

**Лекція 11**  
**МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ**  
**СПОРУДЖЕННІ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТВОЛІВ**

**4.1. Загальні відомості**

Спорудження вертикальних шахтних стволів здійснюють з метою розкриття родовища корисної копалини, вентиляції, спуску і підйому вантажів та людей.

У залежності від гірничо-геологічних умов приймають звичайний чи спеціальний спосіб спорудження ствола. Як спеціальні способи застосовують штучне заморожування гірських порід, буріння стволів буровими установками, попередній тампонаж гірських порід, кесонний (під тиском стиснутого повітря).

При спеціальних способах проходки стволів, що у практиці зустрічаються порівняно рідко, маркшейдерські роботи мають деяку специфіку, пов'язану із застосуванням окремих приладів і обладнання. Ці особливості будуть розглянуті в наступних главах.

Тут будемо розглядати загальну методику маркшейдерських робіт, властивих усім способам спорудження вертикальних стволів.

Вертикальні стволи мають круглу і, у рідких випадках, прямокутну форму. Розміри перерізу ствола залежать від типу застосовуваних посудин, їхніх габаритів у плані, величини зазорів між виступаючими частинами підймальних посудин і кріпленням, а також від швидкості руху повітря у стволі.

У вугільній промисловості для вертикальних стволів шахт круглого поперечного перерізу прийняті такі типові діаметри: 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5 м у світлі.

Основним видом кріплення (95 % від загального обсягу) при проходці стволів у звичайних умовах є монолітне бетонне кріплення, яке зводять за допомогою пересувної металевої опалубки з подачею бетонної суміші по трубах.

У практиці шахтного будівництва застосовують декілька схем спорудження вертикальних стволів: послідовну, паралельну,

паралельно-щитову, суміщену. Проходку здійснюють з одночасним повним чи частковим армуванням.

В теперішній час найбільш широкое застосування отримала суміщена схема проходки із зведенням постійного бетонного кріплення біля вибою ствола.

## **4.2. Проходка устя і технологічної частини ствола**

Глибина і конструкція устя ствола визначаються проектом у залежності від відміток закладення вентиляційних і інших каналів, а також залягання корінних порід.

Величина технологічного відходу, як правило, дорівнює 30–60 м. Перед початком робіт вивчають проектну і геологічну документацію по спорудженню устя ствола.

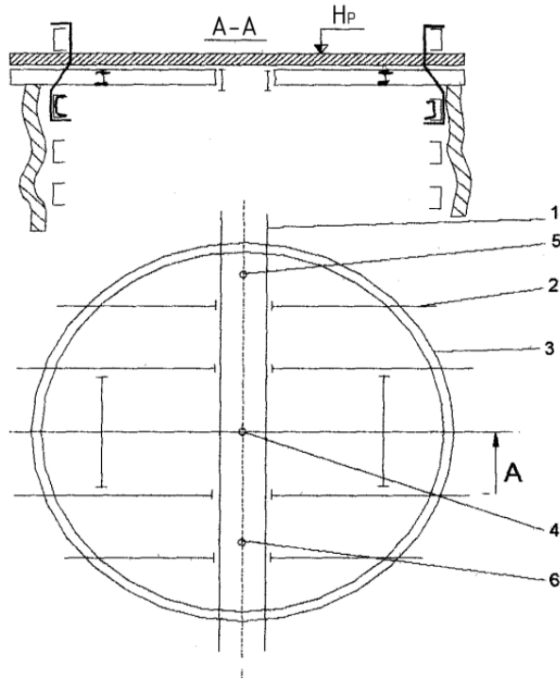
Для оперативної роботи складають план перерізу устя ствола у масштабі 1:20 чи 1:10 і вертикальні розрізи по осях ствола в масштабі 1:100. На них, окрім геологічної інформації, наносять проектні ніші для балок посадкових кулаків і іншого обладнання, прорізи для підкопрової рами, вікна для трубопроводів, кабелів і вентиляційного каналу, інші деталі ствола. Заготовляють журнал проходки ствола.

Перед початком прохідницьких робіт при особистій участі маркшейдера виготовляється рама-шаблон, що служить для перекриття ствола, позначення контуру ствола в проходці, підвіски тимчасового кріплення і контролю зведення устя.

Рама-шаблон виготовляють з металевих балок з настилом з дерев'яних брусів (*рис. 23*). Перед укладанням рами-шаблону знімають верхній шар ґрунту, вирівнюють майданчик, укладають опорні плити. Маркшейдер безпосередньо бере участь у процесі збирання й встановлення рами. Він орієнтує по осях ствола центральні балки, допомагає встановити верх рами в горизонтальній площині, намічає місця спуску висків. Відхилення верху рами від горизонтального положення не повинні перевищувати  $\pm 20$  мм.

