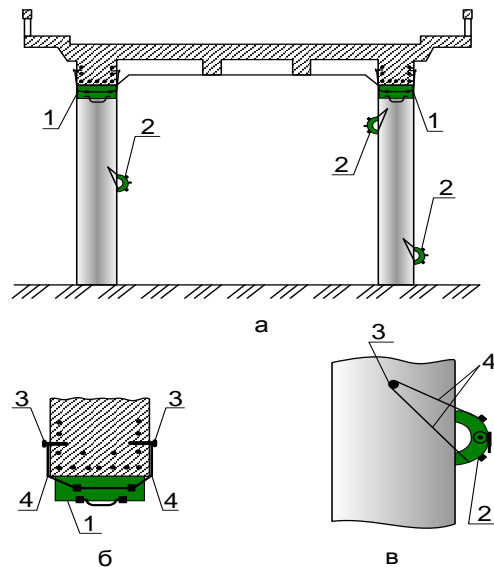
Мал. 135. Підривання низьких опор арок залізобетонних мостів підводними зарядами:
1 – заряд.

6.4.29. Конструкції прогінних споруд залізобетонних мостів і стійки рамних залізобетонних опор у більшості випадків підривають зовнішніми зосередженими чи подовженими зарядами, що розраховуються згідно з пунктами 4.3.2, 4.3.3 у відповідності з наміченим характером підривання.

Підривання балок прогінних споруд мостів і стійок рамних залізобетонних опор товщиною до 1 м доцільно проводити подовженими КЗ типу КЗУ (малюнок 138).

Кріплення зовнішніх зарядів на залізобетонних конструкціях мостів (малюнок 137) проводять за допомогою дощок і в'язального дроту. Для пропуску дроту в плитах проїжджої частини пробивають отвори; для пробивання отворів можуть використовуватися невеликі заряди ВР.

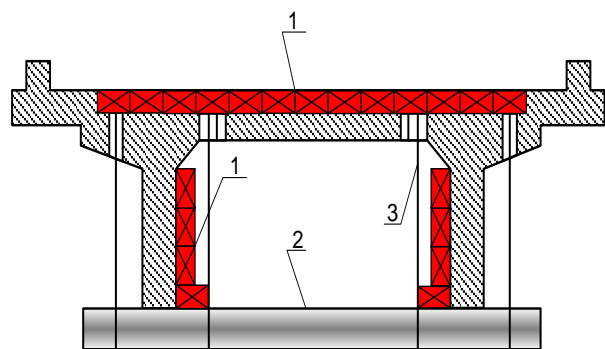
Для кріплення зарядів на залізобетонних конструкціях можна використовувати будівельно-монтажний пістолет. За допомогою пістолета в конструкції забиваються штирі (дюбелі), до яких на в'язальному дроті підвішують заряди (малюнок 136).



Мал. 136. Підривання залізобетонного шляхопроводу подовженими КЗ – КЗУ:

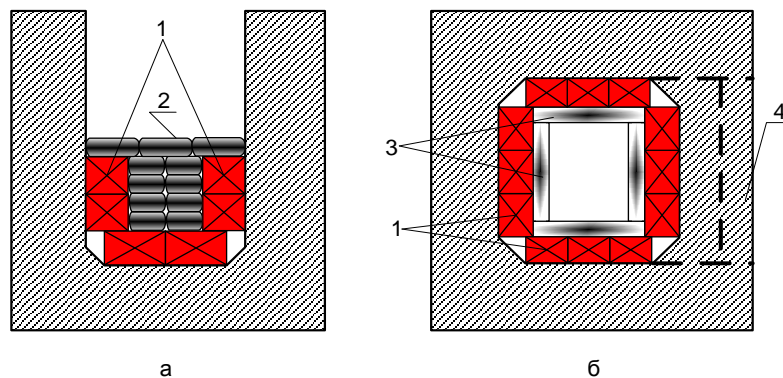
а – розміщення зарядів на стійках і балках; б – кріплення зарядів на балці; в – кріплення заряду на стійці; 1 і 2 – заряди; 3 – штирі (дюбелі), забиті пострілами з будівельно-монтажного пістолета; 4 – дріт.

Мал. 137. Кріплення зовнішніх зарядів на конструкціях залізобетонного моста:
1 – заряди; 2 – дошка; 3 – джгути з дроту.



Під час підривання елементів конструкцій, які мають поперечні перетини коробчатого типу (малюнок 138), заряди доцільно закладати у внутрішні порожнини. Таке розміщення зарядів підвищує ефективність їх дії та значно спрощує їх кріплення до

елементів, що підриваються.



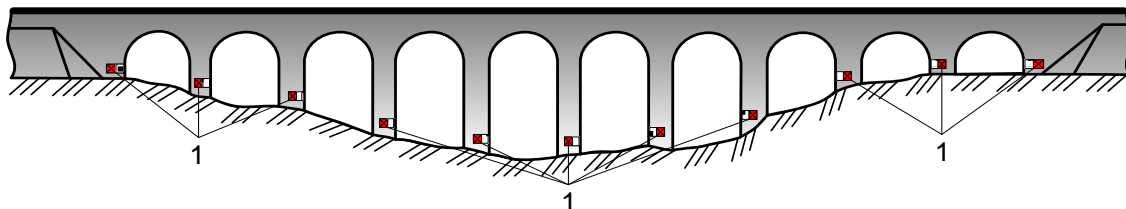
Мал. 138. Розміщення зарядів у залізобетонних конструкціях коробчатих перетинів:
а – заряд у конструкції незамкнутого перетину; б – заряд у конструкції замкнутого перетину; 1 – заряди; 2 – забивка з мішків із ґрунтом; 3 – дощаті розпірки; 4 – лаз.

6.5. Підривання кам'яних і бетонних мостів

6.5.1. Кам'яні і бетонні мости складаються з масивних кам'яних чи бетонних опор і з масивних прогінних споруд, виготовлених із тих самих матеріалів. Ці мости відрізняються невеликими прогонами, що перекриваються крутими арками чи склепіннями, стріла підйому яких досягає одної п'ятої довжини прогону.

Опори кам'яних і бетонних мостів, подібно до опор залізобетонних арок мостів з їздою поверху, як правило, мають невелику висоту, але значну товщину.

У більшості випадків руйнування кам'яних та бетонних мостів проводиться підриванням усіх опор, по всій їх ширині на одному рівні, без підриву арок чи склепінь (малюнок 139). Кам'яні та бетонні арки і склепіння внаслідок появи в них розтягуючих зусиль під час падіння на ґрунт самі розламуються на частини і захаращують отвір моста.

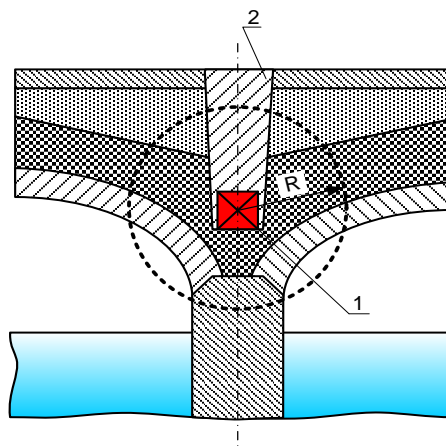


Мал. 139. Підривання кам'яного (бетонного) віадук:

1 – заряди в рукавах.

Підривання опор кам'яних і бетонних мостів проводиться переважно внутрішніми зосередженими зарядами, що закладаються в ніші чи в рукави, що проробляються не менше ніж на половину товщини опор. Кількість зосереджених зарядів, необхідних для підривання опори, визначається її шириною і величиною прийнятого радіуса руйнування згідно з пунктами 6.4.19, 6.4.20.

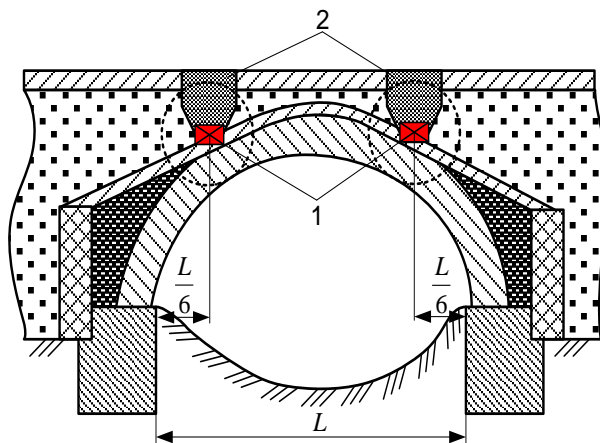
Мал. 140. Підривання опори кам'яного (бетонного) моста зосередженими зарядами в колодязях:
1 – заряд; 2 – колодязь (забитий).



За наявності високої води під кам'яним (бетонним) мостом для підривання його опор, крім підводних зарядів, можуть бути застосовані зосереджені заряди в колодязях, що поробляються по осі кожної опори, що підривається, з проїзної частини моста (малюнок 140). У цьому разі руйнуванню підлягають тільки верхні частини опор, але разом із ними руйнуються і п'яти склепінь, що забезпечує повне руйнування прогінних споруд.

6.5.2. При неможливості руйнування опор кам'яного (бетонного) моста підривають тільки склепіння (арки) прогінних споруд в одному – двох перетинах, що розміщуються над замками чи по боках замків на відстанях, рівних приблизно одній шостій прогону від опор (малюнок 141).

Мал. 141. Підривання склепіння кам'яного (бетонного) моста зосередженими зарядами в колодязях:
1 – заряди; 2 – колодязі (забиті).



Для підриву склепінь (арок) у вказаних перетинах застосовуються переважно зосереджені заряди, що закладаються в колодязях, які влаштовуються у проїзній частині мостів. Колодязі відриваються по верхній поверхні склепіння чи до їх забутування. За радіус руйнування приймається товщина склепіння в перетині підриву, збільшена на товщину шару забутування, залишеного під зарядом (малюнок 140). Колодязі після закладання зарядів забиваються раніше витягненим матеріалом. Розрахунок зарядів проводиться за формулою 22.

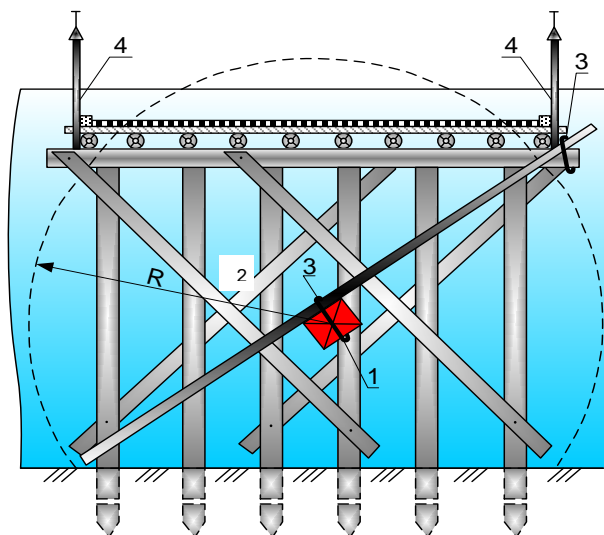
6.6. Підривання підводних і наплавних мостів

6.6.1. Підводні мости розміщуються повністю під водою і влаштовуються так, що поверхня проїзної частини знаходиться не менше ніж на 0,5 м нижче поверхні води, над якою знаходяться тільки покажчики (віхи). За своєю висотою, за величиною прогонів і за типом конструкцій опор і прогінних споруд підводні мости аналогічні низьководним.

Щодо матеріалів підводні мости можуть бути дерев'яними, металевими, залізобетонними (збірними) і змішаними (наприклад, опори металеві чи залізобетонні, а прогінні споруди дерев'яні). Найбільш широко застосовують дерев'яні підводні мости.

Підводні мости можна підривати повністю, по всій їх довжині, чи частково, тільки на найбільш глибоких ділянках річки. Підрив підводних мостів проводиться, як правило, неконтактними підводними зарядами, що занурюються на дно річки і проштовхуються за допомогою жердин приблизно в середину кожної опори, що підривається (малюнок 142).

Розрахунок підводних неконтактних зарядів згідно з пунктами 4.1.6, 4.2.6, 4.3.7 відбувається за умови руйнування крайніх паль (стійок) в опорах. Для дерев'яних паль вважається необхідним їх перебивання, а для залізобетонних – вибивання бетону; у металевих конструкціях необхідно забезпечити сильну деформацію стійок та елементів прогінних споруд, що досягається вибухом зарядів, що розраховуються за формулою 54; якщо дерев'яні прогінні споруди укладені на залізобетонні чи металеві опори, заряди розраховуються на перебивання крайніх прогонів над опорами.

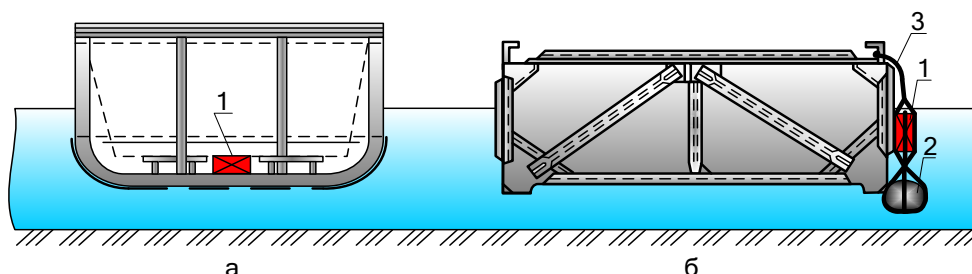


Мал. 142. Підривання підводного дерев'яного моста підводними зарядами:

1 – заряд; 2 – жердина;
3 – в'язальний дріт чи мотузка;
4 – покажчики (віхи).

Під час підривання підводних мостів потрібно підривати усі заряди одночасно за допомогою ЕОМ, що виготовлюються на поверхні і занурюються у воду разом із зарядами.

6.6.2. Наплавні мости і пороми руйнуються підривом плавучих опор (понтонів, барж, плашкоутів), що спричиняє затоплення їх разом із прогінними спорудами.



Мал. 143. Підривання плаваючих опор наплавних мостів:

а – підривання відкритого понтона; б – підривання закритого понтона; 1 – заряд;
2 – вантаж; 3 – мотузка.

Плавучі опори підриваються зовнішніми (накладними) зарядами масою 2–3 кг, що укладаються на дно відкритих понтонів (малюнок 143, а). Закриті понтони підриваються підводними контактними зарядами масою 1,0–1,6 кг, що опускаються на мотузках за борт впритул до стінок понтонів (малюнок 143, б).

Підривання зарядів, закладених як усередині понтонів (на днищах), так і занурених у воду, відбувається одночасно (електричним способом чи за допомогою ДШ).

Підривання пристаней поромних переправ і берегових пристроїв наплавних мостів відбувається так само, як підрив пальових чи ряжевих опор низьководних дерев'яних мостів.

6.7. Підривання тунелів

6.7.1. Підривання тунелів проводиться з метою влаштування в них завалів, які противнику буде необхідно прибрати, щоб відновити рух. Завали влаштовують шляхом обвалення породи зі склепінь і оброблених підтримуючих стінок тунелів, яке досягається їх руйнуванням або підриванням самої породи на викидання в тунель. Вибір того чи іншого способу підриву тунелю визначається характером оточуючої природи.

Якщо тунель проходить у м'якій породі, то для влаштування завалу необхідно підірвати лише склепіння чи верхні частини стінок, і тоді порода під дією власної ваги буде обвалюватися вниз.

Якщо ж тунель проходить у твердій породі, стінки у нього декоративні, що не несуть навантаження, або їх немає, то для улаштування завалу необхідно закладати заряди глибоко в масив породи, викидаючи її в тунель.

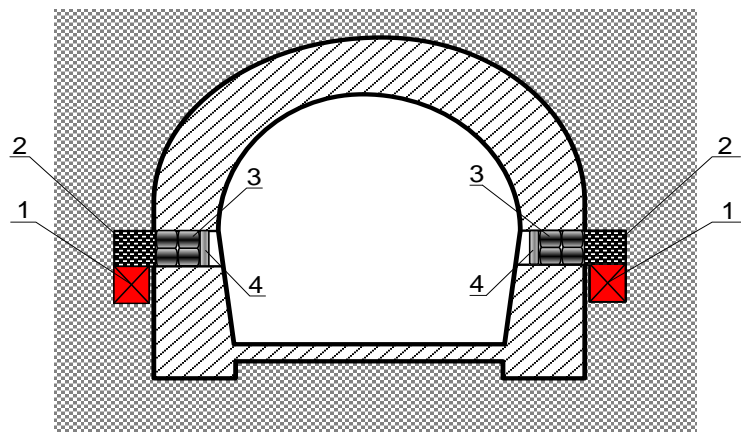
При будь-якому із вказаних способів підривання тунелів обвал породи, що лежить над ним, проводиться на вхідних ділянках, протягом 15–20 м на кожній, і в середній частині, окремими ділянками довжиною по 25–50 м. Найбільш ефективно руйнування середньої частини, де розчищення завалу потребує більше часу.

Кількість ділянок обвалення в середній частині тунелю визначається поставленим завданням (заданим загальним об'ємом завалу), а також наявністю часу, сил і засобів.

6.7.2. Підривання вхідних і середніх ділянок тунелів, що проходять в м'яких породах, проводиться зосередженими зарядами, що закладаються безпосередньо за стінкою дещо нижче п'ят склепіння по обох боках тунелю (малюнок 164).

Мал. 164. Підривання стінок тунелю, що проходить у м'якій породі:

- 1 – заряди в рукавах;
- 2 – забивка з ґрунту;
- 3 – забивка з мішків із ґрунтом;
- 4 – дерев'яні розпирки.



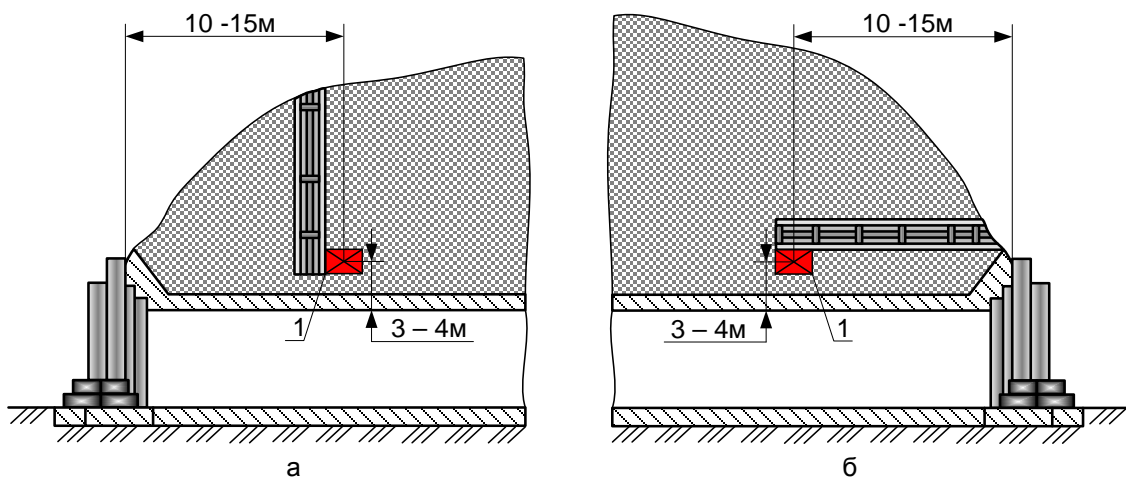
Для розміщення зарядів у стінах влаштовуються рукави з зарядними камерами, що розміщуються уступом убік. По довжині ділянок, що підриваються, рукави розміщуються на відстані 4–6 м один від одного. Розміри рукавів і камер визначаються за розмірами зарядів, які розраховуються за формулою 27 на утворення вирви викидання в матеріалі стінок при показнику дії вибуху $p=3\div 4$. Забивання рукавів обов'язкове і виконується за допомогою мішків із ґрунтом, що закріплюються дерев'яними розпірками.

Пробивання оброблених підтримуючих стінок тунелів у місцях вироблення рукавів

проводиться за допомогою пневматичних відбійних молотків, а також підривами зарядів у шпурах чи послідовними вибухами КЗ. Шпури проробляються за допомогою пневматичних перфораторів чи пробиваються невеликими КЗ. Розміщення і розрахунок шпурових зарядів проводяться згідно з пунктом 5.3.3. При чому глибина шпурів приймається рівною товщині оброблення стінок.

6.7.3. Для підривання входних ділянок тунелів, що проходять у твердих породах, заряди розміщуються над замками склепінь у камерах, пророблених у колодязях (шурфах) чи в галереях (штольнях), пройдених із боку лобових укосів.

При невеликій товщині породи над входними ділянками тунелів улаштовують колодязі з зарядними камерами в донній частині (малюнок 145, а). Якщо ж товщина породи велика, то над входами влаштовуються галереї, з яких уступом вниз проробляються зарядні камери (малюнок 145, б).



Мал. 145. Підривання входних ділянок тунелів, що проходять у твердих породах:
а – розміщення заряду в колодязі; б – те саме в галереї; 1 – заряди.

Зарядні камери в колодязях і галереях влаштовуються на відстані 3–4 м від відкритої поверхні склепіння. Розміри камер визначаються за розмірами зарядів, розрахунок яких проводиться за формулою 27 на утворення вирви викидання в масиві породи, що оточує тунель, при показнику дії вибуху $p=2,0\div 3,0$.

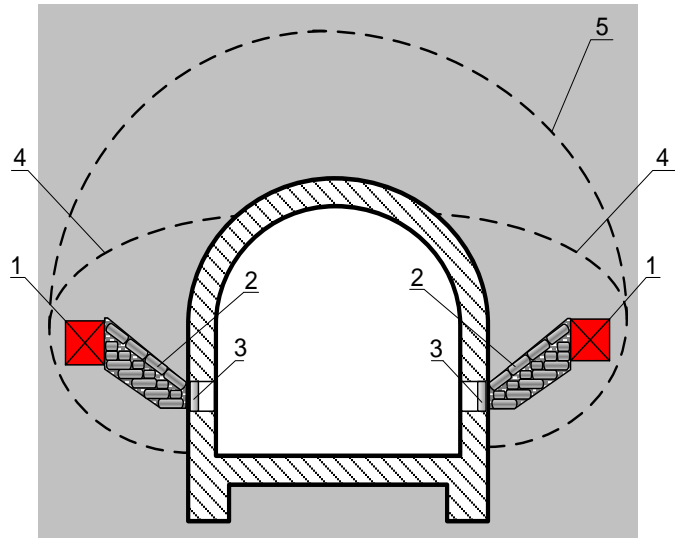
Після закладання зарядів у камери колодязі і галереї забиваються. Забивання проводиться мішками з ґрунтом, дощатими щитами, підпорками з колод тощо.

6.7.4. Для підривання середніх ділянок тунелів, що проходять у твердих породах, заряди закладаються на відстані 2–3 м від поверхні стін у бокових галереях, пророблених усередині тунелів у поперечних напрямках (малюнок 146).

Галереї влаштовуються з обох боків тунелю на відстані 8–10 м одна від одної. Проходження їх доцільно проводити під кутом до горизонту так, щоб вони починалися на висоті приблизно 1,0 м над рівнем підлоги тунелю і закінчувалися зарядними камерами якомога ближче до рівня п'ят склепіння. Визначення розмірів камер, розрахунок, закладання і забивання зарядів проводяться згідно з пунктом 6.7.3.

Мал. 146. Підривання середньої ділянки тунелю, що проходить у твердій породі:

1 – заряди в бокових галереях;
2 – забивання галерей мішками з ґрунтом; 3 – дерев'яні розпірки;
4 – контури виврв; 5 – контур склепіння природної рівноваги після обвалення породи.



Під час підривання зарядів, розміщених нижче п'ят склепіння, в результаті викидання породи в отвір тунелю його прогін значно збільшується, що викликає додатковий обвал породи зі стелі під дією власної маси. Об'єм цієї породи, яка додатково обвалюється, визначається новим положенням склепіння природної рівноваги, що відповідає збільшеному прогону.

6.7.5. Вироблення галерей у стінах тунелів, що проходять у твердих породах, а також вироблення колодязів і галерей у лобових укосах проводиться, як правило, вибуховим способом за допомогою шпурових зарядів згідно з пунктом 5.4.3.

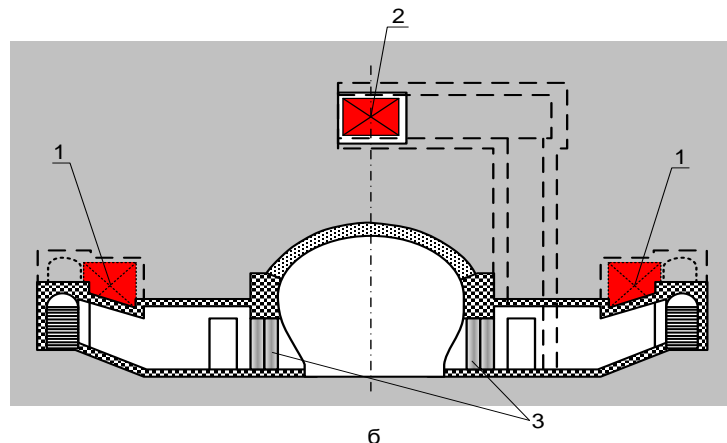
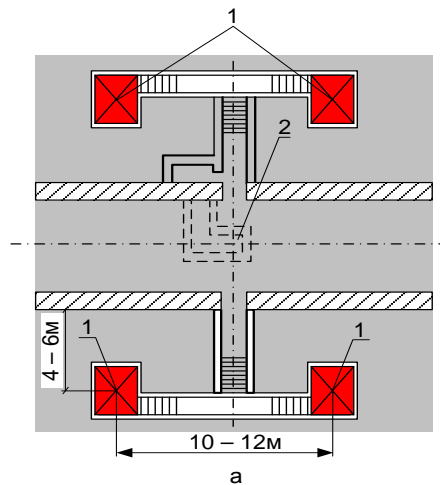
У разі коли проведення підривних робіт під час підготовки тунелю до підриву з тих чи інших причин неможливе, пророблення галерей і колодязів проводиться пневматичними відбійними молотками.

У ряді випадків пристрої для розміщення зарядів створюються при будівництві тунелів. Такі пристрої в тунелях (так само, як і в мостах) називаються попередніми зарядними пристроями. Під час підготовки тунелів до підривання необхідно проводити їх обстеження з метою виявлення вказаних пристроїв.

Створювані під час зведення тунелів попередні зарядні пристрої поділяються на зовнішні та внутрішні. Зовнішні пристрої призначаються для використання при підриванні вхідних ділянок тунелів, і входи в них розміщуються на зовнішній поверхні. Внутрішні пристрої призначаються для використання при підриванні середніх ділянок тунелів, і входи в них розміщуються всередині тунелів.

До зовнішніх завчасних зарядних пристроїв належать колодязі і галереї, що проробляються в лобових укосах тунелів (малюнок 145). В одному укосі може бути зроблено кілька колодязів; галерея робиться одна, але в ній (по довжині) можуть бути влаштовані кілька зарядних камер.

Колодязі та галереї роблять однаково як у м'яких, так і в твердих породах. Стінки їх одягають (якщо це необхідно виходячи з характеру породи) тим самим матеріалом, з якого робиться обробка стін тунелів. Входи в колодязі і галереї закриваються металевими кришками (дверима).



Мал. 147. Бокові галереї з зарядними камерами, що встановлюються в тунелях, які проходять у твердих породах:

а – план; б – поперечний перетин; 1 – бокові зарядні камери; 2 – верхня зарядна камера; 3 – двері, що закривають входи в галереї.

Колодязі та галереї роблять однаково як у м'яких, так і в твердих породах. Стінки їх одягають (якщо це необхідно залежно характеру породи) тим самим матеріалом, з якого робиться обробка тунелів. Входи в колодязі і галереї закриваються металевими кришками (дверима).

Як внутрішні попередні зарядні пристрої у тунелях, що проходять в м'яких породах, роблять рукави із зарядними камерами. Стінки камер одягаються тим самим матеріалом, з якого виготовляється обробка стін тунелів. Входи в рукави закриваються металевими кришками чи закладаються штучним камінням.

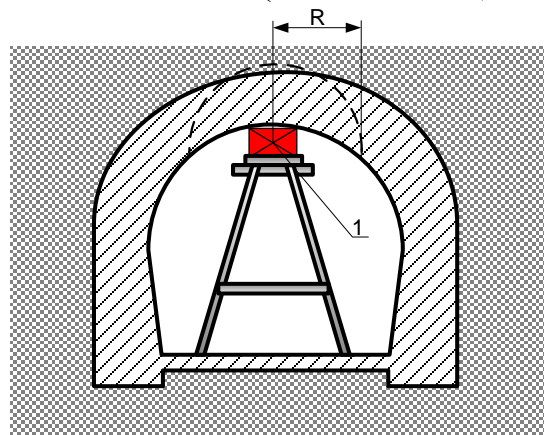
Як внутрішні попередні зарядні пристрої в тунелях, які проходять у твердих породах, роблять бокові (поперечні) галереї з двома зарядними камерами кожна (малюнок 147). Початкові ділянки галерей роблять горизонтальними, підходи до розв'язок галерей і зарядних камер – східчастими.

Галереї і камери одягають (якщо це потрібно) тим самим матеріалом, з якого виконана обробка стін тунелю. Входи в галереї закриваються металевими дверима чи закладаються камінням.

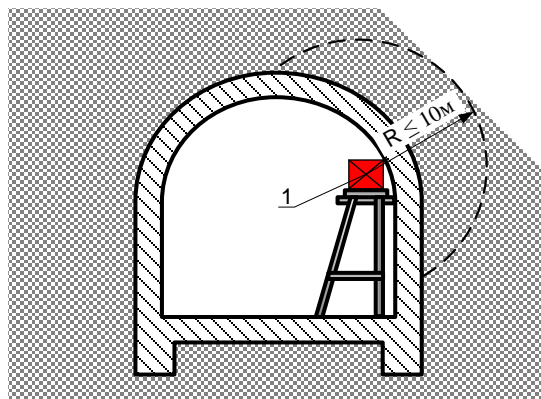
У дуже твердих породах додатково до зарядних камер у бокових галереях улаштовуються ще й верхні зарядні камери над склепінням тунелю, що з'єднується вертикальною шахтою з одною із бокових галерей (малюнок 147, б).

6.7.6. Якщо відсутні попередні зарядні пристрої в тунелі і за браком часу на вироблення зарядних пристроїв у період підготовки його до руйнування можливе застосування зосереджених зарядів, що розміщуються відкрито всередині тунелю,

якомога щільніше до однієї з його стінок чи до склепіння (малюнок 148).



а



б

Мал. 148. Підривання тунелів зосередженими зарядами, відкрито розміщеними біля оброблення стінок:

а – при проходженні тунелю у м'якій породі; б – те саме, у твердій породі; 1 – заряди.

Якщо тунель проходить у м'яких породах, то такі заряди можуть застосовуватися при будь-якій товщині порід над склепінням і за стінками тунелів. У цьому разі заряди повинні розраховуватися на влаштування вирв в обробці стінок, розміри яких повинні забезпечувати достатнє обвалення (висипання) породи в тунель; розрахунок проводиться за формулою 36.

Якщо ж тунель проходить у твердих породах, то застосування відкрито розміщених у ньому зарядів доцільне тільки при товщині порід (за якою-небудь стінкою чи над склепінням тунелю) не більше 10,0 м. У цьому разі кілька зарядів, кожний з яких розраховується на пробивання всієї товщини породи, закладаються в середніх ділянках тунелю; розрахунок проводиться за формулою 22 при $V=9$.

Якщо відсутні попередні зарядні пристрої і неможливо підірвати тунелі, як зазначено вище, проводиться їх загородження шляхом влаштування завалів з каміння, колод, розбитих транспортних засобів тощо.

У залізничних тунелях завали можуть улаштуватися пусканням у них з обох боків локомотивів із вагонами, завантаженими камінням, щебенем, колодами тощо. Перед пуском потягів рельсові шляхи в середині тунелю повинні бути підірвані.

7. Руйнування автомобільних доріг, аеродромів і залізниць

7.1. Руйнування автомобільних доріг і аеродромів

7.1.1. На автомобільних дорогах руйнуються мости і шляхопроводи, земляне полотно і покриття, водопропускні труби і підпірні стінки. З метою загородження гірських доріг можуть улаштуватися завали підриванням надшляхових круч. Приклад організації робіт з підготовки шляхопроводу до руйнування наведено в додатку 11.

На аеродромах руйнуються льотні поля, споруди, які забезпечують постачання паливом і мастильними матеріалами, склади боєприпасів, командні пункти, засоби зв'язку та навігації, споруди та засоби технічного обслуговування і ремонту літаків, казармені та житлові містечка.

7.1.2. Земляне полотно руйнують на ділянках, які не мають об'їздів, а саме: на високих насипах та дамбах, які проходять болотистими місцями, у заглибинах, на підходах до штучних споруд, на перехрестях доріг, на ділянках доріг, які проходять в ущелинах і по крутих косогорах. Руйнування земляного полотна здійснюється шляхом улаштування в ньому вирв і ровів, а також шляхом його скидання.

Вирви і рови в земляному полотні улаштовують підривом одного або декількох зарядів. Маса зарядів з урахуванням різних дорожніх покриттів визначається за формулою 27 при показнику дії вибуху $n=2,0\div 3,0$. Кількість зарядів визначається необхідним обсягом руйнувань та умовами здійснення робіт із пророблення зарядних пристроїв.

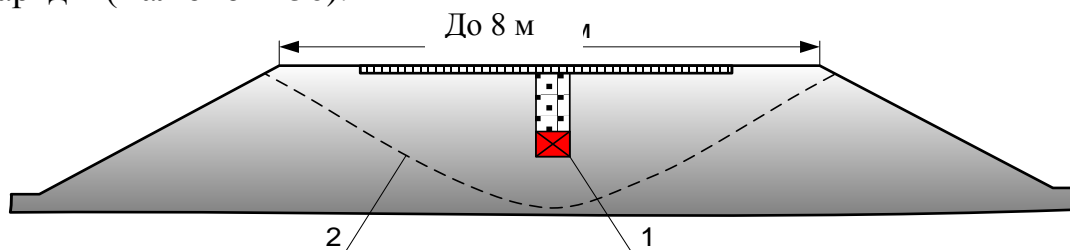
Вирви на дорогах повинні мати діаметр не менше 5–6 м. Під час розрахунку зарядів для їх улаштування на дорогах із твердим покриттям (бетонне, гравійне тощо) величина K у формулі 27 приймається за таблицею 14 для ґрунту земляного полотна і множиться на поправочний коефіцієнт, який залежить від відношення товщини покриття z до лінії найменшого опору h і від показника дії вибуху n (таблиця 20).

Таблиця 20

Значення поправочного коефіцієнта

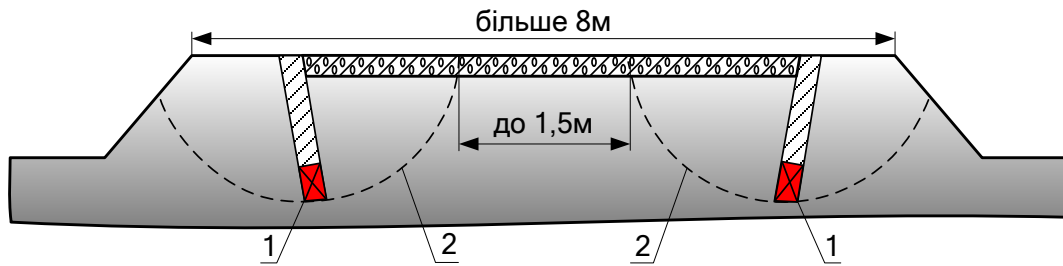
$n \backslash z/h$	0,50	0,40	0,30	0,20	0,10
1,5	2,8	2,6	2,3	2,0	1,5
2,0	2,5	2,3	2,0	1,7	1,4
2,5	2,3	2,1	1,9	1,6	1,3
3,0	2,1	1,9	1,7	1,5	1,2
3,5	2,0	1,8	1,6	1,4	1,1

7.1.3. При ширині земляного полотна до 8,0 м вирва в ньому може бути утворена підривом одного заряду, розташованого по осі дороги (малюнок 149). При ширині полотна більше 8 м руйнування його здійснюється підриванням двох або більшої кількості зарядів (малюнок 150).



Мал. 149. Підривання земляного полотна дороги шириною до 8 м:
1 – заряд; 2 – контур очікуваної вирви.

