

Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»

Г.О. Антипенко
Г.Ф. Гаврюк
В.О. Назаренко
Л.А. Ковалевич
В.В. Котенко

**МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ
ПРИ БУДІВНИЦТВІ ШАХТ ТА ПІДЗЕМНИХ СПОРУД**

*Рекомендовано
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
які навчаються за спеціальністю
184 «Гірництво»*

Житомир
2021

УДК 622.25+513.87(075.8)

Рекомендовано Вченою радою Державного університету «Житомирська політехніка»
(протокол № 10 від 30 жовтня 2020 р.)

Рецензенти:

*Кучин О.С. – доктор технічних наук, професор, завідувач каф. маркшейдерії
Національного ТУ «Дніпровська політехніка»,*

*Терещук Р.М. – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівництва, геотехніки і
геомеханіки Національного ТУ «Дніпровська політехніка»,*

*Соболевський Р.В. – доктор технічних наук, професор, завідувач каф. маркшейдерії
Державного університету «Житомирська політехніка»*

Маркшейдерські роботи при будівництві шахт та підземних споруд,
навч. посібник / Г.О. Антипенко, Г.Ф. Гаврюк, В.О. Назаренко,
Л.А. Ковалевич, В.В. Котенко. – Житомир: Державний університет
«Житомирська політехніка», 2021. – 148 с.

ISBN 978-966-683-571-3

*У навчальному посібнику розглядаються такі спеціальні питання,
як маркшейдерські роботи на проммайданчику шахти,
маркшейдерські роботи при спорудженні підйомного комплексу,
маркшейдерські роботи при проведенні гірничих виробок,
маркшейдерські роботи при проведенні виробок зустрічними вибоями,
особливості маркшейдерських робіт при будівництві метрополітенів.
Розглянуті загальні питання маркшейдерських робіт при монтажі
гірничошахтного обладнання.*

© Антипенко Г.О.

© Гаврюк Г.Ф.

© Назаренко В.О.

© Ковалевич Л.А.

© Котенко В.В.

ISBN 978-966-683-571-3 _____ © Житомирська політехніка, 2021

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	7
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПОРЯДОК ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ	8
1.1. Зміст проектно-кошторисної документації гірничого підприємства.....	8
1.2. Задачі маркшейдерської служби при будівництві шахт	9
2. ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА	12
2.2. Підхідні пункти. Основна полігонометрія.....	15
2.3. Закріплення осей ствола.....	18
2.4. Методи перенесення геометричних елементів проекту в натуру.....	22
2.4.1. Побудова проектної лінії (довжини)	22
2.4.2. Перенесення в натуру горизонтального кута.....	24
2.4.3. Перенесення в натуру проектної відмітки	25
2.4.4. Побудова лінії проектного ухилу	28
2.4.5. Перенесення точки по заданих координатах	29
2.5. Створення розбивочної мережі на поверхні шахти	31
2.5.1. Будівельна сітка.....	31
2.5.2. Опорні лінії	32
3. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ШАХТИ.....	36
3.1. Вертикальне планування промислового майданчика	36
3.2. Загальний порядок проведення робіт з розбивки осей фундаментів будівель	39
3.3. Контроль зведення фундаментів	41
3.4. Роботи при зведенні фундаментів підіймальної машини.....	43

3.5. Роботи при зведенні фундаментів копрів	45
3.6. Роботи при прокладці підземних інженерних комунікацій на проммайданчику і особливості їх виконавчої зйомки	48
4. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТВОЛІВ	52
4.1. Загальні відомості	52
4.2. Проходка устя і технологічної частини ствола	53
4.3. Оснащення ствола прохідницьким обладнанням, контроль проходки і кріплення	56
4.4. Маркшейдерські роботи при армуванні ствола шахти	60
4.4.1. Загальні відомості	60
4.4.2. Підготовчі роботи перед армуванням ствола. Пристосування	61
4.4.3. Контрольні виміри при встановленні розстрілів і навішуванні провідників	66
4.4.4. Профільна зйомка армування	67
5. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ПОХИЛИХ СТВОЛІВ	74
5.1. Загальні відомості. Закріплення осей	74
5.2. Спорудження устя і задавання напрямку на проходку похилого ствола	76
6. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ ПРОХОДЦІ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТВОЛІВ СПЕЦІАЛЬНИМИ СПОСОБАМИ	80
6.1. Проходка стволів способом заморожування	80
6.2. Проходка стволів способом буріння	82
7. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ГОРИЗОНТУ ШАХТИ	85
7.1. Вивчення робочих креслень проекту горизонту	85
7.2. Проектний полігон	87
7.3. Робочі плани	92
7.4. Задавання напрямків при проведенні виробок	94
7.4.1 Загальні відомості	94

7.4.2	Задавання напрямку для проведення сполучення ствола ...	95
7.4.3	Задавання напрямку паралельно осі виробки	96
7.4.4	Задавання напрямку по осі	98
7.4.5	Загальний випадок задавання напрямку в горизонтальній площині	99
7.4.6	Задавання напрямку по створу	100
7.4.7	Задавання напрямку на проведення закруглення	102
7.4.8	Задавання напрямку на проведення сполучень горизонтальних виробок	106
7.4.9	Задавання напрямку виробкам у вертикальній площині .	108
7.4.10	Особливі випадки задавання напрямків	111
7.5	Особливості маркшейдерських робіт при проведенні	114
	виробок зустрічними вибоями	114
8.	МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ	
	МЕТРОПОЛІТЕНУ	118
8.1.	Особливості будівництва метро	118
8.2	Маркшейдерсько-геодезичні роботи при проектуванні метрополітену	120
8.2.1	Ведення маркшейдерсько-геодезичної документації	120
8.2.2	Геодезичне обґрунтування	121
8.2.	Маркшейдерські роботи на шахтному майданчику	122
8.2.1.	Обслуговування проходки стволів	122
8.2.2.	Орієнтування підземної зйомки	123
8.2.3.	Підземна полігонометрія і нівелювання	125
8.3.	Маркшейдерські роботи при спорудженні тунелів	126
8.3.1.	Маркшейдерські роботи при щитовому способі спорудження тунелів	126
8.3.2.	Маркшейдерські роботи при укладанні залізничних шляхів в тунелях метро	129
8.4.	Маркшейдерські роботи при спорудженні станцій, похилих тунелів метро та інші види робіт	129

9. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ МОНТАЖІ ГІРНИЧОШАХТНОГО ОБЛАДНАННЯ	132
9.1. Загальні положення.....	132
9.2. Конструкції копрів і методи їх спорудження	133
9.3. Встановлення прохідницького копра	134
9.4. Монтаж копрової рами	135
9.5. Монтаж і встановлення металевих копрів з укісними ногами.....	135
9.6. Встановлення напрямних шківів	139
9.7. Монтаж підйомної машини.....	141
9.8. Роботи при настиланні постійних рейкових шляхів у капітальних гірничих виробках	142
Список літератури	146

ПЕРЕДМОВА

Сучасними проектами великих шахт передбачається об'єднання споруд шахтної поверхні у блоки великих розмірів. Окремі споруди зв'язуються між собою загальним технологічним обладнанням, будівельними конструкціями та комунікаціями. У теперішній час при будівництві широко використовуються уніфіковані збірні залізобетонні та металеві конструкції. Для глибоких шахтних стволів монтується багатоканатні підйомні установки на копрах баштового типу. Проведення гірничих виробок здійснюється швидкісними методами за допомогою комплексів прохідницького обладнання з широким використанням сучасних маркшейдерських приладів та інструментів.

Вивчення питань, які пов'язані з маркшейдерським забезпеченням шахтного будівництва, передбачається для студентів спеціальності 184 «Гірництво», освітньо-професійної програми «Гірництво» у блоці дисциплін "Маркшейдерська справа" – "Маркшейдерські роботи при будівництві шахт." Посібник орієнтований на студентів денної та заочної форм навчання гірничих спеціальностей вищих навчальних закладів, але може бути використаний і при вивченні курсу «Маркшейдерська справа» студентами інженерно-будівельних напрямів вищих навчальних закладів.

У навчальному посібнику розглядаються такі спеціальні питання, як маркшейдерські роботи на проммайданчику шахти, маркшейдерські роботи при спорудженні підйомного комплексу, маркшейдерські роботи при проведенні гірничих виробок, маркшейдерські роботи при проведенні виробок зустрічними вибоями, особливості маркшейдерських робіт при будівництві метрополітенів. Розглянуті загальні питання маркшейдерських робіт при монтажі гірничошахтного обладнання.

Авторами навчального посібника є: Антипенко, Георгій Олексійович; Гаврюк, Георгій Федорович; Назаренко, Валентин Олексійович (Національний ТУ «Дніпровська політехніка»), Ковалевич, Людмила Анатоліївна, Котенко, Володимир Володимирович (Державний університет «Житомирська політехніка»).

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПОРЯДОК ПРОЕКТУВАННЯ ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВ

У розділі розглянуті основні положення та нормативні посилання, якими повинна керуватися маркшейдерська служба під час будівництва гірничовидобувного підприємства

1.1. Зміст проектно-кошторисної документації гірничого підприємства

Фінансування робіт з будівництва гірничовидобувного підприємства та початку розробки родовища здійснюється тільки при наявності гірничого відводу та відводу земельної ділянки (земельний відвід), які оформлені у встановленому порядку.

Гірничим відводом називають частину земних надр, які надані організації або підприємству для промислової розробки покладів корисних копалин, що знаходяться у надрах.

Земельний відвід – це ділянка землі, яка надана для будівництва гірничого підприємства та розробки родовища. Проект земельного відводу готується проектною організацією одночасно з розробкою технічного проекту гірничовидобувного підприємства в ув'язці з проектом гірничого відводу. Гірничі відводи надаються після затвердження розвіданих запасів корисних копалин в Державній комісії України по запасах (ДКУЗ) та передачі родовища або його ділянки для промислового освоєння.

Для гірничих підприємств, що будуються чи реконструюються відводи оформляються до початку будівництва чи реконструкції цих підприємств у місячний термін після затвердження технічної проектною документації.

Для діючих гірничовидобувних підприємств оформлення гірничого відводу не обов'язково та виконується тільки в окремих випадках, коли це необхідно з метою регулювання правових відносин на користування надрами, а також з метою виконання правил технічної експлуатації та правил безпеки за баченням управління округу Держнаглядохоронпраці.

Розміри гірничого відводу визначаються розмірами розвіданого родовища або його частини з урахуванням зон обвалення, безпечних відстаней від місць виконання вибухових робіт та зон розвалів бортів кар'єрів.

На підставі генеральної схеми розвитку гірничовидобувної галузі розробляється техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) проектування,

будівництва, реконструкції або розширення гірничого підприємства та визначається розрахункова вартість робіт.

На підставі ТЕО складається технічне завдання (ТЗ) на проектування будівництва об'єкта. У відповідності з затвердженим ТЗ розробляється проектно-кошторисна документація, яка регламентується Державними будівельними нормами України та іншими нормативними документами.

До складу проектно-кошторисної документації входять пояснювальна записка у декількох книгах з додатками, папки з копіями робочих креслень, відомості об'ємів будівельних та монтажних робіт, відомості потреби у матеріалах, специфікації на обладнання, кошторисна документація, паспорти будівельних робочих креслень будівель та споруд.

