

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА ПІДЗЕМНИХ СПОРУД В ОБВОДНЕНИХ ТРІЩИНУВАТИХ МАСИВАХ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИБУХОВИХ РОБІТ

При будівництві підземних споруд в складних гідрогеологічних умовах виникають труднощі, пов'язані з водопритоком, які погіршують як комфортність виробництва цих робіт, так і їх безпеку, пов'язану зі зниженням стійкості стін і покрівлі об'єкта.

На сьогоднішній день при будівництві підземних споруд відомі декілька технологій по боротьбі з водопритоком. Зокрема, це різні види тампонажу та хімічного закріплення ґрунтів; водопониження; заморожування ґрунтів та ін.

Хімічне закріплення ґрунтів ефективно використовувати при закріпленні піщаних ґрунтів водонесних горизонтів. При веденні робіт на скельному тріщинуватому масиві можливе застосування тампонажу. Однак цей спосіб не дає повної гарантії від проникнення підземних вод в підземну споруду, що будується, а може лише значно знизити їх обсяг.

Використання водозниження і заморозки для боротьби з водопритоком пов'язане з великими капітальними і особливо експлуатаційними витратами. З іншого боку, відомо, що при вибуху подовженого заряду в масиві утворюються дві основні зони: зминання та тріщиноутворення.

Причому в зоні зминання порода під дією вибухового навантаження «тече», і відбувається закриття всіх наявних тріщин в масиві. Розміри цих зон залежать від гірничо-геологічних і гірничотехнічних умов виробництва вибухових робіт та визначаються за формулою

$$r_{cm} = d \times \sqrt{\frac{P}{\sigma}} \quad (1)$$

де r_{cm} – радіус зони зминання, м; d – діаметр свердловини (шпуру), м; σ – межа міцності порід на стиснення, Па; P – тиск, що розвивається продуктом детонації, Па:

$$P = \frac{q \times D^2}{8} \quad (2)$$

де q – щільність заряджання ВР, кг/м³; D – швидкість детонації вибухової речовини (ВР), м/с.

Радіус зони тріщин, що підлягають зминанню, визначається

$$R = 0,2102 \cdot d \cdot q^{0,75} \cdot D^{1,5} \cdot \sigma^{-0,25} \cdot \tau^{-0,5} \quad (3)$$

де τ – межа міцності порід на зсув, Па

Ці зони формуються в часі і їх розмір залежить від швидкості поширення тріщин в масиві і тривалості дії вибухової навантаження, яка в свою чергу залежить від довжини заряду, швидкості детонації застосовуваної ВР і місця її ініціювання.

Для прямого ініціювання

$$t_n = \frac{l_3}{D} \quad (4)$$

де t_n – час впливу прямого імпульсу поздовжньої хвилі при прямому ініціюванні, с; l_3 – довжина заряду, м.

Для зворотного ініціювання

$$t_o = \frac{2 \times l_3}{D} \quad (5)$$

Таким чином, з'являється можливість сформувати такий заряд, часу дії якого вистачить лише на утворення зони зминання (в якій порода після вибуху стане монолітною і буде перешкоджати проникненню водних розчинів) без порушення навколишнього масиву. У зв'язку з чим пропонується технологія формування міцного водонепроникного залізобетонного екрану для будівництва підземних споруд у складних гідрогеологічних умовах.

На першому етапі пробурюють паралельно зближені шпури (або свердловини) по контуру створюваного екрана, відстань між шпурами (свердловинами) визначається виходячи з розмірів зон зминання, що утворюються (1). При цьому довжина заряду визначається таким чином, щоб тривалості дії вибухової навантаження вистачило тільки для утворення зони зминання без порушення навколишнього масиву.

Для центрального ініціювання довжина заряду визначається за формулою:

$$l_{зп} = \frac{C_n \times r_{cm} \times D}{C_n^2 - 0,25 D^2}; \quad (6)$$

де C_n – швидкість поширення поздовжньої хвилі в масиві, м/с.

Для прямого ініціювання

$$l_{zn} = \sqrt{\frac{r_{cm} \cdot D^2}{C_n^2 - D^2}} \quad (7)$$

Для зворотного ініціювання

$$l_{zo} = \frac{2r_{cm} \cdot C_n \cdot D}{4C_n - D^2} \quad (8)$$

Очевидно, що заряди необхідно розташовувати в шаховому порядку (рис. 1). Після формування з використанням вибуху непроникного екрану для закріплення масиву в сформованих шпурах розміщують або арматуру, або трос і потім порожнечі, що залишилися, заповнюються цементним розчином.

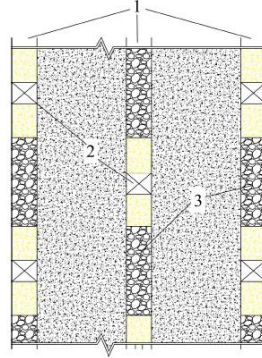


Рис. 1. Схема формування водонепроникного екрану: 1 – свердловина (шпур); 2 – сформований заряд; 3 – повітряний (водний) проміжок

Для зниження обсягів руйнування законтурного масиву використовують контурне підривання, застосування якого суттєво збільшує обсяг буріння та ускладнює процес формування контурних зарядів. При цьому слід врахувати той факт, що точних розрахунків для визначення параметрів зарядів і проміжків, що формуються, не існує. Крім того, обсяг масиву, який припадає на контурні заряди, є незначним.

Для усунення вищезазначених недоліків пропонується спосіб оконтурювання в передбачуваній підземній споруді з використанням компенсаційних шпурів (свердловин), які перешкоджають формуванню тріщин у законтурному масиві за рахунок їхнього схлопування. Для цих цілей компенсаційні шпури необхідно розміщувати на межі зони змінання – зони тріщин всередині цієї зони під кутом 60° (рис. 2).

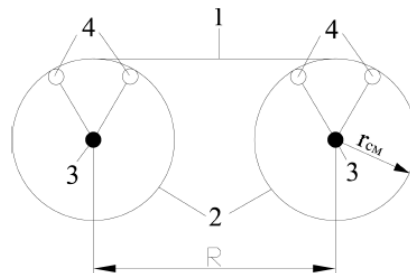


Рис. 2. Схема розташування зарядів і компенсаційних шпурів (свердловин) для оконтурювання гірських масивів: 1 – контур, що охороняється; 2 – контакт «зона змінання - масив»; 3 – контурні шпури; 4 – компенсаційні шпури

Таким чином, використання цих способів при будівництві підземних споруд в складних гідрогеологічних умовах дозволяють забезпечити виконання необхідних робіт за рахунок виключення водопритоку та руйнуванню законтурного простору при виробництві вибухових робіт.