Виски пропускають у спеціально просвердлені отвори в пластинах між центральними балками по осі ствола. Бічні допоміжні виски розташовують у 0,6–1,2 м від стінки ствола у світлі.

Відстані від допоміжних висків до центрального виска повинні бути різними і відрізнятися один від другого на значну величину (0,5–0,7 м).



**Рис. 23. Рама-шаблон**

1 – центральні балки; 2 – балки перекриття; 3 – кільце-шаблон;  
4 – центральний висок; 5, 6 – осеві виски

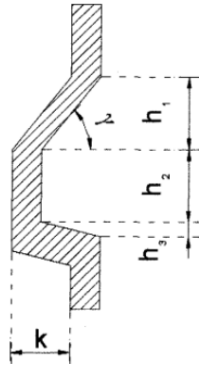
Як виски застосовують тросики діаметром 3–5 мм. Вантажі для висків беруть невеликі (10–15 кг). Лебідки висків встановлюють поруч з отворами в рамі та кріплять до дерев'яного настилу.

Після закріплення кільця-шаблону та укладання дерев'яного настилу визначають висотну відмітку верху настилу  $H_p$ .

Висотну прив'язку ніш, вікон, прорізів і інших елементів устя роблять від верху настилу рами-шаблону. Розміри обчислюють по абсолютних відмітках у світлі. Прив'язку деталей устя в плані роблять від допоміжних висків.

Для утримання постійного кріплення устя ствола роблять опорні вінці. Розташовують опорний вінець у міцних корінних породах, тому положення опорного вінця в проєкті задається приблизно.

Перед встановленням опалубки перевіряють розміри кільцевого врубу для вінця: вимірюють величини  $R$ ,  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  у восьми точках по периметру ствола (рис. 24).



**Рис. 24. Опорний вінець**

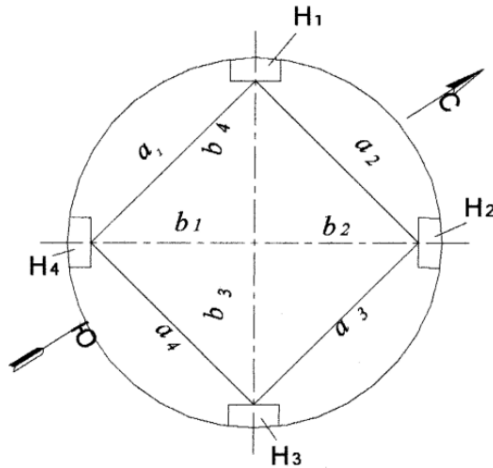
Ці величини, як правило, задаються у проекті. Якщо їх немає, то при контролі кільцевого врубу варто мати на увазі, що кут  $\gamma$  не повинен бути менше  $40^\circ$ , тобто  $h_1/k \geq 0,84$ , а  $h_2 > 20$  см.

При проходці устя ствола з рамою-шаблоном маркшейдерські роботи полягають у контролі перерізу ствола і вимірі виконаних об'ємів. Горизонтальність кілець тимчасового кріплення не контролюють, тому що в цьому немає потреби. Перед зведенням постійного бетонного кріплення перевіряють горизонтальне положення першого кружала опалубки від верха рами-шаблону. Планове положення кружала перевіряють від центрального виска. Відхилення не повинні перевищувати  $\pm 2$  см. Подальший маркшейдерський контроль здійснюють через 5–6 м просування постійного кріплення. Паралельно з контролем кріплення ведуть зйомку деталей устя ствола: ніш, прорізів, вікон. З моменту зведення постійного кріплення заповнюють журнал проходки ствола.

Для правильної орієнтації сполучення ствола з горизонтами, установки елементів армування, установки підкопрової рами, монтажу перекриття ствола й опорних балок посадкових кулаків в усті ствола закріплюють осі. Закріплені в усті осі ствола служать також головною опорою при реконструкції ствола і підйимального комплексу.

Перенесення і закріплення осей ствола в усті – один з самих відповідальних обов'язків маркшейдера.

Осьові знаки у стволі повинні бути масивними, міцними і забетоновані в кріплення ствола так, щоб виключалася будь-яка можливість їх ушкодження чи знищення.



