

## Лабораторна робота № 2

### Тема: СКЛАДАННЯ СХЕМ ПІДРИВНИХ МЕРЕЖ ТА ПОРЯДОК ЇХ ІНІЦІЮВАННЯ

**Мета:** ознайомлення зі схемами підривних мереж із застосуванням різних засобів ініціювання вибуху зарядів.

**Технічні засоби, посібники:** плакати, стенд електричних з'єднань.

#### 2.1. Електропідривні мережі

##### 2.2.1. Основні схеми електропідривних мереж

Електропідривна мережа складається з електродетонаторів з кінцевими проводами, які йдуть від зарядів у свердловинах на поверхню уступу, дільничних проводів, що з'єднують кінцеві, та магістральних проводів, які йдуть до джерела струму (рис. 2.1).

При проведенні підривних робіт можуть бути застосовані такі схеми з'єднання ЕД в електропідривній мережі: послідовна (рис. 2.1); паралельна, яка в свою чергу ділиться на пучкову схему (рис. 2.2, а), коли всі проводи від ЕД приєднують у двох точках та ступінчасту (рис. 2.2, б), коли ці проводи приєднують до різних точок дільничних проводів; змішані: послідовно-паралельна (рис. 2.3, а), коли ЕД у групах з'єднані послідовно, а групи – паралельно та паралельно-послідовна (рис. 2.3, б), коли з'єднання у групах паралельне, а групи з'єднані послідовно.