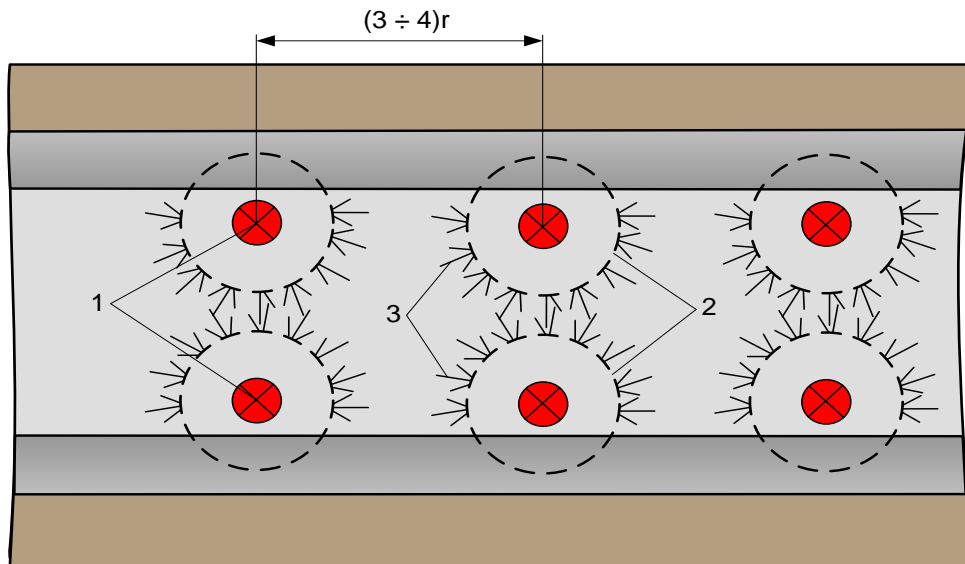
Більше 8 м



Мал. 150. Підривання земляного полотна дороги шириною більше 8 м:
1 – заряди; 2 – контури очікуваних вирв.

Відстані між зарядами приймаються такими, щоб після їх вибуху між вирвами залишались перемички шириною не більше 1,5 м. Відстані від центрів зарядів до поверхні укосів насипу повинні бути більшими лінії найменшого опору h .

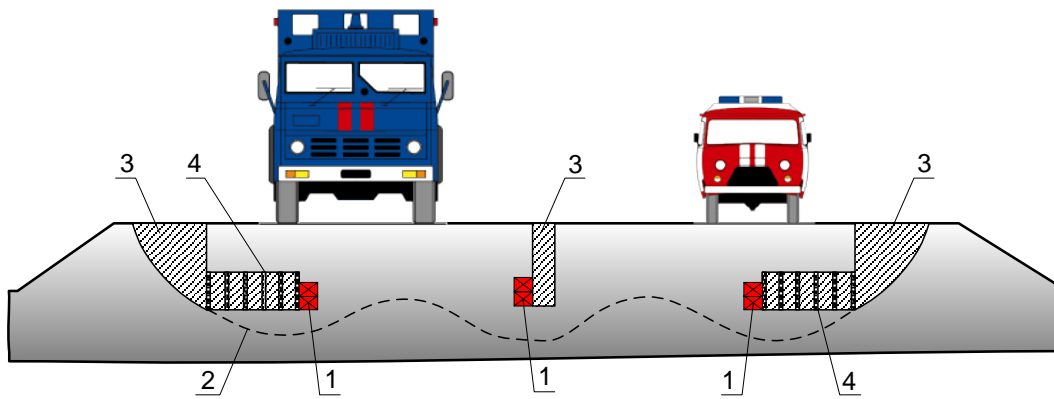
Для руйнування ділянки насипу, у залежності від її ширини, заряди розташовуються в один ряд по осі дороги або в два ряди по узбіччях. Відстані між зарядами в рядах приймаються рівними трьом–чотирьом радіусам вирв. При таких відстанях утворюються перемички між вирвами (малюнок 151), що створює додаткові труднощі для відновлення руху по зруйнованій ділянці.



Мал. 151. Розміщення зарядів для підривання ділянки дорожнього насипу:
1 – заряди; 2 – контури очікуваних вирв; 3 – тріщини у твердому покритті.

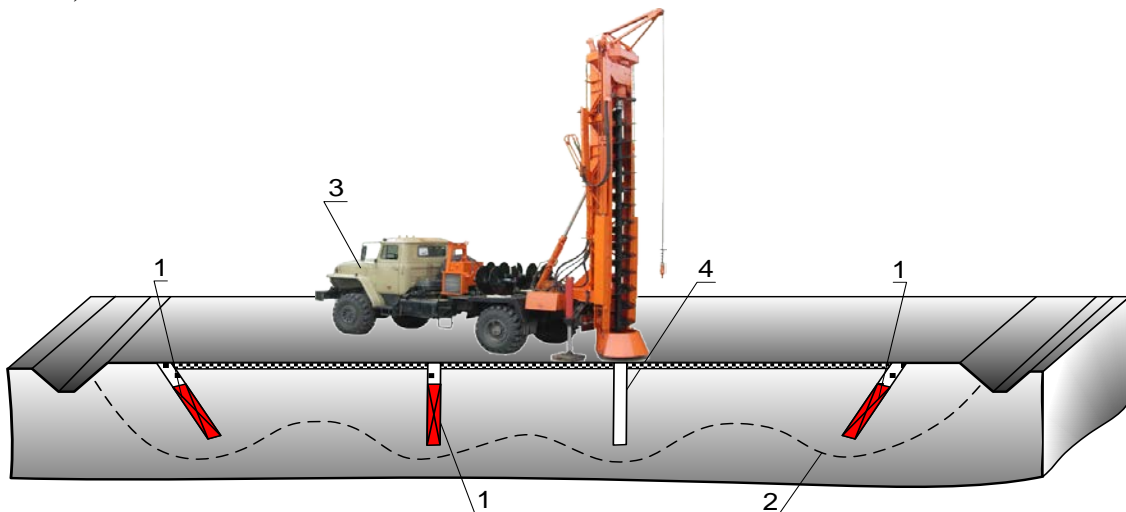
Руйнування перехрестя доріг без зупинки руху по ньому під час виконання підготовчих робіт здійснюється вибухом двох або чотирьох зарядів, розташованих у вузлах перетину.

7.1.4. Закладання зарядів у земляне полотно за відсутності інтенсивного руху по дорозі може бути здійснене з відриванням колодязів (шурфів) безпосередньо в проїзній частині (малюнок 149). Якщо завчасне відривання колодязів у проїзній частині дороги неможливе, то для закладання зарядів з узбіч або з укосів насипів (малюнок 152) відриваються похилі або горизонтальні галереї (штольні).



Мал. 152. Закладання зарядів для підривання земляного полотна дороги в горизонтальній галереї: 1 – заряди; 2 – контури очікуваних вирв; 3 – забивка; 4 – кріплення галерей.

З метою прискорення робіт із закладання зарядів замість колодязів і галерей за допомогою бурильних машин улаштовуються вертикальні та похилі свердловини (малюнок 153).

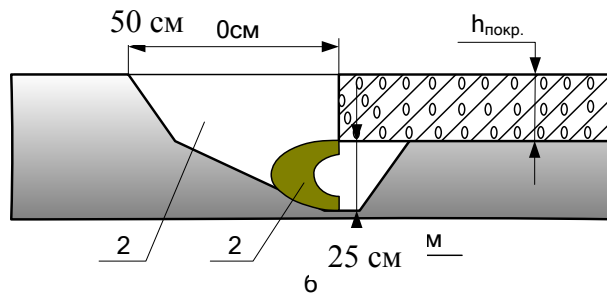
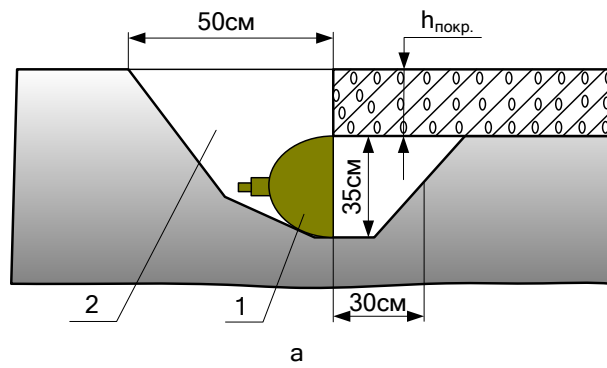


Мал. 153. Закладання зарядів для підривання земляного полотна дороги в похилі свердловини: 1 – заряди; 2 – контур очікуваного рову; 3 – бурильна машина; 4 – свердловина.

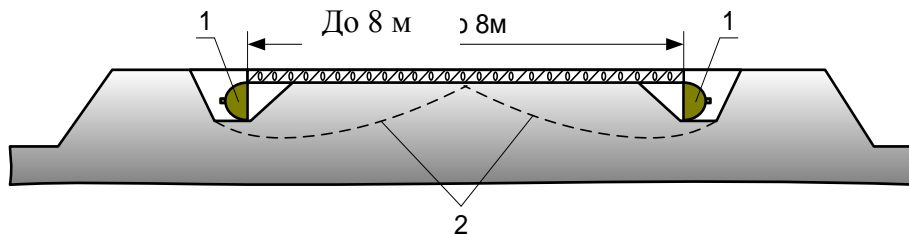
Для пробивання покриттів доріг і утворення свердловин у ґрунті земляного полотна можуть застосовуватися КЗ (малюнки 154–156). Після підривання цих зарядів здійснюється розчищення пробоїн у покритті й заглиблення свердловин у ґрунті до потрібних розмірів (за допомогою бурильних машин або вручну).

З метою зручності та безпеки робіт при завчасному закладанні зарядів у земляне полотно підривання їх доцільно здійснювати безкапсульним способом (згідно з пунктами 3.2.6 та 5.3.6).

Підривні мережі, які призначаються для одночасного підривання декількох завчасно закладених зарядів, можуть бути вкладені у металеві труби. Коли завчасне укладання підривних мереж у трубах ускладнюється, для підривання зарядів застосовуються зовнішні мережі, які прокладаються на поверхні покриття безпосередньо перед здійсненням підривання.

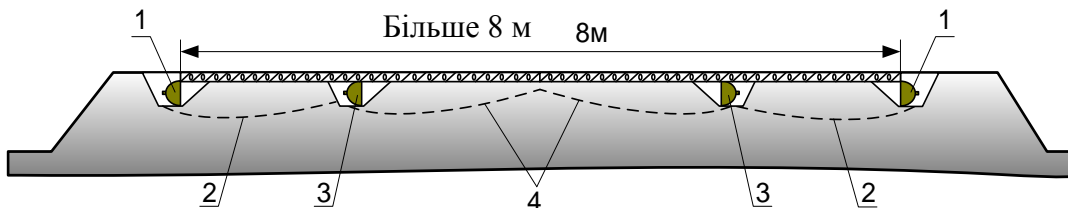


Мал. 154. Встановлення КЗ у
 приямки:
 а – заряду КЗ-2; б – заряду КЗУ;
 1 – заряд; 2 – приямок.



Мал. 155. Руйнування КЗ покриття доріг шириною до 8 м:
 1 – КЗ у приямках; 2 – межі очікуваних зон руйнування.

При ширині покриття більше 8 м КЗ підриваються з обох сторін проїзної частини дороги у два етапи. Приямки для розташування зарядів другого етапу відриваються у зонах руйнування, які утворені підриванням зарядів першої черги (малюнок 156).



Мал. 156. Руйнування КЗ покриття доріг шириною більше 8 м:

1 – КЗ у приямках (підриваються в першу чергу); 2 – межі очікуваних зон руйнування від підриву першої пари зарядів; 3 – КЗ у приямках (підриваються у другу чергу); 4 – межі очікуваних зон руйнування від підриву другої пари зарядів.

Характеристики КЗ наведені в додатку 2.

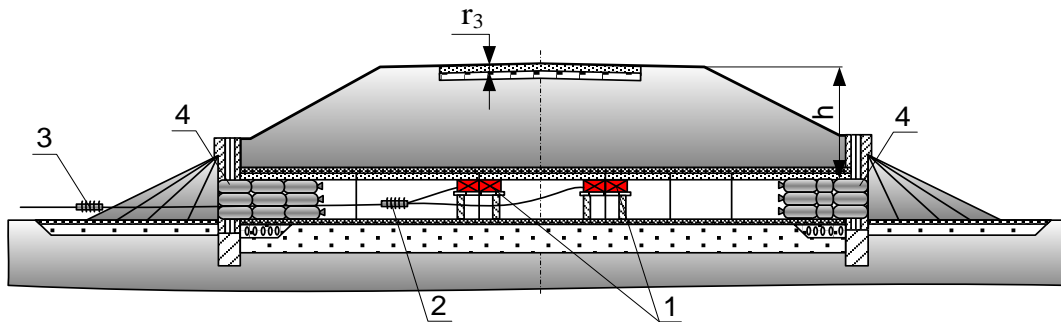
7.2. Підривання водопропускних труб

7.2.1. Ефективне руйнування земляного полотна може бути досягнуто при підриванні водопропускних труб, які у більшості випадків розташовуються на важкообхідних ділянках доріг.

Заряди для підривання труб можуть закладатися під склепіннями всередині труб або над склепіннями у земляному полотні.

Підривання труб, які мають отвір до 2 м², при відсутності необхідності інтенсивного пропуску води і за наявності достатньої кількості часу на підготовку,

здійснюється одним або декількома зосередженими зарядами, що закладаються всередині впритул до замка склепіння. При цьому кінці труб на ділянках довжиною 1–2 м забиваються мішками з ґрунтом (малюнок 157).



Мал. 157 Підривання зосередженими зарядами водопропускної труби отвором до 2 м^2 із забивкою кінців:

1 – заряди; 2 – відрізки ДШ з КД; 3 – ЗТП; 4 – мішки з ґрунтом.

Маса заряду визначається за формулою 27 з умови утворення вирви заданих розмірів. При цьому K приймається за таблицею 16 для ґрунту земляного полотна із збільшенням у півтора рази.

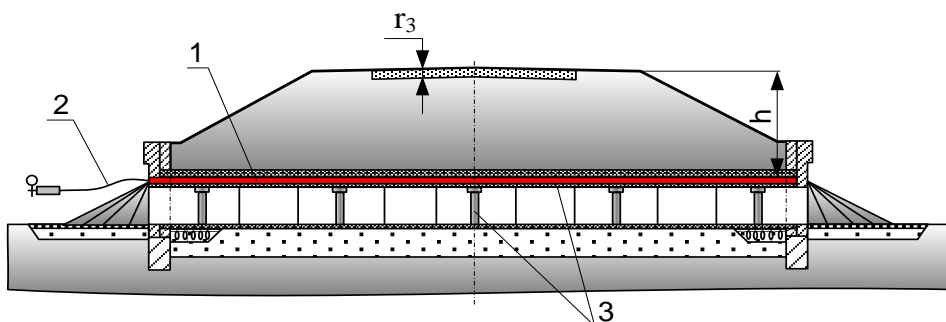
За умови інтенсивного пропускання води і при обмеженому часі на виконання підготовчих робіт забивання труб мішками з ґрунтом не здійснюється. У цьому разі маса заряду, що вираховується за формулою 27, збільшується удвічі.

Маса одного або сумарна маса декількох зосереджених зарядів, які закладаються всередину труби з метою її руйнування, за наявності забивки у кінцях, повинна задовольняти умову

$$C \geq 2V, \quad (57)$$

де C – маса заряду (зарядів) у кілограмах;
 V – внутрішній об'єм труби у кубічних метрах.

7.2.2. В умовах інтенсивного пропускання води і браку часу на виконання підготовчих робіт труби, які мають отвір до 2 м^2 , можна підривати також подовженими зарядами, які укладаються всередині труб, упритул до замків склепінь по всій довжині (малюнок 158). Розрахунок подовжених зарядів здійснюється за формулою 28 при показнику дії вибуху $n=2,0 \div 3,0$. При цьому величина K визначається так само, як під час розрахунку зосереджених зарядів.



Мал. 158. Підривання подовженим зарядом водопропускної труби отвором до 2 м^2 :

1 – заряд; 2 – ЗТП; 3 – підмостки для заряду.

Приклад. Визначити масу зосереджених зарядів, необхідних для утворення рову шириною 8 м у земляному полотні дороги з бетонним покриттям.

Ширина земляного полотна зверху дорівнює 12 м; ґрунт – суглинок, товщина бетонного покриття $z_3 = 0,25 \text{ м}$. Заряди закладаються у водопропускну трубу довжиною

18 м, зроблену з залізобетонних кілець діаметром 1,5 м і товщиною $z_1=0,10$ м. Мінімальна товщина шару ґрунту між трубою і дорожнім покриттям $z_2=1,65$ м.

У період з початку підготовчих робіт до отримання наказу на здійснення підриву може виникнути необхідність інтенсивного пропуску води через трубу.

Руйнування полотна дороги відповідно до пункту 7.1.2 здійснюється двома зосередженими зарядами без забивання труби.

Розрахункова лінія найменшого опору h при висоті заряду H_3 дорівнює приблизно 0,3 м і при розташуванні його впритул до склепіння труби становитиме

$$h = \frac{H_3}{2} + z_1 + z_2 + z_3 = \frac{0,3}{2} + 0,1 + 1,65 + 0,25 = 2,15 \text{ м.}$$

Радіус вирви дорівнює

$$r = \frac{8}{2} = 4 \text{ м.}$$

Показник дії вибуху

$$n = \frac{r}{h} = \frac{4}{2,15} = 1,86.$$

Маса заряду визначається за формулою 27

$$C = K_{\text{розр}} \cdot M \cdot h_0^3.$$

Відповідно до пункту 7.2.1. і таблиці 14

$$K_{\text{розр}} = 1,5 \cdot K = 1,08 \cdot 1,5 = 1,62.$$

За таблицею 15 для $n=1,86$, $M=4,12$.

Маса одного заряду буде дорівнювати

$$C_1 = 1,62 \cdot 4,12 \cdot 2,15^3 = 66 \text{ кг.}$$

Загальна маса двох зарядів становитиме

$$C = 66 \cdot 2 = 132 \text{ кг.}$$

Подвоєна внутрішня маса труби дорівнює

$$2V = 2 \cdot \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{4} \cdot 18 = 64 \text{ м}^3,$$

що менше 132; таким чином, умова 57 виконується.

За відсутності забивки кінців труб маса кожного заряду повинна бути збільшена удвічі. Відповідно загальна маса обох зарядів у даному випадку становитиме

$$C = 132 \cdot 2 = 264 \text{ кг.}$$

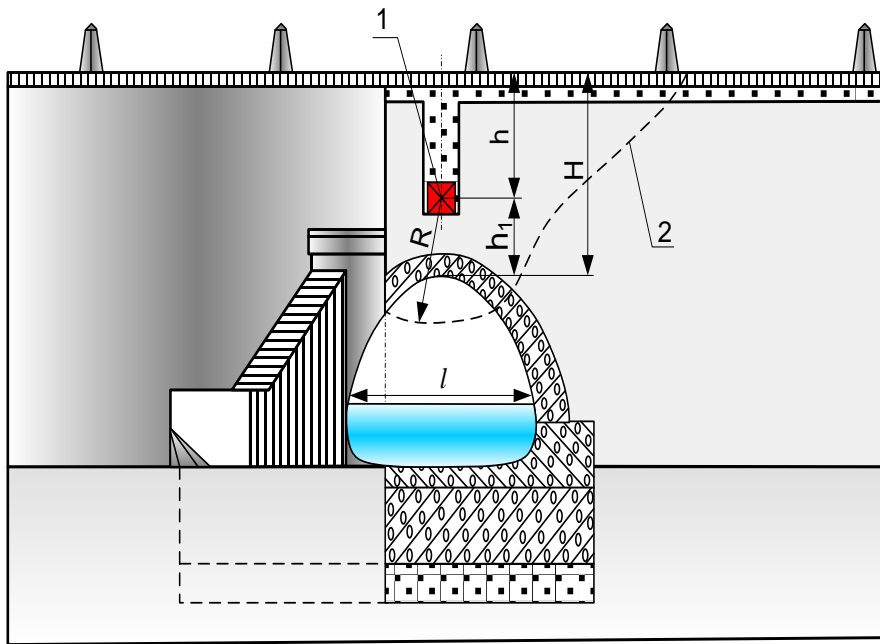
Відстань між зарядами по довжині труби відповідно до пункту 7.1.2 повинна дорівнювати радіусу вирви, тобто

$$l = r = 4 \text{ м.}$$

7.2.3. Заряди для підриву труб, які мають отвір 2 м² і більше, при товщині шару ґрунту над склепіннями більше 1,5 м закладаються в земляному полотні, у колодязях і галереях, відритих збоку узбіч, або у свердловинах, як це передбачено пунктом 7.1.4. Кількість зарядів приймається за пунктом 7.1.3, маса кожного заряду визначається за пунктом 7.1.2 залежно від заданого радіусу вирви (малюнок 159). З метою забезпечення необхідного руйнування склепіння труби відстань h_1 від його відкритої (внутрішньої) поверхні до центру заряду повинна задовольняти умову

$$h_1 = 0,4H, \quad (58)$$

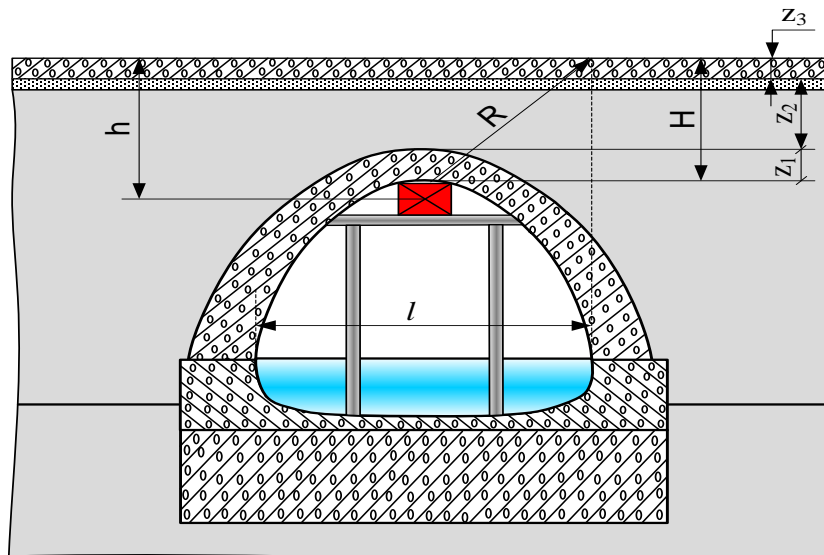
де H – відстань від внутрішньої поверхні склепіння труби до зовнішньої поверхні проїзної частини дороги.



Мал. 159. Підривання водопропускної труби отвором більше 2 м² зосередженими зарядами у колодязях над склепіннями:

1 – заряд; 2 – контур очікуваного рову.

7.2.4. При товщині шару ґрунту над склепіннями до 1,5 м заряди (зосереджені або подовжені) закладаються не в земляному полотні, а всередині труб упруго до замків склепіння (малюнок 160).



Мал. 160. Підривання водопропускної труби отвором більше 2 м² зарядами, що розміщені під склепінням:

1 – заряд; 2 – підмостки для заряду.

Маса зарядів визначається за формулою 22 або 23; величина коефіцієнта A приймається з таблиці 12 у залежності від матеріалу труби; коефіцієнт B приймається для зовнішнього заряду; розрахунковий радіус руйнування R визначається за формулою

$$R = \sqrt{H^2 + \frac{l^2}{4}}, \quad (59)$$

де H – відстань від внутрішньої поверхні склепіння труби до зовнішньої поверхні проїзної частини дороги;

l – прогін труби.

Відстань між зосередженими зарядами вздовж труби приймається рівною полуторній величині розрахункового радіусу руйнування.

Приклад. Визначити масу і кількість зосереджених зарядів, необхідних для руйнування бетонної водопропускної труби отвором 4 м^2 (малюнок 159), з метою утворення рову шириною 6 м на дорозі з бетонним покриттям.

Ширина земляного полотна дороги зверху дорівнює 12 м ; товщина бетонного дорожнього покриття $z_3=0,25 \text{ м}$; відстань від внутрішньої поверхні склепіння труби до зовнішньої поверхні дорожнього покриття $H=2,5 \text{ м}$; ґрунт земляного полотна – суглинок.

З огляду на те, що товщина шару ґрунту над склепінням труби більша ніж $1,5 \text{ м}$, приймаємо заряди, які закладаються в земляне полотно.

Відстань від внутрішньої поверхні труби до центру заряду відповідно до умови 58 приймається рівною

$$h_1=0,4H=0,4\cdot 2,5=1,0 \text{ м.}$$

Розрахункова лінія найменшого опору (глибина закладання заряду) дорівнює

$$h=H-h_1=2,5-1,0=1,5 \text{ м.}$$

Радіус вирви становитиме

$$r=\frac{6}{2}=3 \text{ м.}$$

Показник дії вибуху буде мати величину

$$n=\frac{r}{h}=\frac{3}{1,5}=2,0.$$

Враховуючи, що дорога має бетонне покриття товщиною $z=0,25 \text{ м}$, за таблицею 20 знаходимо поправочний коефіцієнт, який при $\frac{z}{h}=\frac{0,25}{1,5}=0,17$ і $n=2$ приблизно дорівнює $1,5$.

За таблицею 16 для суглинку $K=1,08$, а за таблицею 24 при $n=2$ $M=5,17$.

Маса одного заряду визначається за формулою 27

$$C=1,5\cdot 1,08\cdot 5,17\cdot 1,5^3=30 \text{ кг.}$$

Відстані між зарядами вздовж труби згідно з пунктом 7.1.3 дорівнюють радіусу вирви

$$l=r=3 \text{ м.}$$

Кількість зарядів, необхідних для руйнування земляного полотна дороги по всій ширині, буде дорівнювати

$$m=\frac{12}{3}-1=3.$$

Кожний із трьох зарядів може зруйнувати бетонне склепіння труби у радіусі R , який визначається за формулою 22 й таблицями 10 і 11

$$R=\sqrt[3]{\frac{C}{AB}}=\sqrt[3]{\frac{30}{1,5\cdot 1,15}}=2,6 \text{ м.}$$

Величина радіусу руйнування R значно перевищує відстань h_1 від центру заряду до відкритої поверхні склепіння труби, що гарантує повне його руйнування.

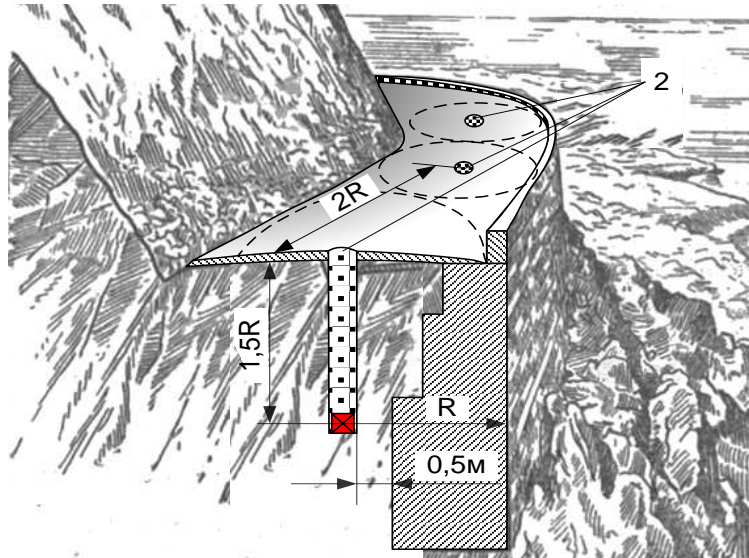
7.3. Підривання підпірних стінок

7.3.1. Руйнування земляного полотна на ділянках доріг, які мають підпірні стінки, досягається підривом стінок зосередженими зарядами, які розташовуються на відстані

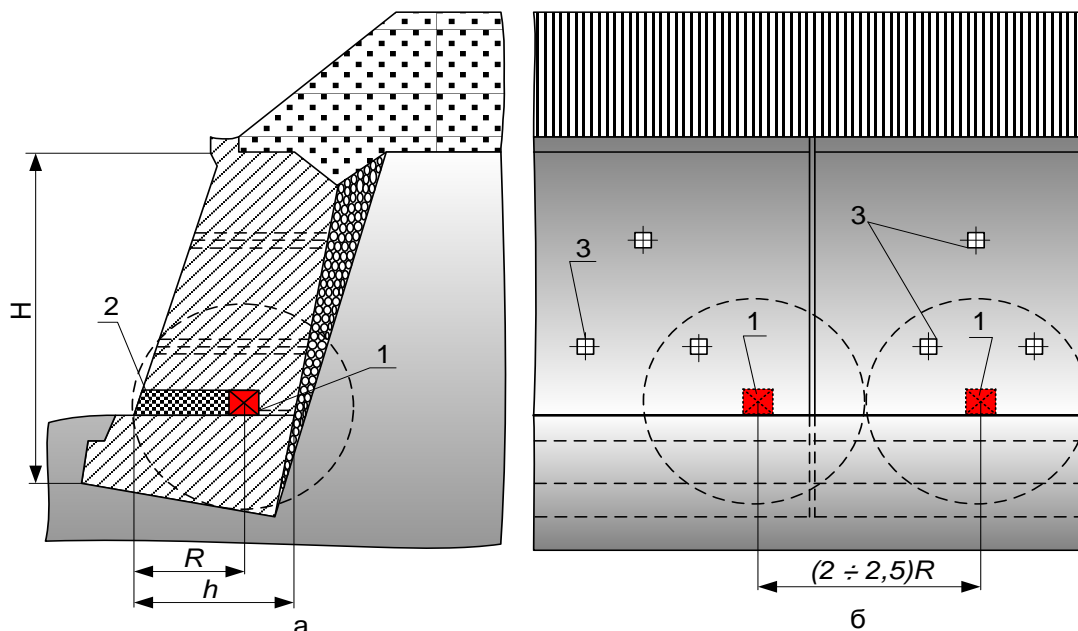
0,5 м від їх тильної поверхні та на глибині не менше півтора радіуса руйнування ($1,5 R$).

Заряди закладаються в колодязях або свердловинах; з метою отримання суцільного обвалу ділянки стінки відстані між зарядами не повинні перевищувати подвійну величину радіуса руйнування (малюнок 161). Маса заряду визначається за формулою 22; коефіцієнт A приймається з огляду на матеріал стінки (таблиця 10).

7.3.2. Підривання підпірної стінки може бути здійснене також зосередженими зарядами, які закладаються в рукавах, пророблених у стінці на дві третини її товщини (малюнок 162). Для закладання зарядів можуть бути використані також існуючі у підпірних стінках водопропускні отвори.



Мал. 161. Підривання підпірної стінки зарядами, закладеними в земляному полотні: 1 – заряд; 2 – колодязі.



Мал. 162. Підривання підпірної стінки зарядами в рукавах: а – поперечний перетин; б – вигляд збоку; 1 – заряди; 2 – забивка; 3 – отвори для стікання води.

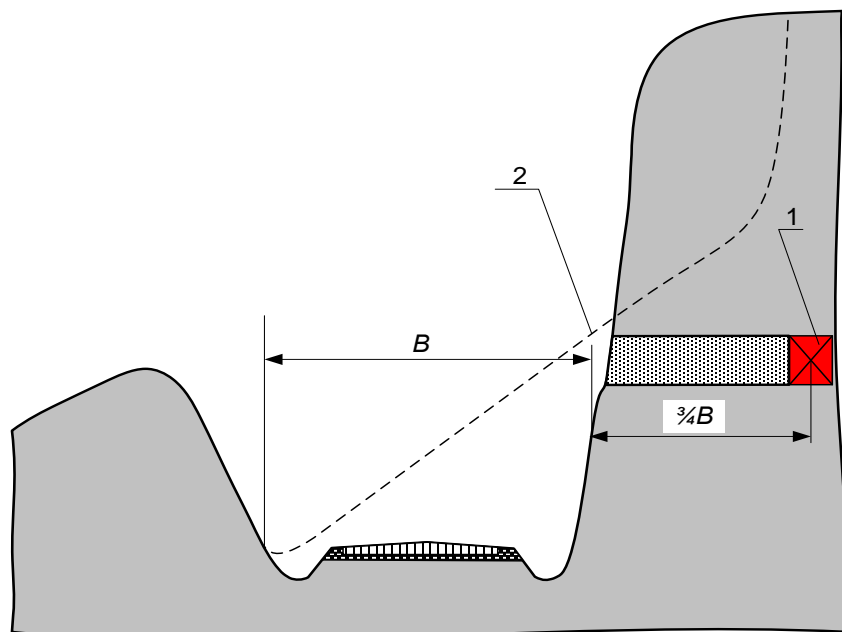
7.4. Улаштування завалів і скидів на гірських дорогах

Завали на гірських дорогах улаштовуються методом камерних зарядів (згідно з пунктом 5.4.6); лінія найменшого опору приймається рівною приблизно трьом четвертим

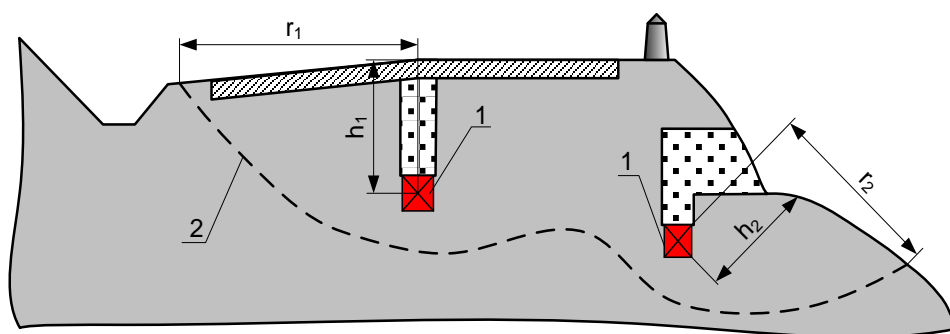
ширини виїмки під час одностороннього обвалу (малюнок 163). Розрахунок зарядів здійснюється за формулою 27 при показнику дії вибуху $n=0,75\div 1,25$. Відстані між зарядами по довжині дороги приймаються рівними полуторній величині розрахункової лінії найменшого опору.

Скидання земляного полотна гірської дороги здійснюється підірванням групи зосереджених зарядів з утворенням глибокої вирви на ділянці довжиною не менше 25–30 м.

Під час завчасної підготовки полотна до скидання заряди доцільно закладати у галереях, пройдених з боку укосу і розташованих в один або два яруси (малюнок 164). Розрахунок зарядів, необхідних для отримання вирв заданими радіусами r_1 і r_2 , проводиться за формулою 27 при показнику дії вибуху $n=1,5\div 2,0$.



Мал. 163. Улаштування завалу на гірській дорозі шляхом обрушення круч:
1 – заряд; 2 – контур очікуваного завалу; B – розрахункова ширина виїмки.



Мал. 164. Скидання земляного полотна гірської дороги:
1 – заряди; 2 – контур обвалення, що передбачається.

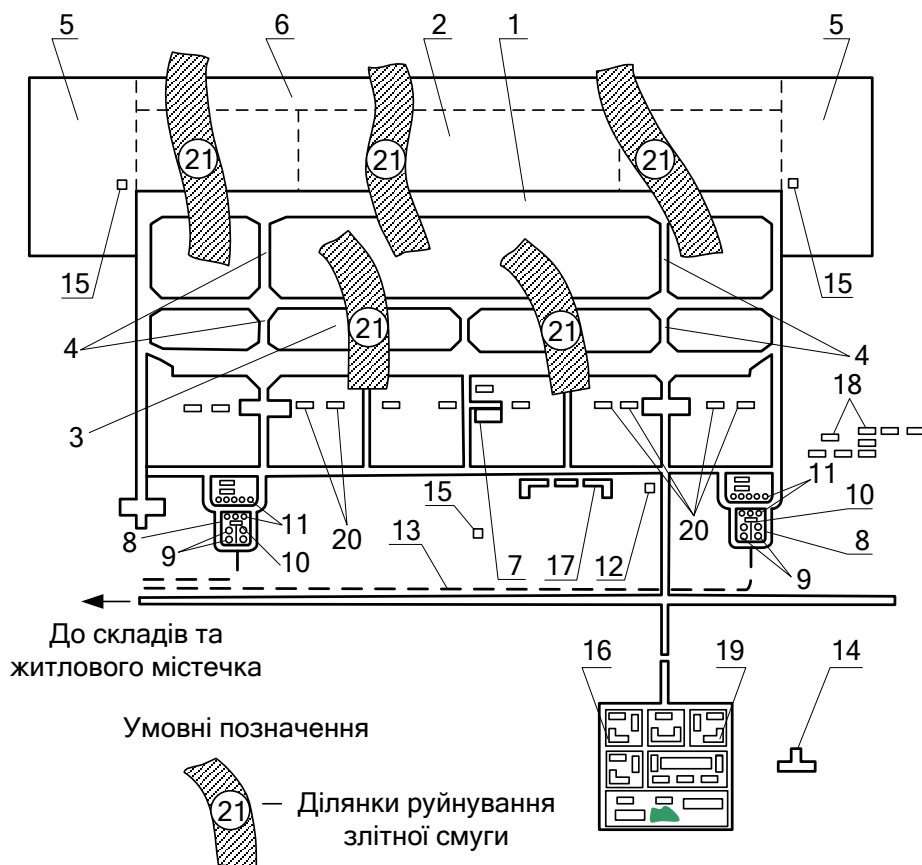
Заряди різних ярусів розташовуються таким чином, щоб вирви, які утворюються після їх вибуху, перетинались біля бровки укосу. Відстані між зарядами вздовж дороги повинні бути не менше $1,5 r_1$ і відповідно не менше $2 r_2$.