**Рис. 25. Ескіз розташування осьових скоб ствола**

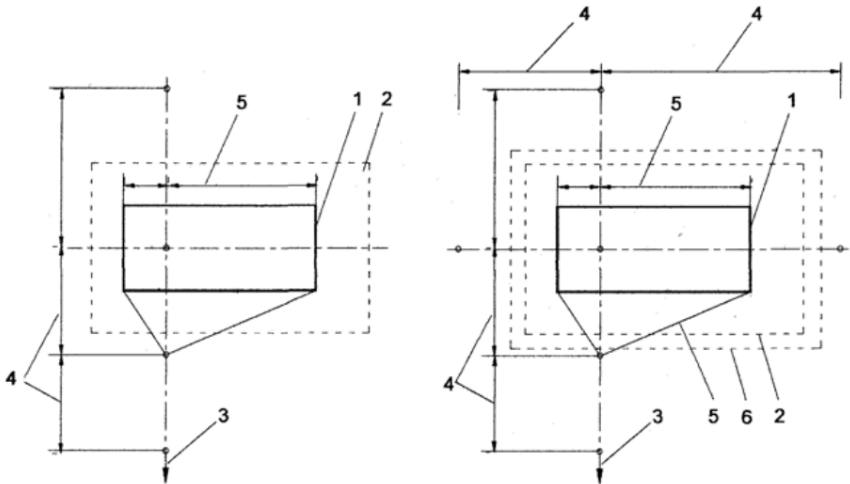
Визначають точки осей ствола на скобах за допомогою обноси після бетонування устя ствола. Обноски ставлять поруч зі стволем якнайнижче. Вісі ствола переносять на обноску при двох положеннях труби теодоліта. На дошках обноски роблять акуратні вирізи відповідно до діаметра дрота і натягають дріт по осях ствола за допомогою вантажів. Потім тонкими висками визначають положення осьових точок на скобах і закріплюють вирізами, що пропилюються тригранним терпугом. На кожен осьову скобу з найближчого репера передають висотну відмітку. Закінчують роботу складанням ескізу місця розташування осьових точок, на якому наносять розміри  $a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3, b_4$  і висотні відмітки  $H_1, H_2, H_3, H_4$  (рис. 25). Ескіз зберігають разом із журналом проходки ствола.

### **4.3. Оснащення ствола прохідницьким обладнанням, контроль проходки і кріплення**

Перед розбивкою у натурі центрів прохідницьких лебідок, вентиляторів, калориферів і інших установок вивчають план розташування прохідницького обладнання на поверхні, план основної прохідницької рами, робочі креслення розташування прохідницького обладнання в перерізі ствола, розташування шківів. Шківи прохідницьких лебідок розташовані на основній прохідницькій рамі і копрі. Якщо шківи на підшківному майданчику копра розташовані паралельно осям ствола, то ніякої спеціальної підготовки для розбивок не потрібно – усі розміри для монтажу є на робочих кресленнях.

Для шківів, розвернутого стосовно осей ствола, обчислюють ординати від осей ствола до точок, що лежать на краях підшківного майданчика у площині симетрії шківів. При обчисленні користуються проектними розмірами від осей ствола до точки сходу канату, кутом розвороту шківів і фактичних розмірів підшківного майданчика.

Виніс у натуру центрів лебідок здійснюється у визначеній послідовності. Спочатку закріплюють центри віддалених від осевого репера лебідок. Після монтажу віддалених лебідок виносять у натуру центри наступних з таким розрахунком, щоб після їхнього монтажу можна було забезпечити безперешкодну розбивку лебідок, що залишилися. Закріплення центрів лебідок і напрямків канатів роблять штирями, розташованими по напрямку канату з урахуванням розмірів фундаментів лебідок (рис. 26).



**Рис. 26. Ескіз закріплення центрів лебідок і напрямків канатів:**

- 1 – контур рами лебідки; 2 – контур фундаменту; 3 – напрямок канату;
- 4 – розміри між штирями; 5 – встановлені розміри; 6 – контур котловану

Розбивку в натурі осей іншого пересувного обладнання роблять аналогічно. Перед монтажем лебідок перевіряють горизонтальність поверхні майданчиків.

Маркшейдерські роботи при проходці ствола включають:

- контроль положення центрального виска в розтрубах підвісного полка;
- закріплення центрального і допоміжного висків на проміжних горизонтах при проходці глибоких стволів;

- регулярну передачу висотної відмітки по стволу;
- періодичний контроль центрування металеві опалубки;
- періодичні виміри товщини кріплення;
- планову і висотну зйомку пластів корисної копалини, що перетинаються;
- зйомку вивалів;
- виміри притоків води у ствол;
- періодичний контроль стану кріплення ствола;
- прив'язку у плані та по висоті сполучень і приствольних камер;
- задавання напрямків на проходку і кріплення приствольних камер;
- замір виконаних об'ємів робіт;
- ведення журналу проходки ствола, профільну зйомку стінок ствола.