Важливою частиною пояснювальної записки є проект організації будівництва (ПОБ), у якому визначені основні технічні рішення та технологічна послідовність будівництва. Складовою частиною ПОБ є будгєнплан. Він присвячений вирішенню питань розташування на будівельному майданчику тимчасових будівель, споруд та комунікацій, що необхідні для будівництва.

На початок робіт будівельній організації передають комплекти технічної та проектної документації, що вміщує плани земної поверхні; матеріали геологічної розвідки; креслення гірничого та земельного відводів; креслення генерального плану будівництва; схему розкриття; вертикальні розрізи; робочі креслення будівель та споруд технологічного комплексу, інженерних комунікацій, проходки та армування шахтних стволів, приствольних виробок та камер; проект розбивної мережі.

1.2. Задачі маркшейдерської служби при будівництві шахт

Будівництво сучасних шахт та рудників, як привило, виконується у три періоди: підготовчий; період спорудження шахтних стволів; період проведення та оснастки приствольних та інших капітальних і підготовчих виробок.

Підготовчий період включає роботи по улаштуванню на промисловому майданчику підземних комунікацій та доріг, будівництву першочергових будівель і споруд, які необхідні для ведення гірничих робіт (будівлі підйомних машин, механічних майстерень, компресорних та котельних установок, заморожувальної станції, адміністративно-побутового комбінату і т.п.), монтажні роботи

(монтаж бурових установок, надшахтних копрів, підйомних машин, лебідок і т.і.).

Період спорудження шахтних стволів включає проходку стволів з приствольними камерами та спорудами, зведення кріплення, гідроізоляційні роботи та армування, монтаж постійних копрів, підйомних машин і т.п.

Період проведення приствольних та інших капітальних і підготовчих гірничих виробок здійснюється після спорудження шахтного ствола та його переоснащення.

Виходячи з перелічених об'ємів робіт у задачі маркшейдерської служби при будівництві шахт входять:

- детальне вивчення та перевірка робочих креслень, а саме: співставлення числових величин лінійних розмірів, кутів та висотних відміток з їх значеннями на проектних кресленнях (планах, розрізах, схемах) та виявлення можливих помилок;
- складання проекту та створення планово-висотного обґрунтування на промайданчику шахти;
- розбивка основних осей будівель, споруд та технологічного обладнання;
- контроль за проходкою, кріпленням та армуванням стволів;
- перенесення в натуру елементів проекту горизонту шахти та контроль за його спорудженням;
- маркшейдерське забезпечення та контроль робіт при монтажі копрів та гірничошахтного обладнання;
- облік об'ємів виконаних робіт;
- виконавча зйомка та складання документації, що необхідна для здачі шахти в експлуатацію.

Проект розбивочної мережі, як правило, розробляється проектною організацією. Побудова розбивочної мережі, винесення та закріплення осей шахтних стволів, трас лінійних споруд виконує маркшейдерська служба організації-замовника (або за її дорученням спеціалізована організація) та передає по акту генеральному підприємцю.

Винесення осей будівель, споруд та технологічного обладнання, побудова монтажних сіток, задавання напрямків підземним виробкам виконує маркшейдерська служба будівельної організації.

Зйомку промислового майданчика та оновлення топографічних планів території гірничовидобувних підприємств на момент здачі у експлуатацію виконують, як правило, спеціалізовані топографо-геодезичні організації.

Спостереження за осіданнями споруд входять до обов'язків замовника.

Питання для самоконтролю

1. *Що називається гірничим відводом?*
2. *Що називається земельним відводом?*
3. *Що входить до складу проектно-кошторисної документації?*
4. *Які існують етапи будівництва сучасних гірничовидобувних підприємств?*
5. *Які основні задачі маркшейдерської служби при будівництві шахти?*
6. *У чому полягає принципова різниця робіт, які виконує маркшейдерська служба на підприємстві, яке будується і на діючому гірничовидобувному підприємстві?*

2. ГЕОДЕЗИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА

Геодезичне обґрунтування на земній поверхні є основою для виконання усіх маркшейдерських робіт під час будівництва гірничого підприємства. При створенні цієї основи до завдань маркшейдерської служби входить винесення в натуру і закріплення центрів та осей, забезпечення певного співвідношення геометричних елементів будівель і споруд

2.1. Принципові схеми планового і висотного обґрунтування будівництва

Геодезичне забезпечення – це перша складова частина інженерної підготовки проммайданчика шахти, що передбачає широкий комплекс маркшейдерсько-геодезичних та загальнобудівельних робіт, починаючи від планування до будівництва частини об'єктів і монтажу обладнання. Метою інженерної підготовки є забезпечення усім необхідним проведення гірничих виробок і будівництво об'єктів, що визначають нормальну роботу шахти.

Основою для виконання будівельних і гірничопрхідницьких робіт на території гірничовидобувних підприємств є *інженерні геодезичні планові і висотні мережі*, що формуються у виді триангуляційних, полігонометричних та лінійно-кутових побудов.

У практиці шахтного будівництва зустрічається декілька схем розвитку планового і висотного обґрунтування від підхідного пункту на новому проммайданчику шахти.

Схема перша. Підхідний пункт вставляють в існуючу мережу триангуляції з точністю, що відповідає аналітичній мережі 1-го розряду. Як правило, використовують найпростіші схеми вставок: у твердий кут, у трикутник, у два твердих кути і т.п. Розташовують підхідний пункт на проммайданчику недалеко від місця закладення скіпового ствола (100–150 м від його центру). Від підхідного пункту виносять центр і вісі ствола. Винесення центру ствола намагаються робити без проміжних пунктів.

Після закладки осьових реперів по них прокладають від підхідного пункту полігонометричний хід будь-якої конфігурації.

Переваги схеми. Невеликий обсяг робіт із прокладки полігонометричних ходів.

Недоліки схеми. У процесі будівництва будинків і споруд закривається видимість з підхідного пункту на пункти триангуляції.

Підхідний пункт може бути знищений у процесі будівництва, тому що його положення поза зоною будівельних робіт заздалегідь не передбачається. Знищується і частина осьових реперів при виробництві будівельних робіт. Осьові репери, що залишилися, закриваються будинками, що будуються, між ними втрачається зв'язок.

Як результат, задовго до закінчення будівництва знищується майже все планове обґрунтування проммайданчика.

Для забезпечення геодезичної опори виконується великий обсяг робіт із прокладки тимчасового планового обґрунтування, в результаті чого знижується точність розбивочних робіт і збільшується імовірність грубих помилок. Для орієнтування і центрування підземних зйомок необхідне відновлення опорної мережі, починаючи із вставки підхідного пункту. Обсяг робіт при цьому значно перевищує початковий.

Схема друга. Підхідний пункт розташовують на межі проммайданчика в місці, зручному для спостережень і яке забезпечує збереження пункту. Якщо дозволяють умови місцевості, то вставляють в існуючу триангуляційну мережу два підхідних пункти. Від підхідного пункту по тимчасових точках прокладають полігонометричний хід до центра ствола. Сторони ходу роблять максимальними за умовами місцевості. Вносять у натуру центр і вісі ствола. По осьових реперах від підхідного пункту прокладають полігонометричний хід.

Переваги схеми. Забезпечується збереженість підхідного пункту, що дозволяє відновити планове обґрунтування на проммайданчику. Порівняно невеликий обсяг робіт із прокладки полігонометрії.

Недоліки схеми. У процесі будівництва частина осьових реперів знищується, частина закривається будинками і спорудами. Втрачається майже все планове обґрунтування на проммайданчику. Для орієнтування та центрування підземних зйомок необхідне відновлення планового обґрунтування, що пов'язане зі значними обсягами робіт.

Враховуючи вищевказане, перша та друга схеми створення планового обґрунтування застосовуються при прокладці ходів на проммайданчиках флангових стволів, тобто там, де мало будинків і споруд.

Схема третя (основна). Підхідний пункт розташовують на межі промислового майданчика або у безпосередній близькості від неї. Вставляють в існуючу мережу триангуляції один або два підхідних пункти (рис. 1).

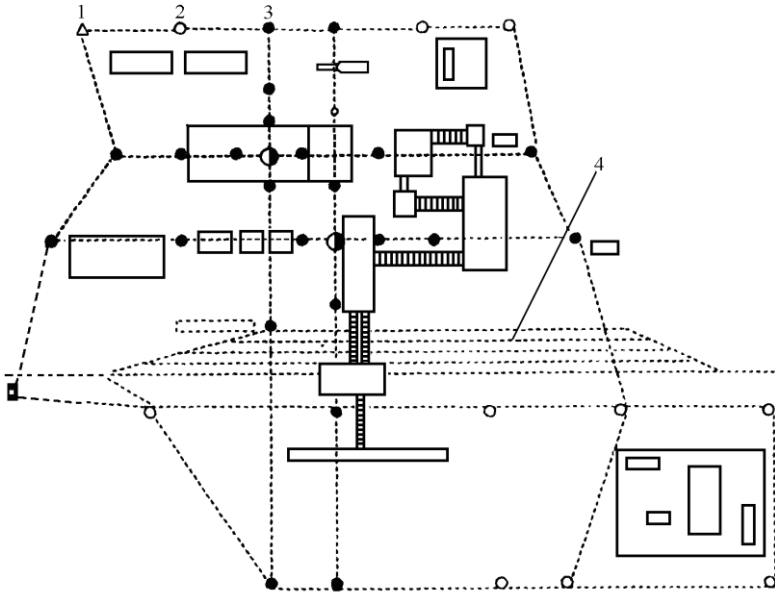


Рис. 1. Основна схема планового обґрунтування проммайданчика:

1 – підхідний пункт; 2 – пункт основної полігонометрії;
3 – осьові репери; 4 – залізничні колії

Від підхідного пункту прокладають тимчасовий полігонометричний хід до центру майбутнього ствола і до місць закладки пунктів основної полігонометрії. Виносять у природу центр та вісі ствола. Закладають осьові пункти (репери) так, щоб крайні пункти на кожній осі розташовувалися поза зоною будівельних робіт, але в межах охоронного цілика проммайданчика. Пункти основної полігонометрії закладають також поза зоною будівельних робіт ближче до границь проммайданчика.

Від підхідного пункту прокладають основний полігонометричний хід по всіх закладених пунктах і реперах. Частину осьових реперів використовують як створні точки.

Переваги схеми:

- забезпечується збереження планового обґрунтування;
- близькість пунктів до споруджуваних об'єктів дозволяє швидко та економічно виконувати розбивочні роботи;

- збереженість на кожній вісі ствола частини пунктів та їх зв'язок з пунктами полігонометрії дозволяє швидко і точно відновлювати вісі ствола;
- з мінімальними витратами часу і сил можна робити передачу координат і дирекційного кута для орієнтування і центрування підземних зйомок;
- мінімальний обсяг робіт по прокладенню тимчасових полігонометричних ходів;
- усі тимчасові ходи можна прокладати між твердими сторонами;
- не знижується точність розбивочних робіт.

Недоліки схеми:

- тривалий підготовчий період по створенню опорної мережі;
- у процесі будівництва частина пунктів планового обґрунтування знищується;
- більший у порівнянні з іншими схемами обсяг робіт з прокладення полігонометрії.