Якщо по гірській дорозі немає інтенсивного руху, то заряди для скидання земляного полотна можуть закладатися в колодязях, які відкопуються з проїзної частини.

7.5. Руйнування льотних полів аеродромів

7.5.1. Основними об'єктами руйнування льотних полів (малюнок 165) є злітно-

посадочні смуги зі штучними покриттями, місця стоянок літаків і доріжки для рулювання.



Мал. 165. Схема розміщення об'єктів руйнування на аеродромі:

1 – злітно-посадкова смуга; 2 – ґрунтова частина льотного поля; 3 – місця стоянок літаків; 4 – рульові доріжки; 5 – кінцеві смуги безпеки; 6 – бокові смуги безпеки; 7 – командно-диспетчерський пункт; 8 – розхідний склад ПММ; 9 – резервуари з паливом; 10 – насосна станція; 11 – зливні стояки; 12 – склад мастила; 13 – паливопровід; 14 – електростанція; 15 – трансформаторна станція; 16 – вузол зв'язку; 17 – група споруд технічного обслуговування; 18 – група споруд аеродромно-експлуатаційного обслуговування; 19 – казармене містечко; 20 – сховища; 21 – ділянки зруйнованого льотного поля.

На злітно-посадкових смугах із штучним покриттям для приведення їх у непридатний для польотів стан необхідно улаштувати від 5 до 10 вирв на 300–400 погонних метрів смуги. Вирви діаметром 5–6 м і глибиною 1,5–2 м повинні розташовуватися по всій ширині смуги.

На ґрунтових ділянках льотних полів необхідна кількість вирв визначається з розрахунку одна-дві вирви на гектар площі.

Ґрунтові ділянки можуть бути також приведені у непридатний стан відриванням на них канав і борозен за допомогою різних землерийних машин.

Як заряди для влаштування вирв використовуються не тільки ВР і стандартні заряди, але й фугасні (осколочно-фугасні) авіабомби. Розрахунок зарядів здійснюється за формулою 27 при показнику дії вибуху $n=2,0\div 3,0$.

Облаштування колодязів або свердловин для закладання зарядів у ґрунт повинне здійснюватися з використанням бурових машин і бурового інструменту. Для утворення свердловин можуть застосовуватися КЗ (додаток 2).

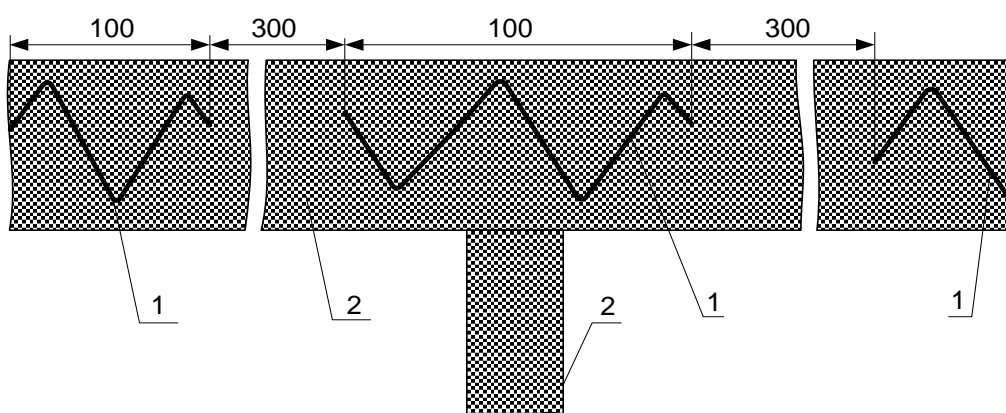
З метою скорочення робіт з улаштування колодязів і свердловин необхідно максимально використовувати наявні на льотному полі водозбірні і оглядові колодязі та дренажні труби. Заряди, які закладаються у колодязі та труби, за наявності забивки

розраховуються за формулою 27; за відсутності забивки маса зарядів збільшується удвічі.

За відсутності часу на закладання зарядів у ґрунт і при наявності достатньої кількості ВР або фугасних авіабомб улаштування вирв на льотному полі може здійснюватися вибухами зовнішніх (накладних) зарядів, які розраховуються за формулою 36.

7.5.2. Руйнування бетонних і залізобетонних покриттів злітно-посадкових смуг, місць стоянок літаків і рульових доріжок може бути досягнуте вибухом зосереджених зовнішніх зарядів масою 10–15 кг, які закладаються на стиках окремих плит.

7.5.3. Підривання металевих покриттів злітно-посадкових смуг, місць стоянок літаків і руліжних доріжок здійснюється подовженими зовнішніми зарядами масою 1–2 кг на погонний метр. Заряди викладаються зигзагоподібно на окремих ділянках покриттів довжиною по 100–150 м (малюнок 166).



Мал. 166. Підривання металевого покриття подовженими зовнішніми зарядами:
1 – заряди; 2 – металеве покриття.

З метою найбільшого ускладнення робіт із відновлення аеродромів противника разом із руйнуванням льотних полів і розташованих на них споруд доцільно здійснювати також їх мінування інженерними мінами (ПТМ, ПВП тощо).

7.6. Руйнування аеродромних споруд

7.6.1. За наявності часу, сил та засобів на аеродромах руйнуються такі об'єкти:

командні й командно-диспетчерські пункти;

склади боєприпасів;

споруди, що забезпечують постачання паливом і мастильними матеріалами (резервуари, розвідна мережа, насосні станції, зливні стояки тощо);

електростанції і трансформаторні підстанції (згідно з пунктами 7.9.1–7.9.5);

основні стаціонарні засоби посадки літаків (диспетчерські радіолокатори, радіопеленгатори, радіомаяки тощо);

під'їзні залізничні шляхи;

автомобільні під'їзні і внутрішні дороги (згідно з пунктами 7.1.2–7.4);

споруди технічного і аеродромно-експлуатаційного обслуговування, авіаремонтні заводи, казармені та жилі містечка й світлотехнічні засоби.

7.6.2. На командних і командно-диспетчерських пунктах руйнуються радіостанції, прилади зв'язку і управління, антени, будинки і сховища.

Обладнання радіостанцій, а також прилади зв'язку та управління підриваються

зарядами масою 0,4–0,8 кг або руйнується механічним шляхом. Будівлі та сховища руйнуються згідно з пунктами 6.2, 6.3, 9.2.

Обладнання вузла зв'язку підривається окремими зарядами масою по 0,4–0,8 кг або руйнується механічним шляхом. Такими самими способами знищується апаратура основних засобів посадки літаків.

На складах боєприпасів зосередженими накладними зарядами масою по 10–12 кг підриваються штабелі авіабомб, ракет і снарядів, розташовані як у сховищах, так і на відкритому повітрі. Для підриву таких зарядів доцільно використовувати часові підривники з малим терміном уповільнення.

7.6.4. Резервуари пального і мастильних матеріалів підриваються, як водоемні резервуари відповідно до пункту 7.8.6. Розвідна мережа паливних матеріалів виводиться з ладу шляхом підриву оглядових колодязів або розташованої в них арматури.

Підривання колодязів здійснюється зарядами, які укладаються на дно і які розраховуються на утворення вирви відповідно до пункту 7.3.1. Перебивання арматури здійснюється вибухами розташованих на ній зовнішніх зарядів масою 0,4–0,8 кг.

Насосні станції базових та витратних складів горючих матеріалів виводяться з ладу підривом насосів і двигунів зовнішніми зарядами масою 1–2 кг. Споруди насосних станцій допоміжних служб і тих, що належать до них (щитові, розподільчі тощо), підриваються відповідно до вказівок розділу 6.

Зливні стояки для наповнення паливозаправників паливом підриваються зарядами масою 0,6–0,8 кг, які розташовуються біля поворотного сальника, і зарядами масою 1–2 кг, які розташовуються біля насоса або фільтра.

7.6.5. Будівельні конструкції перерахованих об'єктів руйнуються відповідно до вказівок розділу 6. Пошкодження або знищення різного обладнання аеродромних споруд, а також рухомих засобів обслуговування і неевакуйованих літаків здійснюється відповідно до вказівок розділів 6 і 10.

Більшість стаціонарних світлотехнічних сигнальних засобів на аеродромах може бути виведена з ладу механічними способами.

7.7. Руйнування залізниць

7.7.1. До найважливіших об'єктів, руйнування яких є першочерговим завданням під час улаштування загороджень на залізничних дорогах, належать великі та середні мости, шляхопроводи і тунелі, електростанції, які живлять електрифіковані залізничні ділянки, споруди пунктів водопостачання, пристанційні сховища пального і неевакуйований рухомий склад.

За наявності достатньої кількості сил, засобів і часу на влаштування загороджень руйнуванню можуть підлягати також верхня частина залізниці, земляне полотно з водопропускними трубами і підпірними стінками, засобами зв'язку і СЦБ (сигналізації, централізації та блокування), службово-технічні й інші станційні споруди.

У всіх випадках до початку робіт із руйнування залізничних об'єктів слід попереджувати адміністрацію залізниці про те, щоб були вжиті заходи для евакуації цінного обладнання, у першу чергу – рухомого складу.

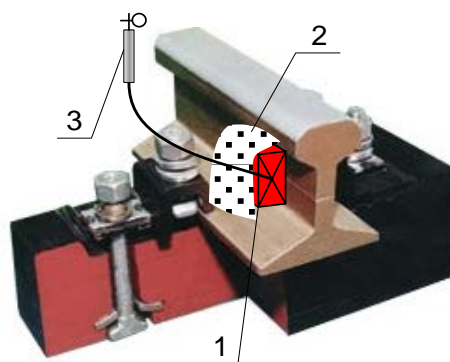
7.7.2. Верхня споруда залізниць руйнується шляхом підривання і механічними шляхоруйнівниками. Опис механічних шляхоруйнівників і порядку їх використання наводиться у спеціальних керівництвах. Підривання верхньої споруди залізниці зводиться до підривання рейок і стрілкових переводів; при цьому частково руйнуються шпали і

кріплення.

Рейки повинні перебиватися на частини довжиною не більше 4,5–5 м, щоб виключити можливість їх подальшого використання для укладання в полотно. Підривати рейки біля стиків недоцільно.

При недостатній кількості часу або ВР підривання верхньої споруди залізниці доцільно здійснювати тільки на найбільш важковідновлювальних ділянках (наприклад, на кривих).

7.7.3. Рейки перебиваються підриванням тротилової шашки масою 200 г або заряду амоніту масою 250–300 г; у разі застосування ПВВ маса заряду може бути зменшена до 150 г. Заряд прикладається впритул до шийки рейки і до нижнього боку головки; для забезпечення щільного прилягання до рейки заряд присипають баластом (піском, галькою), а в зимовий час – снігом (малюнок 167). Заряд повинен розташовуватись над шпалою для того, щоб пошкодити її одночасно з перебиванням рейки.



Мал. 167. Підривання рейки:
1 – заряд; 2 – забивка; 3 – ЗТП.

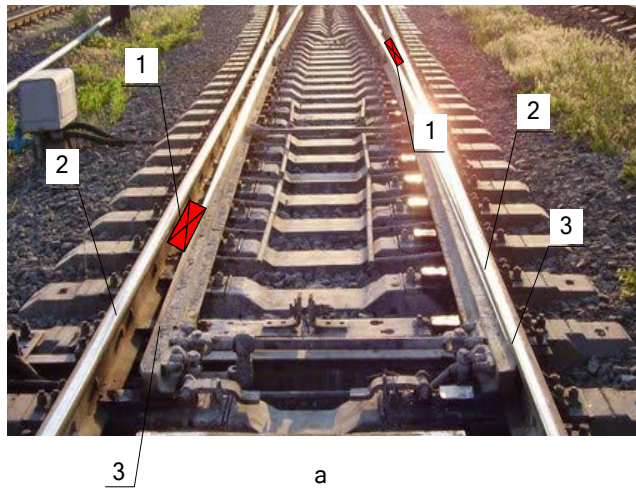
Підривання окремих зарядів здійснюється вогневим способом за допомогою ЗТП-150; при масовому підриванні рейок застосовуються ЗТП-300.

Розлітання уламків у напрямку дії вибуху досягає 300 м, у протилежному напрямку – 50 м, вздовж шляху – 150 м. Межа безпечної зони вздовж шляху сягає 250 м від місця вибуху.

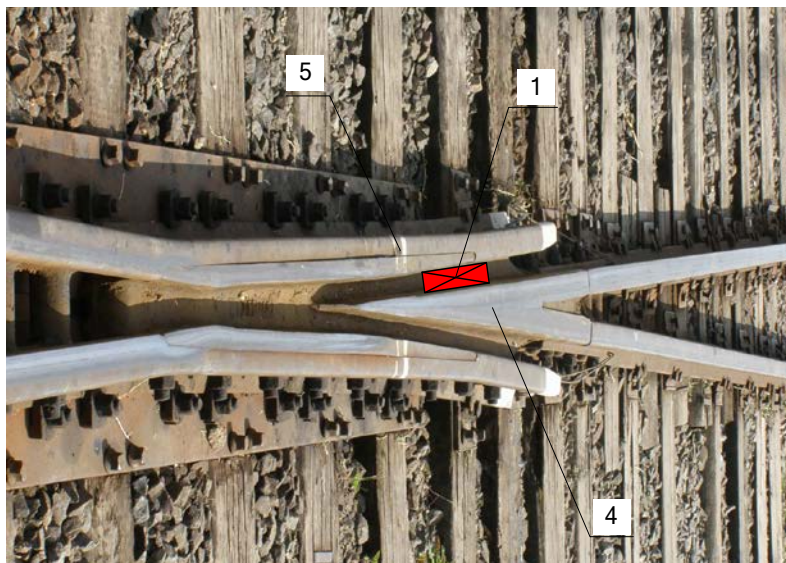
7.7.4. Стрілкові переводи руйнуються шляхом підривання стрілок і хрестовин.

Стрілка підривається двома зарядами масою по 0,2 кг, які розташовуються на брусах між гостряками і рамними рейками (малюнок 168, а).

Хрестовина підривається зарядом масою 1 кг, який розташовується між сердечником та вусовиком (малюнок 168, б).



а



б

Мал. 168. Підривання стрілкового переводу:

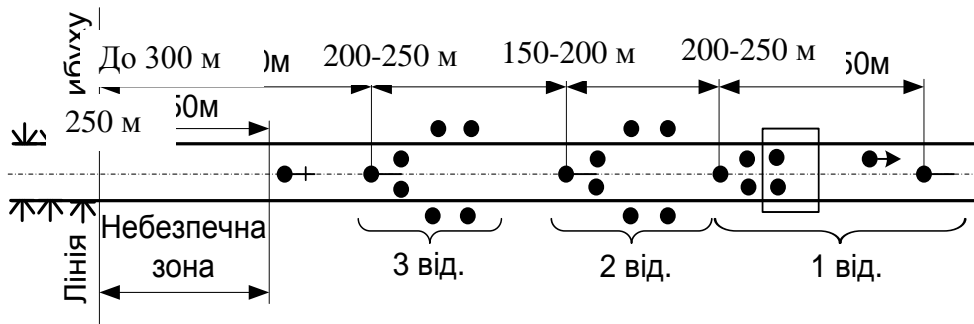
а – стрілка; б – хрестовина; 1 – заряди; 2 – рамні рейки; 3 – гостряк; 4 – серцевина; 5 – вусовик.

7.7.5. Під час проведення робіт з масового підривання верхньої споруди залізниці перегін розбивається на ділянки довжиною по 4–6 км. Для виконання робіт на ділянці одноколійної дороги виділяється саперний взвод, а на ділянку двоколійної дороги виділяється два взводи. Робота здійснюється поточним методом (малюнок 169).

Перше відділення розвозить ВР, використовуючи для цього шляховий вагончик.

Попереду з командиром відділення іде розмітник, який здійснює розмітку місць укладання зарядів; розмітка наноситься на головку рейок крейдою (вапном, білилами).

Слідом за командиром, на дистанції 100–150 м, рухається решта саперів відділення з вагончиком; двоє з них, знаходячись на вагончику, укладають заряди біля розмітки на рейках, а троє, підмінюючи один одного, штовхають вагончик.



Умовні позначення

- | | | | |
|----|---------------------|---|---------------|
| ●+ | Командир взводу | ● | Сапер |
| ●- | Командир відділення | □ | Вагончик з ВР |
| ↘ | Розмітник | ↘ | Підривання |

Мал. 169. Схема організації підривання верхньої споруди залізниці поточним методом.

Якщо шпали зруйновані за допомогою шляхоруйнувача до підриву рейок, заряди розвозять на одноколієних вагончиках-модеронах. У зимовий період для розвезення ВР можна використовувати сани.

Друге відділення починає працювати на 2–3 хвилини пізніше першого. Воно укладає заряди на рейках, здійснює присипання їх баластом або снігом і вставляє ЗТП у запальні гнізда шашок.

На кожній рельсовій нитці укладання зарядів здійснюють два сапери, діючи перекатами. Два сапери складають резерв на випадок підміни працюючих; резервним саперам можна доручити перенесення сумок із запасом ЗТП.

Третє відділення іде за другим і здійснює запалювання ЗТП. Воно починає роботу на 10–12 хвилин пізніше другого відділення.

На кожній рельсовій нитці одночасно працюють по два запалювачі; два сапери становлять резерв на випадок підміни тих, хто працює.

Запалювачі повинні весь час знаходитись на відстані не менше 250 м від найближчих вибухів. Якщо запалювачі почнуть наздоганяти відділення, яке здійснює укладання зарядів, командир взводу повинен припинити запалювання трубок і відвести запалювачів в укриття або дати команду першим двом відділенням швидко пройти 150–200 м шляху без укладання зарядів на ньому.

У разі відведення запалювачів в укриття їх робота відновлюється тільки після підривання всіх раніше підпалених ними трубок (зарядів).

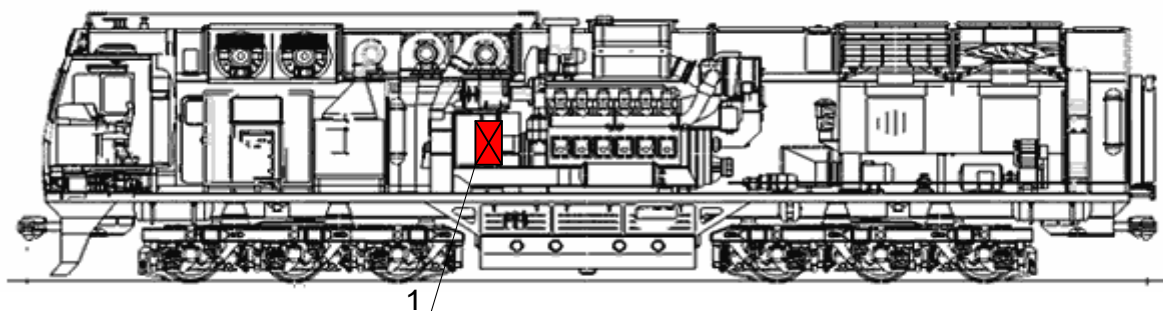
Швидкість виконання робіт з підриву рейок поточним способом становить 3–4 км/год.

7.7.6. Рухомий склад (локомотиви, вагони, цистерни) руйнуються тільки при неможливості його евакуації в тил. Руйнування рухомого складу здійснюється шляхом підриву або механічним способом; вагони можуть також знищуватись шляхом спалювання.

Підривання рухомого складу здійснюється такими способами.

Тепловоз (малюнок 170) підривається одним зосередженим зарядом масою 10–15 кг, який укладається на з'єднувальну муфту між дизелем і головним генератором. У тепловозі, який складається з декількох секцій, руйнуванню підлягають усі секції.

Електровоз (малюнок 171) підривається одним зосередженим зарядом масою 10–15 кг, який розташовується на моторно-осьових підшипниках тягового двигуна, під високовольтною камерою. Заряд укладається впритул до кожуха ведучої шестерні двигуна.



Мал. 170. Підривання тепловоза:
1 – заряд біля з'єднувальної муфти.



Мал. 171. Підривання електровоза:
1 – заряд на моторно-осьових підшипниках.

Роботи з підготовки електровоза до підриву повинні здійснюватися при опущених електроприймачах (пантографах).

Вагони різних типів підриваються зарядами масою від 0,4 кг, які розташовуються на рейках біля бандажів (малюнок 172).

Баки цистерн підриваються зарядами масою 1,2–2 кг, які розташовані на зовнішній поверхні стінок у нижній їх частині.

Під час підривання цистерн із рідким паливом може виникнути загорання останнього.

Механічне руйнування рухомого складу досягається шляхом зіштовхування його у прогони зруйнованих мостів або з укосів високих насипів, зіткненням при зустрічному русі по одній колії або іншими способами.



Мал. 172. Підривання вагона:
1 – заряди.

Під час масового знищення рухомого складу його зосереджують на декількох поряд розташованих коліях і спалюють, попередньо підірвавши бандажі скатів біля крайніх вагонів і рейки під ними.

7.8. Руйнування об'єктів водопостачання

7.8.1. До об'єктів водопостачання, які підлягають руйнуванню під час улаштування загороджень на залізничних дорогах, належать греблі водосховищ, насосні станції та водоемні споруди.

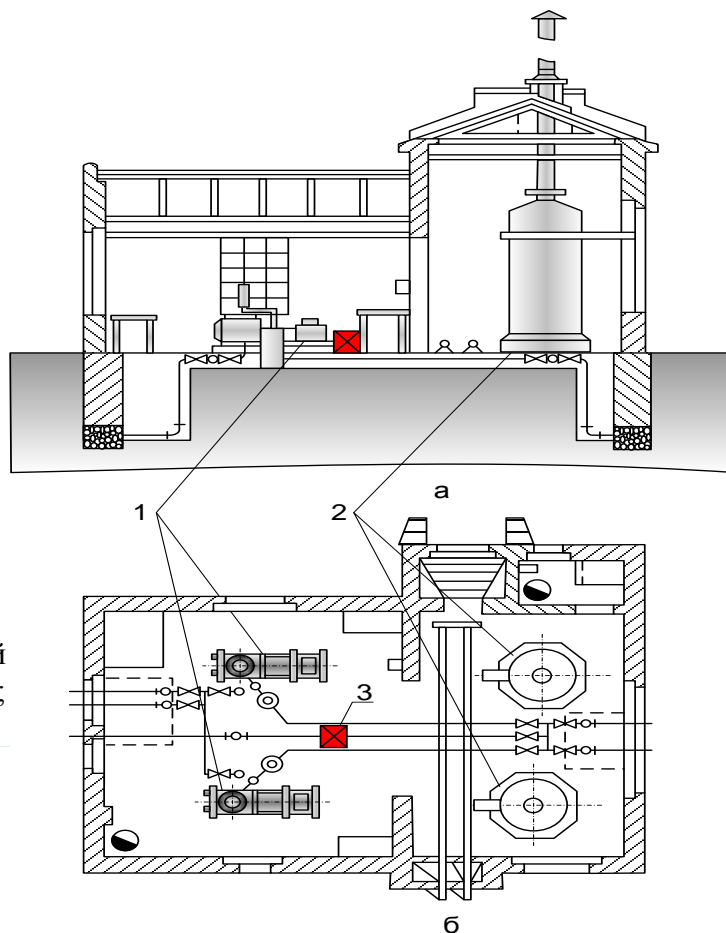
7.8.2. Греблі водосховищ підриваються з розрахунком зниження рівня води до відмітки, яка не допускає використання водозабірних пристроїв. Довжина ділянки греблі, яка руйнується, повинна бути якомога більшою. Більш точні вказівки з підривання гребель наведені у розділі 8.

7.8.3. Будівлі насосних станцій (малюнок 173) руйнуються у відповідності із вказівками розділу 7. Дерев'яні будівлі після підривання обладнання в них спалюються. Цегляні та кам'яні будівлі підриваються неконтактними зосередженими зарядами, які розташовуються всередині споруд на підлозі.

Маса зарядів визначається з розрахунку 0,2 кг ВР на 1 м³ внутрішнього об'єму першого поверху. Вибухами таких зарядів одночасно з конструкціями споруд руйнується внутрішнє обладнання.

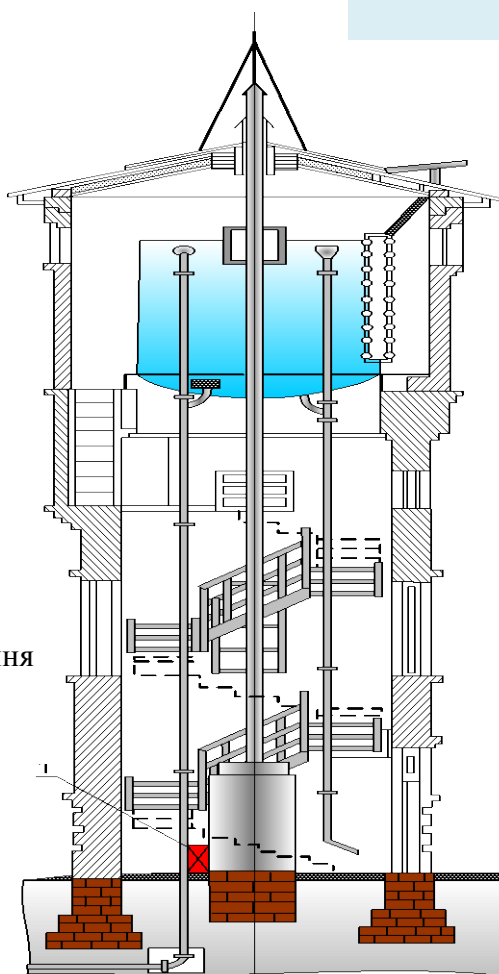
7.8.4. Водонапірні башти безкаркасної конструкції підриваються неконтактними зосередженими зарядами, які розташовуються всередині башт на підлозі (малюнок 174). Маса зарядів для підриву цегляних та кам'яних башт визначається згідно з пунктом 6.2.5. Заряди для підривання башт суцільної залізобетонної конструкції визначаються за тим самим пунктом, але із збільшенням утричі.

7.8.5. Сталеві та залізобетонні башти каркасного типу підриваються зарядами, які розташовуються біля опорних колон (стійок); заряди розраховуються згідно з пунктами 4.2.2 та 4.3.2.



Мал. 173. Підривання насосної станції:

а – вертикальний перетин; б – план; 1 – насоси; 2 – парові котли; 3 – заряд.



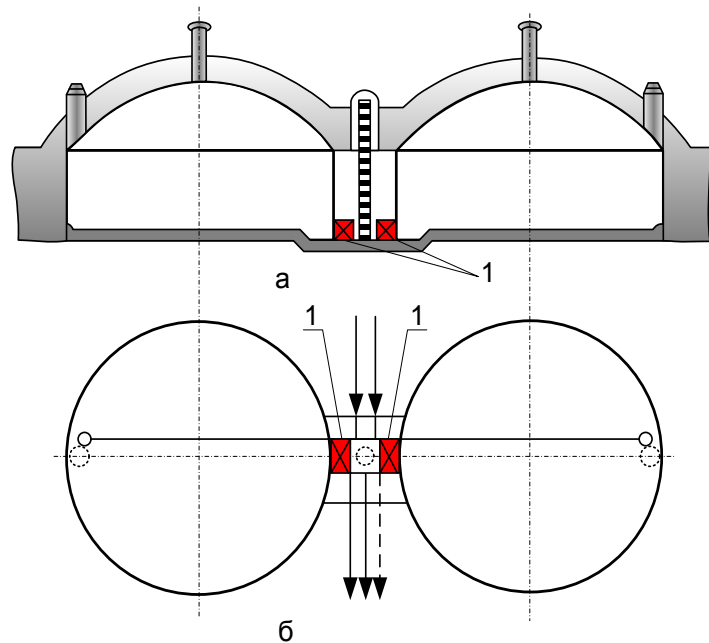
Мал. 174. Підривання водонапірної башти:

1 – заряд.

Якщо повинен бути зруйнований тільки бак із водою водонапірної башти, то в ньому розташовують заряд масою 2 кг. Бак, наповнений водою, підривом такого заряду

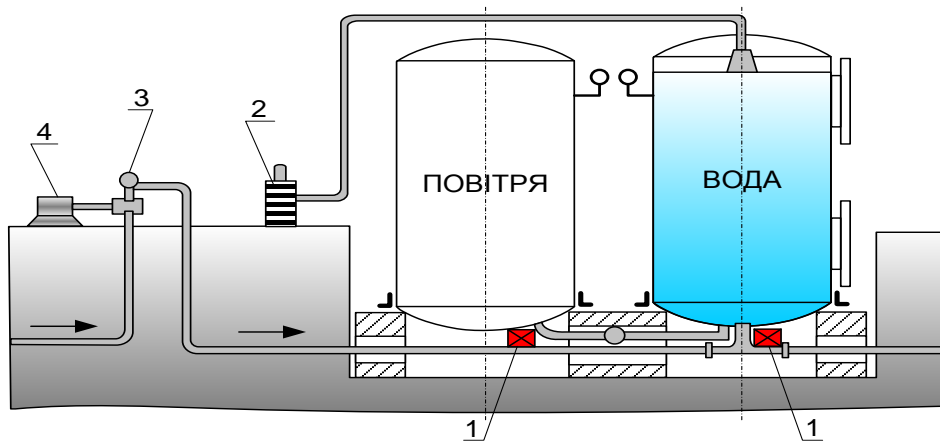
повністю виводиться з ладу.

7.8.6. Підземні резервуари (малюнок 175) підриваються зосередженими зарядами масою до 25 кг, які розташовуються на підлозі оглядових камер біля вертикальних стінок резервуарів.



Мал. 175. Підривання підземного резервуара:
а – вертикальний перетин;
б – план; 1 – заряди.

7.8.7. Водяний та повітряний резервуари пневматичного водопостачання (малюнок 176) підриваються двома зосередженими зарядами масою по 5,0 кг, які розташовуються в колодязях під резервуарами.



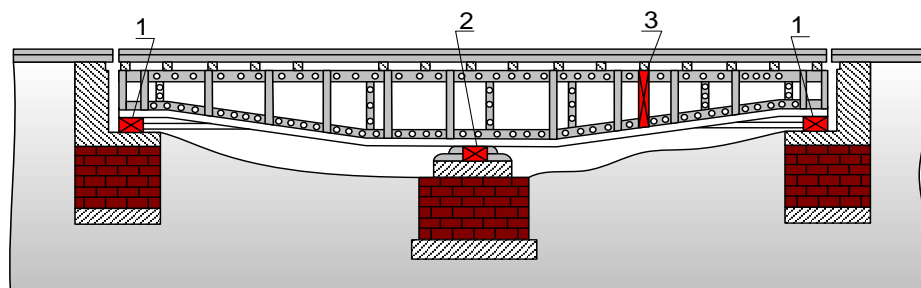
Мал. 176. Підривання резервуарів пневматичного водопостачання:
1 – заряди; 2 – компресор; 3 – насос; 4 – електромотор.

7.9. Руйнування депо, майстерень, електростанцій та складів пального

7.9.1. Цегляні будівлі депо, майстерень, електричних станцій і тягових підстанцій підриваються відповідно до розділу 6. Дерев'яні будівлі знищуються шляхом спалювання, для прискорення якого використовуються підручні легкозаймісті матеріали.

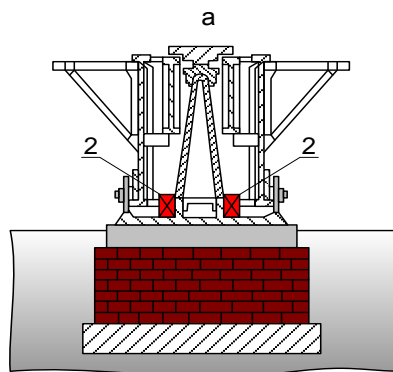
7.9.2. Поворотні круги (малюнок 177) руйнуються підривом з одночасним зіткненням на них паровозів. Заряд масою 4 кг укладається знизу біля осі поворотного круга; заряди масою по 0,4 кг розташовуються біля осей катків. Ферми круга підриваються в одному перетині між центральною опорою і кінцем ферм. Заряди для

перебивання елементів ферм розраховуються згідно з пунктом 4.2.2.



Мал. 177. Підривання поворотного круга:

а – вертикальний перетин;
б – деталі поворотної осі;
1 – заряди біля катків; 2 – заряди біля поворотної осі; 3 – заряд на фермі.



7.9.3. Станки підриваються зарядами масою від 0,4 до 2,0 кг, які розташовуються в коробках передач, на основних валах, на кулісних елементах тощо. Мотори станків підриваються зарядами масою 0,4–0,8 кг, які розташовуються на валах біля підшипників.

7.9.4. Двигуни внутрішнього згорання на електростанціях руйнуються підривом. Підрив (у залежності від потужності двигуна) здійснюється зарядами масою від 0,4 до 1,2 кг, які розташовуються на блоках циліндрів.

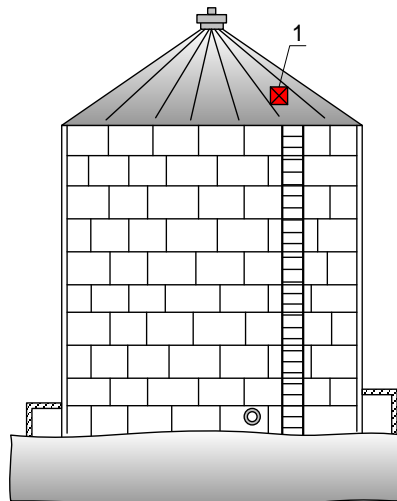
7.9.5. Генератори та електромотори руйнуються підривом. Заряд для підриву генератора або електромотора (0,8–1,2 кг) розташовується на підшипнику біля колектора. Для спалювання генератора (електромотора) його обмотка обливається керосином або мазутом.

7.9.6. Пристанційні склади рідкого пального і мастильних матеріалів, як правило, знищуються шляхом спалювання. Підривання бензосховищ з метою спалювання бензину (малюнок 178) здійснюється зарядами масою 0,4–0,8 кг, які розташовуються зовні, на верхніх частинах баків (над місцями накопичення парів).

Для підпалювання нафтосховищ і сховищ інших важких палив застосовуються заряди масою 1,0–1,2 кг, які закладаються в резервуари з паливом, яке підпалюється.

Підривання резервуарів для випускання пального на ґрунт здійснюється зарядами масою 0,8–1,0 кг, які підкладаються до нижньої частини стінок зовні.

Мал. 178. Підривання бензосховищ:
1 – заряд на даху резервуара.



Склади вугілля знищуються спалюванням, для чого в штабелях завчасно відривають колодязі перетином 0,8x1,2 м на всю висоту штабеля і укріплюють їх стінки сухими дошками. На дно колодязів укладають дрова, ганчір'я, поливають їх рідким паливом і підпалюють, після чого зверху засипають колодязі вугіллям.

7.10. Руйнування залізничних станцій

7.10.1. Для отримання необхідних даних про кількість і характер споруд на залізничній станції до початку робіт з її руйнування здійснюється рекогносцировка, під час якої уточнюються об'єкти руйнування, характер та обсяг майбутніх робіт, намічаються порядок дій підрозділів, організація зв'язку, охорони тощо.

Територія великих станцій розбивається на райони з приблизно однаковими обсягами підготовчих робіт. Розбивання на райони проводиться так, щоб здійснення вибухів в одному з них не становило небезпеки для особового складу, який діє в іншому. У кожний район у відповідності з наміченим обсягом робіт призначається окремий підрозділ.

Приблизний розрахунок ВР і ЗП, необхідних для підривання залізничних станцій, наведений у таблиці 21.

Роботи з підготовки до руйнувань у межах кожного району можуть здійснюватись комплексним або поточним методом.

Під час комплексного методу кожний розрахунок, призначений на один великий об'єкт (або групу малих об'єктів), виконує всі роботи з підготовки його до руйнування.

Під час поточного методу виділяються розрахунки для виконання окремих робіт (пророблення зарядних пристроїв, закладання зарядів, улаштування вибухових мереж тощо) на всіх об'єктах даного району.

Підривання в усіх районах станції і на всіх об'єктах кожного району здійснюються одночасно або у визначеній послідовності, встановленій керівником робіт. Для прискорення підривних робіт на станціях повинні застосовуватися завчасно розраховані й виготовлені заряди і запалювальні трубки промислового виготовлення.