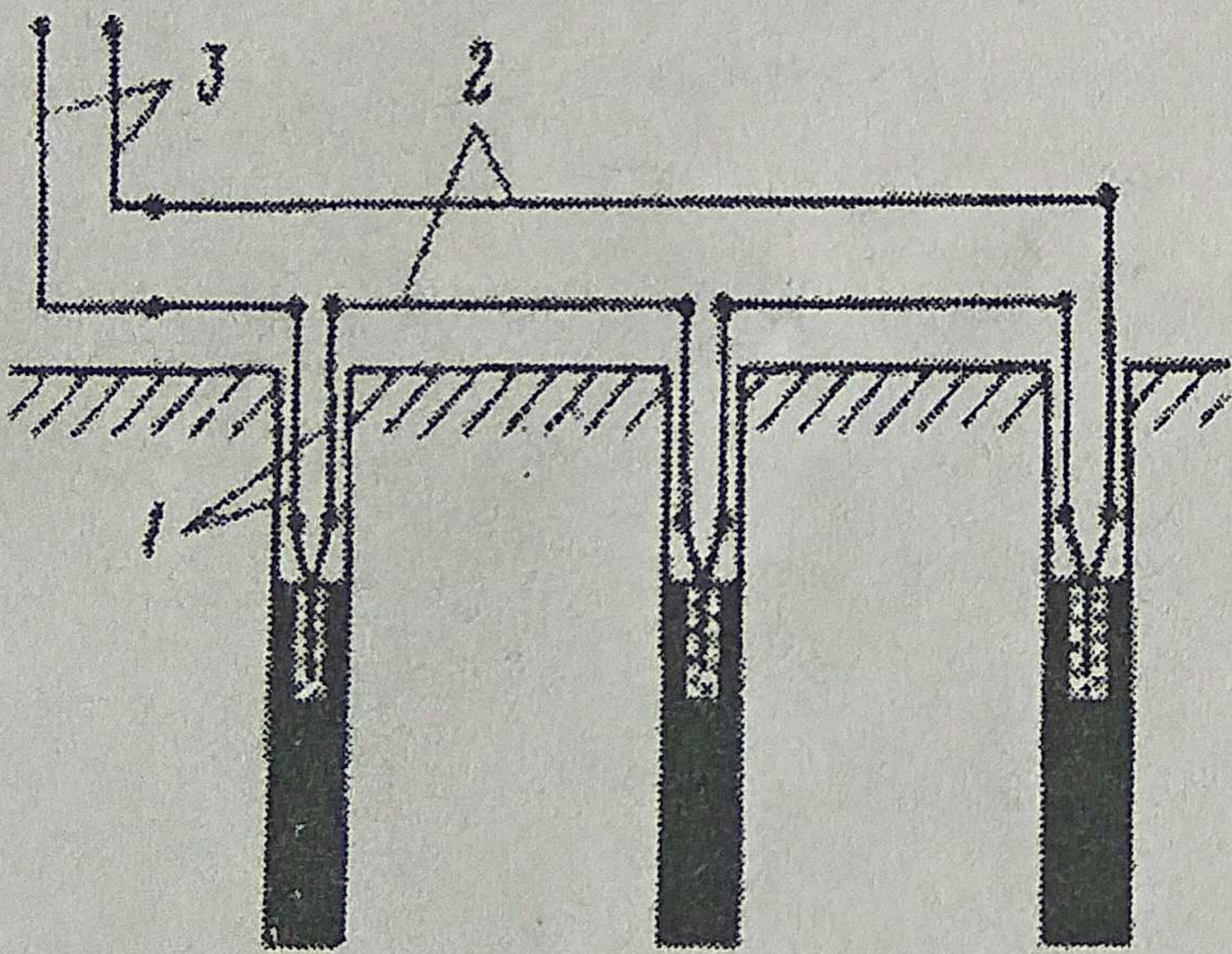


Рис. 2.1. Елементи електропідривної мережі при послідовному з'єднанні ЕД:

1 – кінцеві проводи; 2 – дільничні проводи;  
3 – магістральні проводи

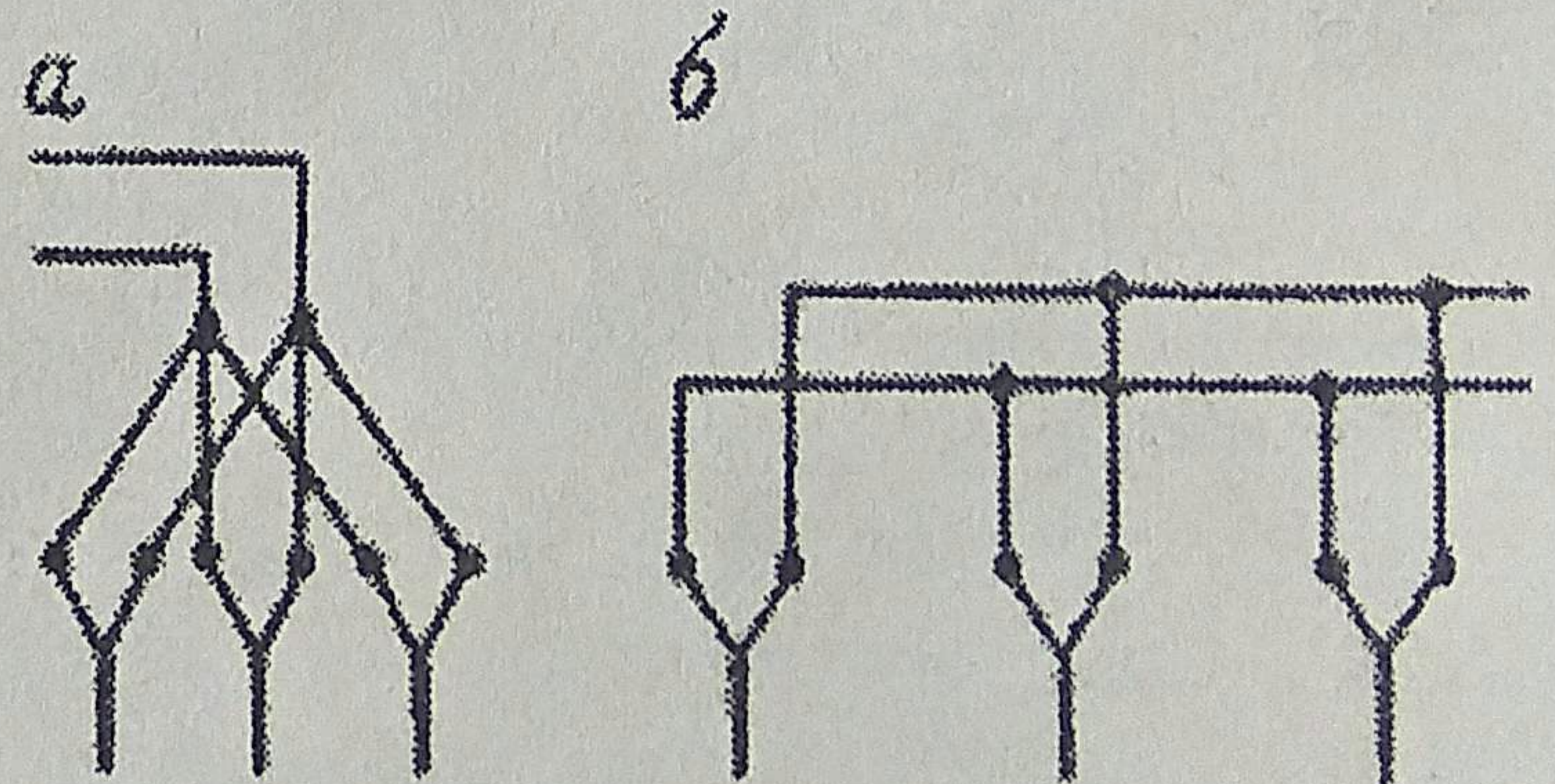


Рис. 2.2. Паралельне з'єднання ЕД:  
а – пучкове; б – ступінчасте

Послідовне з'єднання має такі переваги:

- 1) крізь усі ЕД проходить струм однакової сили;
- 2) для вибуху потрібно джерело струму невеликої потужності;

- 3) менша довжина проводів, простота та наочність схеми з'єднань;
- 4) простота розрахунку та перевірки справності мережі.

Недоліком послідовного з'єднання є небезпека масової відмови при потраплянні в мережу дефектного ЕД або розрив мережі.

Для збільшення надійності вибуху іноді мережу дублюють.