Інженерно-геодезична планова мережа промайданчика шахти перед початком будівництва повинна задовольняти наступним вимогам:

- точність взаємного положення осьових пунктів повинна забезпечувати винесення точок на осі ствола з похибкою, що не перевищує ± 5 мм;
- похибка дирекційного кута сторони полігонометрії в найбільш слабкому місці має не перевищувати $\pm 10''$;
- пункти планового обґрунтування мають бути розташовані в місцях, де їм буде забезпечена довгострокова збереженість;
- пункти мережі мають бути розташовані як найближче до споруджуваних об'єктів;
- місцеположення пунктів мережі має забезпечувати розбивку осей будь-якої споруди на промайданчику з двох осьових пунктів;
- усі пункти планового обґрунтування повинні мати висотні відмітки, отримані нівелюванням IV класу.

2.2. Підхідні пункти. Основна полігонометрія

Віддаленість підхідного пункту від стволів лімітується розмірами промайданчика. Він не повинний розташовуватися поруч з головним вентилятором, з нього повинна бути забезпечена видимість на три

пункти триангуляції не тільки в початковий період будівництва, а й після зведення будинків і споруд. Візирні промені з підхідного пункту, по можливості, не повинні проходити над об'єктами, що виділяють тепло (градирні, котельні, надшахтні будинки, тощо).

Для правильного вибору на місцевості положення підхідного пункту і всіх пунктів планового обґрунтування проммайданчика складають у масштабі 1:1000 рекогносцирувальну схему. На ній наносять по координатах тимчасові вставки і центр ствола; прокреслюють вісі ствола; з генплану проммайданчика наносять контури всіх будинків і споруд, що піднімаються над поверхнею землі; наносять контур залізничної станції і границю проммайданчика. Користуючись схемою, намічають положення підхідного пункту і закладають його на місцевості.

У практиці шахтного будівництва центри підхідних пунктів, пунктів полігонометрії й осьових реперів (пунктів) роблять масивними у формі усіченої піраміди (рис. 2). Така конструкція пояснюється інтенсивним рухом на проммайданчику важких машин і механізмів під час будівництва. Більш легкі конструкції центрів не забезпечують збереженість пунктів планового і висотного обґрунтування.

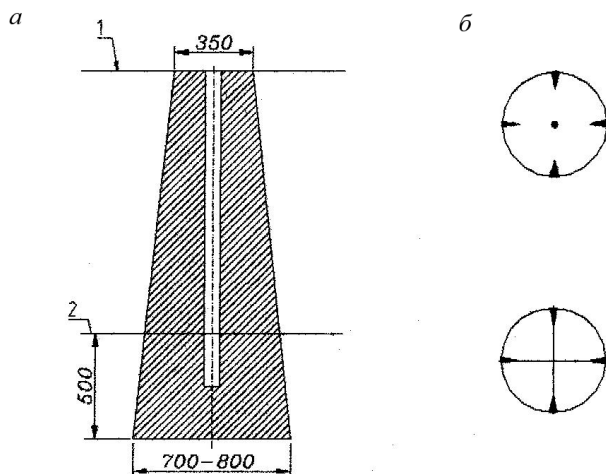


Рис. 2. Центр пунктів основної полігонометрії й осьових реперів (а) і центри кернів (б):

1 – відмітка планування; 2 – глибина промерзання

Вимірювання кутів при вставці підхідного пункту має бути виконане із середньою похибкою $\pm 5''$, що відповідає 1-му розряду аналітичної мережі.

Планове обґрунтування проммайданчика будують у виді мережі полігонометричних ходів від одного чи двох підхідних пунктів. Центри пунктів полігонометрії закладають одночасно з осьовими реперами стволів. Місця закладки пунктів намічають спочатку на рекогносцирувальній схемі. Вони повинні розташовуватися так, щоб з них можна було опустити перпендикуляри на осі ствола в просвітах між будинками і спорудами.

На рекогносцирувальну схему наносять контури земляних робіт при розбивці котлованів під будинки, прокладці траншей підземних комунікацій, веденні планувальних робіт, будівництві підземних резервуарів і т.п. У місцях закладки пунктів виписуються планова і робоча відмітки. Для уточнення рекогносцирувальної схеми потрібно ознайомитися з робочими кресленнями багатьох об'єктів, знати межі запланованих робіт, кути відкосів, черговість будівництва об'єктів на проммайданчику.

По майбутніх пунктах полігонометрії наносять проектний полігон. Одну з точок полігона намічають у 40–45 м від проектного центру ствола. Така відстань потрібна для надійної передачі дирекційного кута на осі ствола і не повинна перевищувати довжину рулетки (50 м). Довжини сторін і кути полігона визначають графічно (сторони – з точністю 0,1 м, кути – до $0,1^\circ$).

На місцевості від підхідного пункту прокладають тимчасовий полігонометричний хід зі сторонами і кутами проектного полігону. Робота з виносу в натуру проектного полігону дуже трудомістка, і потребує велику бригаду виконавців. Якщо ж бригада невелика (4–5 чол.), то роботу розділяють на 3 окремих етапи: рекогносцировку ходу, вимір довжин сторін, вимір кутів. При рекогносцировці намічають точки ходу, що закріплюють дерев'яними стовпчиками з цвяхами діаметром 2 мм і обкопують канавкою. Довжини сторін визначають далекоміром.

Вимірювання кутів у тимчасовому полігонометричному ході виконують із середньою похибкою не більш $\pm 10''$. Знижувати точність виміру кутів небажано, тому що дирекційні кути сторін цього ходу будуть використані при перенесенні в натуру осей ствола. Довжини ліній вимірюють або світлодалекоміром, або рулеткою по кілках. Поправки за нахил ліній до горизонту визначають з нівелювання кілків.

Відносна похибка виміру довжин ліній не повинна перевищувати 1:5000. Після зрівнювання точки ходу наносять на рекогносцирувальну схему і на місцевості остаточно визначають місця закладки пунктів основної полігонометрії.

Вимір кутів в основній полігонометрії виконують із середньої квадратичною похибкою $m_{\beta} = \pm 5''$, для того щоб забезпечити після зрівнювання середню похибку дирекційного кута m_{α} в найбільш слабкому місці мережі не більш $\pm 10''$.

Встановлено, що при наявності тільки випадкових похибок вимірів середня квадратична похибка дирекційного кута у найбільш слабкому місці ходу після зрівнювання за методом найменших квадратів приблизно дорівнює величині середньої похибки вимірюного кута, тобто $m_{\alpha} \approx m_{\beta}$.

При наявності систематичних похибок лінійних вимірів і похибок вихідних даних, які не перевищують впливи випадкових похибок вимірів $m_{\alpha} = 1,5 m_{\beta}$.

Вимірювання довжин ліній основної полігонометрії виконують світлодалекоміром чи дротами. Відносна похибка виміру довжин ліній не повинна бути більше 1:30000.

Розвиток опорної мережі на шахтному полі залежить від характеру місцевості. Застосовують як світлодалекомірну полігонометрію, так і звичайну мікротриангуляцію з базисами, які виміряні світлодалекомірами, і мікротриангуляцію, що спирається на одну сторону мережі триангуляції.

Висотне обґрунтування виконують нівелюванням IV класу по всіх пунктах полігонометрії й осьових реперах. На проммайданчику після зведення будинків закладають три-чотири стінових висотних репери.

2.3. Закріплення осей ствола

Осьові репери (пункти), що фіксують на місцевості положення осей вертикального шахтного ствола, є геодезичною основою для розбивок осей будинків і споруд технологічного комплексу.

Закріплення осьових пунктів повинно забезпечити їх тривале збереження. Їх необхідно робити схованими і для пошуку "прив'язуватися" до найближчих об'єктів за допомогою ескізу. Місця закріплення осьових реперів спочатку намічають на рекогносцирувальній схемі. Тут же їм присвоюють постійні номери. На практиці поширена нумерація осьових реперів від ствола з умовним поділом їх на північні (1Пн, 2Пн, 3Пн), південні (1Пд, 2Пд, 3Пд),

східні (1Сх, 2Сх, 3Сх) і західні (13х, 23х, 33х). Віддалені від ствола репери розташовують на границі промайданчика (рис. 3).

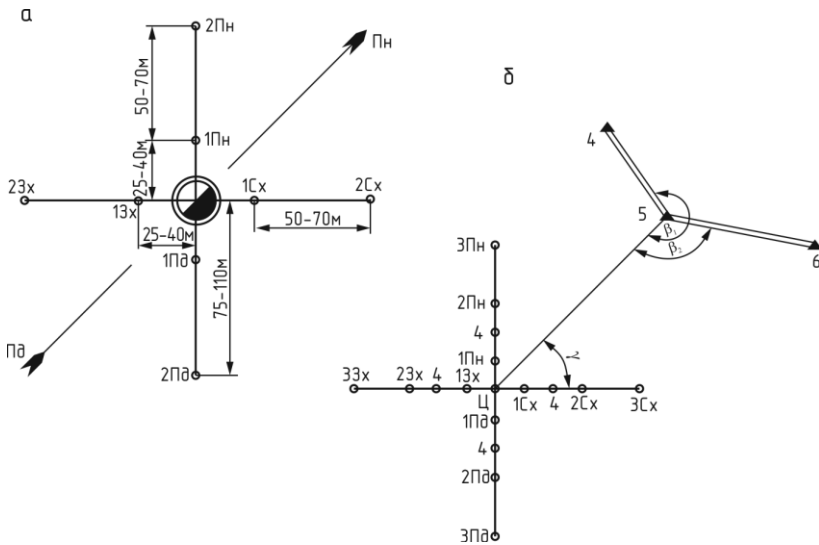


Рис. 3. Схеми розташування осьових пунктів (а) та виносу в натуру центра та осей ствола (б):

1, 2, 3 – осьові репери (пункти); 4 – створні точки;
5 – пункт тимчасової полігонометрії

В процесі будівництва на осьових лініях ствола фіксують велику кількість допоміжних точок, необхідних для прив'язки проектних рішень. Винос цих точок здійснюють теодолітом в створі двох осьових реперів. Похибка визначення допоміжних точок по відношенню до лінії створу реперів залежить від похибки центрування інструмента і візування (створ реперів при цьому вважають безпомилковим).

Перші від ствола репери (1Пн, 1Сх, 1Пд, 13х) закладають в 25–40 м від центру ствола. Зменшувати або збільшувати цю відстань небажано, оскільки з цих реперів виносять в натуру вісі при проходці уста ствола, монтажі копра, установці лебідок та ін.

Другі репери (2Пн, 2Сх, 2Пд, 23х) розташовують відповідно на відстані 50–70 м від перших, або 75–110 м від центру ствола. Збільшувати цю відстань також не бажано, оскільки це створює масу незручностей при роботі зі створом реперів: з'являються проміри, які перевищують довжину рулетки, зменшується точність фіксації проектних точок тощо.

В умовах обмеженої видимості відстані між осьовими пунктами дозволяється зменшувати до 20 м (рис. 3, а).

Для винесення центру та осей шахтного ствола в натуру прокладають полігонометричний хід 2 розряду від пунктів маркшейдерської опорної мережі, віддалених від ствола не більше ніж на 300 м (рис. 3, б),

Розбіжність положення центру ствола з дворазових визначень не повинне перевищувати 0,2 м, розбіжність дирекційного кута головної вісі ствола – не більш 20"; похибка розбивки іншої вісі (перпендикулярної) не повинна перевищувати 30" відносно головної.

Для виносу в натуру центра і осей ствола необхідно мати:

- проектні координати центра ствола;
- проектний дирекційний кут головної вісі ствола;
- координати точок і дирекційні кути сторін тимчасової полігонометрії;
- схему розміщення осьових реперів.