Таблиця 21

Розрахунок ВР та ЗП для підривання станції

№ з/п	Види робіт	Обсяг робіт	ВР, кг	ЗТП, шт.	ДШ, м	КД, шт.
1	Підривання станційних шляхів у межах семафорів	7,2 км	462	2304	–	–
2	Підривання стрілкових переводів	20 шт.	28	60	–	–
3	Підривання водонапірної цегляної башти	1 шт.	50	2	–	–
4	Підривання насосної станції (будівля дерев'яна)	1 шт.	25	2	20	10
5	Спалювання дерев'яної пасажирської будівлі	–	–	–	–	–
6	Спалювання дерев'яного пакгаузу	–	–	–	–	–
7	Знищення вагонів (кузови спалюються, ходові частини підриваються)	4 шт.	12	8	60	40
	Разом		577	2376	80	50
	Резерв (близько 20%)	–	123	424	20	10
	Усього	–	700	2800	100	60

7.10.2. Руйнування об'єктів залізничного зв'язку, СЦБ та ліній електропередач здійснюється шляхом підривання опор і перерізання проводів. Заряди ВР розташовуються впритул до опор (стовпів або рельсових основ стовпів) на поверхні ґрунту з того боку, з якого повинна бути повалена опора. Заряди присипаються ґрунтом (снігом) і підриваються вогневим способом. Розрахунок зарядів здійснюється згідно з пунктом 4.1.

Підземні кабельні лінії зв'язку підриваються зарядами масою по 5 кг, які закладаються в оглядові колодязі.

Якщо оглядових колодязів на ділянці немає, то підривання проводиться зарядами масою 0,15–0,20 кг, які розташовуються на відстані 250–300 м один від одного, у свердловинах, що проробляються земляними бурами безпосередньо до кабеля.

Напрямок лінії визначається за планами кабельної мережі або за наземними орієнтирами (вузли зв'язку, групові муфти тощо).

Металеві опори контактної мережі та щогли семафорів підриваються кожна одним зарядом масою 5–6 кг, який розташовується всередині решітки опори на фундаменті, або трьома-чотирма зарядами масою по 0,4–0,6 кг, які розташовуються впритул до несучих елементів опори біля її основи.

Залізобетонні опори контактної мережі підриваються зовнішніми зарядами масою 4–5 кг, які розташовуються впритул до основи опор з боку шляху.

8. Підривання гідротехнічних споруд

8.1. Підривання гідротехнічних споруд здійснюється під час улаштування

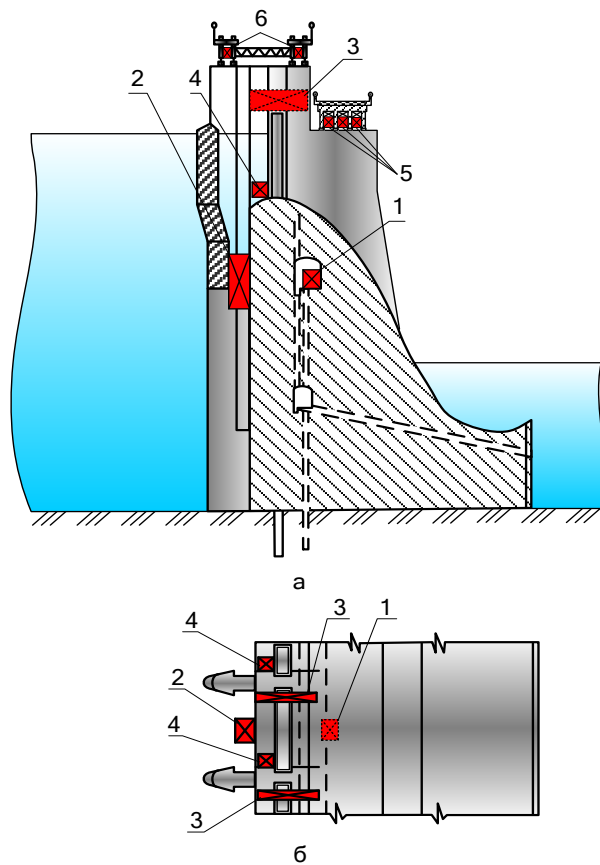
загороджень на водних шляхах сполучення (на річках, каналах, водосховищах, у морських портах).

Основними об'єктами підривання на водних шляхах є: греблі, дамби, гідроелектростанції, шлюзи і пірси.

8.2. Підривання гребель і гідроелектростанцій

8.2.1. Підривання греблі, як правило, полягає в улаштуванні пролому в її будові, через який здійснюється скидання води з водосховища, що призводить до утворення хвилі прориву й активного затоплення місцевості.

При цьому в нижньому б'єфі глибина, ширина та швидкість течії річки збільшуються, а у верхньому б'єфі рівень води знижується до позначки незруйнованої частини греблі, що призводить до зменшення ширини і глибини водосховища.



Мал. 179. Підривання бетонної плити з масивним водозливом:

а – поперечний перетин;
б – план; 1 – заряд у потерні; 2 – заряди біля напірної грані; 3 – заряди біля опірних биків; 4 – заряди біля щитів; 5 – заряди на конструкціях моста; 6 – заряди на підйомних механізмах.

Бетонні греблі з масивним водозливом (малюнок 179) підриваються контактними зарядами, які розташовуються в одному з таких місць:

- під водою біля водозливу з боку верхнього б'єфа;
- біля биків, на які опираються рухомі затвори;
- у поздовжніх галереях усередині гребель.

Заряди розраховуються згідно з пунктами 4.3.2–4.3.7, а за розрахунковий радіус руйнування R приймається товщина греблі в місці її руйнування або товщина бика. Відстань між зарядами біля водозливу та біля биків приймається рівною подвоєному розрахунковому радіусу руйнування ($2R$).

За наявності оглядових колодязів, які вироблені всередині биків, їх доцільно використовувати для закладання зарядів, адже це забезпечує зменшення витрат ВР.

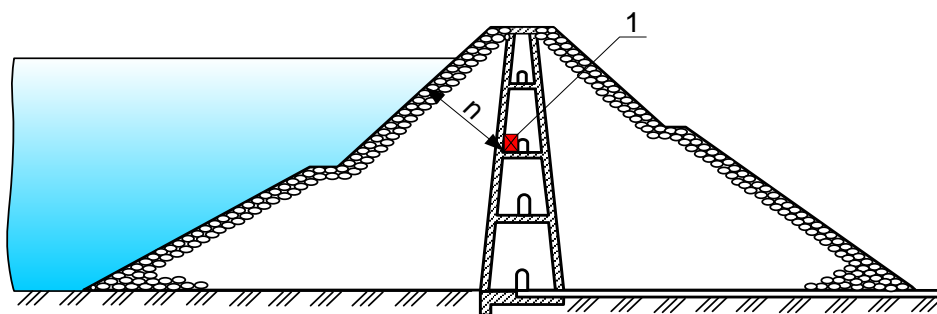
Якщо заряди розташовані біля водозливу, то глибина їх занурення у воду повинна бути не менше розрахункового радіуса руйнування R .

Найбільш швидким і ефективним способом руйнування масивних бетонних і залізобетонних гребель є підривання їх зосередженими зарядами, які розташовані у внутрішніх галереях, що проходять з одного берега на інший.

Такі заряди можна підривати без забивання галерей або в разі їх однобічного забивання.

8.2.2. Земельне полотно і дамби підриваються зосередженими зарядами, які закладаються у внутрішніх поздовжніх галереях або в колодязях, які проробляються збоку греблі.

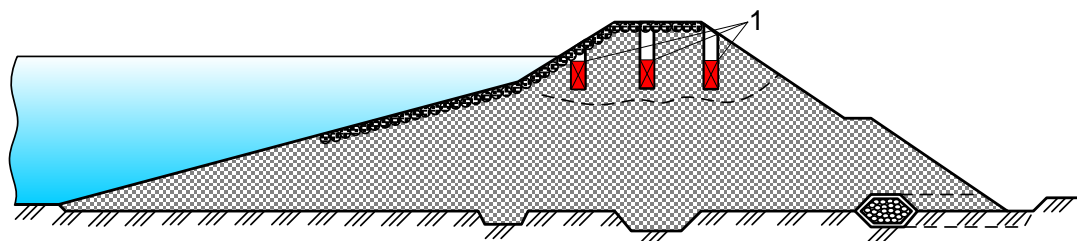
Внутрішні галереї існують тільки у великих земляних греблях (висотою більше 20 м), які мають вертикальні бетонні діафрагми (малюнок 180), що прорізають будівлю греблі по всій її довжині. Закладання зарядів у галереї здійснюється відповідно до пункту 8.2.1. Розрахунок зарядів здійснюється за формулою 27 при показнику дії вибуху $n=1$.



Мал. 180. Підривання земляної греблі з бетонною діафрагмою (ядром):

1 – заряд в оглядовій галереї.

Земляні греблі та дамби менших розмірів не мають діафрагм із внутрішніми галереями і тому підриваються зарядами, які закладаються в колодязі, пророблені з гребня (малюнок 181).

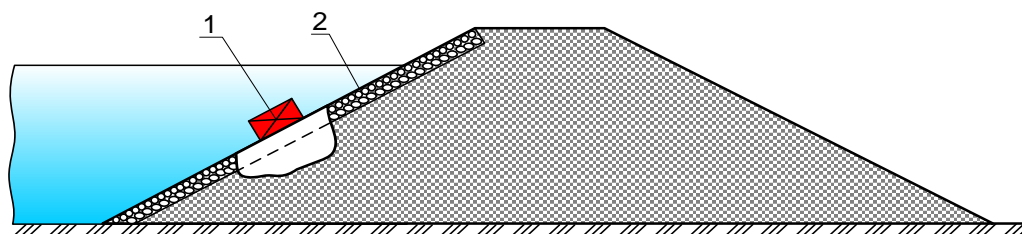


Мал. 181. Підривання земляної греблі без діафрагми:

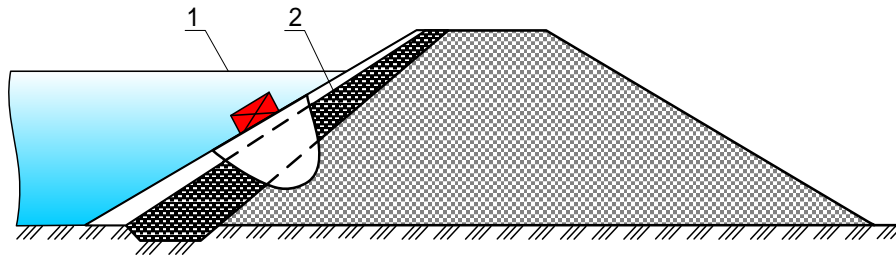
1 – заряди в колодязях.

Глибина колодязів приймається такою, щоб відмітка дна виїмки, яка утворюється вибухом, була б на 1–1,5 м нижче рівня води в нижньому б'єфі. Розрахунок зарядів здійснюється за формулою 27 при показнику дії вибуху $n=2,0\div 3,0$; кількість зарядів визначається шириною гребня греблі (дамби) і заданою протяжністю пролому.

Земляні греблі з жорсткими (малюнок 182) або з пластичними (малюнок 183) екранами підриваються зосередженими зарядами, які укладаються на поверхні екрана. Заряди розраховуються на утворення вирв в екранах згідно з пунктом 4.1.6, у результаті чого починається посилена фільтрація води і розмивання греблі.



Мал. 182. Підривання земляної греблі з жорстким екраном:
1 – заряд, 2 – жорсткий екран.



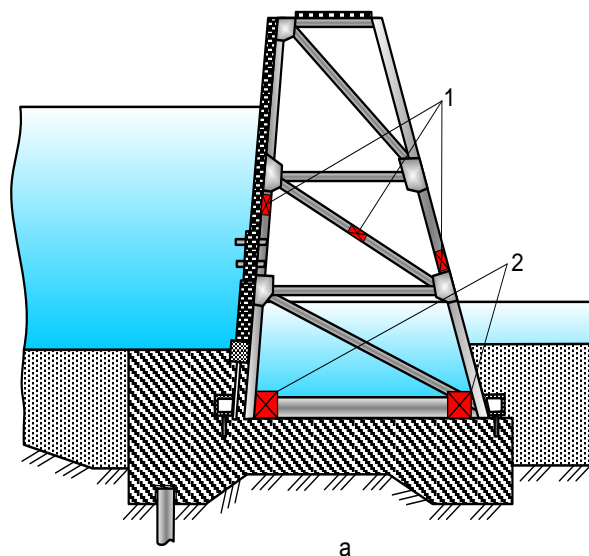
Мал. 183. Підривання земляної греблі з пластичним екраном:
1 – заряд, 2 – пластичний екран.

8.2.3. Металеві греблі (малюнок 184) підриваються зовнішніми контактними зарядами, які розташовуються під водою або над водою біля опорних вузлів (шарнірів) несучих ферм або на їх поясах і елементах решітки. Заряди розраховуються згідно з пунктами 4.2.2–4.2.5. Кількість ферм, які підриваються, визначається ступенем руйнування греблі в цілому.

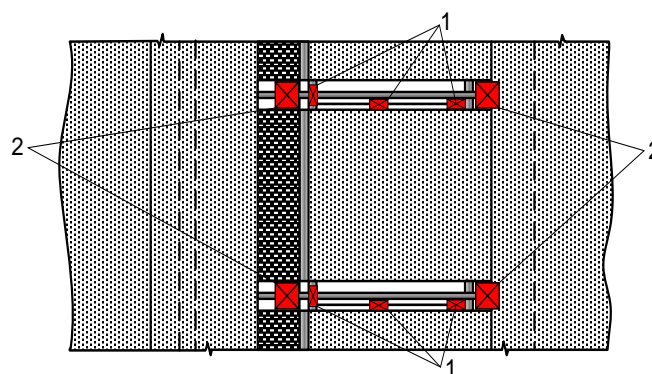
8.2.4. Дерев'яні греблі (водозливи) підриваються зовнішніми зосередженими або подовженими контактними зарядами, які закладаються (малюнок 185) у понурних і корлевих вузлах, біля опорних щитових стійок або на стінках зрубів. Розрахунок зарядів здійснюється згідно з пунктами 4.1.1–4.1.5 і 6.4.8. Підривання дерев'яних водозливів повинно доповнюватися руйнуванням ділянок глухих (зазвичай земляних) гребель, які до них прилягають.

8.2.5. На гідроелектростанціях основними об'єктами підриву є турбіни і генератори (малюнок 186), а також мостові крани, які їх обслуговують.

Руйнування турбіни та генератора досягається шляхом підриву їх загального валу зосередженим зарядом масою 25–50 кг. Руйнування генератора може бути здійснено вибухом зосередженого заряду масою 5–10 кг, який закладається під кожух біля ротора.



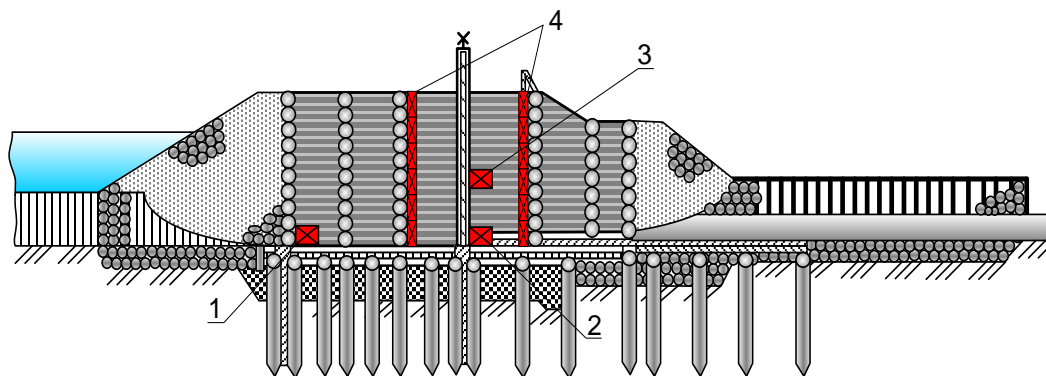
а



б

Мал. 184. Підривання металевої греблі:

а – поперечний перетин;
б – план; 1 – заряди на поясах і розкосах несучих ферм; 2 – заряди біля опорних вузлів ферм.



Мал. 185. Підривання дерев'яної греблі (водозливу):

1 – заряд біля понурного вузла; 2 – заряд біля корлевого вузла; 3 – заряд біля опорної стійки щита; 4 – заряди на стінці зрубу.

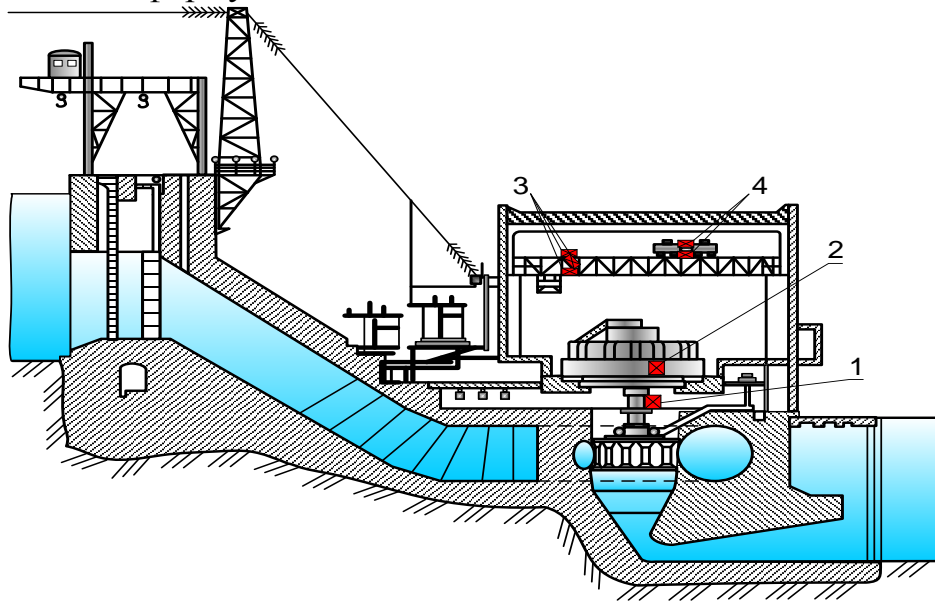
8.3. Підривання шлюзів

8.3.1. Шлюзи виводяться з ладу підривом їх окремих частин, зокрема: головних та камерних стінок, воріт, затворів водопровідних галерей, механізмів і моторів воріт та затворів.

8.3.2. Головні та камерні стінки бетонних і залізобетонних шлюзів підриваються зосередженими зарядами, які закладаються (у залежності від конструкції шлюзів) у водопровідних галереях, оглядових колодязях, дренажних трубах або в колодязях, пророблених у ґрунті за стінками.

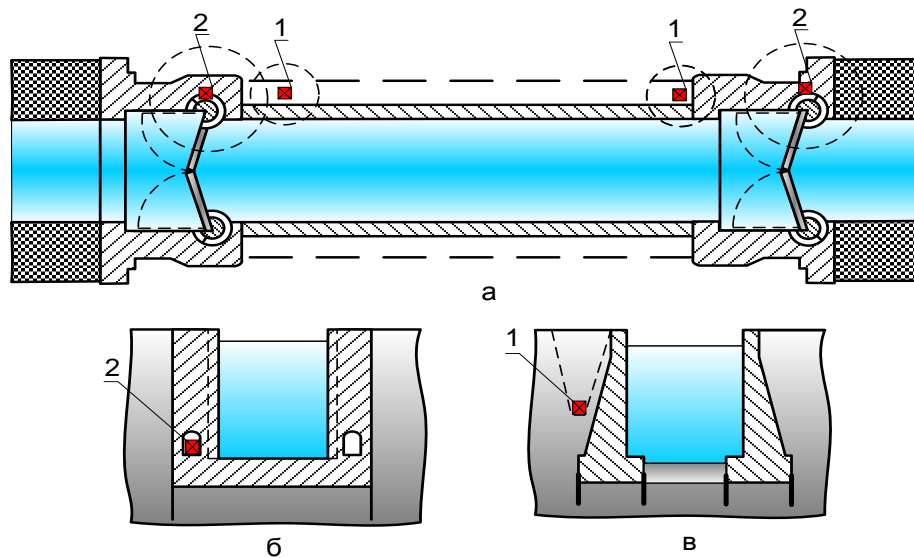
Закладання зарядів у водопровідні галереї шлюзів (малюнок 187) здійснюють після випорожнення камер або при заповнених камерах за допомогою водолазів. Розрахунок

зарядів здійснюється за формулою 24.



Мал. 186. Підривання гідротурбіни і генератора:

1 – заряд на валі турбіни; 2 – заряд під кожухом генератора; 3 – заряди на фермі крана; 4 – заряди на візку крана.



Мал. 187. Підривання бетонного шлюзу з водопровідними галереями в головних частинах:

а – план; б – поперечний перетин по головній частині; в – поперечний перетин по камерній частині; 1 – заряди в колодязях за стінкою; 2 – заряд у галереї головної частини.

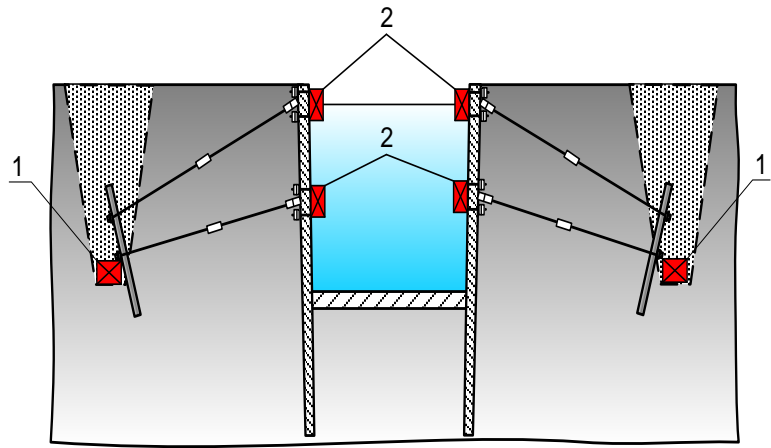
Ряжеві стінки шлюзів підриваються, як ряжеві опори дерев'яних мостів (дивись пункт 6.4.8). Найбільш доцільно розвалювати ряжеві стінки, підриваючи їх зовнішніми подовженими зарядами, які розташовуються у зовнішніх кутах зрубів.

Шпунтові сталеві стінки шлюзів (малюнок 188) завалюються всередину камер підриванням анкерних відтяжок зосередженими зарядами, які закладаються в колодязі біля анкерів або на шпунтинах. Розрахунок зарядів здійснюється згідно з пунктом 5.2.2.

8.3.3. Шлюзові ворота підриваються зовнішніми зосередженими зарядами масою 10–15 кг, які розташовуються біля осей воріт у місцях з'єднання їх із гальсбантами (малюнок 189) або біля п'ят. Поворотні механізми шлюзових воріт підриваються зосередженими зарядами масою 5–10 кг, які закладаються біля шестерень поворотних механізмів у місцях їх прилягання до зубчастих рейок (малюнок 190).

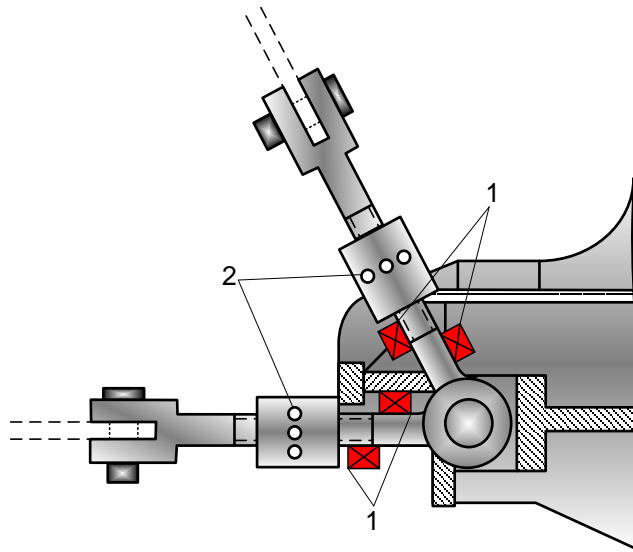
Мал. 188. Підривання шлюзу з металевими шпунтовими стінками:

1 – заряди в колодязях біля анкерів; 2 – заряди на шпунтинах.



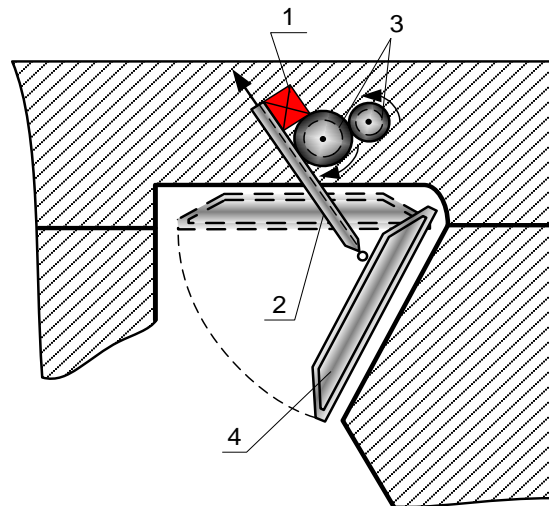
Мал. 189. Підривання гальсбантів шлюзових воріт:

1 – заряд; 2 – гальсбанти; 3 – полотно воріт.



Мал. 190. Підривання поворотного механізму шлюзових воріт:

1 – заряд; 2 – зубчаста рейка; 3 – зубчасті колеса; 4 – полотно воріт.

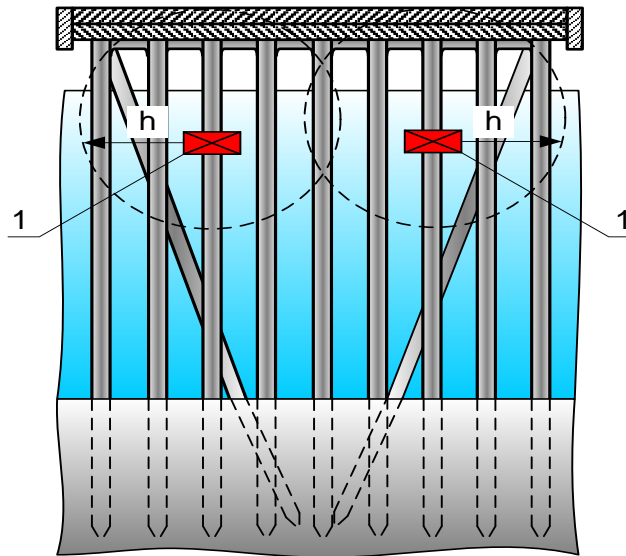


8.4. Підривання пірсів, підйомних кранів і споруд суднохідної обстановки

8.4.1. Підривання пірсів на дерев'яних та залізобетонних палях (малюнок 191) здійснюється неконтактними зосередженими зарядами, які занурюються у воду на глибину 1–3 м. Розрахунок зарядів здійснюється згідно з пунктами 4.1.1–4.1.6, 4.3.2, 4.3.6–4.3.8. Пірси на металевих палях підриваються контактними зарядами, розрахунок яких здійснюється згідно з пунктами 4.2.3–4.2.6.

8.4.2. Підйомні крани виводяться з ладу підривом опорних ніг, ферм, візків, електромоторів і підкранових шляхів. Підривання кранів здійснюється так, щоб

викликати їх обвал та скидання з набережних або пірсів у воду.



Мал. 191. Підривання залізобетонного пірса:
1 – заряди.



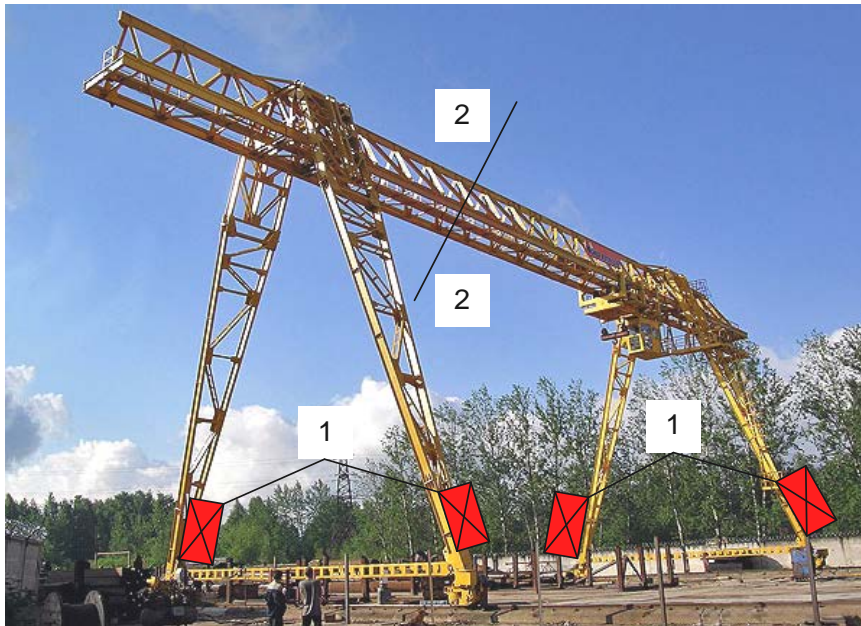
Мал. 192. Підривання портового крана:
1 – заряд на прикордонній нозі крана.

Портові крани (малюнок 192) обвалюються шляхом підриву найближчих до води ніг при повернутій від берега крановій стрілі. Додатково можуть підриватися електромотори.

Підривання несучих елементів ніг здійснюється зосередженими або фігурними контактними зарядами, які розраховуються відповідно до пункту 4.2.2; заряди для підривання двигунів приймають згідно з пунктами 7.9.4, 7.9.5.

Мостові крани (малюнок 193) обвалюються шляхом підриву ніг і ферм у прогонах при положенні візків на консолях. Додатково можуть підриватися візки і електродвигуни. Вибір типу зарядів та їх розрахунок здійснюється так, як під час підривання портових кранів.

Підкранові шляхи підйомних кранів виводяться з ладу шляхом підривання рейок.



Мал. 193. Підривання мостового крана:

1 – заряди на ногах крана; 2–2 – перетин підриву ферми у прогоні.

8.4.3. Берегові споруди суднохідної обстановки (сигнальні щогли, маяки, перевальні стовпи, створні знаки) підриваються згідно з пунктами 6.2.5, 7.10.2.

Предмети суднохідної обстановки на воді (бакени, контрольні віхи) підриваються на місці або спускаються за течією.

9. Підривання фортифікаційних споруд і невибухових загороджень

9.1. Підривання фортифікаційних споруд здійснюється з метою:

пошкодження озброєння і ураження гарнізонів противника;

руйнування окремих елементів споруд з одночасним ушкодженням озброєння і ураженням гарнізонів;

знищення захоплених у противника або залишених йому укріплень.

Підривання невибухових загороджень здійснюється під час пророблення проходів у них для пропуску військ, а також у ході знищення загороджень.

9.2. Підривання залізобетонних і дерево-земляних фортифікаційних споруд

9.2.1. Підривання залізобетонних і дерево-земляних фортифікаційних споруд, які займають гарнізони противника, здійснюється завчасно підготовленими зосередженими зарядами ВР, які підкладаються до амбразур або входів.

Маса вказаних зарядів приймається рівною 10–12 кг для залізобетонних споруд і 5–6 кг для дерево-земляних. Підривання зарядів здійснюється вогневим способом.

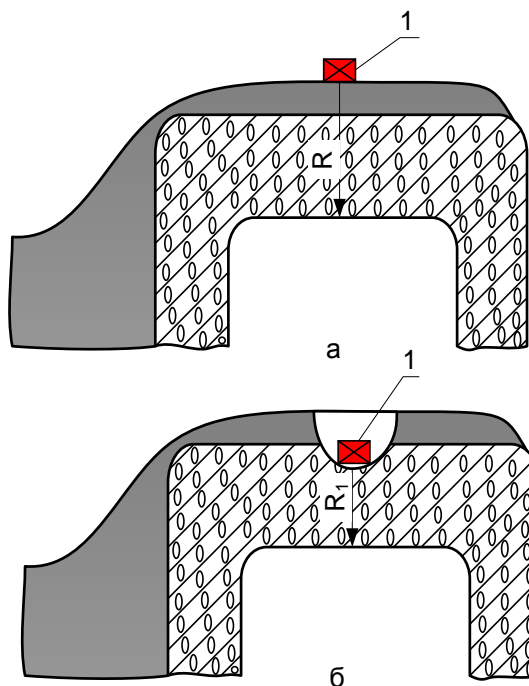
9.2.2. Руйнування фортифікаційних споруд противника з одночасним ураженням гарнізонів, які вони займають, досягається шляхом пробивання покриттів і стін зосередженими зарядами, які підкладаються зовні (малюнок 194).

Розрахунок зарядів, які призначені для пробивання покриттів і стін залізобетонних конструкцій, здійснюється згідно з пунктом 4.3.2 (щодо вибивання бетону). З метою зменшення маси зарядів для закладання їх доцільно використовувати вирви у конструкціях споруд, утворених вибухами артилерійських снарядів і авіаційних бомб

(малюнок 194, б).

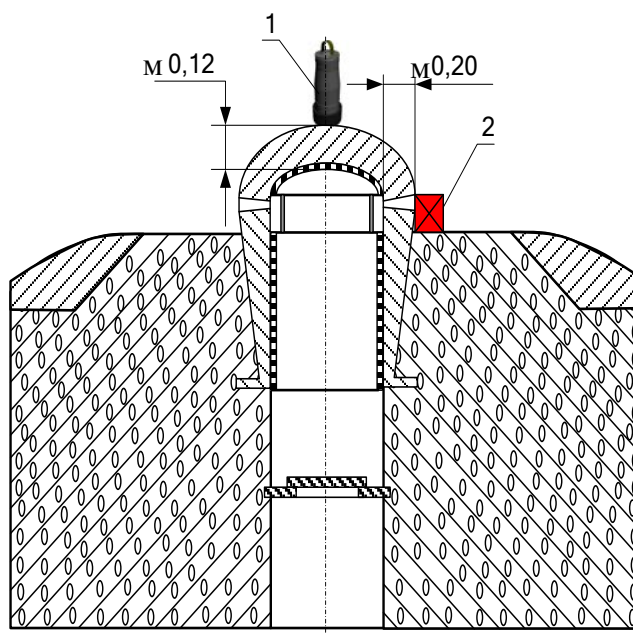
Мал. 194. Підривання покриттів залізобетонних фортифікаційних споруд зовнішніми зарядами:

а – заряд на поверхні ґрунтової обсіпки; б – заряд у вирві; 1 – заряди; R і R_1 – розрахункові радіуси руйнування.



При багатошарових конструкціях покриттів і стін фортифікаційних споруд (у тому числі й дерево-земляних) зовнішні заряди розраховуються за умовами руйнування більш міцного нижнього шару, товщина якого приймається рівною сумарній товщині всіх шарів. Це правило розповсюджується і на залізобетонні конструкції з ґрунтовою обсіпкою (малюнок 194, а). У цьому разі заряд розраховується на вибивання бетону, при цьому у величину розрахункового радіусу руйнування включається і товщина шару ґрунту, якщо він не може бути попередньо видалений з конструкції.

Під час пробивання броньованих закриттів фортифікаційних споруд (малюнок 195) заряди розташовуються з тильного боку або зверху купола.



Мал. 195. Пробивання броньованих закриттів фортифікаційної споруди:

1 – КЗ на броньованому ковпаку; 2 – зосереджений заряд біля амбразури.

Пробивання наскрізного отвору в товстих покриттях і стінах залізобетонних та броньованих споруд противника з метою ураження гарнізонів, які вони займають,

доцільно здійснювати підривом КЗ.

КЗ улаштовуються на спорудах на оптимальних (фокусних) відстанях від них. Пробивна спроможність КЗ зазначена в додатку 2.

9.2.3. Для підривання наземних залізобетонних споруд із метою їх повного знищення заряди закладають всередині приміщень або в нішах, рукавах і шпурах, які проробляються у стінах та покриттях.

Зосереджені заряди закладаються в більш важливих частинах споруд (за можливості ближче до покриттів) і розраховуються за формулою

$$C=1,5Vb^2, \quad (60)$$

де C – маса заряду в кілограмах;

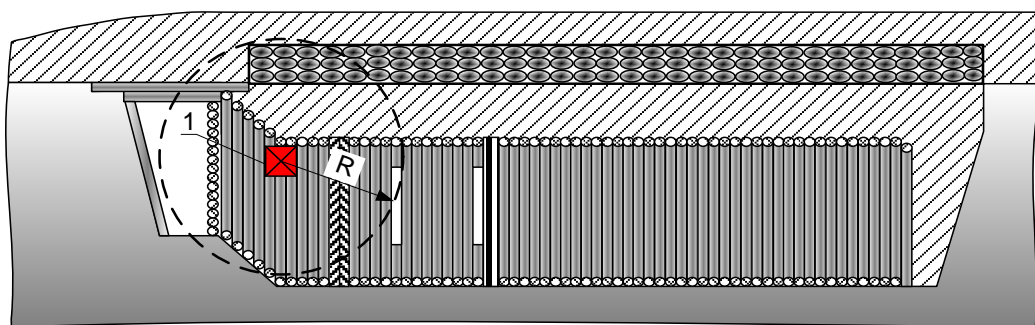
V – внутрішній обсяг споруди, яка підривається, в кубічних метрах;

b – найбільша товщина стіни або покриття споруди в метрах (враховується, якщо вона більша 1 м).