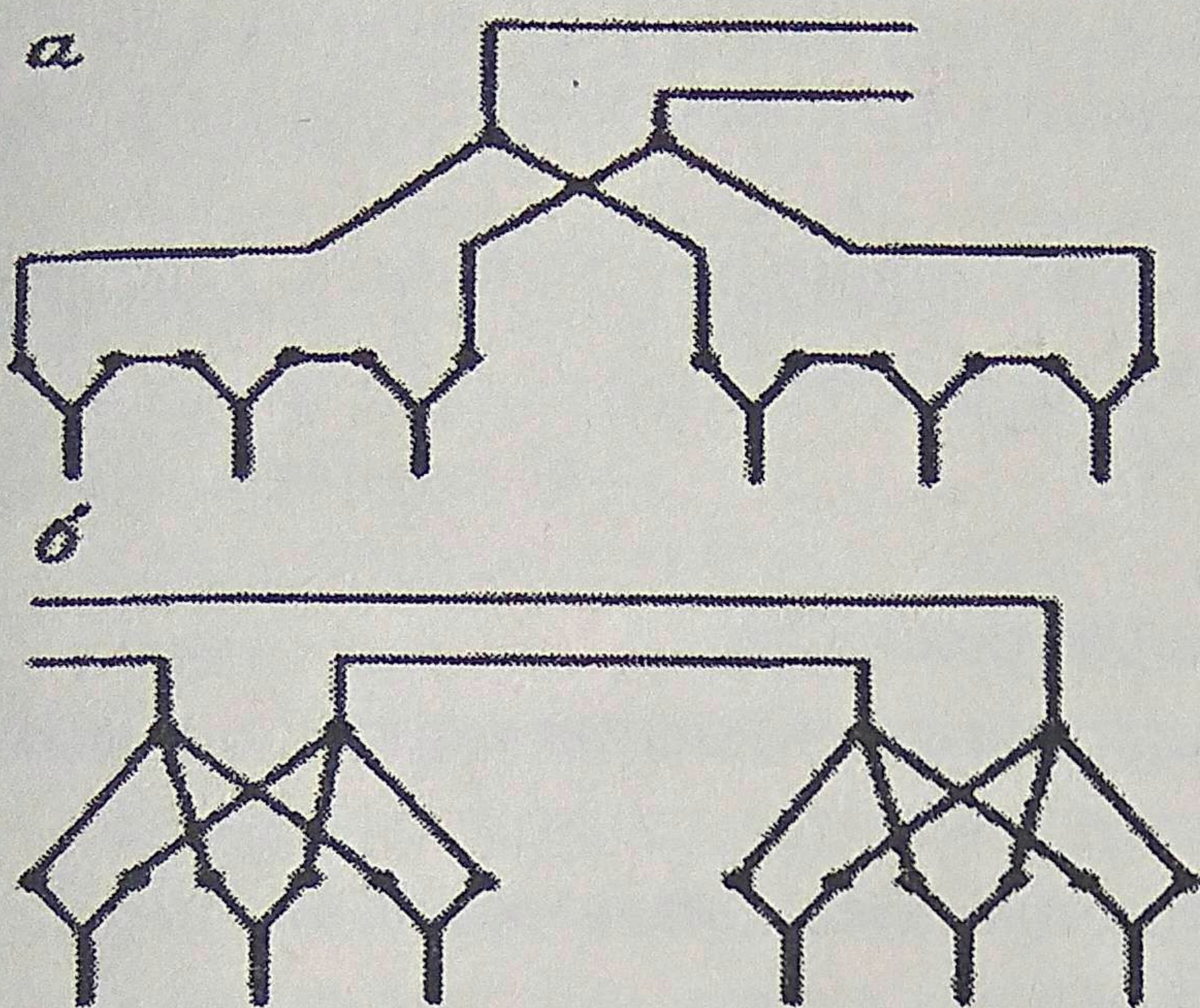


Рис. 2.3. Змішане з'єднання ЕД:

*а – послідовно-паралельне;  
б – паралельно-послідовне*

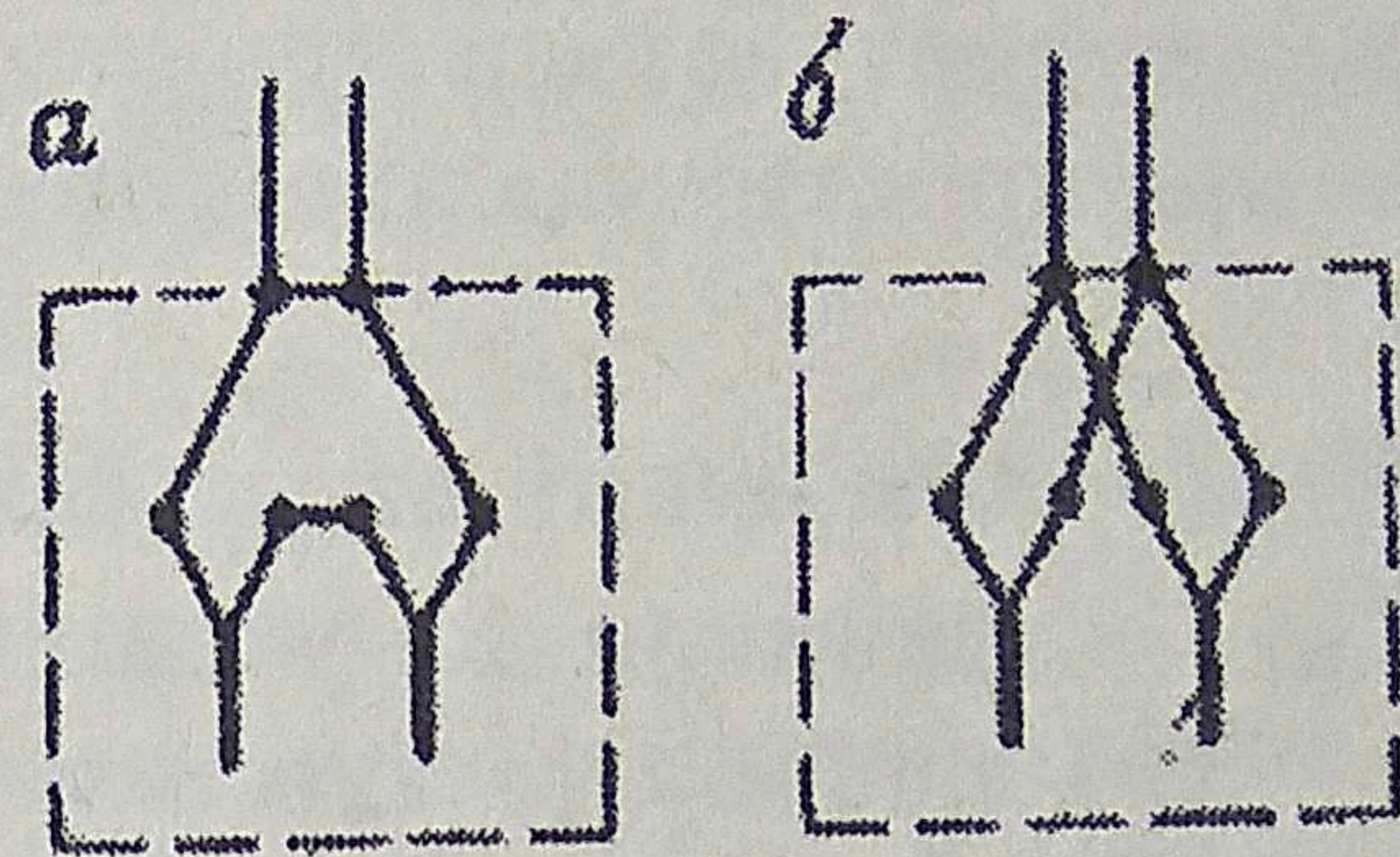


Рис. 2.4. Схема з'єднання двох ЕД у бойовику:

*а – послідовна; б – паралельна*

Паралельне з'єднання має такі переваги:

- 1) при розриві у місці приєднання ЕД відмовляє тільки один заряд, а якщо бойовик має два ЕД, відмова не виникає;
- 2) наявність дефектного ЕД не викликає відмови всієї електропідривної мережі.

Недоліки:

- 1) для вибуху однакової кількості ЕД потрібне більш потужне джерело струму;
- 2) практично неможливо визначити за допомогою приладів справність мережі;
- 3) для мережі потрібно більше проводу та ускладнюється її монтаж;
- 4) ускладнюється розрахунок ступінчастих схем.

Через указані недоліки паралельне з'єднання ЕД не рекомендується для використання.

У великі заряди вводять по два ЕД, які з'єднують послідовно чи паралельно (рис. 2.4, а, б).

Послідовно-паралельне з'єднання використовують тоді, коли потрібно підірвати велику кількість зарядів від джерела струму з недо-

статньою напругою. Паралельно-послідовне рідко використовують, оскільки воно менш надійне.

Таким чином, послідовна схема найбільш ефективна та надійна завжди, коли можна забезпечити гарантійне значення струму.(1 А).

### 2.2.2. Елементи розрахунку електронідривних мереж

Методика розрахунку полягає у визначенні опору мережі і порівнянні результатів з граничним значенням та визначенні сили струму, що проходить крізь окремих ЕД.