Підготовка вихідних даних. По координатам X_5 , Y_5 , $X_{\text{ц}}$, $Y_{\text{ц}}$ визначають дирекційний кут і довжину лінії 5-Ц, тобто розв'язують обернену геодезичну задачу. За різницею сторін теодолітного ходу обчислюють кути β_1 , β_2 , за різницею дирекційних кутів лінії 5-Ц та головної вісі ствола обчислюють кут γ .

Складають робочу схему, на яку наносять пункти полігонометрії, осьові репери, виписують значення кутів β_1 , β_2 , та γ , відстані між осьовими реперами, довжину 5-Ц, контрольні кути на пунктах полігонометрії.

Польові роботи. Вимірювання кутів виконують приладом з точністю відліку не менше 10". Встановлюють теодоліт у точці 5 і відкладають кут β_1 та відстань 5-Ц, визначаючи таким чином центр ствола на місцевості. Центр ствола фіксують цвяхом діаметром 2 мм на дерев'яному стовпчику, що вкопують в рівень із землею. Кут β_1 відкладають при двох положеннях труби. Різниця не повинна перевищувати 20". Вимірюють кути β_1 і β_2 .

Переходять з інструментом на центр ствола (т. Ц). При двох положеннях труби відкладають кут γ і на відстані 70–80 м виставляють і надійно закріплюють створну точку (т. 4). Наводять сітку ниток на створну точку і намічають місця закладки реперів (осьових пунктів). Кожний репер позначають трьома штирями на вісі ствола: один штир ставлять у місці закладки репера, два інших – на відстані 2,5–3,0 м в обидва боки від першого. Переводять трубу через зеніт і при двох положеннях труби намічають другу створну точку. Користуючись

другою створною точкою, намічають місця закладки реперів з іншої сторони ствола.

Третю і четверту створні точки виставляють, відклавши кут 90° від першої створної точки. Іншими точками і пунктами полігонометрії не користуються. Всю роботу по позначенню місць закладки осьових реперів виконують при одній установці інструмента. Вимірюють кути між осями і кут γ . Вимірюють відстані від центра ствола до створних точок з точністю 0,1 м. Центр ствола і створні точки обкопують канавкою.

Після закладки реперів приступають до нанесення на них осьових точок. Всю роботу виконують з одного центрування інструменту. Переставляти інструмент, або робити перерви в роботі небажано.

Встановлюють інструмент у центрі ствола. Штатив повинен стояти надійно, при необхідності знімають верхній рослинний шар і ущільнюють ґрунт в місцях постановки ніжок штативу.

Вимірюють контрольний кут γ на першу створну точку. Різниця між контрольним і раніше виміряним кутом не повинна перевищувати $\pm 20''$. Закріплюють візирну вісь труби по лінії "центр ствола – перша створна точка". Встановлюють над дальнім репером штатив. Довільно, приблизно в 2–3 сантиметрах від центра репера, вішають висок і на поверхні репера відмічають проєкцію виска. Перед виском, зі сторони теодоліта, укріплюють білу лінійку з міліметровими поділками.

По сітці ниток беруть відліки на лінійці проти виска і вертикальної нитки сітки труби теодоліта. Обчислюють зміщення виска від осьової лінії. Відмічають на репері осьову точку. Центрують висок над осьовою точкою і перевіряють його положення по сітці ниток.

Закріплюють точку вісі на репері хрестоподібною насічкою чи отвором діаметром 2 мм і роблять клинові насічки (рис. 2).

Після закінчення роботи з першою створною точкою відкладають кути в 90° і 180° таким самим способом на інші створні точки і відмічають вісі ствола на інших реперах.

Камеральні роботи. Фактичні координати центра ствола і осьових реперів одержують після зрівнювання основної полігонометрії. В журналі обчислення координат виконують порівняння фактичних і проєктних координат центра ствола і дирекційних кутів осей. По координатам пунктів планового обґрунтування складають робочий план в масштабі 1:500. Проєктне та фактичне навантаження планів наноситься по мірі розвитку будівельних та монтажних робіт. Проєктне навантаження супроводжується переносом та перевіркою розмірів для прив'язки головних осей будівель та споруд.

2.4. Методи перенесення геометричних елементів проекту в натуру

2.4.1. Побудова проектної лінії (довжини)

Маркшейдерські роботи при будівництві шахт і споруд в кінцевому підсумку зводяться до перенесення в натуру таких геометричних елементів: горизонтальної відстані (проектної лінії); горизонтального кута; точки із заданими координатами x , y ; точки із заданою висотною відміткою z ; лінії із заданим ухилом чи кутом нахилу δ . Деякі з цих елементів задаються в проекті, а деякі отримують шляхом аналітичних обчислень або графічних вимірів на плані.

У практиці зустрічається декілька способів побудови проектної лінії.

Спосіб перший. Проектна лінія не перевищує довжини мірного приладу (рулетки), а кінці лінії лежать у горизонтальній площині. Побудову такої лінії можна проводити у всякому положенні і на площині. Спочатку для даної рулетки випишують поправки за компарування, прогин і температуру і зі зворотним знаком додають до проектною довжини. "Рулеточну довжину" відкладають у натурі у всякому положенні при відповідному натягу. Якщо виміри ведуть на площині, то в "рулеточну довжину" поправки за прогин не вводять.

Спосіб другий. Проектна відстань (L_n) не перевищує довжини мірного приладу, але кінці лінії мають значну різницю висот.

Схема побудови такої лінії показана на *рис. 4*.

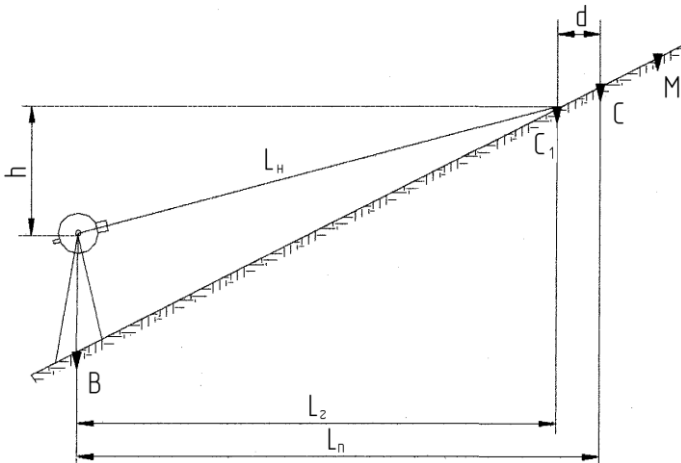


Рис. 4. Схема побудови похилої проектної лінії

Проектна лінія BC знаходиться в створі точок BM , де B – вершина кута; M – створна точка, отримана при побудові кута. У створі BM закріплюють точку C_1 . Відстань BC_1 відкладають грубо по ґрунті на $0,5$ м менше проектного (занадто близько розташовані точки C і C_1 незручні в роботі, якщо вони закріплені на кілках). Якщо точки C і C_1 фіксують на твердих поверхнях (бетон, асфальт і т.п.) та бажано щоб вони розташовувалися ближче одна до одної.

Вимірюють похилу довжину L_n від центру інструменту до точки C_1 , попередньо встановивши трубу теодоліта в горизонтальне положення. Визначають нівеліром перевищення h точки C_1 над центром інструменту. Вводять в виміряну довжину L_n поправки за компарування, прогин і температуру. Обчислюють горизонтальне проложення L_2 .

Визначають величину доміру $d = L_n - L_2$, який і відкладається в натурі рулеткою. Для контролю вимірюють домір зміщуючи поділки на рулетці.

Спосіб третій (загальний). Проектна лінія значно перевищує довжину мірного приладу і кінці лінії мають значну різницю висот. У цьому випадку розбивають проектну лінію BC на інтервали менше довжини мірного приладу (рис. 5).

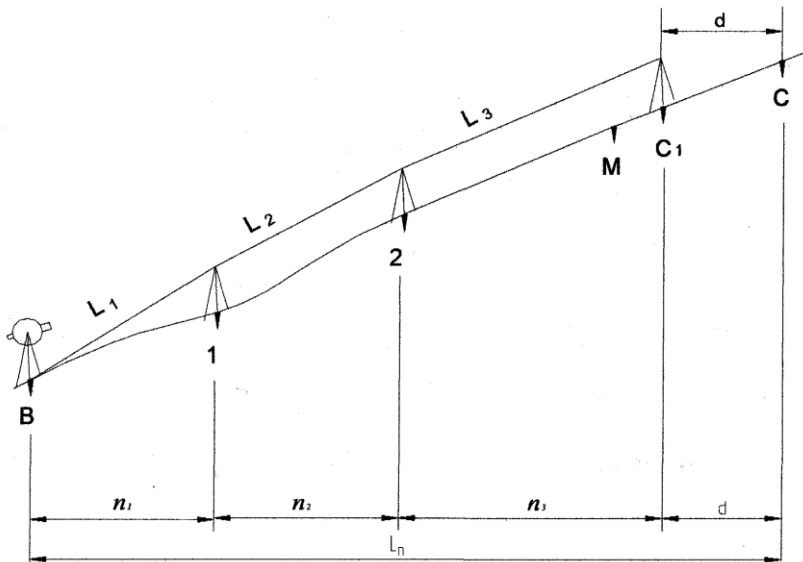


Рис. 5. Загальний спосіб побудови проеквної лінії

У створі точок B і M закріплюють на місцевості точку C_1 . Точка M – створна. Відстань BC_1 відкладають грубо по ґрунті на 0,3–0,5 м менше проектного. Розбивають усю довжину на інтервали $B-1$, $1-2$, $2-C_1$, кожний з яких на 1–2 м менше довжини рулетки. У створі BM виставляють штативи 1 і 2 і наносять риси для фіксації інтервалів. Забирають теодоліт і нівелюють точки B , 1, 2, C_1 .

Вимірюють похилі довжини L_1 , L_2 , L_3 . Вводять вимірювані довжини необхідні поправки й обчислюють горизонтальні прокладення n_1 , n_2 , n_3 . Після цього визначають домір $d = L_n - n_1 - n_2 - n_3$, який відкладають у природі і закріплюють точку C . Роблять контрольний вимір довжини BC .

2.4.2. Перенесення в природу горизонтального кута

У горизонтальній площині проектний (розрахунковий) кут β можна побудувати двома способами.

Спосіб перший. Теодоліт встановлюють у точці B (рис. 6) вихідного напрямку (AB), візують на точку A і беруть відлік a по горизонтальному кругу. Обчислюють шуканий відлік $c = a + \beta$. Встановлюють цей відлік на горизонтальному кругу і по сітці ниток фіксують точку C_1 . Аналогічно фіксують точку C_2 при іншому положенні вертикального круга. Відрізок C_1C_2 поділяють навпіл і фіксують точку C , отриманий кут приймають за проектний.

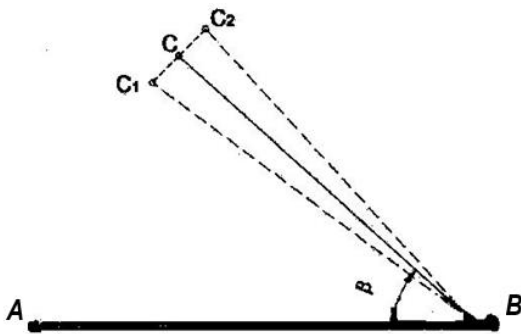


Рис. 6. Перенесення проектного горизонтального кута в природу

Гранична похибка кута ABC при такій побудові близька до подвоєної точності відлікового пристрою теодоліта, тобто $\Delta\beta \approx 2t$. Для контролю кут ABC вимірюють і звіряють із проектним.