Перед підриванням заряду, розташованого всередині споруди, яка підривається, входи до нього і амбразури забиваються (засипаються) землею, закладаються мішками з ґрунтом, колодами або брусками тощо.

Заряди в нішах, рукавах і шпурах застосовуються тільки під час завчасної підготовки фортифікаційних споруд до підривання, коли для виконання підготовчих робіт є достатня кількість часу, а також необхідні машини та інструменти.

9.2.4. Дерево-земляні споруди котлованного типу (бліндажі, сховища) підриваються зосередженими зарядами, які розташовуються всередині споруд (малюнок 196).



Мал. 196. Підривання сховища важкого типу:

1 – заряд; R – розрахунковий радіус руйнування.

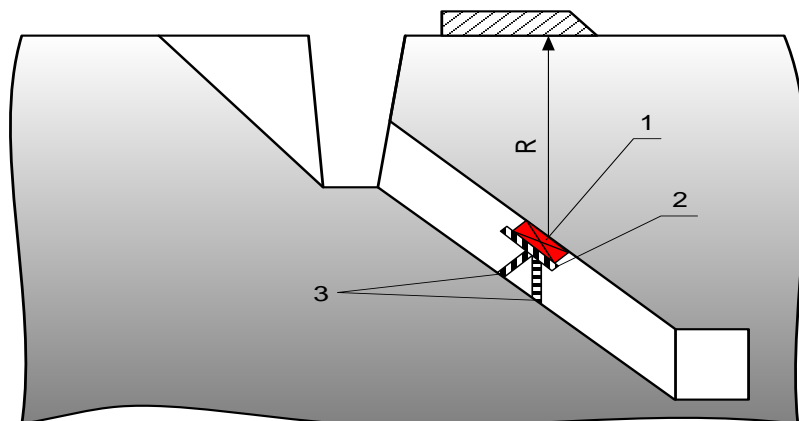
Заряди розташовуються біля входів у кутках, які утворюються покриттям і стінами споруд. Вони призначені для руйнування дерево-земляної товщі покриття у сфері заданого радіусу і розраховуються за формулою

$$C=12R^3, \quad (61)$$

де C – маса заряду в кілограмах;

R – розрахунковий радіус руйнування в метрах.

9.2.4. Підземні сховища (малюнок 197) підриваються зосередженими зарядами, які розташовуються у входах під нахилом, впритул до верхньої частини виробки.



Мал. 197. Підривання підземного сховища зарядів у вході, розташованому під нахилом:
1 – заряд; 2 – дощата підкладка; 3 – підпірки.

Розрахунок зарядів здійснюється за формулою

$$C=4R^3, \quad (66)$$

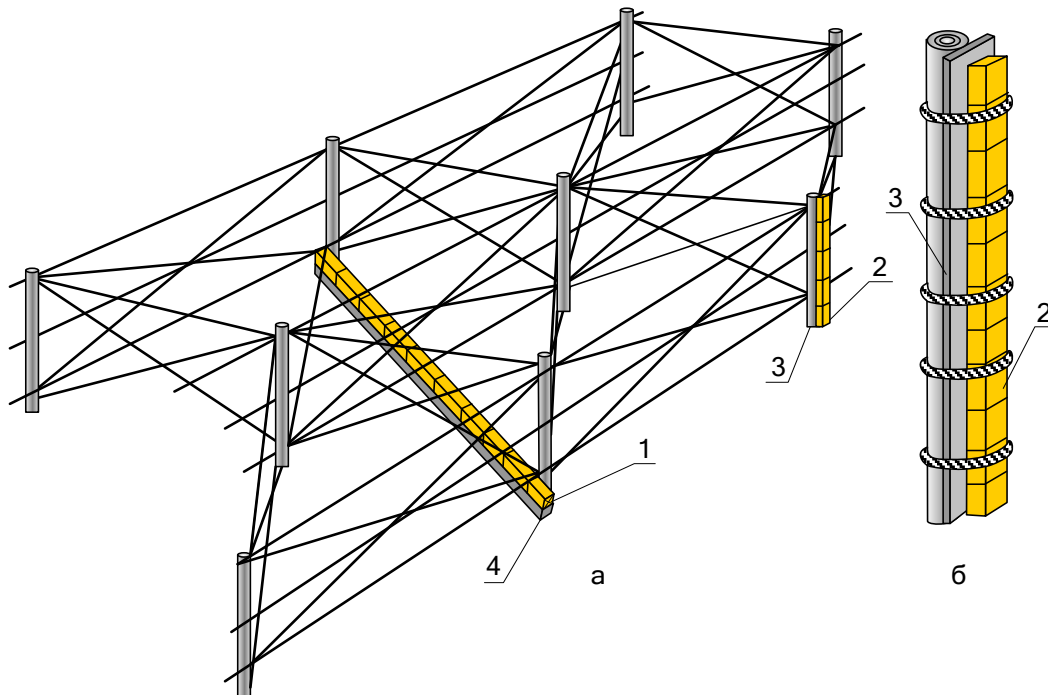
де C – маса заряду в кілограмах;

R – розрахунковий радіус руйнування в метрах, який приймається рівним товщині шару ґрунту над зарядом.

9.3. Підривання невибухових загороджень

9.3.1. Дротяні сітки підриваються подовженими зарядами, які розташовуються горизонтально і мають довжину не менше ширини загородження; такі заряди складаються з одного ряду великих тротилових шашок. Вони викладаються поперек загородження на ґрунт (малюнок 198). Під час підривання одного заряду в загородженні утворюється прохід шириною 4–5 м.

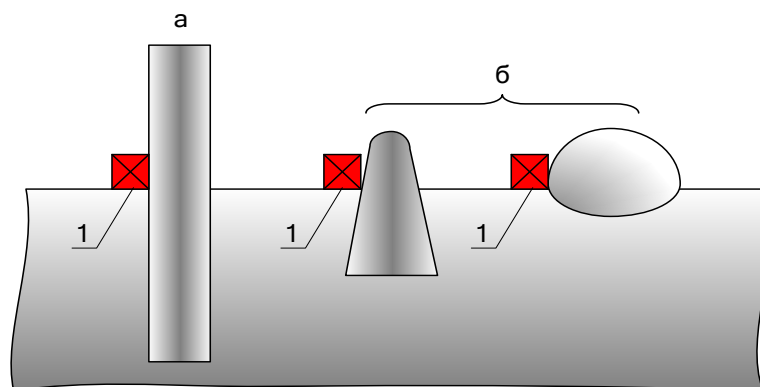
Для підривання дротяної сітки на високих кілках застосовуються також подовжені заряди, які розташовуються вертикально, і складаються з одного ряду великих тротилових шашок, прив'язаних до металевої смужки товщиною не менше 3 см. Такі заряди кріпляться до кілка металевою смужкою в бік загородження. Довжина заряду і довжина металевої смужки повинні бути не менше висоти загородження. Підривання одного заряду утворює в загородженні прохід шириною близько 2 м.



Мал. 198. Підривання дротяної загорожі :

а – розташування зарядів; б – деталь кріплення заряду до кілка; 1 – горизонтальний подовжений заряд; 2 – вертикальний подовжений заряд; 3 – металева смужка; 4 – дерев'яна рейка.

9.3.2. Протитанкові надовби (малюнок 199) підриваються зовнішніми зосередженими зарядами, які розташовуються біля кожної надовби, на поверхні землі.



Мал. 199. Підривання протитанкових надовб:

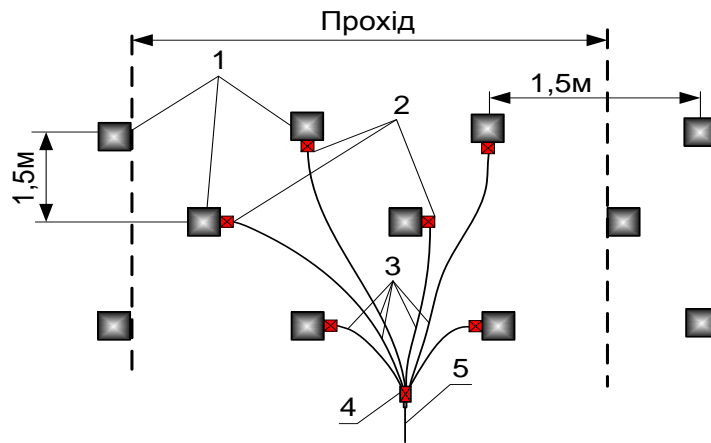
а – залізобетонних; б - кам'яних; 1 – заряд.

Під час підривання залізобетонних надовб заряди розраховуються за формулою 22 на вибивання бетону.

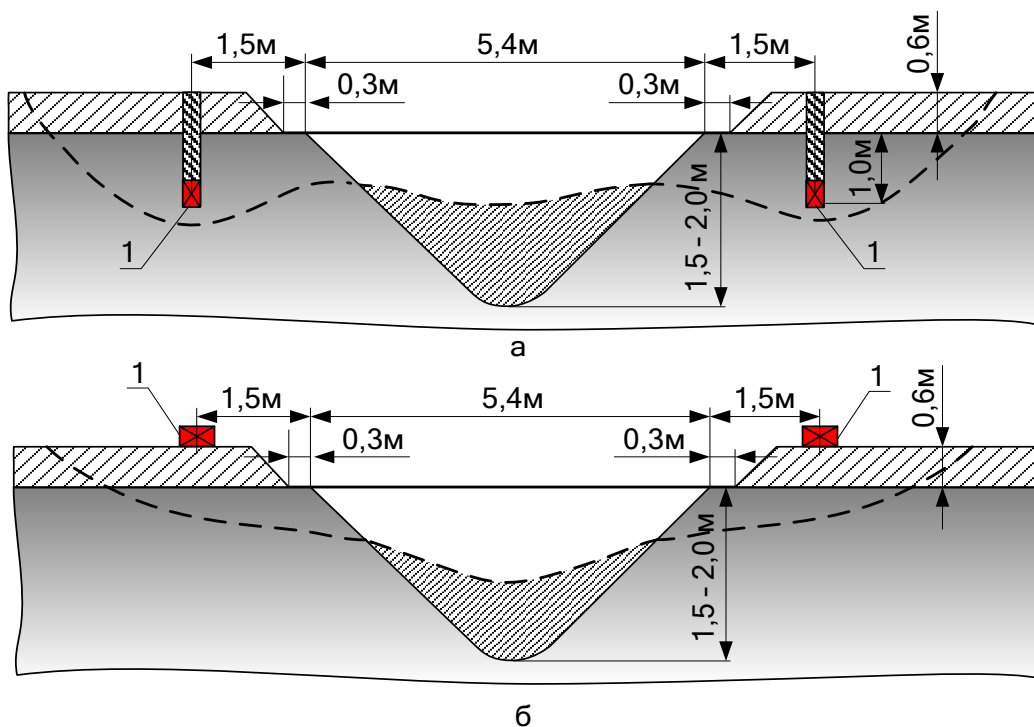
Надовби з цілих каменів підриваються зовнішніми зарядами масою 3–5 кг.

Розрахунок зарядів для підривання дерев'яних і металевих надовб здійснюється згідно з пунктами 4.1.5 і 4.2.2.

Під час одночасного підривання декількох надовб з метою улаштування проходу в загородженні (малюнок 200) заряди підриваються за допомогою мережі ДШ або електричним способом.



Мал. 200. Улаштування проходу у надовбах:
1 – надовби; 2 – заряди; 3 – ДШ; 4 – шашка ВР; 5 – ЗТП.



Мал. 201. Підривання круч протитанкових ровів зосередженими зарядами:
а – зарядами в колодязях; б – зовнішніми зарядами; 1 – заряди.

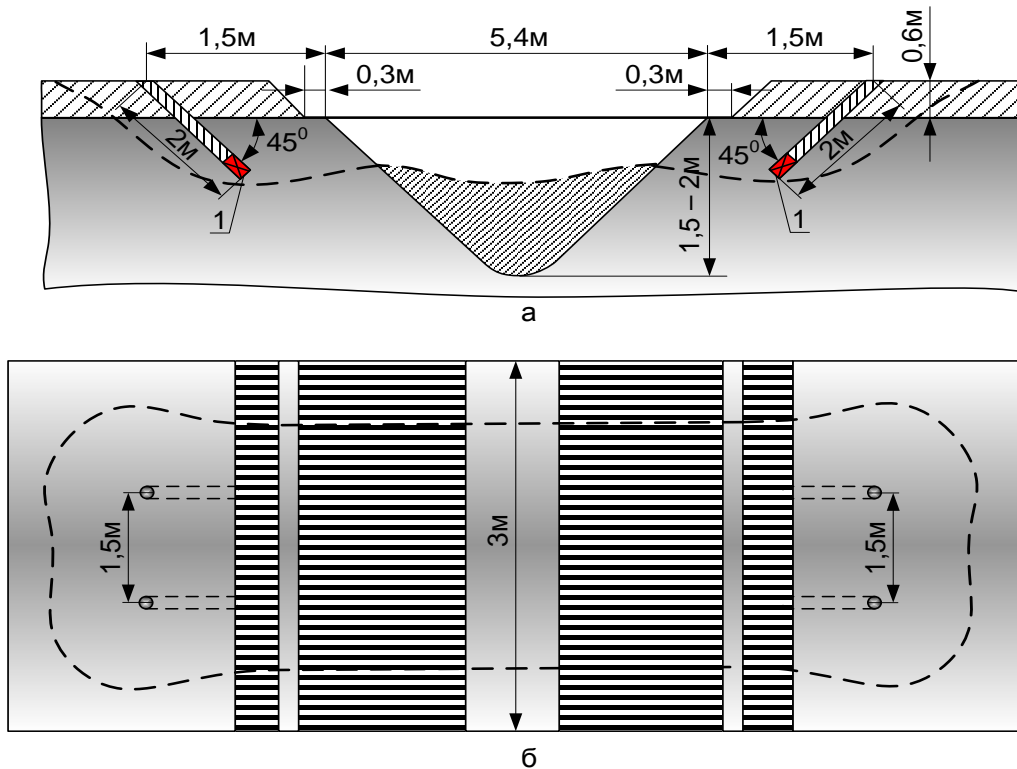
9.3.3. З'їзди в кручах протитанкових ровів, в ескарпах і контрескарпах улаштовуються:

підриванням заглиблених зосереджених зарядів масою 6–8 кг, розташованих на відстані 1,5 м від бровок укосів; заряди (по одному з боку кожного укосу) закладаються в колодязі глибиною 1,5–1,6 м (приблизний характер з'їздів, які утворюються, показаний на малюнку 201, а);

підриванням зовнішніх зосереджених зарядів масою 25–30 кг, які викладені (по одному з кожного боку рову) на відстані 1,5 м від бровок на поверхні брустверів. Приблизний характер з'їздів показаний на малюнку 201, б (даний спосіб рекомендується застосовувати тільки в умовах обмеженого часу);

підриванням подовжених зарядів масою 4 кг на 1 погонному метрі, заглиблених у ґрунт під кутом 45° до горизонту; з боку кожного укосу закладається по два заряди довжиною 2 м кожний на відстані 1,5 м один від одного і від бровок. Розташування зарядів і приблизний характер з'їздів, які утворюються у результаті їх підриву, показані

на малюнку 202.



Мал. 202. Підривання кроч протитанкових ровів подовженими зарядами:
а – поперечний перетин; б – план; 1 – заряди.

Заряди, які призначені для улаштування з'їзду, повинні підриватися одночасно за допомогою ДШ або електричним способом.

9.3.4. Проходи в лісових завалах улаштовуються шляхом підривання окремих дерев зосередженими контактними зарядами. Заряди розраховуються за формулою 15; усі заряди на площі проходу повинні підриватись одночасно.

Дерева, перебиті вибухами зарядів на частки, видаляються за межі проходу засобами, обладнаними бульдозерним обладнанням.

10. Псування і знищення озброєння, військової техніки і майна вибуховим способом

10.1. Танки (малюнок 203) приводяться у непридатний стан підриванням зарядів ВР, що розміщуються:

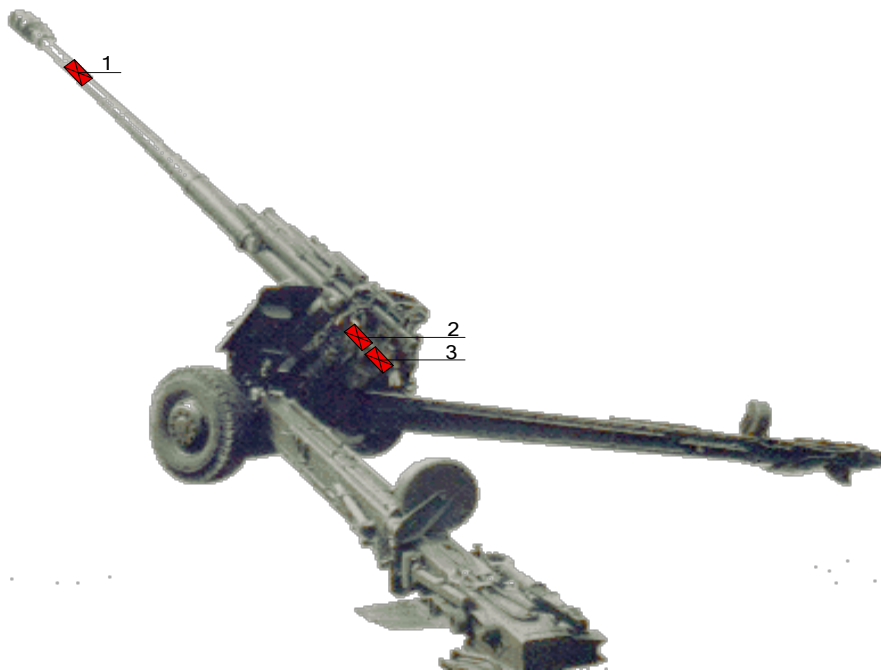
на двигуні біля циліндрів, маса окремих зарядів 0,4–0,8 кг;

біля башти, у місці їх з'єднання з корпусом, маса заряду 1,6–2,0 кг (башта після підривання заклинюється);

на одній чи обох гусеницях, біля ведучих коліс, маса кожного заряду 2 кг;

у стволі чи біля затвору гармати, маса зарядів приймається згідно з пунктом 10.3.





Мал. 204. Підривання артилерійської гармати:

1 – заряд у каналі ствола; 2 – заряд у патроннику; 3 – заряд біля затвора.

10.2. Бронетранспортери, артилерійські тягачі, базові машини ракет, автомобілі та трактори приводяться у непридатний стан вибухами зарядів, що розміщуються:

на блоках циліндрів двигунів, маса заряду 0,4 кг;

біля коробки передач у нижній її частині, маса заряду 0,4 кг;

біля карданного валу у цапфах, маса зарядів 0,8–1,0 кг;

біля заднього моста біля коробки диференціалу, маса заряду 0,8–1,0 кг (при двох ведучих осях підриваються обидві осі, кожна окремим зарядом).

У бронетранспортерах псуються кулемети підривом зарядів масою 0,2–0,4 кг, що закладаються біля замків; у тракторах і тягачах підривається одна чи обидві гусениці згідно з пунктом 10.1.

10.3. Артилерійські гармати і міномети приводяться у непридатний стан підривом зарядів, що розміщуються у каналах, у казенній частині (у патронниках) чи над затворами (малюнок 204).

Маса зарядів залежить від калібру гармати і визначається (для будь-яких із трьох вказаних випадків розміщення зарядів) за таблицею 22.

Маса зарядів
для приведення у непридатний стан гармат різного від калібру

Калібр гармати (міномета), мм	Маса заряду, кг	Калібр гармати, мм	Маса заряду, кг
37–50	0,2–0,4	150–200	4,0–5,0
70–76	1,0–1,2	200–300	6,0–7,0
80–100	1,2–2,0	300–400	7,0–10,0
100–150	2,0–4,0	Більше 400	10,0–15,0

10.4. Пускові установки балістичних ракет, змонтовані на пересувній базі, псується підривом подовжених чи зосереджених зарядів, що розміщуються в одному-двох перетинах на направляючих і біля шарнірів опорних стійок. Маса зарядів визначається згідно з пунктами 4.2.2–4.2.4. Місця розміщення зарядів показані на малюнку 205.



Мал. 205. Місця розміщення зарядів для підриву пускової установки з ракетою:

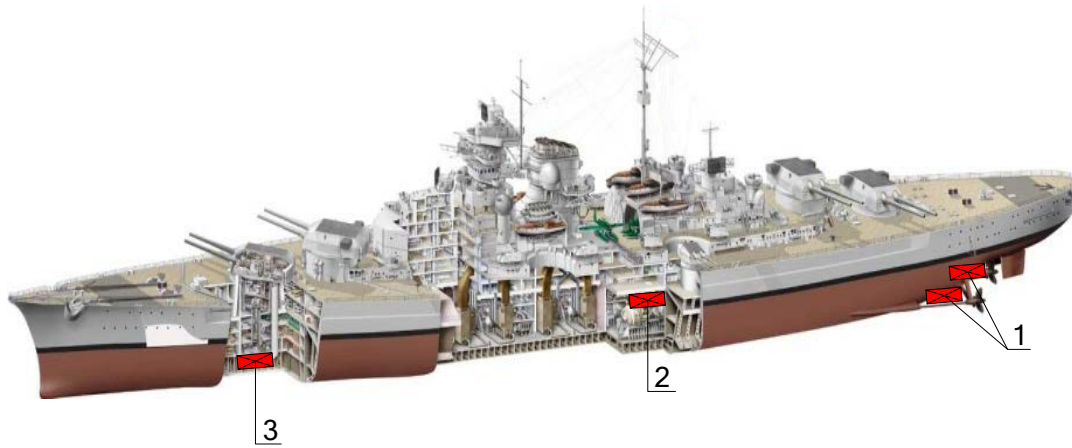
1 – на головній частині; 2 – на корпусі над баком для пального; 3 – у камері двигуна; 4 – на направляючих; 5 – на шарнірі.

10.5. Військові пересувні електростанції приводяться в непридатний стан підриванням зарядів масою 0,8–1,0 кг, що розміщуються на блоці циліндрів двигуна, на підшипниках біля колектора чи на корпусі генератора.

10.6. Літаки і вертольоти приводяться в непридатний стан:

підриванням зарядів масою 0,8–1,0 кг, що розміщуються біля двигунів і баків з паливом;

підриванням зарядів масою 1,0–3,0 кг, що розміщуються біля муфт тягових і підйомних гвинтів.



Мал. 206. Підривання судна:

1 – заряди на гребних валах; 2 – заряд біля двигуна; 3 – заряд на днищі.

10.7. Річкові судна (баржі, пароплави) приводяться в непридатний стан підриванням зарядів, що розміщуються (малюнок 206):

усередині суден, у їх підводній частині між шпангоутами (ребрами). Маса зарядів, а також їх форма і кількість визначаються з урахуванням товщини обшивки згідно з пунктом 4.2.5;

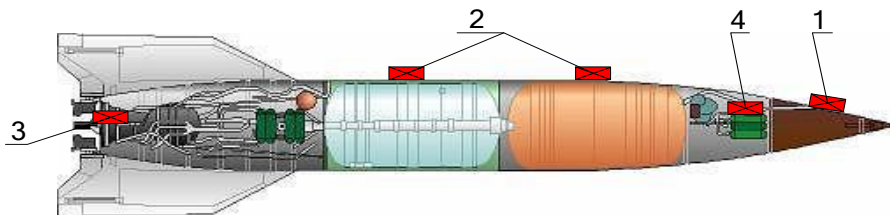
біля частин машин, котлів чи на гребному валу (у перших двох випадках маса зарядів приймається від 0,4 до 1,2 кг, в останньому – від 3 до 5 кг);

усередині суден, біля шпангоутів чи в місцях з'єднання шпангоутів з кілем; маса зарядів – згідно з пунктом 4.2.1 (як правило, від 2 до 4 кг);

на ланцюгах чи на канатах, що йдуть від місця керування (штурвальна рубка) до руля; розрахунок і розміщення зарядів – згідно з пунктом 4.2.4.

Усі заряди повинні підриватися одночасно за допомогою ДШ чи електричним способом.

10.8. Основні блоки ракет знищуються чи пошкоджуються підривом зарядів. Місця розміщення зарядів на окремих блоках ракети показані на малюнку 207.



Мал. 207. Місця розміщення зарядів для підриву ракети:

1 – на головній частині; 2 – на корпусі на баках з паливом та окислювачем; 3 – у камері двигуна; 4 – на відсіках керування.

Головна частина ракети з бойовим зарядом знищується підривом зосередженого заряду масою 1,0–1,6 кг, який розміщується на корпусі.

Корпус з баками для палива і баками для окислювача, а також двигун руйнуються підриванням зосереджених зарядів масою 1–2 кг, що розміщуються на зовнішній поверхні корпусу чи в камері згорання двигуна.

Блок відсіку керування руйнується підриванням заряду масою 0,4–0,8 кг.

Консолі крил і кіль крилатих ракет руйнуються підриванням подовжених зарядів масою 1–2 кг/м.

Руйнування ракет на стартовій позиції в положенні боєготовності проводиться шляхом підривання головної частини з бойовим зарядом чи баків з паливом, як зазначено вище. Для укладання зарядів на вказані вузли ракет можуть використовуватися монтажні

крани.

Артилерійські снаряди і мінометні міни знищуються підірванням зарядів, що розміщуються на стінках корпусів. Маса зарядів залежить від калібру снарядів (мін), що підриваються (таблиця 23).

При знищенні снарядів і мінометних мін, що не підірвалися під час стрільби, зрушувати їх з місця та змінювати положення, в якому вони були знайдені, як правило, забороняється. При підірванні снаряду (міни) зазвичай підривається і його розривний заряд, тому дальність розльоту осколків може бути досить значною (таблиця 23).

Таблиця 23

Маса зарядів для підірвання снарядів і можлива дальність 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

Для зменшення дальності розльоту осколків снаряди і міни, що підриваються, доцільно відгороджувати земляними валами, стінками з колод тощо.

У виняткових випадках, коли допустиме переміщення снарядів (мін), що підлягають знищенню, їх складають в ями (котловани) штабелями і підривають згідно з пунктом 10.9. Підтягування снарядів та мін, що не підірвалися, до місць підриву дозволяється проводити тільки за допомогою кішок, діючи ними з-за укриттів.

Авіаційні бомби підриваються зарядами, що розміщуються на стінках корпусів. Маса зарядів визначається за таблицею 24.

Порядок знищення авіабомб аналогічний порядку знищення артилерійських снарядів. Авіабомби, що не підірвалися, дозволяється зрушувати з місця і перевозити тільки в тих випадках, коли вони знайдені в населеному пункті і коли їх підрив на місці падіння становить небезпеку для населення, а також для будинків та інших споруд. Переміщення авіабомб у цих випадках проводиться згідно зі спеціальними інструкціями.

Таблиця 24

Маса зарядів для підірванням авіабомб і можлива дальність розльоту осколків залежно від калібру (маси) авіабомб, що підриваються

Калібр авіабомби, кг	Маса підривного заряду тротилу, кг	Можлива дальність розльоту осколків, м
до 10	0,2	до 500
до 50	0,4	до 850
до 100	0,6	до 1000
до 250	1,0	до 1200
до 500	1,6	до 1350
до 1000	2,0	до 1500
до 1500	2,4	до 1600
до 2000	3,0	до 1800

до 5000	5,0	до 2000
---------	-----	---------

Таблиця 25

Маса зарядів для підривання інженерних мін
і можлива дальність розльоту осколків

№ з/п	Тип мін, що знищуються	Маса підривного заряду тротилу, кг	Безпечна відстань в метрах для особового складу, розташованого	
			відкрито	в укриттях
1	Фугасні протипіхотні	0,2	50	10
2	Фугасні протитанкові	0,2–0,4	100	30
3	Осколкові протипіхотні кругового ураження з радіусом зони суцільного ураження:	0,4		
	до 15 м		200	100
	до 25 м		300	100
	до 30 м		700	100
4	Осколкові протипіхотні направленої дії з дальністю зони суцільного ураження:	0,4		
	до 50 м		170/50	100/25
	до 100 м		320/100	150/25
	до 200 м		480/100	250/25
5	Протитанкові протибортові (в напрямку вильоту вражаючого елемента)	0,2–0,4	500	200

Протитанкові міни (далі – ПТМ) знищуються підриванням зарядів (шашок) масою 0,2–0,4 кг, що вкладаються на кришку. Протипіхотні міни (далі – ППМ) натискної дії підриваються зарядами масою 0,2 кг, що укладаються поруч із ними. Осколкові міни підриваються зарядами масою 0,4 кг, які вкладаються поруч із підривниками. Порядок знищення ПТМ та ППМ аналогічний порядку знищення артилерійських снарядів. Маса зарядів для підривання мін наведена в таблиці 25.

10.9. Сховища боєприпасів підриваються зарядами, що розміщуються всередині сховищ на корпусах снарядів (мін, авіабомб). Два і більше підривних заряди розміщують у різних місцях сховища (штабеля). За наявності кількох сховищ (штабелів) заряди розміщуються в кожному з них. Маса зарядів для підривання окремих снарядів, мін та авіабомб визначається згідно з таблицями 23, 24 і 25.

Під час підривання штабелів снарядів (мін), як правило, частина їх розкидається, не підриваючись; зменшення розкидання снарядів досягається укладанням підривних зарядів поверх штабелів і збільшенням кількості та маси цих зарядів; для чого на кожний штабель укладається кілька зосереджених зарядів масою не менше 5 кг кожний чи один подовжений заряд, який перекриває штабель по всій довжині. Підривання зарядів повинно проводитися одночасно.

Крупнокаліберні авіабомби (250 кг і більше) доцільно підривати кожен окремих зарядом, що закладається у вічко для підривника.

Заряди, розміщені в межах одного сховища (штабеля), з'єднують ДШ; підривання первинних зарядів проводиться електричним способом чи за допомогою годинникових підривників з невеликим уповільненням.

Малокаліберні патрони і патрони для гвинтівок, малокаліберні осколкові не повністю споряджені авіабомби, а також запалювальні бомби для уникнення розкидання їх під час підривання знищуються спалюванням у котлованах; з цією метою на дно котловану укладаються облиті керосином дрова, а поверх дров розміщуються боєприпаси, що знищуються, у дерев'яній тарі (ящиках). Вогнище підпалюється електричним способом (підривом ЕЗП) у декількох точках, в яких встановлюються коробки з димним порохом.

10.10. Сховища для зберігання обмундирування, продовольства знищуються спалюванням. Перед спалюванням усе, що зберігається на складі, обливається бензином, керосином, нафтою тощо і підпалюється запалювальними зарядами. Сховища (підземні ємності) пального і мастильних матеріалів також знищуються спалюванням. Корки, кришки і люки металевої тари (бочок, баків, цистерн) попередньо відкриваються. Під час підпалювання вказаних матеріалів слід остерігатися вибуху їх парів, що накопичуються у сховищах.

Підпалювання нафти, мазуту і мастила здійснюється спеціальними запалювальними засобами або невеликими зарядами ВР (0,2–0,4 кг), закладеними в бідони з бензином чи керосином і зануреними в матеріали, що підпалюються. Заряди закладаються в бензин (керосин) безпосередньо перед спалюванням сховищ. Військові майстерні та їх внутрішнє обладнання руйнуються чи приводяться в непридатний стан згідно з пунктом 7.9.

Укрупнені норми на проведення підривних робіт з руйнування окремих об'єктів та споруд наведено в додатку 8.

11. Підводні підривні роботи

11.1. Підривні роботи у воді проводяться з метою:

підривання льоду;

поглиблення і розчищення русел річок і знищення бродів;

підривання загороджень, встановлених у воді;

знешкодження ВВП;

підривання підводних частин суден і споруд.

11.2. Розрахунок безпечної відстані під час підводних підривних робіт

Під час проведення підводних підривних робіт необхідно враховувати, що дія вибуху у воді розповсюджується на значно більші відстані, ніж у повітрі.

При підводному підриванні робота водолазів і перебування людей у воді допускається тільки на безпечних відстанях від місця підривання, що визначаються за формулою

$$l = 250\sqrt[3]{C}, \quad (63)$$

де l – безпечна відстань у метрах;

C – маса заряду, що підривається у воді, у кілограмах.

11.3. Підривання льоду та льодових заторів

11.3.1. Підривання льоду проводиться для утворення ополонки з метою влаштування загороджень, проведення суден, влаштування переправ, а також для попередження і знищення заторів льоду біля мостів.

Для влаштування загороджень ополонки можуть бути утворені завчасно чи в момент підходу противника до водної перешкоди. У першому випадку необхідно постійно підтримувати ополонки в незамерзаючому стані. У другому потрібно тільки завчасно встановити підготовлені до підривання підлідні заряди.

Маса підлідних зарядів для влаштування ополонки і найбільш вигідна глибина їх занурення у воду, якщо рахувати від поверхні льодового покриву, визначається за таблицею 26 залежно від потрібного діаметра (ширини) ополонки і товщини льоду.

Для приблизного визначення кількості ВР, необхідної для підривання льоду, приймають на один квадратний метр льодової поверхні 0,075 кг тротилу при товщині льоду до 0,5 м.

Вказані вище величини зарядів у всіх випадках, коли це можливо, підлягають уточненню пробними вибухами.

Таблиця 26

Маса зарядів для підривання льоду
і найбільш вигідна глибина їх занурення

Мас а	Гли бин а	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	10,0– 11,0

11.3.2. Для опускання зарядів під лід у льоду ломами, механічними й електричними бурами чи вибухами малих зарядів ВР проробляють ополонки такої величини, щоб основні заряди проходили в них вільно.

Під час пробивання ополонок підриванням заряди розміщують на поверхні льодового покриву чи із заглибленням у товщу льоду. Маса зарядів визначається за таблицею 27.

Таблиця 27

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

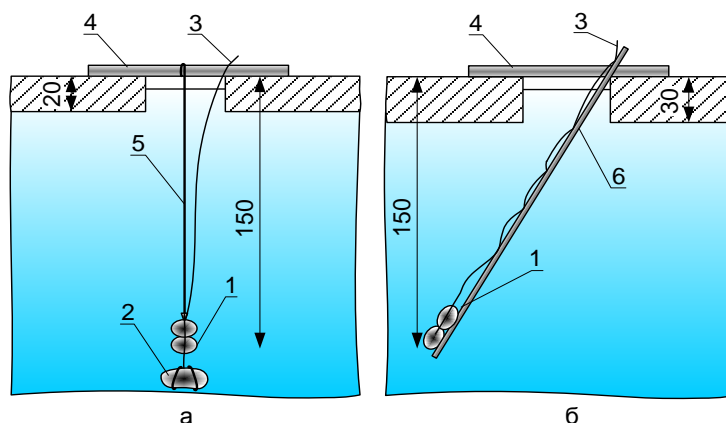
Для пробивання ополонок у льоду можна використовувати КЗ. Наприклад, КЗ-2 пробиває лід товщиною до 2 м, утворюючи ополонку діаметром приблизно 25 см (потрібно рахувати по нижній поверхні льодового покриву).

Заряди (основні) опускаються в ополонку на глибину, яка визначається за таблицею 27, на мотузках чи на жердинах з поперечками, що укладаються на лід упоперек ополонок (малюнки 208–210). Щоб запобігти спливанню зарядів, до них прив'язують вантаж.

11.3.3. Для збільшення діаметра ополонки доцільно використовувати, крім основного заряду, заряд, який забивається, що розміщується на половині відстані між основним зарядом і поверхнею льодового покриву (малюнок 209).

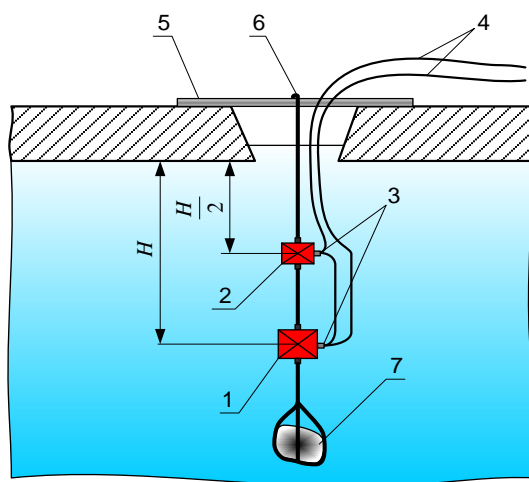
Маса заряду, що забивається, приймається рівною одній четвертій – одній п'ятій маси основного заряду; при цьому діаметр ополонки збільшується приблизно в півтора

рази. Підривання заряду, який забивається, проводиться одночасно з основним.



Мал. 208. Встановлення зарядів в 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.