При використанні конденсаторних підричних машинок рекомендовано користуватися спрощеними формулами:

– для простих послідовних мереж

$$R_{\text{посл}} \leq R_{\text{пасп}},$$

де  $R_{\text{посл}}$  – вимірний опір підричної мережі, Ом;

$R_{\text{пасп}}$  – гранично допустимий опір для послідовних мереж, вказаний у паспорті машинки, Ом;

– для послідовних мереж з парно-паралельним вмиканням ЕД

$$R_{\text{п-п}} \leq R_{\text{пасп}}/4$$

– для змішаних пучкових мереж простих і з парно-послідовним вмиканням ЕД, а також для паралельно-пучкових мереж

$$R_{\text{з.пучк}} \leq R_{\text{пасп}}/n^2$$

де  $n$  – кількість паралельних віток

– для змішаних пучкових мереж з парно-паралельним вмиканням ЕД

$$R_{\text{з.пучк.п}} \leq R_{\text{пасп}}/4n^2.$$

При використанні силових чи освітлювальних мереж як джерело струму застосовуються нижче наведені основні розрахункові формули.

При послідовному з'єднанні

$$I = U/R,$$

де  $I$  – сила струму, А;

$U$  – напруга на клеммах джерела струму, В;

$R$  – опір підричної мережі, який визначається за формулою

$$R = m r_{\text{ЕД}} + L_{\text{к}} r_{\text{к}} + L_{\text{д}} r_{\text{д}} + L_{\text{м}} r_{\text{м}},$$

де  $m$  – кількість ЕД;  $r_{\text{ЕД}}$  опір одного ЕД, Ом (опір електродетонатора з мідними проводами 1,5÷4 Ом, сталевих – 2,9÷9,5 Ом);  $L_{\text{к}}$ ,  $L_{\text{д}}$ ,  $L_{\text{м}}$  та  $r_{\text{к}}$ ,  $r_{\text{д}}$ ,  $r_{\text{м}}$  – відповідно довжина, м, та опір 1 м кінцевих, дільничних та магістральних проводів, Ом.

Отримане значення сили струму порівнюється з гарантійним струмом, причому обов'язковою є умова  $I \geq I_{\text{гар}}$ .

### 2.2.3. Технологія електричного ініціювання зарядів ВР

При електричному ініціюванні необхідно:

- перевірити та підібрати ЕД за опором;
- виготовити патрони-бойовики;
- подати попереджувальний сигнал, ввести заряди у свердловини (шпури, камери), виконати їхню набивку;
- виконати монтаж електропідривної мережі;
- перевірити справність підривної мережі та визначити її опір;
- подати бойовий сигнал, приєднати магістральні проводи до джерела струму і виконати вибух;
- після провітрювання оглянути підірваний вибій і, за наявності відмов, ліквідувати їх;
- подати сигнал відбою.

Перед видачею усі ЕД мають бути перевірені на відповідність їхнього опору значенню, вказаному у паспортах.

Патрони-бойовики виготовляють зазвичай утворенням в торці патрона заглиблення, встановленням у нього ЕД та затягуванням накинутої на патрон петлі вивідних проводів.

Монтаж підривної мережі починають тільки після повного закінчення заряджання свердловин та набивки зарядів. Ведуть його тільки від крайніх зарядів до джерела струму. Усі з'єднання проводів ретельно ізолюють. Кінці магістральних проводів закорочують.

Загальний опір електропідривної мережі має бути попередньо розрахований і потім заміряний з місця подачі струму в мережу. У разі розбіжності між заміряним та розрахованим опором більше ніж на 10 % необхідно знову закоротити кінці проводів, знайти та усунути несправності, що викликають ці розбіжності (погано зачищені кінці проводів, порушення ізоляції тощо).

На час монтажу мережі всі електричні установки у межах встановленої проектом небезпечної зони мають бути знеструмлені.

Після вибуху і провітрювання вибою його оглядають і у разі виявлення відмов ліквідують їх.

**Переваги електричного ініціювання:** відносна безпека, можливість перевірки мережі перед вибухом, легкість здійснення будь-якої послідовності підривання серій зарядів, необмеженість умов застосування.

**Недоліки:** складність монтажу мережі (особливо за змішаними схемами), небезпека передчасного вибуху від блукаючих струмів.