Спосіб другий (точний). У точці B при одному положенні вертикального круга відкладають проектний кут β_{Π} і фіксують точку C_3 (рис. 7).

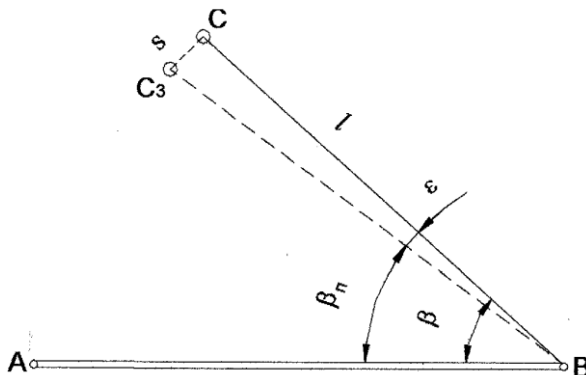


Рис. 7. Точний спосіб побудови проектного кута

Попередньо відкладений кут ABC_3 вимірюють з похибкою вдвічі меншої розрахункової похибки побудови кута.

По різниці $\beta_{\Pi} - \beta$ знаходять поправку ϵ , на яку необхідно виправити попередньо відкладений кут.

Вимірюють довжину $BC = l$ з точністю до 0,1 м і обчислюють лінійну поправку

$$s = \frac{l\epsilon}{\rho''}, \text{ або } s = \frac{0,0003l\epsilon}{60''}.$$

Останньою формулою часто користуються на практиці. Тут 0,0003 – значення тангенса кута, рівній одній хвилині ($\text{tg} 1' = 0,0003$).

Від точки C_3 рулеткою відкладають s і фіксують точку C . Кут ABC буде відповідати проектному в межах заданої похибки. Точність побудови кута залежить, головним чином, від похибки центрування теодоліта і сигналів.

2.4.3. Перенесення в натуру проектної відмітки

Проектні відмітки переносять у натуру геометричним нівелюванням з звичайною (технічною) чи підвищеною (прецизійною) точністю. З технічною точністю переносять проектні відмітки

елементів будинків і споруд, елементів комунікацій, візирок і т. і. З підвищеною точністю в умовах будівництва шахт переносять відносні відмітки на вали підймальних машин, монтажні вісі при підйомі копрів, окремі елементи обладнання.

Передача висотної відмітки з технічною точністю (± 1 мм) виконується в наступному порядку (рис. 8).

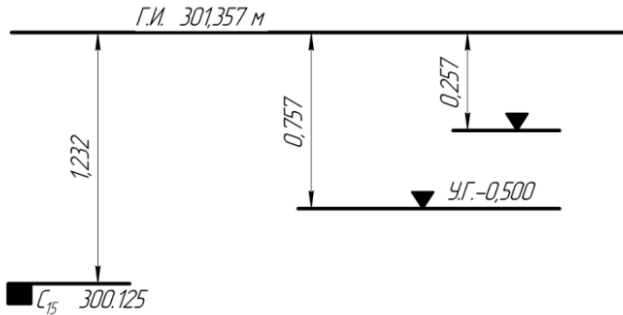


Рис. 8. Схема передачі висотної відмітки з технічною точністю (зразок запису)

Беруть відліки по рейці на вихідному репері й обчислюють відмітку горизонту інструмента $ГИ$.

У робочій книжці складають схему передачі відміток. На схемі виписують відмітку вихідного репера $С_{15}$, відлік по рейці, проектні відмітки ($ОП$), відмітку горизонту інструмента ($ГИ$) і доміри від $ГИ$ до проектних відміток. Всі обчислення роблять також тут в робочій книжці так, щоб вони легко читались. Після перевірки схеми відкладають у натурі доміри (перевищення) або рейкою, або рулеткою в залежності від умов роботи і фіксують проектні відмітки.

Контроль передачі висотної відмітки виконують звичайним нівелюванням при іншому горизонті інструменту.

Джерелами найбільших похибок при перенесенні в натуру висотних проектних відміток є:

- нерівність плечей при установці нівеліра;
- нахил рейки;
- фіксація проектних відміток.

Передачу висотної відмітки з підвищеною точністю ($\pm 0,2$ мм) виконують як звичайними нівелірами, так і нівелірами підвищеної точності. Роботу виконують за наступною схемою (рис. 9).

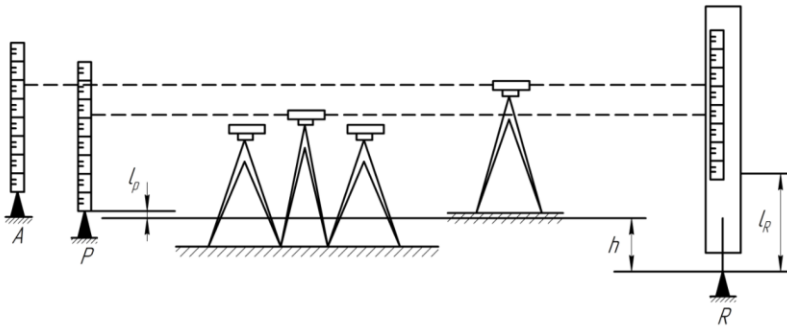


Рис. 9. Схема передачі висотної проектної відмітки з підвищеною точністю

У натурі грубо визначається висотне положення проектної точки A . Для передачі відмітки використовують постійний чи тимчасовий репер R . Поруч із точкою A приблизно на проектній відмітці закріплюють допоміжну точку P , що не повинна бути зв'язана з конструкцією проектної точки A . У будівлі підйому чи на проммайданчику точку P закріплюють на спеціальній металевій конструкції.

Перед роботою виконують перевірки нівеліра і підготовляють дві лінійки з великими шкалами і міліметровими поділками. В одну з них вбивають тонкий штир із заточенням на конус, іншу прикріплюють до нівелірної рейки. У п'яту рейки вбивають чи угвинчують металевий штир. Рейка повинна бути з круглим рівнем.

Передають відмітку з точки R на точку P в два прийоми. Відліки беруть по трьох нитках сітки з точністю 0,1 мм. Лінійку на точці P погойдують під час взяття відліків. Оскільки в умовах монтажу рівності плечей домогтися практично неможливо, передачу виконують не менше трьох разів, штучно змінюючи довжину пліч. Після кожної передачі заміряють відстань від нуля лінійок до кінців штирів, тобто l_R , l_P . Максимальна розбіжність у перевищеннях з урахуванням l_R та l_P повинна бути не більше 0,4 мм. З трьох передач беруть середнє арифметичне. Цим закінчується перший прийом.

Другий прийом виконують аналогічно, але змінюють місцями лінійки. З двох прийомів беруть середнє арифметичне.

Установку точки A на проектну висотну відмітку роблять у процесі монтажу з однієї станції, користуючись однією лінійкою, переставляючи її з точки P на точку A . У цьому випадку дотримується не тільки рівність пліч, але і мінімальний поворот труби на

вертикальній осі інструмента. Відліки спочатку беруть по одній середній нитці, а наприкінці установки – по трьох нитках.

2.4.4. Побудова лінії проектного ухилу

Задачі по перенесенню в натуру лінії з заданим проектним нахилом i_0 чи кутом нахилу δ_0 виникають при будівництві лінійних споруд (дороги, траншеї, лінії трубопроводів та ін.).

Лінію проектного нахилу задають вертикальним розміром від допоміжної паралельної лінії. Такою допоміжною лінією може бути похилий промінь інструмента чи лінія візорок. Так, наприклад, потрібно від точки A по напрямку AB перенести і закріпити в натурі лінію з заданим проектним кутом нахилу δ_0 (рис. 10).

Для цього встановлюють теодоліт над точкою A і візирний промінь направляють на точку B . Приводять пухирець циліндричного рівня вертикального кола на середину. Зорову трубу встановлюють у таке положення, при якому відлік по вертикальному кругу з урахуванням місця нуля відповідав би заданому проектному куту δ_0 . Вимірюють висоту інструмента i та фіксують її на рейці в точці O .

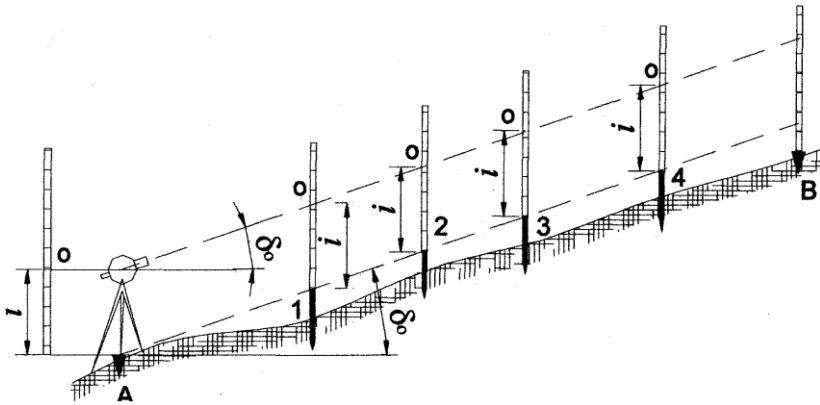


Рис. 10. Схема перенесення в натуру лінії з заданим проектним кутом нахилу δ_0

У необхідних точках 1, 2, 3, 4..., що у створі лінії AB забувають кілочки таким чином, щоб візирна вісь труби проходила через точку O рейки, послідовно встановлюваної на голівку кілочка. Лінія, яка з'єднає голівки кілочків, забитих таким чином у точках A , 1, 2, 3, 4, буде мати заданий проектний кут нахилу δ_0 .

Похилий промінь інструмента при побудові лінії проектного ухилу застосовують, наприклад, для установки кілочків-маяків перед зачищенням траншеї і укладанням трубопроводів. Тут закріплюють на початку і кінці траншеї дві точки на проектній відмітці. Встановлюють інструмент над однією з проектних точок. Наводять трубу на відлік нівелірної рейки, встановленої на другій точці, рівний висоті інструмента.

Від візирного променя за розміром, рівному висоті інструмента, встановлюють необхідне число кілочків-маяків на лінії проектного ухилу, як і в попередньому випадку.

При виконанні земляних робіт, що не вимагають високої точності, розбивку і закріплення проміжних точок здійснюють за допомогою візирок. Візирки являють собою дві дощечки, з'єднані у вигляді букви "Т". Виготовляють три візирки з однаковою висотою (близько 0,8 м). Дві з них встановлюють у точках A і B (що знаходяться на проектній висоті), а третю послідовно ставлять на проміжні кілочки, та забивають доти, поки верхні грані усіх візирок не опиняться на одній лінії.

2.4.5. Перенесення точки по заданих координатах

Для винесення в природу точки P з заданими координатами необхідно мати не менше двох опорних точок A і B з відомими координатами та дирекційним кутом (AB). В залежності від умов місцевості та взаємного розташування точок застосовують різноманітні способи.