Мал. 209. Підривання льоду з застосуванням заряду, який забивається:

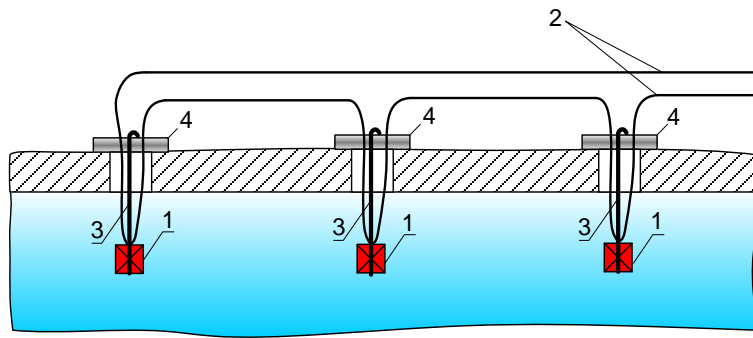
1 – основний заряд; 2 – заряд, який забивається; 3 – ЕДП; 4 – проводи; 5 – поперечка; 6 – мотузка; 7 – вантаж.

11.3.4. Утворення ополонки під час влаштування загороджень і пророблення каналів у льоду здійснюється 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 малюнку 210.

Руйнування льоду під час влаштування ополонки може відбуватися також подовженими зарядами, укладеними на лід. За 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.



Мал. 210. Розміщення групи зарядів для підривання льоду:
1 – заряди; 2 – проводи; 3 – мотузка; 4 – поперечки.

Якщо поверхня льоду покрита снігом, то для зменшення розмірів крижин в ополонці відстані між нитками подовженого заряду приймаються рівними 2 м.

11.3.5. Підривання суцільних льодових масивів із метою порушення суцільності льоду проводиться зосередженими зарядами, що закладаються в пророблених у льоду колодязях глибиною до 2 м. Маса таких зарядів визначається за таблицею 28 залежно від величини показника дії вибуху n (пункт 5.2).

Таблиця 28

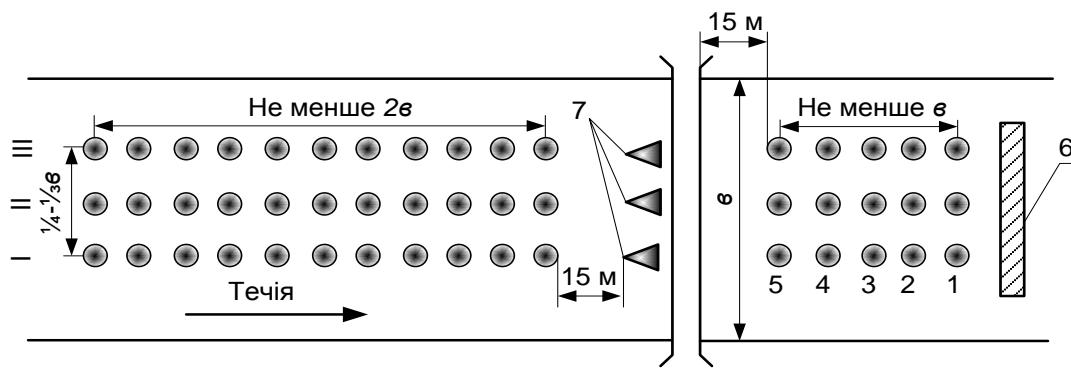
Маса зарядів для підривання суцільних льодових масивів

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

11.4. Захист мостів від пошкоджень під час льодоходу

11.4.1. Для попередження заторів біля мосту необхідно ще до початку льодоходу звільнити від примерзлого льоду всі опори і льодорізи, зробивши навколо них борозни в 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 трьох ширин річки; на відстані, що дорівнює ширині річки, канал повинен простягатися нижче мосту і на більшу удвічі відстань – вище мосту.

Улаштування каналу починають із низового боку. Заряди розміщують паралельними рядами перпендикулярно фарватеру (малюнок 211). Відстані між рядами і між зарядами в рядах приймаються згідно з пунктом 11.3.4.



Мал. 211. Розміщення ополонок для зарядів під час влаштування каналу в льоду:

I-III – поздовжні ряди ополонок вище мосту; 1-5 – поперечні ряди ямок нижче мосту; 6 – борозна; 7 – льодорізи; e – ширина річки.

Заряди підриваються по чергові ряди, починаючи з ряду, що найближче знаходиться до борозни, яка попередньо проробляється по низовій межі каналу.

Під час пророблення каналу вище мосту ряди зарядів розміщуються паралельно фарватеру, навпроти опор і льодорізів. Ближче 15 м від мосту підривати заряди забороняється.

11.4.2. Якщо затор утворився трохи далі від мосту, то його знищують підриванням зарядів із низового боку з метою влаштування в 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 в чотири–шість разів перевищують їх заглиблення.

Під час закладання 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. Великі крижини при підході до мосту руйнуються зарядами масою не більше 3 кг, що скидаються на них. Ці заряди повинні підриватися до підходу крижини під міст.

11.4.3. Роботи зі знищення льодових заторів повинні проводитися якомога швидше. Під час роботи необхідно стежити за тим, щоб разом із 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; підричників, які працюють у таких місцях, обв'язують мотузками, другі кінці повинні тримати люди, які 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 в 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 верхнього боку затору чи коли напір льоду перестав загрозувати мосту.

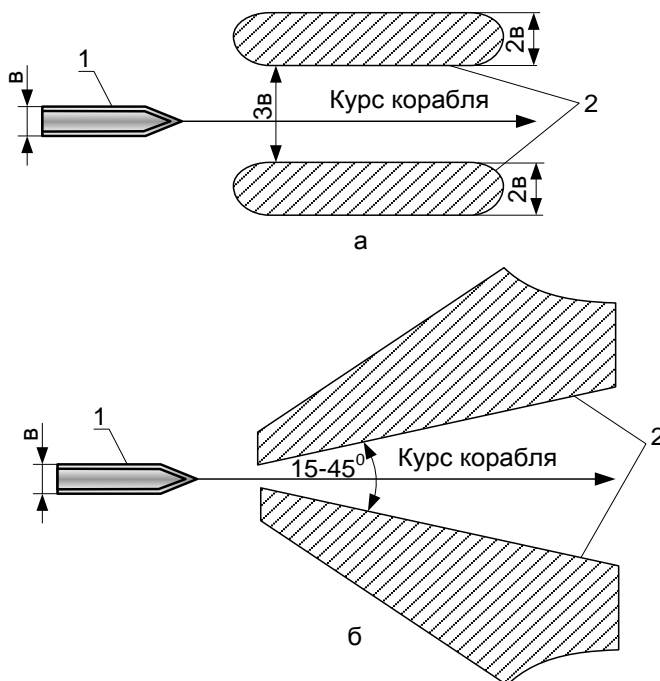
11.5. Проведення кораблів по льодових полях і звільнення вмерзлих суден

11.5.1. Якщо рухові корабля перешкоджає дрібнорозбитий лід, то корабель відводиться на безпечну відстань, а в зоні накопичення льоду підривається кілька зарядів

масою по 20–25 кг на глибині, що приблизно дорівнює товщині льоду. Якщо при цьому не вдається полегшити рух корабля за колишнім курсом, то канал пробивається в іншому напрямку.

Якщо рухові корабля перешкоджає потужний суцільний лід, то у ньому пробивається канал шириною, що дорівнює подвоєній ширині корабля. Заряди, які визначають за таблицею 26, розміщуються вздовж осі каналу у кілька рядів і підриваються, по можливості, одночасно. Такий метод ефективний у тому разі, якщо розбитий підриванням лід буде відноситися з каналу течією і вітром і якщо немає пересування льоду, яке може призвести до звуження каналу.

11.5.2. Якщо утворення каналу способом, указаним у пункті 11.4.1, не можливе, то для забезпечення руху корабля прибігають до суцільного підривання льоду в зонах, паралельних курсові корабля чи розміщених під кутом 15–45° до нього (малюнок 212).

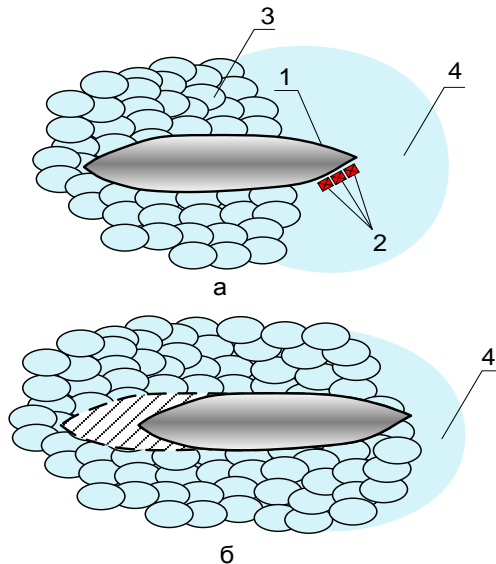


Мал. 212. Суцільне підривання льоду:

а – у зонах, паралельних курсові корабля; б – у зонах, розміщених під кутом до курсу корабля; 1 – судно; 2 – зони битого льоду.

Ширина кожної зони суцільного руйнування льоду повинна бути мінімум удвічі більшою ширини корабля, а відстань між зонами не повинна перевищувати ширину корабля більше, ніж утричі. При вказаних розмірах зон і проміжках між ними корабель розколює незруйнований лід на своєму курсі і, розсуваючи його в боки, проходить важку ділянку.

11.5.3. Зняття корабля, що засів на льодовому полі і не може продавити льодовий масив своєю масою, проводиться за допомогою підривання кількох зарядів масою по 0,2–0,4 кг, розміщених, як показано на малюнку 213.



Мал. 213. Підривання льоду під час постановки судна на плав:

а – положення судна до підривання зарядів; б – те саме, після підривання зарядів; 1 – судно; 2 – заряди; 3 – битий лід; 4 – льодове поле.

Глибина закладання зарядів повинна становити 1–1,5 м, відстань від борту корабля до зарядів – не менше 10 м. Заряди розміщуються двома рядами на відстані 1,25 м один від одного. Після підривання льодове поле під кораблем розколюється на великі шматки і забезпечується можливість постановки корабля на плав.

Звільнення кораблів, що вмерзли в лід, проводиться влаштуванням навколо них зон суцільного руйнування льоду; ширина такої зони повинна становити 4–5 м. Зони суцільного руйнування створюються поступово від корми до носа корабля, спочатку з боку одного, а потім (якщо це буде необхідно) і з боку другого борта. Битий лід гвинтом корабля проганяється під непорушений льодовий масив.

Збереження кораблів від стискання нерухожими льодами проводиться шляхом влаштування навколо них поясів розбитого льоду шириною 15–20 м на відстані 15–20 м від бортів. При рухомих льодах навколо корабля влаштовується зона дрібнорозбитого льоду такої ширини, яка буде достатньою для розвороту корабля носом проти руху льодів.

11.5.4. Під час проведення підривання поблизу кораблів потрібно дотримуватися безпечних відстаней, які б гарантували захист бортів корабля від пошкодження. Ці відстані визначаються за таблицею 29.

11.6. Поглиблення і розчищення русел річок, знищення бродів

11.6.1. Під час поглиблення дна річок вибуховим способом роботи необхідно розпочинати з верхового боку, використовуючи розмив дна після підривання і знесення розпушеного ґрунту за течією.

Для проведення підривних робіт із поглиблення дна перекатів призначається розрахунок саперів. Розрахунок на човні спускається за течією на намічену ділянку роботи, на якій повинні бути завчасно виставлені на берегах віхи чи встановлені на воді буйки, що позначають створи для укладання зарядів. Спостереження за тим, щоб човен не виходив за межі позначеної ділянки, проводить рульовий.

Таблиця 29

Безпечні відстані (у метрах) від бортів корабля під час підривання зарядів, занурених під лід

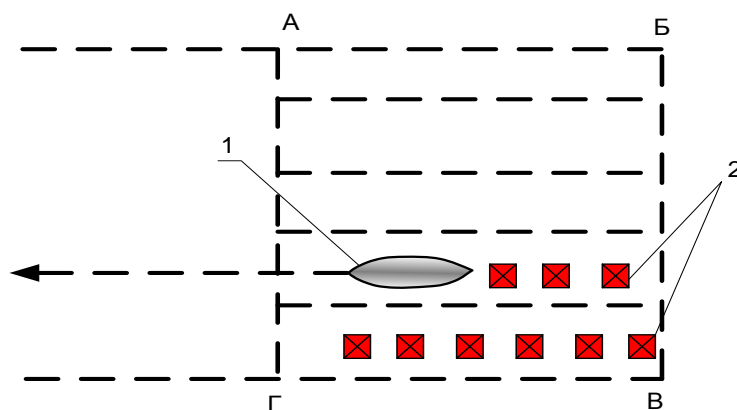
	Судна
--	-------

Маса заряду, кг	річкові (кораблі з дерев'яною обшивкою)	морські звичайні	морські судна для льодових умов	криголами
1	16–20	12–16	8–12	6–8
3	24–40	16–20	12–16	8–10
5	30–50	20–30	16–20	10–13
10	50–60	25–35	20–25	13–16
20	60–80	35–45	25–30	16–20
30	80–100	40–50	30–35	20–25
50	100–120	50–60	35–45	25–30

Розмітник, який знаходиться на носі човна, заміряє глибини і коли знайдена потрібна глибина, подає підривному команді “Опустити заряд”. Підрильник, який знаходиться в човні ближче до корми, після отримання команди подає сигнал “Вогонь”, після чого підпалює ЗТП і опускає заряд у воду. Після опускання заряду розрахунок відпливає на безпечну відстань проти течії.

При електричному способі підривання ЕДП повинні бути добре закріплені в зарядах, а в місцях зрощень на проводах повинні бути зроблені запобіжні петлі. Після скидання зарядів у воду проводи (щоб запобігти їх натягання) повинні розмотуватися зі швидкістю, що відповідає швидкості руху човна.

Під час проведення великої кількості підривань човен на ділянці річки стає на якір (малюнок 214). Заряди розміщуються на дні річки в шаховому порядку і підриваються одночасно.



Мал. 214. Встановлення зарядів на дно річки з човна:
1 – човен; 2 – заряди;
АБВГ – ділянка підривних робіт.

Дією вибуху з подальшим розмиванням піщаний переказ поглиблюється на 10–35 см (таблиця 30). Якщо дно річки потребує більшого поглиблення, то підривання проводиться кілька разів. Після кожного підривання і перевірки результатів необхідно робити перерву в роботі на даній ділянці не менш як на 5 годин, під час якої ґрунт змивається течією.

Таблиця 30

Приблизна маса зарядів для поглиблення піщаного дна річки

Глибина води на переказі, м	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Маса зарядів ВР, кг	2	3	3,5	4	5	6

Відстань між зарядами і рядами зарядів, м	4,0	6	7,5	8,5	11,0	13,0
Орієнтовне поглиблення перекату після вибуху, м	0,08– 0,15	0,1– 0,2	0,12– 0,25	0,15– 0,30	0,14– 0,32	0,15– 0,35

Користуючись таблицею, потрібно враховувати, що поглиблення залежить від швидкості течії річки і форми перекату (на перекатах із пологими укосами отримуємо менше поглиблення, на перекатах із гребенем – більше).

У зимовий час роботи з поглиблення дна річки проводяться з льоду: заряди на дно річки опускаються через пробиті в льоду ополонки.

Найбільший ефект розпушення ґрунту досягається при одночасному підриванні кількох зарядів електричним способом чи за допомогою ДШ. Заряди і вибухові мережі виготовляються завчасно на березі.

Коли всі заряди укладені на місця, з човна чи з берега перевіряють справність ЕВМ, після чого проводять підривання. Маса зарядів визначається за таблицею 30 і при нагоді уточнюється пробними вибухами.

Якщо дно річки кам'янисте і частини ґрунту потоком води не відносить, підривні роботи проводяться з метою розпушення кам'яного ложа, подрібнення його верхнього шару на невеликі шматки, які пізніше прибирають машинами чи вручну.

Маса зарядів визначається за таблицею 31 і перевіряється потім пробним вибухами. Якщо глибина води не перевищує необхідне поглиблення дна, маса зарядів збільшується на 50%; якщо глибина води менше подвоєної величини необхідного поглиблення, маса зарядів збільшується на 25%.

Таблиця 31

Маса зарядів для поглиблення кам'янистого дна річки

Необхідне поглиблення дна, м	Маса заряду, кг		
	для шарового вапняку	для щільного вапняку	для більш міцних порід
0,4	0,8	1,7	2,6
0,5	1,6	3,4	5,0
0,6	2,9	6,0	8,8
0,7	4,5	9,2	13,5
0,8	6,5	13,5	20,0

Подрібнення валунних каменів у воді проводиться підриванням зовнішніх (накладних) зарядів, маса яких визначається з розрахунку 2 кг ВР на 1 м³ каменю. Відстань між зарядами і рядами зарядів приймають утричі більшою необхідного поглиблення дна, вказаного в таблиці 31.

11.6.2. Для знищення бродів підриванням зарядів, що визначаються за таблицею 31, улаштовується фарватерна траншея там, де швидкість течії найбільша. Підривання зарядів слід проводити з верхового боку. При малій глибині води (менше 0,5 м) рекомендується закопувати заряди в ґрунт; у цьому разі вони розраховуються за формулою 27 при показникові дії вибуху $n=2,0\div 3,0$.

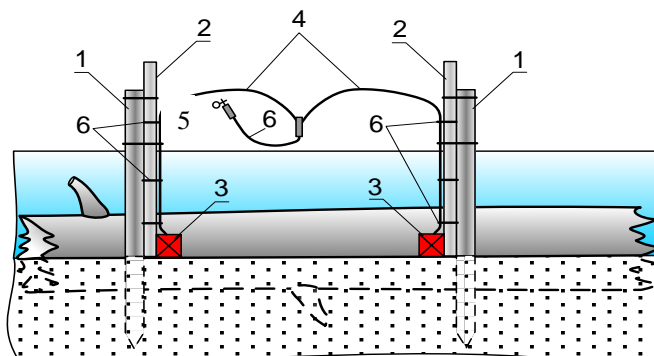
11.6.3. Розчищення русел річок від кряжів, корчів і дерев, що затонули, зводиться до подрібнення їх на шматки, які після вибуху витягуються з води чи відносяться течією.

Заряди закладаються з поверхні води за допомогою жердин чи водолазами. Розміщувати заряди необхідно під кряжами (корчами), що підриваються. Якщо предмет, що заважає, залягає глибоко у ґрунті і підкопатися під нього важко, то заряд укріплюється

на дні водойми так, щоб він щільно прилягав до цього предмета. Для руйнування довгих предметів одночасно підривається два – три заряди за допомогою ДШ чи електричним способом (малюнок 215). Розрахунок зарядів проводиться згідно з пунктом 4.1.2.

Мал. 215. Підривання кряжу, що затонув:

1 – кілки; 2 – рейки;
3 – заряди; 4 – відрізки ДШ з КД; 5 – ЗТП; 6 – дріт (шпагат).



11.6.4. Підривання загороджень, зруйнованих конструкцій мостів і суден, що затонули, проводиться підводними зарядами, що прикладаються безпосередньо до елементів, які підриваються. Частина загороджень суден і мостових конструкцій, що відділяються вибухами, повинні бути такого розміру і маси, щоб їх можна було пізніше видалити з води вручну чи за допомогою кранів. Розрахунок зарядів проводиться з урахуванням матеріалів конструкцій, що підриваються. Заряди укладаються під водою водолазами.

11.7. Способи виготовлення зарядів та їх використання

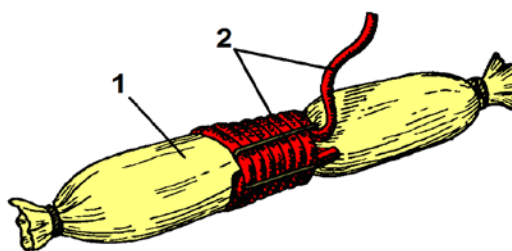
11.7.1. Під час роботи з ВР, що мають у своєму складі аміачну селітру, яка розчиняється у воді, порох необхідно помістити в герметичну упаковку. Заряди, де ВР (тротил, гексоген, тен) не вступає у сполуки з водою, його можна застосовувати без герметичних упаковок. Якщо використовується піроксиліновий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

Для виготовлення зарядів можуть 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 ЕДП та ДШ прикріплюють до заряду, щоб під час їх встановлення не пошкодити або не витягнути з заряду.

Підривання зарядів ДШ без КД широко застосовується під час підводних підривних робіт, адже відома їх висока надійність і мала загроза самого вибуху заряду при доставці та встановленні заряду на місце під водою (малюнок 216).

Мал. 216. Безкапсульне підривання зарядів:

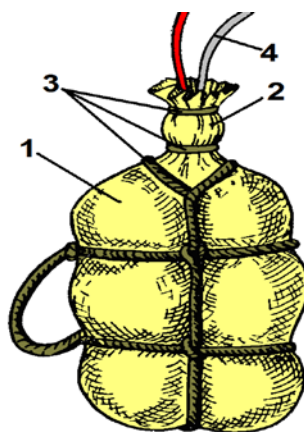
1 – мішок із засобами підривання; 2 – ДШ.



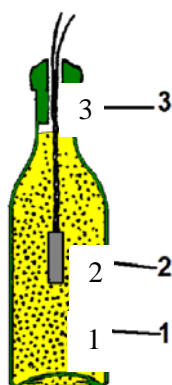
При цьому способі на підготовлений заряд щільно накладають 6–8 витків ДШ, один кінець якого ретельно ізолюється від води мастикою або ізоляційною стрічкою, а до другого кінця, який виходить на поверхню, перед підриванням приєднується ЕДП.

Герметизація заряду може проводитися з використанням як оболонки мішка, пляшки, металевої труби та відрізка шланга (малюнки 217–220). У металевих оболонках усі шви повинні бути ретельно звареними або запаяними. Паяння або зварювання після спорядження оболонки ВР проводити не дозволяється. Для герметизації кришки та місця виведення провідників застосовують вар, смолу та мастику.

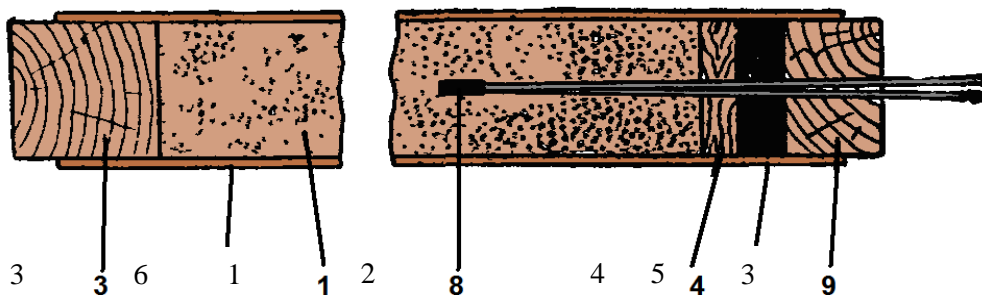
Для герметизації шлангів слід застосовувати пробки, які герметизують варом, смолою, клеєм. У шлангу ЕДП слід розташовувати посередині нього, проводи ЕДП слід пропустити через пробки і прив'язати до шланга зі слабиною. Заряду слід надати негативну плавучість.



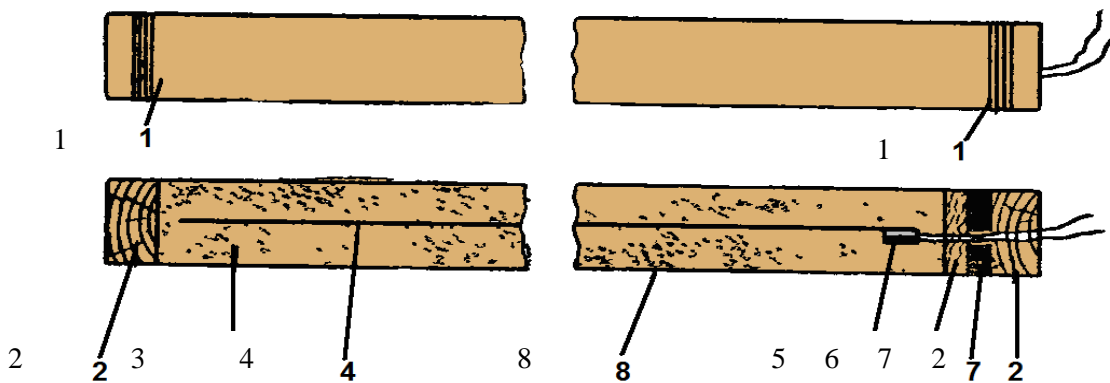
Мал. 217. Заряд у мішку:
1 – мішок; 2 – горловина;
3 – обв'язка; 4 – проводи ЕДП.



Мал. 218. Заряд у пляшці:
1 – ВР; 2 – ЕДП; 3 – вар.



Мал. 219. Герметизація заряду в металевій трубі:
1 – заряд ВР; 2 – ЕДП; 3 – дерев'яна пробка; 4 – дерев'яна прокладка; 5 – вар;
6 – труба.



Мал. 220. Герметизація заряду у шланзі:

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

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

Зосереджені заряди, що виготовляються у військах (малюнки 2–7), складаються (в'язуться) з тротилових шашок, амонітових брикетів, з пластичної чи порошкоподібної ВР.

Подовжені заряди з тротилових шашок збирають на дерев'яній планці і зв'язують шпагатом, а заряди з порошкової ВР розташовують у полотняних, паперових або картонних коробках. Для зарядів більшої ваги слід виготовляти ящики з ручками для перенесення і транспортування заряду. Такі заряди доцільно підривати бойовиками (дивись пункт 3.2.6). Порядок виготовлення таких зарядів наведено в пункті 2.2.

11.7.3. Під час проведення підводних робіт використовують лінійні і кільцеві КЗ 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 КЗ під водою дозволяє зменшити вагу зарядів приблизно в чотири рази у порівнянні із звичайними і перебивати метал у заданому напрямку. Крім того, КЗ утворюють отвір з відносно невеликими нерівностями, що приблизно дорівнюють товщині листа, який перебивається.

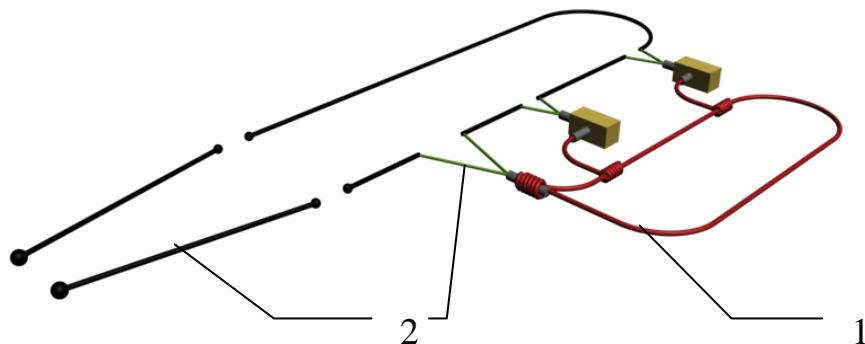
Під час проведення підводних робіт ці заряди використовуються, головним чином, за необхідності вирізати в борту або палубі затопленого корабля прохід для водолаза або невеликий отвір для закладання болванки від стропа, для перебивання елементів мостових і кранових ферм, які впали у воду, перебивання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

Спрощені КЗ виготовляють із тротилових шашок, вирізаючи в них напівциліндричні виїмки і розміщуючи в них оболонки з готових трубок. Порядок виготовлення КЗ наведено в пункті 2.3.

11.7.4. Для безвідмовного вибуху групи зарядів ВР на найбільш важливих об'єктах робіт вибухові мережі дублюють, тобто влаштовують дві мережі: одну електричну, а іншу 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 ЕДП, КД або ДШ.

Виведені на поверхню води вибухові мережі з'єднують разом для підключення до

джерела живлення. У разі використання ЕВМ та ДШ одночасність передавання імпульсу досягається ЕДП, розміщеним на початку лінії ДШ. На малюнку 221 показано дублювання ЕВМ ДШ. Вибух ДШ проводиться ЕДП, послідовно під'єднаним у загальну ЕВМ.



Мал. 221. Дублювання ЕВМ:
1 – ДШ; 2 – ЕВМ.

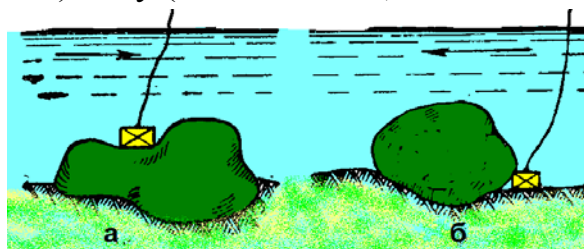
Дублюючі мережі монтують на березі, а потім повністю занурюють із човна або з борту до місця встановлення зарядів.

11.7.5. Великі камені (валуни) об'ємом до 15 м^3 можна роздробити або відкинути в бік зарядом ВР.

Кількість ВР приймають рівною 5 кг тротилу на 1 м^3 каменю середньої міцності. У разі застосування іншої ВР вагу заряду розраховують, зважаючи на її тротильовий коефіцієнт.

Під час виконання великої кількості підводних підривів валунів, а також у разі зміни міцності валуна вагу заряду слід скоригувати після першого пробного підривання.

Під час підривання окремих кам'яних глиб водолаз укладає заряд збоку або зверху так, щоб він щільно прилягав до поверхні глиби. Після підривання валун подрібнюється 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 подрібнюючи його на частини. Для відкидання валунного каменя об'ємом $3\text{--}10 \text{ м}^3$ в бік на відстань $15\text{--}25 \text{ м}$ на кожний кубічний метр каменя необхідно біля 3 кг ВР. Заряд підкладається під камінь із верхового (за течією) боку (малюнок 222).



Мал. 222. Підривання каменя:
а – заряд на камені; б – заряд під каменем.

Відстань між зарядами в одному ряду приймають $(1,5\text{--}3)L$, між окремими рядами $(1\text{--}2)L$, де L – глибина розпушення ґрунту.

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

- при глибині $2L/0,7$ – на 25%;
- при глибині $2L/(0,7\text{--}0,35)$ – на 25–50%.

У разі розташування зарядів безпосередньо на наносах, що вкривають ґрунт, які підлягають подрібненню, L приймають як додаток заданої глибини розпушення скельної

породи і товщини шару наносу.

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

11.7.6. Під час аварійно-рятувальних, суднопідіймальних 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 зайві руйнування об'єкта, водолази просвердлюють у дереві шпури 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.

11.7.7. Під час підривання окремих колод, брусів і пакетів колод (зосереджених кущів паль) контактними зарядами під водою маса цих зарядів визначається за формулами 15, 16 і зменшується удвічі.

Вказане правило діє в 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 палю діаметром 28 см.

Визначаєм масу заряду за формулою 15:

$$C = K \cdot d^2 = 1,25 \cdot 28^2 = 980 \text{ г.}$$

Враховуючи, що заряд розташований під водою на глибині більше подвоєної товщини палі, зменшуємо його вдвічі.

$$C_1 = 980:2=490 \text{ г.}$$

Приймаємо заряд 600 г (одну велику і одну малу або три малі тротиллові шашки).

11.7.8. Під час підривання колод ПВВ доцільно застосовувати кільцеві заряди в оболонках, які охоплюють колоду по всьому периметру. У цьому разі маса заряду визначається за формулою 15 і зменшується на 1/3.

11.7.9. Для перебивання шпунтового ряду рекомендується застосовувати подовжені заряди, розташовані по всій довжині конструкції, що перебивається. Заряди повинні бути щільно притиснуті до шпунтової стінки та привантажені баластом.

Вага заряду визначається за формулою:

$$C = 0,5 \cdot b \cdot l, \text{ в грамах} \quad (67)$$

де b – товщина шпунтового ряду, що перебивається, в сантиметрах;

l – довжина стінки в сантиметрах.

Якщо шпунтовий ряд зроблений з дерева твердих порід (дуб, бук), одержану вагу заряду збільшують у 1,5 рази.

11.8. Поділ на частини затонулих кораблів і суден

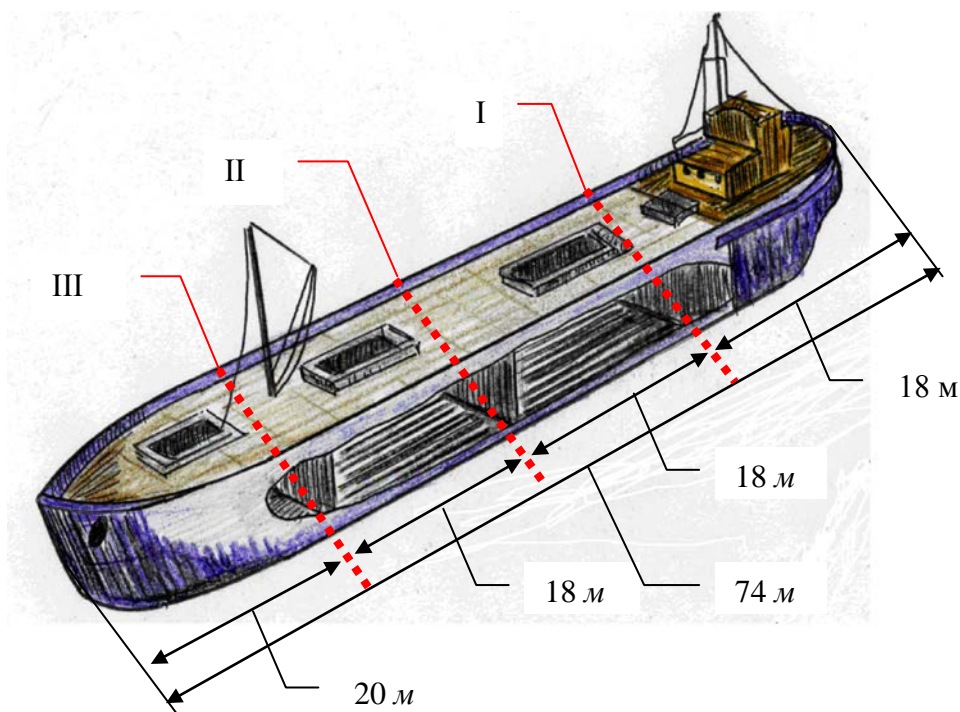
11.8.1. Вибір способу і порядку робіт із розбирання на частини затонулих кораблів і суден (далі – судна) залежить від їх від класу (типу), положення на ґрунті, умов району затоплення і вантажопідйомності плавучих кранів, які використовуються для підйому секцій.

Клас судна визначає конструктивні особливості корпусу, розташування приміщень, товщину елементів окремих конструкцій.

Положення судна на ґрунті (на рівному кілі, з креном або диферентом, догори кілем, на борту тощо) визначає послідовність робіт із розбирання. Основним принципом під час поділу металевих суден є їх поділ у напрямку знизу вгору. Такий порядок робіт найбільш безпечний для водолаза, оскільки розібрані або ослаблені конструкції завжди знаходяться нижче, ніж працює водолаз. Під час багатоярусного подрібнення суден спочатку обробляють і забирають верхній ряд, а потім інші. Однак і в цьому разі 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.

На малюнках 223 та 224 наведена типова розмітка ліній підривання затопленої баржі водотоннажністю 1500 т та корабля понад 2000 т.



Мал. 223. Типова розмітка ліній підривання затопленої баржі:
I–III – лінії підривання.



Мал. 224. Розмітка ліній підривання для поділу корабля водотоннажністю більше 2000 т (позначено пунктиром).

Судна типу підводних човнів, кораблів, катерів, буксирів, барж і малих транспортів водотоннажністю до 2000 т діляться на окремі частини переважно поперечними розрізами. Загальний напрям розподілу беруть знизу вгору. Так, наприклад, якщо судно лежить на рівному кілі, то спочатку обробляють днище, потім борт і, в останню чергу, палубу. При положенні корабля догори кілем поділ починають з палуби і закінчують днищем.

Поділ суден водотоннажністю більше 2000 т (лінкори, крейсери, міноносці, середній і великий транспорт) здійснюється за таким же принципом.

11.8.2. Заряди, призначені для перебивання під водою корабельних конструкцій, повинні щільно прилягати до металу, який перебивається. Якщо метал покритий ґрунтом, шаром мушлі або захарашений, то слід очистити місце для заряду і за необхідності притиснути заряд баластом.

Форма зарядів залежить від профілю елемента, що підривається.

Для поділу кораблів застосовують, головним чином, подовжені і зосереджені заряди. Фігурні заряди через незручність їх кріплення до елементів корабля застосовуються за можливістю.