### 2.3. Підривання зарядів із застосуванням детонаційного шнура

Підривання детонаційним шнуром безпечніше за електричне. Застосовується: при підриванні свердловинних і котлових зарядів; у випадках, коли за умовами безпеки (наявність блукаючих струмів) не можна використовувати електропідривання; при підриванні шпурових зарядів по підшві уступу і негабариту.

Детонаційний шнур підривають від капсуля-детонатора або електродетонатора. З цією метою його прив'язують до шнура ізоляційною стрічкою або шпагатом. Для передачі вибуху від одного відрізка шнура до іншого їх зв'язують морським вузлом або внапуск так, щоб шнури стикалися на довжині не менше як 10 см (рис. 2.5).

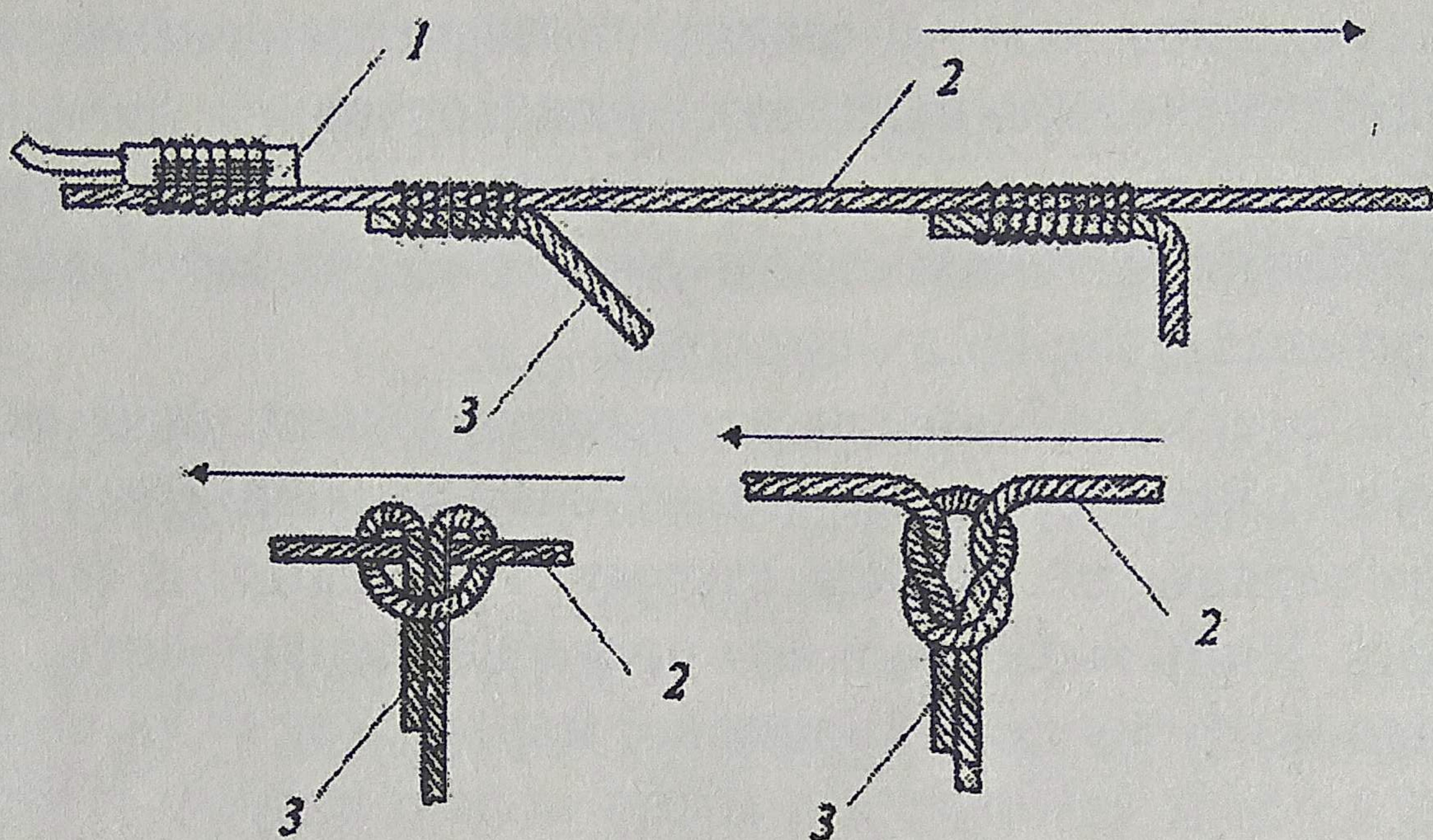


Рис. 2.5. Способи з'єднання відрізків ДШ:

1 – капсуль-детонатор; 2 – магістральна лінія ДШ;

3 – розгалуження ДШ до зарядів (стрілка показує хід детонаційної хвилі)

Детонаційний шнур можна різати гострим ножем на дерев'яній підкладці. Робота з ним і монтаж вибухової мережі прості і безпечні. Шнур має надійну ізоляцію, що забезпечує його водонепроникність при перебуванні у воді протягом 12 год. Він не витримує дії прямих сонячних променів і зберігання в теплом місці, тому що оплавляється ізоляція й оголюється ВР.

Для підривання за допомогою ДШ необхідно:

- розрізати шнур на відрізки для виготовлення патронів-бойовиків;
- виготовити патрони-бойовики;
- дати попереджувальний сигнал, виконати зарядження та набивку зарядів;
- виконати монтаж мережі ДШ;

- дати бойовий сигнал, приєднати до магістралі КД чи ЕД та виконати вибух;
- оглянути підірваний вибій;
- за наявністю відмови ліквідувати її та дати сигнал відбою.

Частина відрізка шнура на поверхні біля свердловини має бути довжиною  $1 \div 1,5$  м.