Полярний спосіб (рис. 11, а) застосовують на відкритій місцевості при сприятливих умовах для лінійних вимірів. При цьому винесення точки P здійснюють по двох розбивочних елементах – горизонтальному куту β та горизонтальній відстані l . Якщо значення величин β та l не задані у проекті, то їх визначають шляхом вирішення зворотної геодезичної задачі:

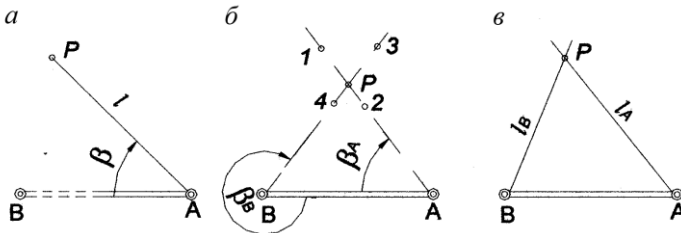


Рис. 11. Перенесення в природу точки P по заданих координатах

$$\operatorname{tg} \alpha_{AP} = \frac{Y_P - Y_A}{X_P - X_A}; \quad l = \frac{Y_P - Y_A}{\sin \alpha_{AP}} = \frac{X_P - X_A}{\cos \alpha_{AP}}; \quad \beta = \alpha_{AP} - \alpha_{AB}. \quad (1)$$

Положення точки P на місцевості визначають відкладанням у точці A горизонтального кута P і по отриманому напрямку-відстані l способами, описаними вище.

Спосіб кутової засічки (рис. 11, б) застосовується при несприятливих умовах для лінійних вимірів і при великих відстанях до точки P . Виніс точки P в натуру здійснюють тільки по кутових величинах β_A та β_B . Необхідні кути отримують з рішення зворотної геодезичної задачі.

$$\beta_A = \alpha_{AP} - \alpha_{AB}; \quad \beta_B = \alpha_{BP} - \alpha_{BA}, \quad (2)$$

де α_{AB} – дирекційний кут відомого напрямку AB .

У точках A та B встановлюють теодоліти і, відклавши кути β_A і β_B , поблизу місця перетину отриманих напрямків відмічають точки 1, 2, 3, 4. Положення точки P , що виноситься в натуру, визначають у точці перетину двох шнурів, натягнутих по лініях 1–2 та 3–4.

Спосіб лінійних засічок (рис. 11, в) застосовують, якщо відстані l_A та l_B до точки P , що визначається, від опорних пунктів A та B не перевищують довжину мірного приладу (рулетки). Якщо горизонтальні відстані l_A та l_B не зазначені в проекті, то їх значення можна обчислити за формулами

$$l_A = \sqrt{(X_P - X_A)^2 + (Y_P - Y_A)^2}; \quad l_B = \sqrt{(X_P - X_B)^2 + (Y_P - Y_B)^2}. \quad (3)$$

Якщо місцевість похила, обчислюють відповідні їм похилі відстані

$$L_A = \frac{l_A}{\cos \delta} \quad \text{та} \quad L_B = \frac{l_B}{\cos \delta} \quad (4)$$

Від точок A і B за допомогою двох рулеток відкладають ці відстані та в точках суміщення їхніх кінців закріплюють точку P .

Слід зазначити, що даний спосіб застосовується дуже рідко і тільки для прив'язки другорядних об'єктів.

Спосіб створів застосовують тоді, коли підлягаюча розбивці точка P розташована в створі лінії між відомими точками A і B чи на її

продовженні. Задача зводиться до відкладання уздовж лінії створу проектної відстані від найближчої точки A (чи B) до точки P в заданому напрямку.

2.5. Створення розбивочної мережі на поверхні шахти

2.5.1. Будівельна сітка

Для виконання розбивочних робіт при будівництві будинків і споруд на поверхні шахти необхідно мати достатню кількість опорних геодезичних точок, близько розташованих до об'єктів будівництва. Існуюча мережа опорних геодезичних пунктів для цієї цілі недостатня.

На проммайданчику шахти положення кожного будинку і споруди в плані визначається відстанню його характерних точок від осей ствола. Враховуючи цю обставину, після розбивки осей ствола шахти в межах проммайданчика шахти створюється спеціальна розбивочна (будівельна) мережа пунктів.

Будівельна сітка є одним з раціональних видів геодезичної основи. Вона являє собою мережу пунктів, закріплених постійними знаками, розташованих у вершинах квадратів чи прямокутників, сторони яких паралельні осям головного шахтного ствола. Розміри сторін прямокутників 80–350 м. Додаткові пункти задають у створах між основними.

Осові пункти головного шахтного ствола включають у систему розбивочної мережі. Їх розміщують у місцях, що забезпечують довгострокову збереженість, а додаткові пункти – у місцях, що дозволяють робити безпосередню розбивку осей прилягаючих до пунктів будинків і споруд.

Роботи, які пов'язані з розбивкою і закріпленням будівельної сітки дуже трудомісткі та відповідальні і вимагають підвищеної точності лінійних і куткових вимірів, а також строгої орієнтації по осях ствола. Кути повинні вимірятися із середньою похибкою $\pm 20''$, а сторони – з відносною похибкою не менш 1:20000.

Прив'язка основних осей будинків дається по сторонах сітки від найближчих вершин (B , B на *рис. 12*). Роботу з розбивки будинку виконують способом прямокутних координат від відповідних вершин сітки.

Перевага такої розбивочної мережі полягає у тому, що всі її пункти розташовані в безпосередній близькості від об'єктів будівництва, і в тому, що розбивка осей будинків і споруд може бути здійснена найбільш простим способом перпендикулярів.

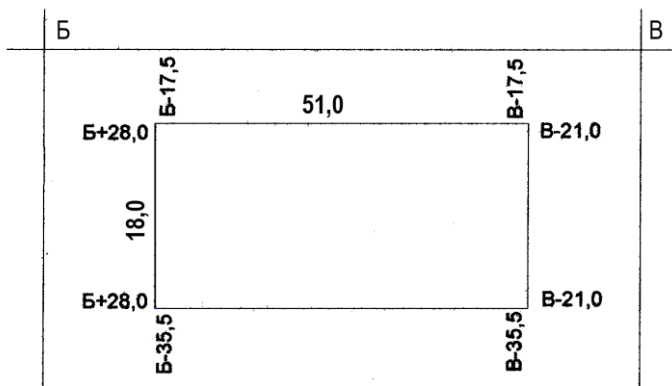


Рис. 12. Схема прив'язки будинку до будівельної сітки

До недоліків такої мережі можна віднести великий обсяг робіт з її створення.

2.5.2. Опорні лінії

Опорні лінії, як основа розбивочних робіт, зустрічаються на практиці шахтного будівництва набагато частіше, ніж будівельні сітки.

Застосування полярного способу при розбивці будинків і споруд на поверхні вимагає переходу від умовної системи координат до загальнодержавної. Причому такий перехід необхідно робити для кожного будинку. Обсяг обчислень при цьому значний.

Для того, щоб скоротити обчислення і наблизити процес розбивки осей будинків до способу координат, користуються тим же полярним способом, але в зміненому вигляді – у виді опорних ліній.

Розбивки від опорних ліній ведуть в умовній системі, тобто системі осей ствола і в той же час координати будинків відразу одержують у загальнодержавній системі. При прямій видимості з точок вісі ствола на пункти полігонометрії розбивка нічим не відрізняється від способу координат і створів.

Будують опорні лінії на пунктах полігонометрії (рис. 13). Вносять і закріплюють у міру необхідності. Опорні лінії роблять паралельними осям ствола. Схему опорних ліній і розрахунок їхніх елементів виконують перед початком будівництва, після зрівнювання планового обґрунтування промайданчика. Для цього у зручному масштабі наносять центр ствола, осьові репери, пункти полігонометрії й опорні лінії. Розміри опорних ліній та їх прив'язку обчислюють по координатах пунктів. Наприклад, по координатах центра ствола ($Ц$) і

пункту полігонометрії 15 рішенням зворотної задачі знаходять відстань і дирекційний кут лінії Ц-15 (рис. 14). По дирекційних кутах лінії Ц-15 і осі ствола обчислюють кути β_1 і β_2 . По кутах β_1 і β_2 і довжині Ц-15 обчислюють довжини ліній Ц-15' і 15-15'. Знаючи дирекційний кут лінії 15-3в і β_2 , визначають кут γ . Всі елементи опорних ліній випискують на схему.

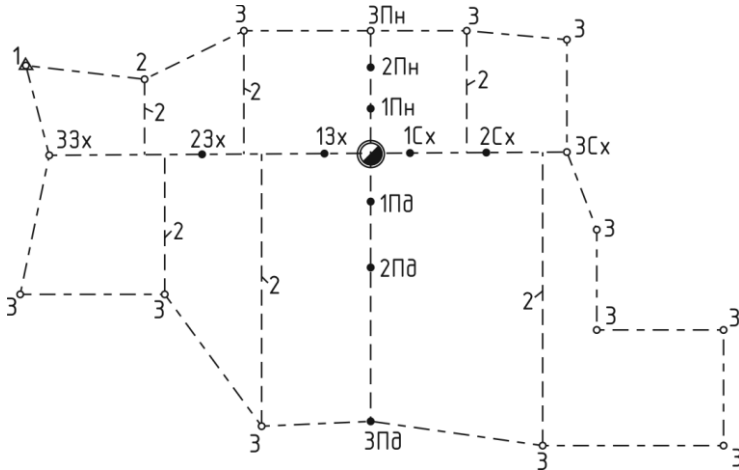


Рис. 13. Схема опорних ліній:

1Сх – осеві репери; 2 – опорні лінії; 3 – пункти полігонометрії

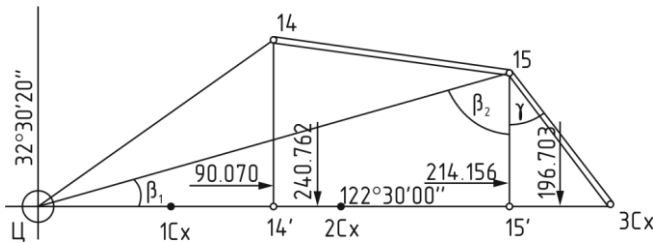


Рис. 14. Схема визначення елементів опорної лінії

При побудові опорних ліній на місцевості кути відкладають з похибкою не більш $\pm 20''$, а сторони – з відносною похибкою не більш 1:10000. Опорними лініями довжиною понад 180 м намагаються не користуватися.

Точність розбивочних робіт залежить від будівельних допусків на осеві розміри споруд. Головну, найдовшу вісь споруди, визначають по відношенню до пунктів планового обґрунтування з похибкою 3–5 см.

Середня похибка детальної розбивки не повинна перевищувати 25–30 % будівельного допуску, передбаченого ДБН у залежності від класу точності і розміру збірних конструкцій.

Взаємна перпендикулярність головних осей – одна з основних вимог. Відхилення кутів від 90° у точках перетину головних осей споруд має не перевищувати $\pm 30''$.

Особливу увагу слід приділяти точності розбивки декількох будинків, пов'язаних один з одним технологічними осями. До технологічних осей відносять: ось підйому, ось вала підйомальної машини, осі конвеєрів, осі естакад, осі живильників, осі каналів золовидалення й інші осі, що з'єднують елементи будинку й окремі будинки в єдиний комплекс.

Велику роль у забезпеченні необхідної точності розбивочних робіт відіграє обноска.

Обноска складається з двох чи трьох стовпчиків, до яких горизонтально прикріплюють дошки (рис. 15, а) чи з окремо стоячих стовпчиків (рис. 15, б).