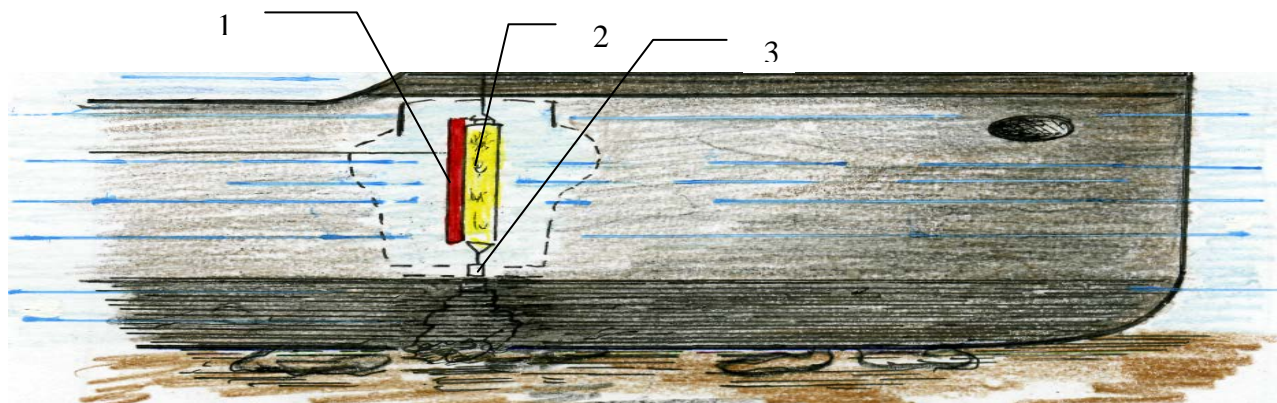
Способи укладання та кріплення зарядів можуть бути найрізноманітнішими, вони залежать від розташування елемента, що перебивається, форми заряду, умов і стану конструкцій у місцях наміченого розрізання.

Під час розбирання бортової обшивки, дна 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 перебивання цих конструкцій лише тоді, коли з яких-небудь причин не можна застосувати зовнішні заряди.

Бортову обшивку підривають подовженими зарядами з тротилових шашок, ПВВ чи іншою негіроскопічною ВР. Для виконання горизонтального різання заряди підвішують на кінцях шпагату на відстані від ґрунту. Для отримання розрізу на рівні ґрунту заряди укладають вздовж борту, притискаючи їх до обшивки ґрунтом або баластом.

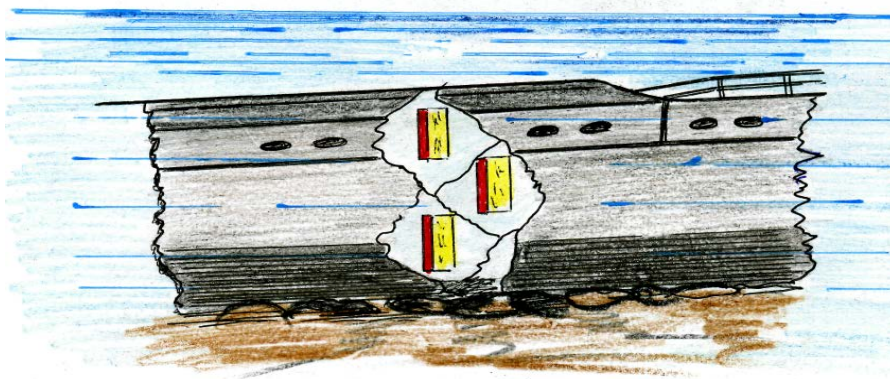
Укладання зарядів для вертикального різання рекомендується починати від ґрунту. Заряд прикріплюють до рейки або дошки, залишаючи знизу вільний кінець рейки (дошки) завдовжки близько 0,5 м для занурення в ґрунт. Верхній кінець дошки з зарядом

притискають до борту упором. Наступний заряд кріплять трохи вище отриманого після вибуху розрізу, закладаючи в нього шматок дерева (малюнок 225).



Мал. 225. Кріплення вертикального заряду вздовж борту:
1 – заряд; 2 – брусок; 3 – шпагат.

Короткі заряди для перебивання бортів і палуб можна укласти за схемою, наведеною на малюнку 226. Така схема рекомендується для випадків, коли через великий вигин обшивки черговий заряд не може бути покладений точно по наміченій лінії розрізу. У результаті вибуху декількох зарядів виходить повне перебивання корпусу з деяким відступом від прямолінійного напрямку.



Мал. 226. Кріплення вертикальних зарядів уздовж борту.

У разі якщо судно лежить на рівному кілі, на ґрунті середньої щільності і відсутнє внутрішнє дно, у котлован, що відмитий гідро-струменем на глибину 1–1,5 м з двох бортів корабля, 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 обшивки днища. Подальші заряди укладають в районі кіля і в останню чергу перебивають кіль.

Якщо судно лежить на мулистому або скельному ґрунті, поділ дна проводиться подовженими зарядами, що укладаються всередині корабля. Вантаж попередньо прибирають.

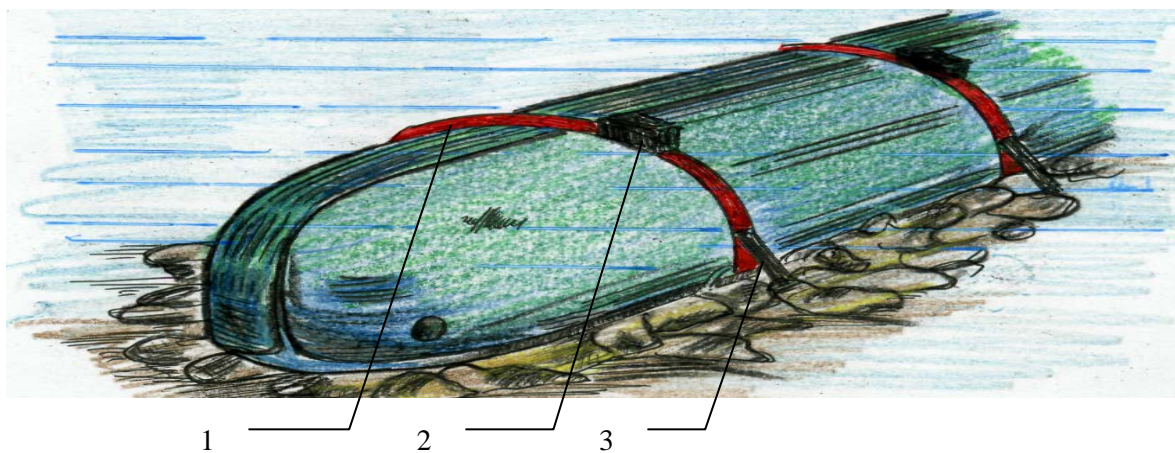
Якщо корабель має подвійне дно з висотою міждонного простору до 1,2 м і лежить на ґрунті середньої щільності, поділ його проводять подовженими зарядами, що укладаються зовні під обшивку дна, перебиваючи зовнішнє і внутрішнє дно одним вибухом. Перші заряди укладають в котлован, попередньо відмитий гідро-струменем, наступні – без відмивання ґрунту.

При висоті міждонного простору більше 1,2 м розділити дно можна зсередини міждонного простору. Для першого подовженого заряду відмивають котлован і потім

вирізають або пробивають вибухами зарядів лаз для проходження водолаза в міждонний простір. У міждонному просторі водолази закладають заряди для перебивання стрингерів, міждонних листів, зовнішньої обшивки і в останню чергу – кіля. Такий самий порядок застосовується для перебивання дна з іншого борту.

Якщо корабель лежить догори кілем, то його дно перебивають подовженим зарядом, виготовленим з тротилових шашок або піроксилінового порошку (малюнок 227). Кінці заряду прикріплюють стрічкою або тросом до бортів і палуби корабля.

Палуби рекомендується підривати накладними подовженими зарядами, укладаючи їх зверху. Для щільного прилягання зарядів на них поміщають баласт із каменів або шматків металу. У разі засміченості палуб заряди розташовують усередині корабля, надаючи їм позитивну плавучість дерев'яними брусками.



Мал. 227. Перебивання бортів і дна корабля, що лежить догори кілем:
1 – заряд ВР; 2 – баласт; 3 – підпорки.

Кілі, вали і пілерси перебивають зосередженими зарядами, розраховуючи вагу заряду по товщині конструкції.

Елементи поперечного і поздовжнього набору (шпангоути, стрингери тощо) перебивають зосередженими зарядами, форма яких приймається в залежності від зручності їх кріплення до перебиваючих елементів.

11.8.3. Розрахунок зарядів для перебивання 1 м корабельних конструкцій визначається за формулами 18, 19.

Загальна вага зарядів для перебивання конструкцій, що складаються з ряду зв'язок, наприклад обшивки з набором, палубного настилу з бімсами тощо, визначається за допомогою додавання ваги зарядів для перебивання її окремих елементів.

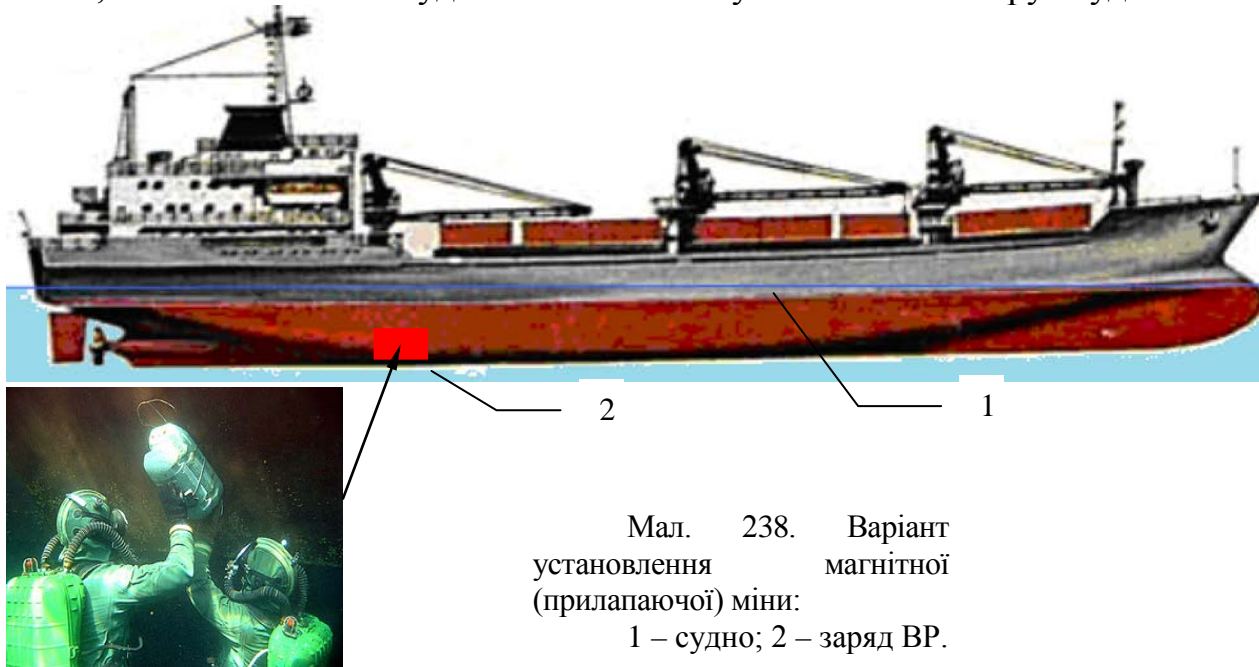
Практикою встановлено, що перебивання по всьому перетину таких конструкцій, як подвійне дно одним зарядом, укладених з боку зовнішньої обшивки чи настилу внутрішнього дна, можливе при висоті міждонного простору до 1,2 м. При більшій висоті подвійне дно потрібно перебивати двома самостійними зарядами. Довжина зарядів визначається 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).

11.8.4. Для підривання (виводу з ладу) судна, що знаходиться на рейді, у гавані, порту тощо, як правило, застосовуються заряди промислового виготовлення. Типи і марки зарядів зазначені в додатку 2 до цього Керівництва та в Керівництві з застосування ІБП. Тактика дій водолазів, їх спорядження визначена в окремих інструкціях та керівництвах. Варіант встановлення дна плавзасобу магнітної

(прилипаючої) міни (заряду) показано на малюнку 228.

Міни (заряди) слід устанавлювати нижче ватерлінії судна, щоб забезпечити доступ води в корпус. Під час установки міни на глибині до 10 м тиск води в пробоїні судна буде до 2 атмосфер, а на глибині 5 м від ватерлінії 1,5 атмосфери. Отже, чим нижче до дна буде встановлено міну, тим більшим буде тиск води, що заповнюватиме корпус судна, і тим швидше судно потоне. Для виводу з ладу плавзасобу доцільно пошкодити лише гвинт, тяги гвинта і киль судна. Таким чином унеможливиться рух судна.



11.9. Зняття гребних гвинтів підриванням

Гребні гвинти в суден, які знаходяться на плаву, можуть бути зняті за допомогою вибухів невеликих зарядів ВР.

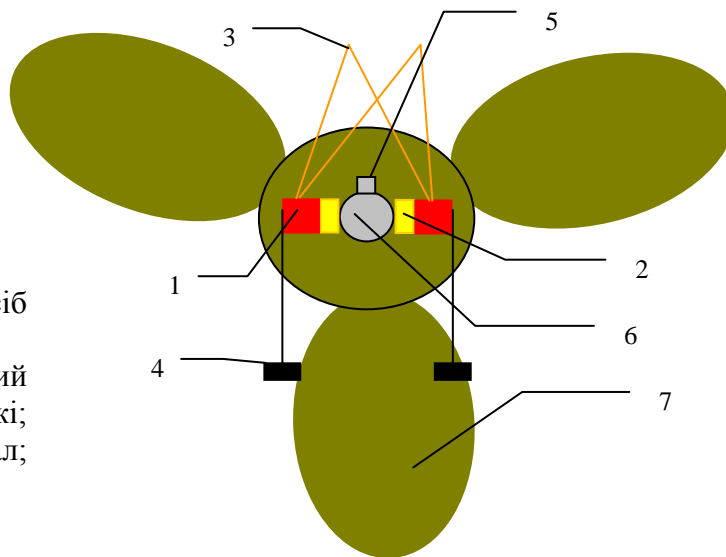
Перед зняттям гребних гвинтів вибуховим способом необхідно:

з судна опустити дві кліті, одна з них повинна бути перед гвинтом, інша – позаду нього;

силами водолазів, які працюють із клітей, зняти захист гвинта, відкрутивши гайку, яка стопорить гвинт, на 2–3 оберти, і зняти захисні кільцеві кожухи;

заряди розмістити з двох протилежних боків вала і підірвати одночасно. Для зарядів рекомендовано використовувати пресований тротил або ПВВ-12.

Вага зарядів із ВР нормальної потужності для зняття гвинтів визначається відповідно до таблиці 32.



Мал. 229. Спосіб закладання заряду:

1 – заряд; 2 – дерев'яний брус; 3 – ДШ; 4 – вантажі; 5 – металева шпонка; 6 – вал; 7 – гребний гвинт.

Таблиця 32

Вага зарядів із ВР нормальної потужності для зняття гвинтів

Маса гребного гвинта, кг	Загальна маса ВР в грамах для зрушення гвинта, виготовленого з таких матеріалів			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

Маса гребного гвинта, кг	Загальна маса ВР в грамах для зрушення гвинта, виготовленого з таких матеріалів			Кількість зарядів, на які розділяється загальна маса ВР
	сталь	бронза	чавун	
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 виготовляють з тротилових шашок по 200 г, розрізаючи їх ручною пилкою з дрібними зубцями. Отримані шашки прив'язують нитками до дощечок товщиною 2,5–3 см. Заряди разом із дощечками прикріплюють до вала (малюнок 229), щоб запобігти пошкодженню гребного вала. Для правильного розподілу сили зрушення заряди мають бути зміщені відносно шпонки вала на чверть оберту.

Щоб полегшити установаження 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 вала, присуваючи шашки щільно до ступиці гвинта. Додатково їх прив'язують шпагатом навколо валу або навішують на них кінець шпагату з вантажами.

Після підривання зарядів водолаз віддає стопорну гайку, а потім за допомогою заведених раніше металевих кінців гвинт стягують із вала і піднімають наверх.

11.10. Водолазні роботи із знешкодження мін

Водолазний пошук бойових частин ракет, мін, торпед, бомб, артилерійських снарядів та інших боєприпасів, озброєння, вибухонебезпечних предметів (далі – ВВП) на акваторіях портів, гаваней і мілководних рейдів проводиться тільки в тих випадках, коли інші способи пошуку застосувати неможливо.

Водолазний пошук ВВП повинен проводитися у світлий час доби.

Для керівництва водолазними спусками з пошуку, піднімання і знищення ВВП 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 із пошуку, підйому і знищення ВВП допускаються водолази, які мають додаткову кваліфікацію “водолаз-підривник”, що пройшли спеціальну підготовку, знають, як поводитися із зразками ВВП, і допущені до цих робіт наказом командира військової частини.

Перед початком робіт командир водолазно-пошукової групи із відповідними спеціалістами повинні ознайомити водолазів з особливостями акваторії, обстановкою і результатами тралення в районі пошуку, з типами ВВП, поставити завдання і провести інструктаж із заходів безпеки.

В усіх випадках, коли дозволяє обстановка, виявлені ВНП повинні підриватися на місці без піднімання на поверхню.

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; якорі і балясини – в антимагнітному виконанні тощо).

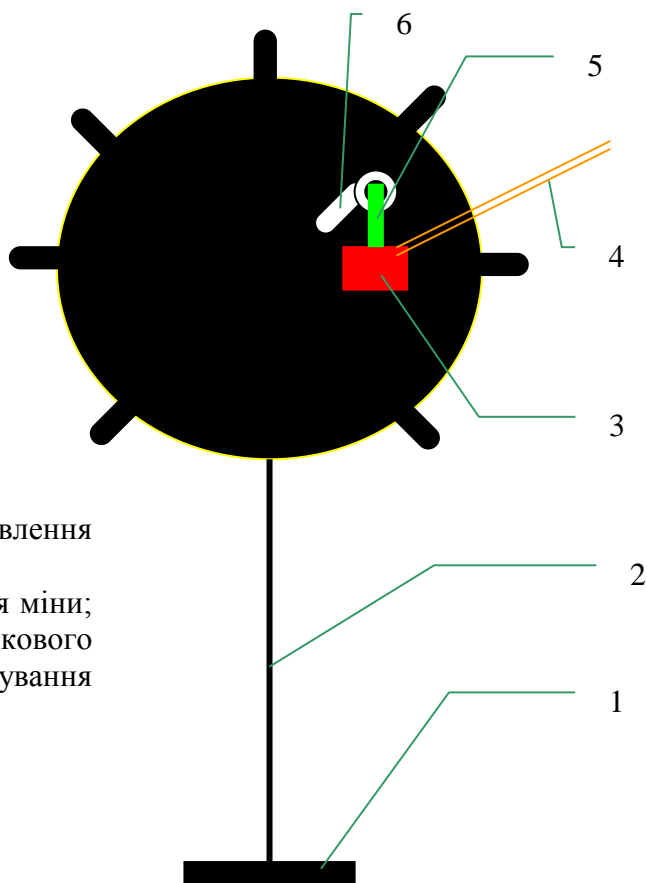
Як провідники, буйрепи, якірні канати і стропи повинні застосовуватися рослинні або синтетичні троси. Для пом'якшення можливих випадкових ударів об ВНП на водолазні калоші необхідно надягати повстяні бахіли, а на передній вантаж – повстяний фартух.

Будь-який виявлений на ґрунті ВНП невідомого походження і стану вважається небезпечним або, якщо є підозра, що він може вибухнути, його підривають на місці.

За даними водолазного обстеження спеціаліст-сапер визначає тип міни і приймає рішення про спосіб і місце її знищення. Як правило, міни підриваються зарядами ВР. Місце, де потрібно розташувати заряд, повинен вказати водолазу-підривнику спеціаліст-сапер або водолазний спеціаліст (керівник водолазних робіт). Заряд на міну встановлює водолаз-підривник. Варіант організації робіт з підривання мін наведено нижче.

Водолазний бот підходить до місця знаходження міни, позначеного буйком. З водолазного бота (шлюпки) водолаз занурюється під воду і оглядає місце встановлення заряду на вибухонебезпечний предмет. Оглянувши місце встановлення заряду, він піднімається на поверхню, отримує заряд від підривника, який знаходиться в шлюпці, спускається під воду і встановлює заряд на ВНП, який потрібно підірвати.

Заряди кріпляться до мін пеньковим шпагатом. Зі шпагату робиться петля і заряд навішується на ковпак міни (малюнок 230). Заряд підвішують так, щоб течія притискала заряд до міни впритул.



Мал. 230. Варіант устанавлення водолазом заряду на міну:

1 – баласт; 2 – трос утримування міни; 3 – заряд; 4 – ЕДП; 5 – петля з пенькового шпагату; 6 – ковпак міни для підвішування заряду.

Під час підривання артилерійського снаряду, мінометної міни або інших ВНП

заряди встановлюються в передній носовій частині, але в усіх випадках перед установленням зарядів на ВВП рішення про місце установлення заряду повинен приймати командир групи.

У всіх випадках, коли установлюють заряд на міну, що плаває або знаходиться у зафіксованому положенні під водою, слід бути особливо обережними. Для підходу до міни, що знаходиться на плаву, можна застосовувати гумові човни типу “НЛ”.

Коли заряд установлено, водолаз піднімається на поверхню, стежачи, щоб не заплутались проводи підривної мережі і сигнальний кінець. Водолазний бот і шлюпка відходять на безпечну відстань і тоді, з дотриманням заходів безпеки, проводиться підривання заряду.

Якщо в даному місці боєприпаси підірвати неможливо, їх остроплюють, піднімають на м'якому понтоні (малюнок 231) та відводять на інше місце.



1 _____ 2 _____ 3 _____

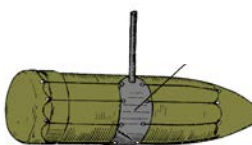
Мал. 231. Підйом затонулої торпеди для її буксирування до місця знищення:

- 1 – понтонний строп;
- 2 – затонула торпеда;
- 3 – м'який понтон.

Снаряди і бомби піднімають пеньковим тросом – петлею з одним шлагом (малюнок 232, а), а крупнокаліберні снаряди – за допомогою бугелів, спеціально виготовлених під калібр снаряду (малюнок 232, б). Снаряди і бомби дрібних калібрів піднімають по одному в корзинках або у спеціально виготовлених для цього футлярах із вирізаними та оббитими повстю гніздами.



а



б

Мал. 232. Остроплення:

- а – авіаційної бомби; б – крупнокаліберного снаряда.

Замиту міну дозволяється розмивати струменем води від мотопомпи під тиском не більше 4 кгс/см^2 , понтон продувають компресором або водолазною помпою. Перед продуванням за рим на міні закріплюється буйок, щоб у разі затоплення міни під час транспортування її можна було легко знайти. Остроплену міну буксирують плавзасобом із мінімальною швидкістю. Довжина кінця, що буксирується, повинна бути не менше 250–300 м.

Під час обстеження та острополення магнітної міни не дозволяється погойдувати або ворушити її, відгвинчувати болти і розкривати горловини. Підкоп під міну для просмикування стропа треба робити дерев'яною або дюралюмінієвою лопатою.

Під час проведення робіт з піднімання ВВП з затонулих кораблів і суден забороняється:

- ударяти по ВВП, що перебувають як в упаковці, так і без неї;
- перекантовувати і кидати ящики з ВВП;
- відкручувати головні або донні бойовики, від'єднувати снаряд від гільзи, розкривати упаковку з зарядами.

Водолазний пошук затонулих мін, торпед та інших боєприпасів (об'єктів) залежно 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 клітей;
- траленням пеньковим кінцем;
- траленням за допомогою ходової відтяжки;
- обстеженням ґрунту щупом;
- за допомогою руля, що буксирується.

12. Проведення підривних робіт під час знищення непридатних до застосування боєприпасів та ВВП

12.1. Проведення знищення непридатних до застосування боєприпасів

12.1.1. Знищення боєприпасів проводиться на майданчиках для знищення, які обладнуються на підривних полях військових частин, полігонах або в інших місцях, відстані від яких до навколишніх об'єктів дозволяють безпечно проводити підривні роботи. В останньому випадку проведення підривних робіт потребує погодження з власниками земельних ділянок, кар'єрів тощо та місцевими органами влади. Варіант обладнання робочого майданчика для знищення боєприпасів наведено в додатку 13.

12.1.2. Знищення боєприпасів здійснюється згідно з вимогами інструкцій, затверджених начальником складу (командиром військової частини) та наказом на проведення робіт.

В інструкції вказуються:

- загальні положення щодо організації робіт;
- обов'язки посадових осіб;
- вимоги до обладнання місць виконання робіт;
- порядок і способи знищення боєприпасів та технологічна схема виконання робіт;
- порядок підготовки підрозділу, що залучається для виконання робіт;
- кількість ВР, засобів підриву та інших засобів, необхідних для проведення знищення;

заходи безпеки під час проведення підривних робіт.

У наказі визначається:

- обсяги, терміни та місце виконання робіт;
- керівник робіт;

відповідальні за виконання окремих видів (етапів) робіт;
склад підрозділу, що залучається для виконання робіт;
порядок проведення інструктажу особового складу, що залучається для підричних робіт, з заходів безпеки, здачі ними відповідних заліків та оформлення наряду-допуску до робіт із підвищеною небезпекою;
денна норма боєприпасів для знищення;
порядок підвозу боєприпасів до місця робіт;
організація зберігання, видачі та охорони боєприпасів;
організація обліку знищених боєприпасів та порядок надання звітної документації;
організація медичного забезпечення;
організація зв'язку.

12.1.3. Знищення боєприпасів у залежності від їх виду та властивостей проводиться підриванням, спалюванням або деформуванням.

Підриванням знищуються такі боєприпаси:

міни та заряди;

бризантні ВР;

засоби ініціювання (КД, ЕДП, ЗТП, підричники заводського спорядження, запали до боєприпасів, шнури, що детонують, та вироби на їх основі);

піротехнічні засоби й навчально-імітаційні боєприпаси в металевих оболонках.

Підривання цих боєприпасів здійснюється електричним способом (контактними зарядами ВР нормальної потужності).

У разі відсутності засобів для проведення монтажу ЕВМ і необхідності в найкоротший термін знищити непридатні та небезпечні боєприпаси або ВВП їх підривання вогневим способом може бути здійснено з дозволу командира військової частини або старшого начальника (у залежності від складності завдання).

Маса заряду ВР, необхідного для знищення конкретного виду боєприпасів, вказується в інструкції на проведення робіт з їх знищення.

Кількість боєприпасів, що одночасно можуть бути знищені підриванням, як правило, не перевищує:

ВР – 25кг;

капсульних виробів – 1000 шт.;

ДШ – 500 м.

Якщо безпечні відстані до навколишніх об'єктів дозволяють безпечно підривати боєприпаси з більшою кількістю ВР у тротиловому еквіваленті, то відповідні розрахунки додаються до інструкції.

Капсульні вироби (КД, ЕДП, запали) знищуються в упаковці. Упаковки укладаються щільно одна до одної в один ряд. Зверху укладається заряд ВР.

Капсульні вироби знищуються в ямах, ровах чи траншеях для унеможливлення їх розкидання під час вибуху.

Після кожного підриву місце проведення підричних робіт повинно перевірятися для виявлення боєприпасів, що не вибухнули.

Спалюванням знищуються порох (димний та бездимний), ВШ, ЕЗП, піротехнічні засоби та навчально-імітаційні боєприпаси без оболонок, неостаточно споряджені боєприпаси в неметалевих оболонках. Маса ВР, що знищується спалюванням за один раз, як правило, не перевищує 20 кг.

Якщо існує гостра необхідність знищити методом спалювання боєприпас із більшою кількістю ВР у тротиловому еквіваленті, то проводяться відповідні розрахунки,

як для знищення методом підривання, і ці розрахунки додаються до інструкції. Знищення боєприпасів у металевих оболонках методом спалювання не допускається.

Під час прийняття рішення на знищення методом спалювання елементів (залишків) боєприпасів, корпус яких негерметичний і має елементи металу, відпрацьовується технічне рішення, при цьому безпечні відстані до місця знищення визначаються, як для методу підриву.

Спалювання боєприпасів здійснюється після ретельної перевірки на відсутність у них засобів підриву, здатних під час спалювання викликати вибух.

Боєприпаси, що підлягають спалюванню, рекомендується складати на шар легкозаймистого матеріалу, який підпалюється з безпечної відстані.

Запалювання димного пороху здійснюється дистанційно електричним способом від ЕЗП, гільза якого заповнюється порохом.

Спалювання боєприпасів у непогоду чи при сильному вітрі, а також на ділянках із торф'яним ґрунтом, сухою травою чи чагарником забороняється.

Деформуванням знищуються елементи боєприпасів і ЗП, які не містять ВР, а також навчальні ІБП.

Деформування елементів боєприпасів допускається здійснювати після їх ретельної перевірки на відсутність засобів, здатних під час деформування вибухати чи загорятися.

12.1.4. Усі складові елементи боєприпасів, призначені для здавання в металобрухт, підлягають стовідсотковій перевірці на предмет безпеки та ступеня секретності. На підставі перевірки комісією військової частини складається посвідчення (додаток 14).

На знищені боєприпаси в день закінчення робіт комісія складає акт списання витрачених та знищених ВМ та оприбуткування вивільнених при цьому матеріалів (додаток 15), який затверджується начальником складу (командиром військової частини). Затверджений акт є підставою для зняття з обліку (списання) знищених та витрачених на знищення боєприпасів з обліку складу (військової частини) та зарахування на облік матеріалів (металобрухт, папір, укупорка, пластмаса тощо), які як вторинна сировина залишились після знищення боєприпасів.

Примірники затвердженого акта та посвідчення надаються в постачальний орган.

Під час проведення занять із підривної справи чи підривання об'єктів вибухові матеріали списуються за актом списання вибухових матеріалів, які витрачені при підривних роботах (додаток 16).

12.2. Проведення підривних робіт під час знищення ВНП

12.2.1. Усі ВНП за ступенем небезпеки поділяють на дві категорії:

до першої категорії належать боєприпаси, що не вибухнули, які не можуть самостійно спрацювати і допускають можливість їх транспортування відповідно до правил транспортування боєприпасів;

до другої категорії належать боєприпаси, що не вибухнули і не допускають можливості транспортування, тобто чутливі до механічного впливу, а також боєприпаси з підривниками невідомої конструкції (без маркування) та саморобні вибухові пристрої.

Усі виявлені ВНП до визначення ступеня небезпеки належать до другої категорії. Їх забороняється переміщувати та зрушувати з місця.

ВНП незалежно від категорії небезпеки знищуються вибуховим способом або спалюванням. Знищення, як правило, проводиться на місці їх виявлення. ВНП, виявлені в населених пунктах чи поблизу окремо розташованих споруд, можуть знешкоджуватися після транспортування їх на безпечну відстань від споруд. Рішення про транспортування

приймає командир групи.

12.2.2. Для забезпечення безпеки особового складу групи розмінування та якісного виконання завдання заряди слід розміщувати:

для ПТМ – біля корпусу міни або підривника – 400 г;

для ППМ фугасних – біля корпусу мін – 200 г;

для ППМ осколочних кругової поразки – поряд на одному рівні з корпусом міни, не торкаючись дротяної розтяжки, – 400 г;

для ППМ осколочних, що вистрибують, – обережно зверху міни біля підривника – 400 г;

для ППМ осколочних направленої дії – зі сторони польоту осколків на одному рівні з корпусом міни – 400 г;

для ручних гранат – біля корпусу, не торкаючись корпуса боєприпаси, – 200 г;

для артилерійських боєприпасів – на корпусі поблизу підривника (залежно від калібру боєприпасу та класифікації за призначенням). Під час знищення кумулятивних артилерійських боєприпасів заряд слід розміщувати на рівні заряду ВР самого боєприпасу та збільшувати заряд у 1,5 рази, для шрапнельних боєприпасів вага заряду збільшується удвічі;

для авіаційних бомб – на корпусі поблизу підривника (залежно від калібру боєприпасу);

для реактивних боєприпасів та гранатометних пострілів – два заряди: один біля підривника до 2 кг (у залежності від типу і калібру), другий, подовжений на реактивному двигуні, із тротилових шашок 400 г;

для запалювальних, освітлювальних та димових боєприпасів – подовжений заряд на повну довжину боєприпасу з тротилових шашок 400 г.

Під час знищення хімічних та термітних боєприпасів категорично забороняється підходити до місця підривання раніше ніж через 6 годин. При цьому особовий склад зобов'язаний бути одягнений в індивідуальні засоби захисту. За необхідності до знищення таких боєприпасів залучаються фахівці радіаційного та хімічного захисту.

Маси зарядів ВР для підривання снарядів, мін та авіабомб наведені в таблицях 23, 24 і 25.

12.2.3. Дальність розльоту осколків залежить від маси заряду ВР ВВП, типу ВР, матеріалу корпусу і розташування підривного заряду. При більшій масі заряду ВВП, потужніший ВР, більшій товщині матеріалу корпусу збільшується дальність розльоту осколків. Розташування підривного заряду теж впливає на дальність розльоту осколків. Осколки ВВП, що знищується, розлітаються більше в бік, протилежний місцю встановлення підривного заряду. Їх можливий розліт наведений в таблицях 23, 24, 25.

Дія ударної повітряної хвилі залежить від маси заряду ВР і його розташування. При меншій масі заряду ВР та більшому його заглибленні в ґрунт зменшується дія ударної повітряної хвилі.

Радіус руйнівної дії ударної хвилі під час підривання зарядів ВР до 10 т визначається за формулою:

$$R_{ya} = a\sqrt{C} \quad (68),$$

де числові значення коефіцієнта пропорційності a (68) приймаються за таблицею 33, а можуть визначатись за формулами:

при наскрізних проломах у цегляних стінах –

$$a = \frac{0,4}{\sqrt{v}}, \quad (69)$$

у разі виникнення тріщин у цегляних стінах –

$$a = \frac{0,6}{\sqrt{v}}, \quad (70)$$

при наскрізних проломах у бетонних стінах –

$$a = \frac{0,25}{\sqrt{v}}, \quad (71)$$

при наскрізних проломах у залізобетонних стінах –

$$a = \frac{0,2}{\sqrt{v}}, \quad (72)$$

де v – товщина стіни в метрах;

n – показник дії вибуху, що являє собою відношення радіусу вирви даного вибуху до лінії найменшого опору ($n = \frac{r_b}{h}$).

Якщо на шляху поширення ударної повітряної хвилі є перешкоди (густий ліс, пагорб), то безпечну відстань, визначену за вищевказаною формулою, можна зменшити, але не більше ніж удвічі.

У разі знищення ВВП у вузьких долинах (ущелинах) або між будинками вулиці безпечну відстань потрібно збільшувати вдвічі.

Таблиця 33

Коефіцієнт пропорційності a

Можливі руйнування і пошкодження	Місцезнаходження заряду		
	зовніш- ній заряд	заряд, заглиблений на свою висоту	$n = 2$
Повна відсутність пошкоджень	50–150	10–40	2–5
Випадкові пошкодження	10–30	5–9	1–2
Повне руйнування скла, часткове пошкодження рам, дверей, порушення штукатурки та внутрішніх легких перегородок	5–8	2–4	0,5–1
Руйнування внутрішніх перегородок, рам, дверей, хлівів тощо	2–4	1,1–1,9	Руйнування в межах вирви викиду
Руйнування дерев'яних споруд, перекидання залізничних ешелонів, пошкодження ліній електропередач	1,5–2	0,5–1	Те саме
Пошкодження залізничних мостів та полотна	1,4	Руйнування в межах викиду	
Наскрізні проломи цегляних стін товщиною:			
у 1,5 цегли (0,38 м)	0,65	Те саме	
у 2 цегли (0,51 м)	0,56	–	

у 2,5 цегли (0,64 м)	0,49	–	
у 3 цегли (0,78 м)	0,46	–	
у 3,5 цегли (0,91 м)	0,42	–	
Тріщини в цегляних стінах товщиною:			
у 1,5 цегли	0,98	–	
у 2 цегли	0,84	–	
у 2,5 цегли	0,73	–	
у 3 цегли	0,68	–	
у 3,5 цегли	0,63	–	
Руйнування мереж комунально-енергетичного господарства та фундаментів:			
металевих труб	–	0,5	
чавунних труб	–	0,6	
бетонних споруд	–	1,25	
електричних кабелів	–	1,0	
фундаментів	–	3,0	

Якщо за місцем знищення у радіусі менше $R_{(м)}=1,5 C_{(кг)}$ знаходяться міцні перешкоди у вигляді стін, валів тощо, то в напрямку, протилежному цим перешкодам, безпечна відстань повинна збільшуватись у 1,3 раза.

Якщо знищення ВВП проводять при температурі повітря нижче $0^{\circ} C$, безпечні відстані необхідно збільшувати не менше ніж у 1,5 рази.

Мінімальна безпечна відстань для людини за дією на неї ударної хвилі визначається за формулою:

$$r_{\min} = 15\sqrt[3]{C} \text{ м}, \quad (73)$$

де C – вага (маса) заряду в кілограмах.