Для виготовлення патронів-бойовиків при підриванні зарядів у свердловинах використовують спеціальні проміжні детонатори з пресованого тротилу, тетрилу чи тротилу з гексогеном. Для водомістких ВР рекомендується встановлювати два бойовики: у нижню частину – з трьох шашок і у верхню – з двох.

Кут між відгалуженням ДШ та магістраллю у напрямку детонації не повинен бути більшим  $90^\circ$ , тому що при більшому куті детонація може перерватися. Для більшої надійності використовують дублювання мереж ДШ чи кільцеві магістралі.

Підривання мережі ДШ виконується не менш ніж двома ЕД чи запалювальними трубками, які прикріплюються у  $100 \div 150$  мм від кінця магістральної лінії.

*Переваги* підривання за допомогою ДШ: максимальна безпека виконання заряджання і, особливо, ліквідації відмов та простота їх виконання.

*Недоліки*: відсутність приладового контролю справності мережі перед вибухом та висока вартість ДШ.

*Лаб. роб. № 4*

## 2.4. Підривання зарядів із застосуванням системи Нонель

### 2.4.1. Монтаж системи хвилеводів з використанням детонаційного шнура

Якщо при вибуху допускається підвищення рівня шуму і використання при з'єднанні системи з вибуховим ефектом, то комплект свердловин з системою Нонель можна з'єднати з детонаційним шнуром (рис. 2.6).

З цією метою рекомендується використовувати ДШ з навіскою від 3,6 до 5,0 г/м. Приєднання виконується дуже просто за допомогою мультікліпу фірми "Нітро Нобель" (рис. 2.7). Хвилевід поміщається в паз затискувача і закріплюється ДШ. Вузол на трубці Нонель не допускає сковзання з'єднання при сильних навантаженнях на розтяг.

Необхідно впевнитись в тому, що місце приєднання знаходиться якнайближче до свердловини і хвилевід витягнутий, але без натягнення. Хвилевід Нонель и ДШ не мають стикатись де-небудь, крім точки