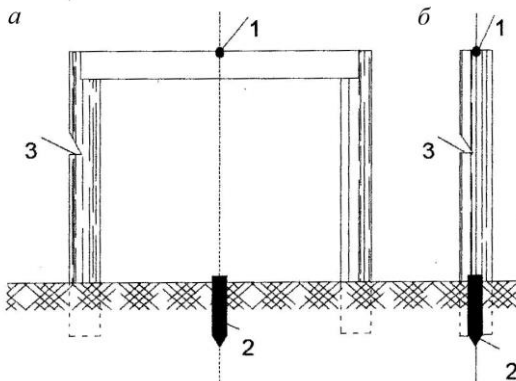


Рис. 15. Обноска:

1 – ось будинку; 2 – штир; 3 – умовна відмітка

Стовпчики встановлюють за 3–5 м від краю котловану паралельно відповідним осям споруди. Обноску роблять висотою 0,9–1,2 м, щоб по ній зручно було робити виміри і встановлювати над нею штатив теодоліта.

Будь-яку обноску встановлюють так, щоб безпосередньо на ній можна було вимірювати відстані між осями, не використовуючи натягування дроту.

Питання для самоконтролю

1. *Що є основою для виконання будівельних та гірничо-прохідницьких робіт на гірничовидобувному підприємстві?*
2. *Які існують схеми розвитку планового та висотного обґрунтування на території промайданчика шахти?*
3. *Які достоїнства та недоліки схем створення планового та висотного обґрунтування при будівництві шахти?*
4. *Що вказують на рекогносцирувальній схемі?*
5. *Яка точність куткових та лінійних вимірювань у проектному полігоні на промайданчику шахти?*
6. *Які рекомендуються відстані між осьовими реперами?*
7. *Які існують допуски при закладанні центра шахтного ствола?*
8. *Які методи перенесення геометричних елементів проекту в натуру застосовуються у маркшейдерській практиці?*
9. *Як відбудовується проектна лінія?*
10. *Якими способами здійснюється перенесення в натуру проектного горизонтального кута?*
11. *Якими способами здійснюється перенесення в натуру проектної висотної відмітки?*
12. *Як переносять в натуру лінію із заданим проектним уклоном?*
13. *Як здійснюється перенесення в натуру точки із заданими координатами?*
14. *Що називають будівельною сіткою?*
15. *Що називають опорними лініями? Якої довжини вони можуть бути?*
16. *Які вимоги до точності куткових та лінійних вимірювань при побудові опорних ліній?*
17. *Що називають обноскою?*
18. *Які вимоги до розбивочних робіт при винесенні головних осей будівель і споруд?*

3. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ШАХТИ

У розділі розглядаються питання, які стосуються окремих найбільш відповідальних маркшейдерських робіт при будівництві технологічного комплексу на поверхні шахти

3.1. Вертикальне планування промислового майданчика

Для надання поверхні промислового майданчика форми з відповідним уклоном і напрямком роблять його вертикальне планування (земляні роботи), що дозволяє найбільше доцільно вирішувати питання розміщення споруд.

Вертикальне планування промайданчика може виконуватися як перед початком будівництва, так і частинами у процесі будівництва. Це залежить від об'ємів робіт і ґрунту, який необхідно перемістити), характеру планування (великі площі чи окремі тераси), календарного плану розвитку будівельно-монтажних робіт і характеристики наносів (ґрунтів).

Для виконання планувальних робіт необхідно мати наступні документи: план вертикального планування, картограму земляних робіт, план промайданчика з відмітками чистої підлоги першого поверху усіх будинків і споруд, топозіомку масштабу 1:500.

По цих документах необхідно провести перевірку планувальних відміток будинків, їх відповідність відміткам чистої підлоги і вимощень. Перевіряються також ухили майданчиків і їхніх напрямків, що забезпечують скидання зливових вод від будинків і з промайданчика.

Об'єми земляних робіт не перевіряють і не прораховують. Вертикальне планування роблять за нівелірним планом (планувальній сітці). План являє собою систему квадратів чи прямокутників зі сторонами 20–40 м, суміщених із топографічним планом промайданчика (рис. 16).

Біля кожної вершини сітки підписують проектну (червону), фактичну (чорну) і робочу відмітки. Квадрати сітки нумерують. Червоні відмітки беруть із проектних креслень, чорні отримують з нівелювання поверхні чи з плану зйомки М 1:500, шляхом інтерполяції між горизонталями. Робоча відмітка являє собою різницю між

відміткою проектної площини і чорною відміткою. Її підписують зі своїм знаком: "плюс" – насип, "мінус" – виїмка.

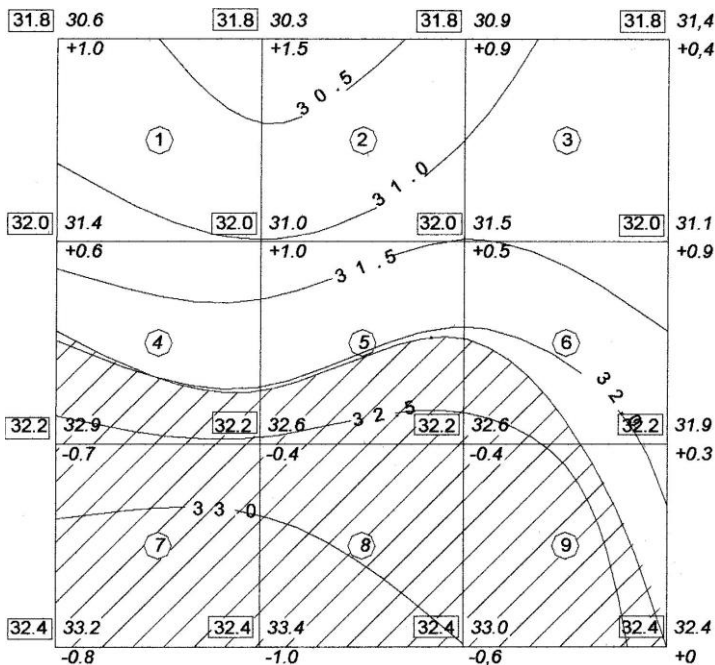


Рис. 16. Планувальна сітка:

32,0 – червона відмітка; **31,4** – чорна відмітка; **+1,0** – робоча відмітка

У натуру вершини сітки виносять теодолітом і рулеткою, намагаючись спочатку розбити дві сторони (дві лінії) по краях ділянки робіт, потім визначають вершини інших кутів сітки. На кожній вершині сітки забивають нарівні з поверхнею землі кілочок і ставлять "сторожок". Нівелюють кілочки, обчислюють чорні і робочі відмітки, які виписують на планувальну схему. Робочу відмітку, окрім того, підписують на сторожках.

Об'єми земляних робіт визначають по кожному квадрату окремо. Якщо робочі відмітки усіх чотирьох вершин однакові за знаком, то обсяг робіт буде дорівнювати середній відмітці, що помножена на площу квадрата

$$V_{H,B} = p \frac{a+b+c+d}{4}. \quad (5)$$

Коли в квадраті дві робочі відмітки мають знак "плюс", а дві інші – знак "мінус", об'єми насипу (V_H) і виїмки (V_B) обчислюють за формулами об'ємів тригранних призм

$$\begin{aligned} V_H &= \frac{P_H(a+b)}{3}; \\ V_B &= \frac{P_B(c+d)}{3}; \end{aligned} \quad (6)$$

де V_H, V_B – об'єми насипу і виїмки;
 P_H, P_B – площі насипу і виїмки;
 a, b, c, d – робочі відмітки.

Якщо в квадраті три робочі відмітки мають один знак, а четверта – протилежний, то об'єми насипу і виїмки визначають за об'ємами призм і пірамід (рис. 17).

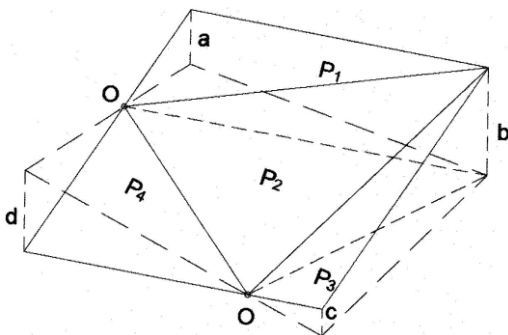


Рис. 17. Схема до підрахунку об'ємів земляних робіт

$$V_1 = \frac{P_1(a+b)}{3}; \quad V_3 = \frac{P_3(b+c)}{3}; \quad V_2 = \frac{P_2b}{3}; \quad V_4 = \frac{P_4d}{3}, \quad (7)$$

де a, b, c – робочі відмітки одного знака;
 d – робоча відмітка іншого знака.

Сума ($P_1 + P_2 + P_3 + P_4$) дорівнює площі квадрата.

3.2. Загальний порядок проведення робіт з розбивки осей фундаментів будівель

Роботи починаються з вивчення проектних і нормативних документів. Потім обчислюють прив'язки осей споруд до осей ствола чи опорних ліній, підготовляють розбивочну схему. Робочі креслення фундаментів під машини та обладнання вивчають одночасно з планом першого поверху і генпланом. У процесі вивчення робочих креслень перевіряють відстані між осями, підсумовуючи розміри на окремих кресленнях і порівнюючи їх з розмірами на інших кресленнях і генплані.

Окремо перевіряють технологічні осі, обчислюючи прив'язку кожної осі в плані і по висоті не тільки в наміченому до будівництва будинку, але й усіх сусідніх будинках, з'єднаних технологічними осями. Прив'язки, тобто відстані від осей ствола, однойменних технологічних осей у різних будинках на різних поверхах повинні співпадати. Якщо виявлені розбіжності, *розбивочні роботи виконувати не можна до уточнення розмірів у проектній організації*.

Після вивчення всіх документів підготовляють *розбивочну схему*. Для цього спочатку на планшети проммайданчика М 1:500 графічно наносять технологічні і головні вісі будинку. Обчислюють проектну відмітку "чистої" підлоги першого поверху будинку і розміри між головними і технологічними осями, а також їхню прив'язку від осей чи ствола опорних ліній. Потім на окремому аркуші паперу, зручному для клеювання в робочу книжку, складають розбивочну схему з усіма розмірами, відмітками і прив'язками (*рис. 18*).

Перед розбивкою у натурі оглядають місцезнаходження майбутньої споруди і, якщо необхідно, вирівнюють бульдозером майданчик, щоб зменшити або зовсім виключити виміри з уведенням поправок за нахил ліній. Користуючись розбивочною схемою, будують опорну лінію на пункті полігонометрії B . При цьому міцно закріплюють створну точку M в 60–70 м від пункту полігонометрії. Для контролю вимірюють кут β_2 і довжину BM . Користуючись створом BM виносять і закріплюють точки 1, 2, 3, 4 на опорній лінії. З точок 1 і 4 намічають місця установки обноски на осях 1', 2', 3', 4', 5'. Після повної установки обноски приступають до розбивки і закріплення осей фундаменту A та B . При цьому кути до 90° відкладають при двох положеннях труби, а довжину вимірюють на площині (бажано) із уведенням усіх необхідних поправок.

Кути, виміряні в точках *I, II, III, IV*, не повинні відрізнятися від прямих більш ніж на 30". Заміряна довжина *II-IV* має дорівнювати проектній.