При підрахунку за формулою 73 величина надмірного тиску приблизно рівна $0,1 \text{ кгс/см}^2$, що виключає ймовірність отримання контузії. Формула 73 використовується тільки в тих випадках, коли необхідне максимальне наближення особового складу, який проводить підривні роботи, до місця вибуху. У решті випадків відстань, отримана за формулою, збільшується в 2–3 рази.

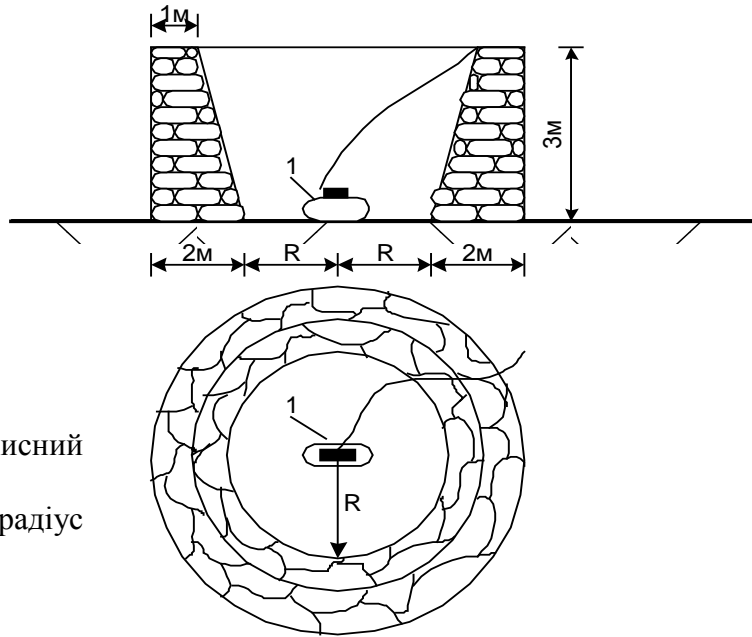
За наявності бліндажів відстань, розрахована за цією формулою, може бути зменшена в 1,5 рази.

12.2.4. Захист будівель і споруд від осколків та дії ударної повітряної хвилі досягається:

спорудженням захисних валів із мішків, наповнених піском;

засипанням ґрунтом ВВП.

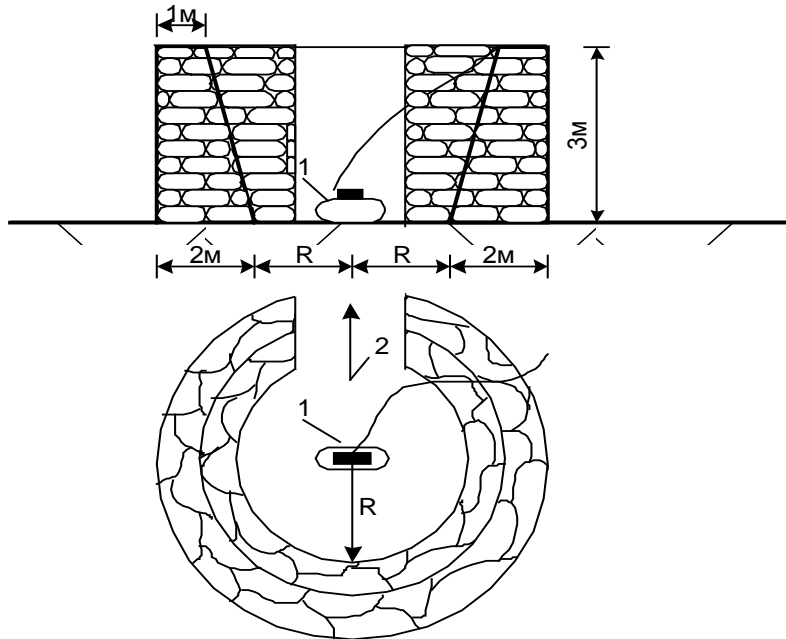
Захисні вали з мішків із піском улаштовуються: кругові, коли необхідно захистити всі навколишні наземні будівлі і споруди (малюнок 233), та некругові, коли необхідно захистити наземні будівлі і споруди, що розташовані на окремих напрямках (малюнок 234).



Мал. 233. Круговий захисний вал з мішків з піском:
 1 – ВВП; R – внутрішній радіус кругового захисного валу.

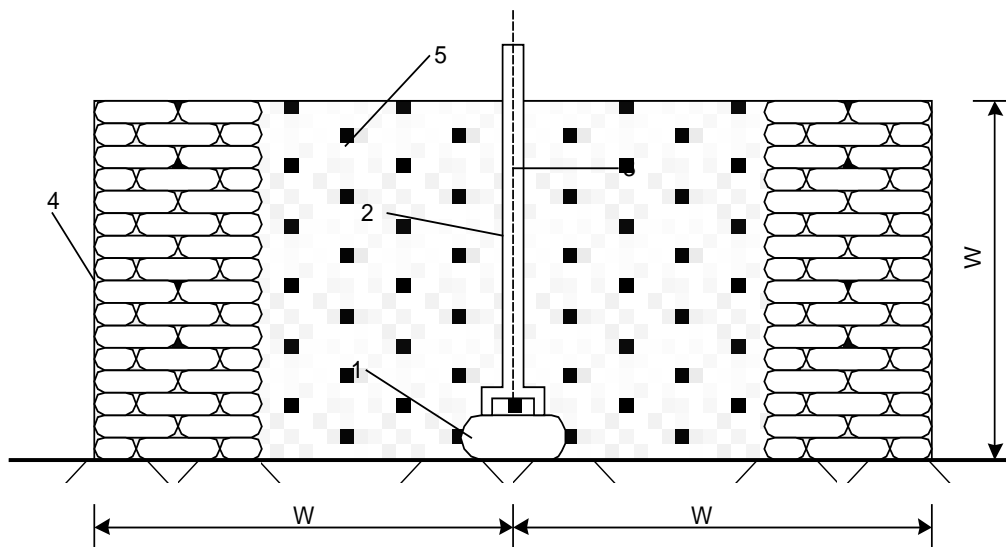
Вал із мішків з піском встановлюється за межами площі вирви викиду, але якомога ближче до її периферії.

12.2.5. ВВП, який підлягає знищенню та знаходиться на поверхні землі, засипається ґрунтом, тим самим зменшуються розліт осколків і дія ударної хвилі на наземні будівлі і споруди (малюнок 235).



Мал. 234. Захисний вал із мішків з піском (некруговий):

1 – ВВП; R – внутрішній радіус захисного валу; 2 – напрямок, в якому відсутні наземні будівлі і споруди.



Мал. 235. Засипання ґрунтом ВВП, що знаходиться на поверхні землі:

1 – ВВП; 2 – гумовий шланг; 3 – електрична мережа; 4 – стінка з паперових мішків із піском; 5 – пісок; W – величина засипання ВВП.

Величина засипання ВВП, необхідна для утворення камуфлетної порожнини при його знищенні, визначається за формулою:

$$W = \sqrt[3]{\frac{C}{0,4K_p}}, \quad (74)$$

де W – величина засипання ВВП, м;

C – загальна вага заряду ВР, що знищується, кг;

0,4 – коефіцієнт відповідного випадку, коли під час підривання ВВП на поверхні землі вирви викиду не буде, а буде тільки піднімання ґрунту (якщо цей коефіцієнт буде рівним 0,2, то не буде навіть піднімання ґрунту);

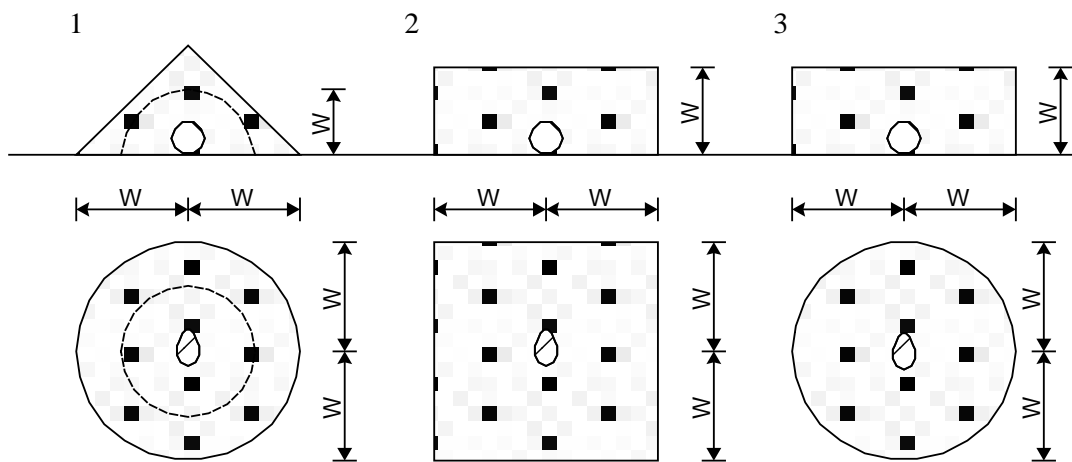
K_p – розрахункова питома маса ВР для зарядів викиду при $p=1$ визначається за таблицею 34.

Таблиця 34

Значення коефіцієнта K_p

Найменування ґрунту	Значення K_p
Свіжонасипаний пухкий ґрунт	0,26–0,33
Рослинний ґрунт	0,33–0,57
Ґрунт з піском і гравієм	0,51–0,83
Сухий пісок	0,83–0,89
Вологий пісок	1,06–1,18
Супісок	0,56–0,77
Суглинок	0,68–0,83
Глина	0,82–0,9

Засипання ВВП ґрунтом можна здійснювати також без спорудження стінок із паперових мішків із піском (малюнок 236).



Мал. 236. Форма засипання ВНП піском перед його підриванням:

1 – конусоподібне обвалування; 2 – кубічне обвалування; 3 – циліндричне обвалування.

Розрахунки показують, що витрати піску в кубічних метрах становлять: при конусоподібному обвалуванні з кутом близько 27°

$$V_k = 5,6 \cdot W^3, \quad (75)$$

при обвалуванні у формі паралелепіпеда

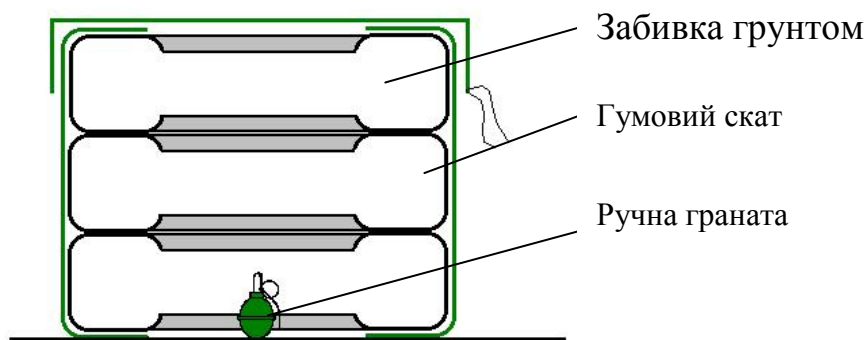
$$V_n = 4 \cdot W^3, \quad (76)$$

при циліндричному обвалуванні:

$$V_y = 3,14 \cdot W^3 \quad (77)$$

12.2.6. Локалізація з використанням гумових скатів може бути застосована у разі необхідності захисту розміщених поблизу місця виявлення споруд від дії осколків та вибухової хвилі під час знищення ручних гранат, ППМ, артилерійських боєприпасів малого калібру. Цей вид локалізації можна застосовувати в поєднанні з іншими видами локалізації.

У разі виявлення ВНП, якщо він знаходиться в доступному місці, необхідно обкласти його скатами або накрити, як показано на малюнку 237. Потужність ВНП, фактори якого можуть бути локалізовані конструкцією зі скатів, залежить від розмірів скатів та їх кількості. Не виправдане використання гумових скатів від легкових автомобілів. Скати повинні бути одного розміру, порожнина внутрішньої частини забивається піском або ґрунтом.



Мал. 237. Використання гумових скатів для локалізації ВНП.

Забивка камінням, щебенем, бетоном та іншими схожими матеріалами суворо заборонена. Між собою гумові скати стягуються або зв'язуються дротом.

12.2.7. Сейсмічна дія вибуху залежить від ваги заряду ВР і його розташування. При

більшій вазі заряду ВР і більшому заглибленні його в ґрунт збільшується й сейсмічна дія вибуху.

Радіус сейсмічно небезпечної зони визначається за формулою:

$$R_c = \alpha K_g \sqrt[3]{C} . \quad (78)$$

Значення коефіцієнтів визначається за таблицями 35, 36.

Таблиця 35

Значення коефіцієнта α

Умови знищення ВВП	Значення	Додаток
Підривання при камуфлеті та при $n=0,5$	1,2	Під час знищення ВВП на поверхні ґрунту сейсмічна дія не враховується
Показник дії вибуху $n=1$	1,0	
Показник дії вибуху $n=2$	0,8	
Показник дії вибуху $n=3$	0,7	

Таблиця 36

Значення коефіцієнта K_v

Ґрунт в основі будівель або споруд, що зазнають дії сейсмічної хвилі	Значення K_v	Додаток
Піщані ґрунти	3	Під час розміщення заряду у воді
Глинисті ґрунти	9	
Насипні та природні ґрунти	15	
Вологонасичені ґрунти (пливуни та торф'яники)	20	

12.2.8. Зменшення руйнувань будинків, а також підземних та наземних споруд від сейсмічної дії вибуху досягається створенням захисних споруд:

- захисних траншей;
- захисних “віддушин”.

Слід зазначити, що захисні траншеї дають позитивний ефект тільки в разі, коли об'єкт, що захищається, знаходиться за межами вирви викиду, яка утворюється під час знищення ВВП.

Захисна траншея споруджується перед тією ділянкою споруди, що захищається та піддається небезпеці руйнування під час вибуху ВВП, та якомога ближче до запобіжного об'єкта, але при цьому стійкість споруди не повинна порушуватися.

Довжина запобіжної траншеї визначається за формулою:

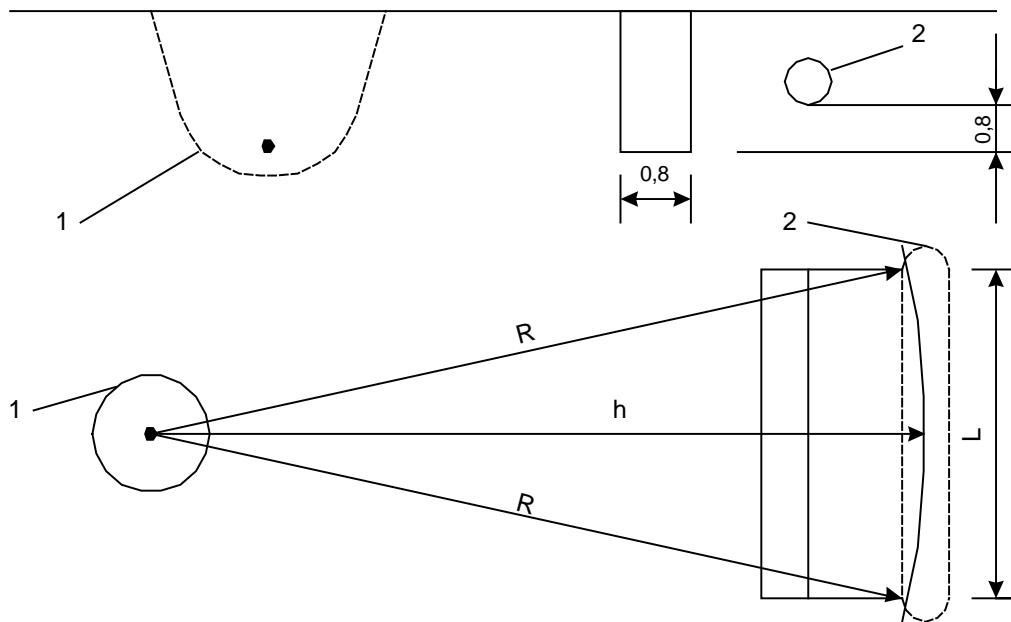
$$L = 2\sqrt{R^2 - h^2} , \quad (79)$$

де L – довжина запобіжної траншеї в метрах;

R – радіус руйнівної дії ВВП щодо підземної споруди, яку необхідно захистити (визначається за формулою 78);

h – відстань між ВВП та спорудою, що захищається, м.

Ширина і глибина запобіжної траншеї показані на малюнку 238.



Мал. 238. Запобіжна траншея:

0 – точка знаходження ВВП; 1 – ймовірна вирва викиду; 2 – об’єкт, що захищається (трубопровід); R – радіус руйнування; h – відстань між ВВП та об’єктом, що захищається; L – довжина запобіжної траншеї.

Захисні “віддушини” споруджуються там, де особливо небезпечні підземні поштовхи та зсуви ґрунту, а ударна хвиля на поверхні у визначеному напрямку не відіграє великої ролі. Під час створення захисних “віддушин” ударну хвилю можна направити так, що вона не викличе сильних руйнувань наземних будівель і споруд.

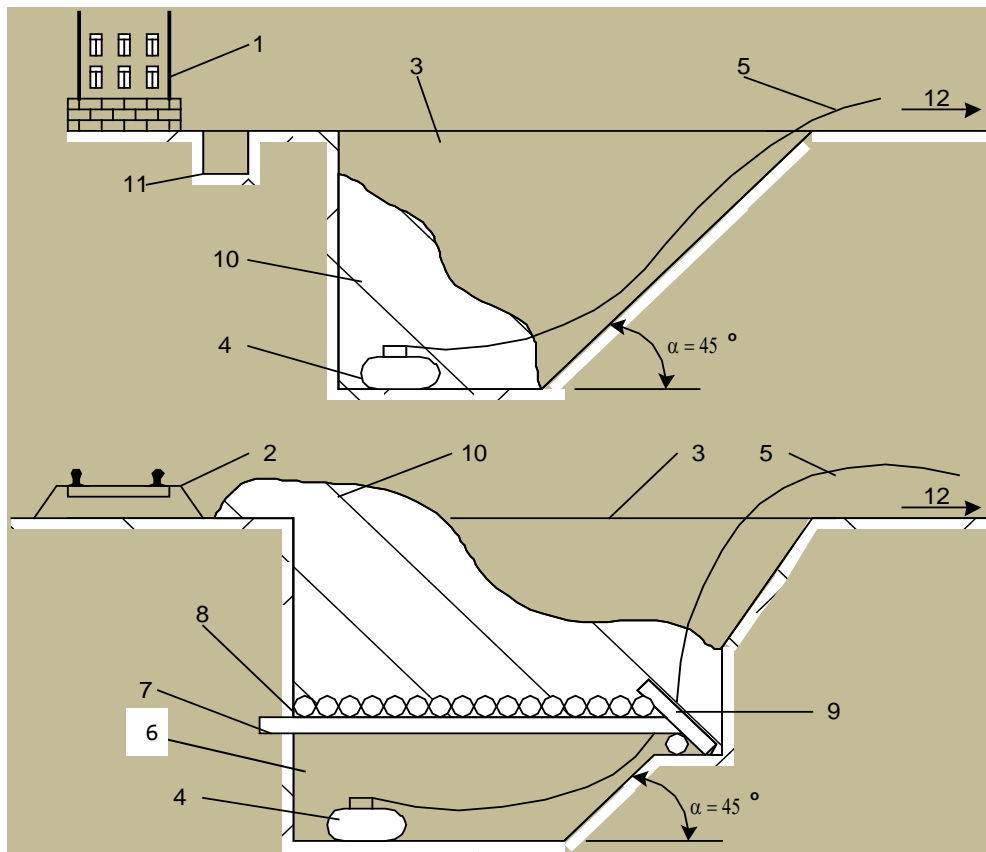
Крім того, при наведеному вибуху дещо послаблюється коливання ґрунту, чим досягається менший ступінь руйнування підземних споруд.

Захисні “віддушини” споруджують:

коли наземні споруди віддалені від ВВП, що знищується, на безпечну відстань;

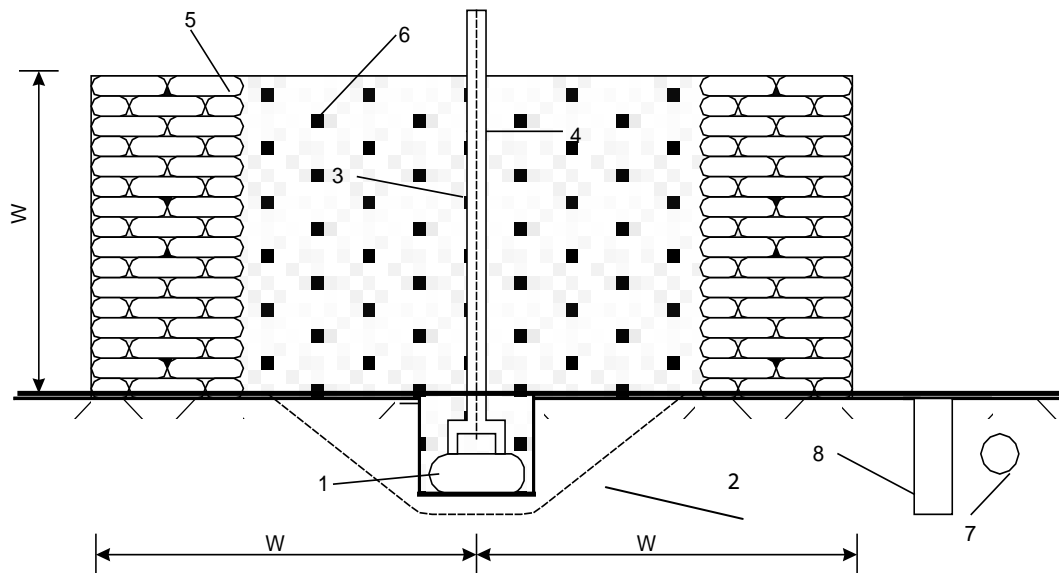
коли необхідність збереження даної споруди змушує в деякій мірі знехтувати збереженням інших споруд, розташованих у напрямку дії ударної хвилі;

коли споруди можна захистити від руйнівної дії ударної хвилі за допомогою ряду нескладних заходів (наприклад, вікна закрити дерев’яними щитами тощо). Спорудження “віддушин” показано на малюнку 239.



Мал. 239. "Віддушини":

1 – житловий будинок; 2 – залізниця; 3 – "віддушина"; 4 – ВВП; 5 – ЕВМ; 6 – камера об'ємом до 10 м³; 7 – колода; 8 – накатник; 9 – вікно; 10 – забивний матеріал із ґрунту (над вікном висотою біля 1–1,5 м); 11 – запобіжна траншея; 12 – напрямок дії ударної хвилі і забивного матеріалу.



Мал. 240.

Засипання ґрунтом ВВП, який проник на невелику глибину у ґрунт:

1 – ВВП; 2 – можлива вирва викиду; 3 – гумовий шланг; 4 – ЕВМ; 5 – стінка з паперових мішків із піском; 6 – пісок; 7 – підземні споруди; 8 – запобіжна траншея; W – величина засипання ВВП.

12.2.9. Під час знищення ВВП, що заглибився у ґрунт, необхідно враховувати, що наземні споруди можуть руйнуватися як від впливу ударної хвилі, так і в результаті струсу ґрунту під час вибуху.

Засипання ґрунтом ВВП використовується лише тоді, коли відсутня небезпека руйнування підземних споруд або споруджується запобіжна траншея (малюнок 240).

13. Заходи безпеки під час підривних робіт

13.1. Під час проведення підривних робіт дотримуються таких заходів безпеки: під час робіт необхідні суворий порядок і точне виконання відповідних вказівок цього Керівництва;

усі особи, призначені для проведення робіт, повинні знати ВР, засоби підриву, їх властивості й правила поводження з ними, а також правила і порядок виконання майбутніх робіт і необхідні заходи безпеки;

на кожен окрему роботу як керівник (старший) призначається офіцер чи сержант, який відповідає за успіх підривання і правильне ведення робіт;

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);

керівником робіт повинні вказуватися місця і відстані на які потрібно відводити людей (безпечні відстані для будинків і споруд визначаються згідно з розділом 12 цього Керівництва). Початок і закінчення робіт визначаються відповідною усною командою чи сигналом керівника робіт (старшого);

для відкритого розміщення людей безпечними є такі відстані:

під час підривання зарядів до 10 кг без оболонки:		
у повітрі	50 м;	сигнали
на ґрунті	100 м;	подаються
під час підривання льоду підводними зарядами	100 м	я (за
під час підривання дерева	150 м;	допомого
під час підривання ґрунту на викидання	відповідно до пункту 5.2.5;	ю свистка,
під час підривання цегли, каменю, бетону і залізобетону	350 м;	різка, сирени,
під час підривання відкрито розміщених металевих конструкцій	500 м;	ракет) у такому
під час знищення боєприпасів і під час використання їх як зарядів	відповідно до пункту 10.8	порядку: а) перший сигнал –

“Приготуватися”;

б) другий сигнал – “Вогонь” (ця команда подається лише при вогневому способі підривання);

в) третій сигнал – “Відходь” (віддається тільки при вогневому способі підривання);

г) четвертий сигнал – “Відбій” (подається після огляду місць підривання керівником робіт);

особи, не зайняті безпосередньо на даних роботах із проведення підривання, а також сторонні особи до місця робіт не допускаються;

ВР, ЗП і готові заряди на місці проведення робіт охороняються чатовими;

КД, ЗТП і ЕДП 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 ВР і ЗП необхідно згідно з Керівництвом зі зберігання інженерних боєприпасів у Збройних Силах України, затвердженим наказом начальника Генерального штабу – Головнокомандувача Збройних Сил України від 12 листопада 2007 року № 200 (далі – Керівництво зі зберігання ІБП);

у зовнішні заряди КД та ЕДП вставляються після закріплення зарядів на предметах, що підриваються, і тільки безпосередньо перед проведенням підривання;

забороняється проводити роботи з ВР і ЗП у жилих приміщеннях, палити, розводити вогонь і запалювати багаття ближче ніж за 100 м від місця виконання робіт;

під час підривання тих чи інших предметів зовнішніми зарядами відходити на безпечні відстані в той бік, з якого розміщені заряди;

під час проведення підривання в 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, зазначений у пункті 13.2;

під час залишення місця робіт усі невитрачені ВР і ЗП повинні бути здані на польовий витратний склад; засоби, непридатні для подальшого використання, знищуються на місці робіт.

13.2. При вогневому способі підривання необхідно:

отримавши ВШ, відповідно до пункту 3.2.3, переконатися в нормальній швидкості його горіння;

час горіння ЗТП промислового виготовлення визначати за закріпленими на них муфточками з цифрами;

вести суворий облік ЗТП і КД і видавати їх лише перед встановленням у заряди;

вести облік зарядів, що підірвалися, щоб перевірити, чи не було відмов;

до зарядів, що відмовили, підходити не раніше ніж через 15 хвилин із того моменту, коли за підрахунками повинен був відбутися вибух; при підході до зарядів, що відмовили, спостерігати, чи немає ознак горіння шнура чи самих зарядів;

під час підривання зарядів ЗТП кількість підричників для їх запалювання визначати в залежності від відстаней між зарядами, дистанції відходу і часу горіння ЗТП; одній людині запалювати більше п'яти трубок не дозволяється;

перед запалюванням ЗТП подавати команду (сигнал) “Приготуватися”, за яким підричники стають біля зарядів і готуються до запалювання;

запалювання проводити за командою (сигналом) “Вогонь” чи за особливими вказівками керівника робіт (старшого);

відхід після запалювання проводити за командою (сигналом) “Відходь” (час горіння шнура, що залишився, повинен забезпечити відхід усіх підричників в укриття чи на безпечну відстань); відходити за цією командою (сигналом) повинні всі підричники, у тому числі й ті, що не встигли запалити трубки;

момент подачі команди (сигналу) “Відходь” керівник робіт визначає за годинником чи після закінчення горіння контрольного відрізка ВШ, який запалюється ним одночасно з подачею команди (сигналу) “Вогонь”. Контрольний відрізок ВШ необхідно робити коротшим за ЗТП на стільки сантиметрів, скільки секунд потрібно для відходу підричників на безпечну відстань чи в укриття;

підричники, які запалюють ЗТП індивідуально (не у складі розрахунку), переконавшись у горінні трубки, відходять самостійно, не чекаючи команди (сигналу);

ВШ, що погас (не догорів до кінця) повторно не підпалювати.

Під час роботи з ДШ необхідно дотримуватися таких заходів 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;

під час підходу до зарядів, що відмовили, необхідно перевіряти відсутність ознак горіння ДШ і самих зарядів; за наявності таких ознак підходити до зарядів забороняється;

під час підривання груп зарядів, з'єднаних ДШ, перевірку результатів підривання дозволяється проводити лише одній людині.

13.3. При електричному способі підривання необхідно:

ЕДП у відкриті заряди вставляти тільки безпосередньо перед проведенням підривання за наказом керівника робіт (старшого); при цьому осіб, не пов'язаних з виконанням вказаної операції, від зарядів віддаляти на безпечну відстань (в укриття);

до закінчення робіт й вставлення ЕДП 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 в боки і добре ізолювати;

розміщувати проводи ЕВМ не ближче ніж за 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 саперам лише безпосередньо перед підривом за наказом керівника робіт (старшого);

перед підключенням омметра до мережі для перевірки останньої попередньо переконатися в його справності згідно з додатком 4;

перевірку ЕВМ 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;

перед проведенням підривання, після відведення усіх саперів на безпечну відстань чи в укриття, подавати команду (сигнал) "Приготуватися"; за цією командою на підривній станції звільняються від ізоляції і приєднуються 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 ЕВМ;

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 хв.;

при проведенні робіт з ЕДП уповільненої дії до зарядів, що відмовили, дозволяється підходити не раніше ніж через 15 хв. з моменту, коли за розрахунками повинен був відбутися вибух.

13.4. Під час підривання мостів необхідно:

підривні станції облаштовувати в укриттях чи на безпечних відстанях від мостів; до закінчення всіх підготовчих робіт і до припинення руху по мосту ЕДП в заряди не вставляти, а підв'язувати їх на відстані не менше 0,5 м від зарядів приховано за елементами моста;

вставляти ЕДП в заряди лише за особистим наказом командира, який керує підготовкою моста до підривання (керівника робіт);

мережі ДШ прокладати таким чином, щоб у разі артилерійського обстрілу чи бомбардування з повітря підривання шнура не призвело до підривання моста; з цією метою КД, надіті на кінці відрізків ДШ, у заряди завчасно не вставляти; ДШ підв'язувати не ближче ніж за 0,5 м від зарядів приховано за елементами моста.

13.5. Під час підривання ґрунтів і скельних порід необхідно:

магістральні проводи підводити до груп зарядів із необхідним послабленням, щоб уникнути висмикування ЕДП під час під'єднання ділянкових проводів;

під час засипання 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 втрамбування 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 у ґрунт і засипаних зарядів відмічати на місцевості якими-небудь знаками, значення яких повинно бути відоме всьому особовому складу, який бере участь у підривних роботах;

враховувати, що при сильному вітрі дальність розльоту грудок ґрунту у напрямку вітру збільшується (згідно з пунктом 5.2.5);

не займати одразу вирви, що утворилися після вибухів, оскільки в них протягом деякого часу, як правило, утримуються отруйні гази;

під час заряджання шпурів і свердловин ретельно їх прочищати, перш ніж вводити в них заряди;

заряди подавати в шпури і свердловини дерев'яними прибійнками (на кінці прибійника допускається мідна чи алюмінієва насадка) чи опускати їх за допомогою шпагату, дроту тощо. Підвішувати заряди на ВШ чи на проводах ЕДП забороняється;

заряджання котлових шпурів проводиться не раніше ніж через 30 хв. після їх прострілювання;

огляд котлових шпурів і шпурів, що утворилися в результаті підривання КЗ, можна проводити через 5 хв. після вибуху (прострілювання).

Під час огляду застосовувати підсвічування шпурів відкритим вогнем забороняється.

13.6. Під час знищення чи вилучення зарядів, що не підірвалися, закладених у шпурах, свердловинах, колодязях, камерах, необхідно:

заряди, розміщені в шпурах чи свердловинах, підривати зарядами, що розміщуються в інших шпурах, пророблених поряд, на відстані 20–30 см, чи вимивати водою (при порошкоподібних ВР, розміщених у шпурах без оболонок). Проводити вибурювання чи вилучення зарядів із шпурів (свердловин), витягувати з них ЕДП і ЗТП забороняється;

заряди, розміщені в камерах, колодязях, вилучати шляхом підходу до них уздовж стінок, протилежних тим, по яких прокладені проводи ЕДП чи ДШ (ВШ), забивку (ґрунт, кладку тощо) вибирати обережно, тонкими шарами, стежачи за тим, щоб інструмент не міг вдарити по заряду, і особливо по КД чи ЕДП; під час розбирання виймати ВР

окремими шашками, проводи ЕДП при цьому не натягувати.

13.7. При підриванні споруд і обладнання електростанцій (підстанцій) необхідно дотримуватися таких заходів безпеки, які виключають можливість ураження підривників електричним струмом:

усе обладнання, підготовлене до підривання, вимкнути (якщо дозволить обстановка) від мережі живлення;

під час закладання зарядних пристроїв у будівельних конструкціях чи в ґрунті не допускати їх розміщення поряд з місцями розміщення прихованих кабельних ліній;

увесь особовий склад підрозділів повинен працювати в гумових чоботях і рукавицях;

увесь інструмент, що використовується для виконання робіт, повинен мати ізольовані рукоятки;

у всіх випадках, коли це можливо, залучати для консультацій і виконання окремих робіт спеціалістів з обслуговуючого персоналу.

13.8. Під час підривання боєприпасів дотримуватися, додатково до вказаних у пунктах 10.8, 11.10 та розділу 12, таких застережних заходів:

роботи зі знищення боєприпасів, що не вибухнули, проводити точно в установлений 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 випалювання ВР з них забороняється.

13.9. Під час підривання криги:

для попередження спливання зарядів з-під льоду прив'язувати до них вантажі (каміння, мішки з піском тощо);

укорочені ЗТП, що застосовуються для підривання льоду в заторах, коротші 15 см не виготовляти;

враховувати, що при сильному вітрі дальність розльоту осколків криги в напрямку вітру збільшується у порівнянні з вказаною у пункті 13.1 на 40–50%.

13.10. Під час проведення підривних робіт під водою:

водолазний бот повинен мати відповідні сигнальні позначення про проведення підводних підривних робіт;

для водолазного пошуку і обстеження ВНП 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 викликає підривання магнітних мін. Під час пошуку мін повинно застосовуватися водолазне спорядження та інструмент для роботи з металом, який має діамагнітні властивості. Дозволяється працювати з телефоном тільки п'єзоелектричної дії або спеціально для цього призначеним. Якщо такі телефони відсутні, зв'язок проводиться тільки за сигнальним кінцем;

якщо за результатами розвідки встановлено, що ВНП не спрацьовують від зміни

магнітного поля, заходи щодо розмагнічування засобів пошуку не застосовуються;
водолазні роботи з пошуку ВНП проводяться при хвилюванні моря до 3 балів, підйом – при хвилюванні моря не більше 2 балів;

у разі виявлення ВНП, що має “вуса” або “антену”, не допускати торкання до них сигнального кінця або водолазного шланга. Забороняється відмивати такі ВНП водою, що подається з гідромонітора, а також доторкатися до “вуса” чи “антени” будь-якими предметами;

під час виконання підводних підричних робіт у радіусі до двох миль не повинні виконуватись будь-які водолазні роботи;

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. ЗТП 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.

13.11. Під час виготовлення і герметизації зарядів:

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

заборонено допускати втрати ВР під час зважування, виготовлення або перенесення зарядів;

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

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

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

температура ізоляції під час нанесення її на оболонку заряду ВР не повинна бути вищою за 60°;

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

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

запалювальні трубки слід виготовляти окремо від основних зарядів, виконуючи цю роботу безпосередньо перед установленням зарядів на місце підривання;

розміщувати додаткові заряди в уже виготовлені 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 за 10 м від будівель, споруд і доріг і не ближче ніж за 200 м від місця проведення вибухових робіт. Приміщення охороняється озброєними чатовими.

ЗТП дозволяється тимчасово зберігати в одному приміщенні з ВР, але в окремому ящику, який зачиняється. Одночасно дозволяється зберігати не більше ніж 200 кг ВР, 400 штук КД і 1000 м ВШ чи ДШ, при цьому між упаковками з ВР, ЗП і ВШ або ДШ відстань повинна бути не менше 1,5 м. У цьому проміжку може

складатись інертне негорюче майно.

13.12 Під час виготовлення КЗ для підводних робіт 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 утворенню іскри при ударі);

розплавляти тротил для стиків шашок у металевій банці, зануреній 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, закріпляти на місці пеньковими кінцями, шпагатом, упорами або завантажувати баластом;

підривати КЗ під водою необхідно електричним способом або ДШ.

Начальник інженерних військ
Збройних Сил України
генерал-майор

Б.В.БОНДАР