Щоб своєчасно виконати перераховані операції і виміри необхідно постійне знання стану гірничопрохідницьких робіт у стволі і положення прохідницького обладнання. Одні маркшейдерські роботи можна виконати під час буріння шпурів чи бетонування стін, інші тільки в короткі паузи між прибиранням породи і спуском опалубки, треті – лише після перепуску прохідницького виска.

Незалежно від технологічної схеми спорудження ствола контроль за проходкою здійснюється за допомогою центрального прохідницького виска, закріпленого у центрі ствола на основній прохідницькій рамі, чи бічних прохідницьких висків, закріплених на осьових пунктах основної прохідницької рами. Прохідницькі виски повинні висіти вільно, не торкаючись стінок ствола й обладнання.

Вага вантажу  $P$  та діаметр  $d$  тросу виска вибирають у залежності від глибини ствола  $H$  і орієнтовно визначають за формулою:

$$P = 0,1H; d = 0,006H. \quad (8)$$

При проходці шахтних стволів, як правило, використовують монолітні складні вантажі вагою 30–200 кг та трос зі звивки, що не розкручується, діаметром 3–6 мм. Для бічних висків використовують вантажі меншої ваги.

У процесі проходки ствола незмінність закріплення виска перевіряють не рідше одного разу на місяць. Прохідницький висок під дією різних факторів відхиляється від прямовисного положення, що істотно впливає на точність і тривалість вимірів. Основними факторами, що впливають на відхилення виска у стволі, є: рух повітря,

капіж, сила притягання виска до центра землі, притягання виска навколишніми масами, пружність тросу виска та побічні коливання. Для зменшення шкідливого впливу відзначених факторів на прохідницький висок необхідно створити більш постійний повітряний режим, трохи збільшити коливання виска, забезпечити надійне закріплення виска на поверхні, дотримувати відповідність між вагою вантажу і діаметром дроту, використовувати заспокоювачі, поміщаючи вантаж у посудину із в'язкою рідиною.

У процесі проходки ствола маркшейдерська служба виконує зйомку положення породних стінок шляхом вимірів радіусів від центрального виска до стінок ствола через 3–4 м по висоті у восьми точках на кожному горизонті. За результатами цих вимірів визначають фактичну площу  $F_{\phi}$  перерізу ствола, що повинна відповідати проектній площі перерізу  $F_n$  чи перевищувати її не більше ніж на 5 % за рахунок нерівностей стінок ствола.

Фактичний радіус у перерізі ствола не повинен перевищувати проектний більш ніж на 2,5 %.

Постійне кріплення вертикальних стволів у звичайних умовах виконується з монолітного бетону, залізобетону, залізобетонних тубінгів, бетонітів та клінкерної цегли.

В даний час широке поширення одержало постійне кріплення з монолітного швидкотвердіючого бетону, зведене за допомогою пересувної металевої опалубки. Маркшейдерські роботи і контроль за зведенням постійного кріплення стволів визначаються технологічною схемою виробництва робіт. Правильність встановлення тимчасового кріплення перевіряють по центральному виску або по чотирьох бічних висках, опущених зі скоб, розташованих по осях ствола у зведеному вище опорному вінці. Положення бічних висків щодо вертикальної осі ствола перевіряють виміром відстані рулеткою від центрального виска до бічних висків. У процесі кріплення ствола маркшейдерська служба періодично заміряє фактичну товщину стінок постійного кріплення, визначає місцезнаходження і розміри вивалів, а також матеріал і повноту забутовки.

Відхилення стінок кріплення по радіусу від центра ствола повинно бути  $\pm 30$  мм, а зменшення товщини стінок кріплення проти проектної допускається до 30 мм.

Зумпфову наносну камеру, камеру завантажувальних пристроїв, камеру лебідки водотрубного ходка й інші приствольні камери розробляють зі ствола як горизонтальні виробки повним перерізом чи шарами. Маркшейдерські роботи при проходці і кріпленні приствольних камер принципово не відрізняються від робіт при



проходці і кріпленні горизонтальних виробок. Відмінність складається лише в тім, що напрямок у горизонтальній площині задають двома висками, розташованими на осі ствола.

Напрямок у вертикальній площині задають так само, як для горизонтальних виробок. Передачу висотної відмітки спочатку виконують на осьові скоби, від яких потім знаходять проектне положення підшви і покрівлі камери. Для цілей проходки і кріплення задають робочі (бічні) висотні репери на рівні 1 м від проектної відмітки підшви. При необхідності роблять два горизонти робочих реперів.