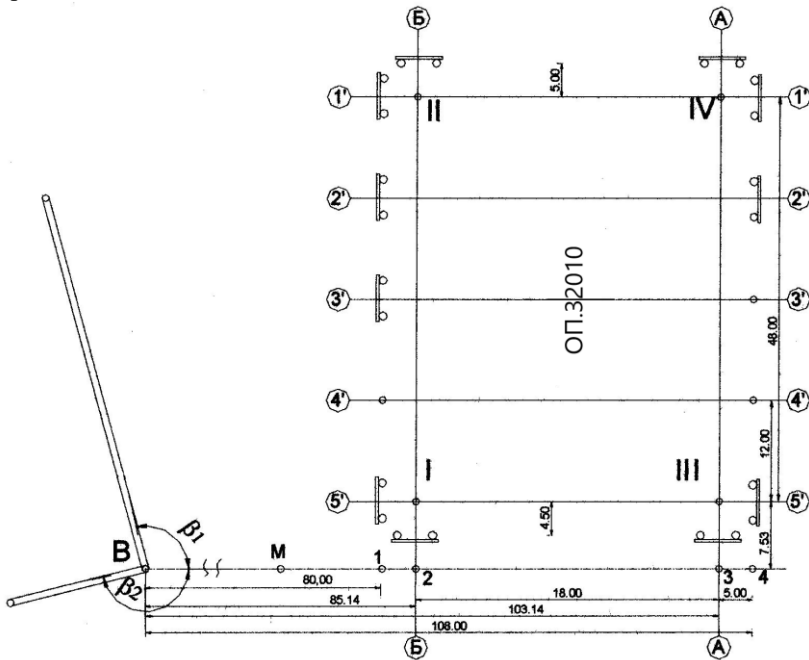


Рис. 18. Розбивочна схема

По черзі, встановлюючи теодоліт на точках перетину вісі *Б-Б* з іншими осями, на обносці рисками відмічають осі *1', 2', 3', 4', 5'*. Закріплюють осі на обносці цвяхами. Для забезпечення збереженості розбивки осі додатково закріплюють штирями довжиною 50–70 см, що забивають поруч з обноскою. Кожну вісь надписують на обносці фарбою.

На обносці, на кожній вісі відмічають умовний горизонт, що вважають від рівня чистої підлоги першого поверху. Відмітку умовного горизонту звичайно приймають кратною 0,5 м. Закріплюють умовний горизонт зарубками і цвяхами на стовпчиках обноски і фарбою позначають його відмітку.

Роботи по закріпленню осей закінчують заповненням журналу розбивки, у якому поміщують схему, подібну розбивочній. Вказують також номери робочих креслень, з яких взяті розміри й відмітки,

умовний горизонт і елементи закріплення осей. Журнал підписує маркшейдер та виконроб, що прийняв розбивку.

Великі блоки споруд розташовані звичайно на осях стволів. Поєднуються під одним дахом виробничі приміщення різноманітних призначень: будинок підйимальної машини, надшахтний будинок, механічні майстерні, станція перекачування шахтних вод, інші приміщення. Це скорочує довжину комунікацій і кількість будівельних конструкцій, збільшує корисну площу приміщень і компактність споруди.

Особливості робіт з розбивки таких блокових споруд виникають у результаті того, що виробничі приміщення блоку зводять не відразу всі, а по одній при працюючому стволі. Після зведення будівлі підйимальної машини і встановлення копра втрачається частина осьових реперів. Осі ствола, закріплені усередині будинку, непридатні для розбивочних робіт зі зведення фундаментів і каркаса інших споруд блоку. Винесення осей ствола з будівлі дуже трудомістке і виконується з втратою точності.

Одним із кращих варіантів при розбивці осей блоку будівель є закріплення допоміжної осі, яка паралельна осі ствола. Допоміжну вісь розташовують на такій відстані від осі ствола, щоб на ній згодом у міру необхідності ставити обноску. Цю ось закріплюють ґрунтовими знаками із кусків рейок у монолітному бетоні. Глибина закладення знаків 0,8–1,0 м, кількість їх на осі повинна бути не менш чотирьох.

Саму розбивку блокових будівель від допоміжної осі ведуть по обносці. По ній вимірюють відстані між осями, над нею встановлюють теодоліт при розбивці і закріпленні інших осей споруди.

3.3. Контроль зведення фундаментів

При шахтному будівництві фундаменти можуть бути монолітними, стрічковими й у виді пальової основи.

Розбивку допоміжних осей, детальну розбивку фундаменту, контроль набору опалубки в процесі зведення стрічкових, монолітних, блочних і інших фундаментів, не пов'язаних з монтажними роботами, здійснює будівельний майстер (виконроб). Маркшейдер чи геодезист контролює процес зведення фундаментів, призначених для монтажу каркаса споруди чи обладнання.

Особлива увага при зведенні фундаментів і стін споруд приділяють технологічним осям. Маркшейдер не тільки вказує місця закладки скоб чи пластин для закріплення технологічних осей, але і стежить за своєчасністю і якістю виконання цих робіт.

Перенесення технологічних осей з обноси на фундамент чи стіни будівлі повинен бути виконаний без втрати точності і без запізнення. Варто мати на увазі, що відновлення осей – задача більш трудомістка, ніж їхня розбивка або перенесення.

Фундаменти під металеві колони. При зведенні цих фундаментів контролюють установку анкерних болтів. Опорою для анкерних болтів є дерев'яні чи металеві шаблони, які закріплюють на опалубці чи спеціальних рамах, які називають "монтажним кондуктором".

Це рамне пристосування, на якому в строгій відповідності з проектом просвердлені отвори в місцях установки болтів. На кондукторі заздалегідь прокреслюють проектні осі. Осі кондуктора при його установці фіксують у проектному положенні за допомогою висків, опущених з осьових дротів. Після закріплення шаблону чи кондуктора зміщення його осей не повинні перевищувати 2–3 мм. Верх болтів ставлять трохи вище проектної відмітки, з урахуванням усадки бетону.

Зйомку фундаментів під металеві колони роблять із дротів, натягнутих між осьовими точками. Відхилення центра кожного анкерного болта в плані по відношенню до проектної осі має не перевищувати ± 5 мм.

Фундаменти з бетонних і залізобетонних блоків. При зйомці цих фундаментів визначають відхилення кожного блоку в плані від дротів, натягнутих між осями обноси. По висоті положення блоків контролюють за допомогою нівеліра. Фіксуються тільки відхилення, що перевищують ± 10 мм як у плані, так і по висоті. Перевіряється також положення отворів для введення комунікацій з точністю ± 1 см.

За результатами зйомки складається схема. Відмітки на схемі ставлять умовні від проектного рівня верха фундаменту.

Пальові фундаменти. Насамперед на усіх палях за допомогою нівеліра відмічають проектний рівень низу опорної плити (ростверку). Потім від дроту, натягнутого між осьовими точками, за допомогою виска на рівні низу ростверку заміряють відхилення паль від проектного положення. Відхилення паль у плані не повинні перевищувати $0,2D$ для однорядного, $0,3D$ для дворядного і $0,4D$ для трирядного поля, де D – діаметр палі чи сторона перерізу. На виконавчій зйомці показують тільки відхилення, які перевищують встановлені допуски.

Фундаменти для установки залізобетонних колон. Зйомку цих фундаментів краще робити за допомогою теодоліта, перевіривши попереднє положення осей на обносці.

Встановлюють теодоліт над обноскою і у створі осьових точок відмічають олівцем проектне положення осі фундаменту на верхніх гранях підколонників ("склянок"). Після того як відзначені усі осі і перевірені відстані між ними, їх закріплюють фарбою двома штрихами, зміщеними вздовж осі. Кожну "склянку" у плані перевіряють від ниток, натягнутих між осьовими штрихами. Фіксують тільки ті відхилення, що перевищують встановлені допуски. Нівеліром передають відмітки на дно кожної "склянки" й обчислюють їхні умовні відмітки від проектного рівня. Абсолютні відмітки в процесі будівництва не цікавлять ні будівельників, ні монтажників, тому що всі робочі креслення дані в умовній системі висот.

3.4. Роботи при зведенні фундаментів підйимальної машини

Розбивку осей фундаментів підйимальної машини і будинку підйому, як правило, роблять з осьових реперів. При підготовці розбивочної схеми враховують порядок зведення фундаментів машини і будівлі, щоб намітити місце закладки скоб для закріплення осей підйому і вала машини.

Розбивку починають з установки теодоліта на одному з осьових реперів, наприклад на $1ю$, і, користуючись схемою розбивки (рис. 19) у створі з репером $2ю$ по проектних розмірах d , e закріплюють точки 1 і 3 на осях будинку; по розміру k закріплюють точку 2 на перетині осі вала й осі ствола.

Перпендикулярно до створу реперів $1ю-2ю$ намічають за розмірами a , b , c точки 4 , 5 , 6 . Оскільки відстань a між віссю ствола і віссю підйому, як правило, невелика, її відкладають рулеткою приблизно у створі лінії $1ю-5$.

Точку 7 на осі підйому намічають від репера $2ю$ по перпендикуляру до створу осьових реперів. З точки 4 у створі з точкою 7 на лінії майбутньої обноски закріплюють штирями ось підйому (точки 12 і 13). З точок 5 і 6 закріплюють осі будівлі $A-A$ і $B-B$ штирями (8 , 9 , 10 , 11) і кілочками (I , II , III , IV).

Після установки обноски перевіряють кути і відстані між осями будинку. Закріплюють і підписують на обносі всі осі. Вісь ствола закріплюють з точки 2 , відкладаючи кут в 90° точним способом з погрішністю не більш $\pm 30''$. Після перевірки правильності закріплення осей точки 1 , 2 , 3 прибирають.

Процес зведення фундаментів підйимальної машини знаходиться під контролем маркшейдера.

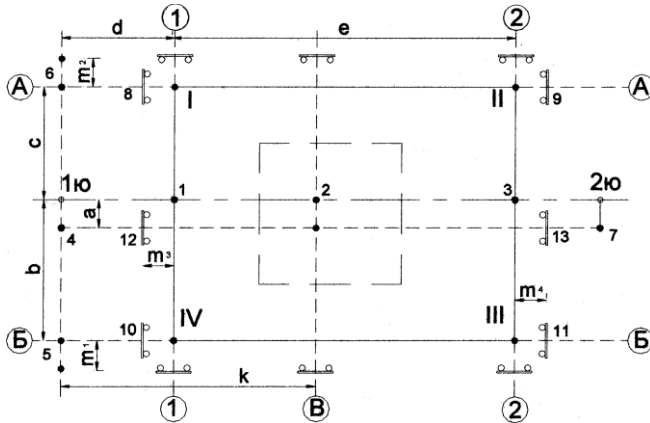


Рис. 19. Схема розбивки фундаментів підіймальної машини і будинку підйому

Після набору опалубки перевіряють її установку. У цій трудомісткій роботі, окрім маркшейдера, беруть участь будмайстер, бригадир і частина бригади, що набирала опалубку для того, щоб у процесі контролю відразу усувати виявлені неточності. Роботу починають з контролю осі підйому й осі вала машини. Потім перевіряють винесення усіх допоміжних осей. Натягають дроти на усіх осях. Перевіряють всі без винятку розміри, зазначені на робочих планах і розрізах фундаменту машини. Рознесення анкерних болтів перевіряють незалежно від того, встановлені вони в кондукторі чи окремо. Перевіряють кріплення робочої і захисної арматури, кріплення всіх закладних деталей, кріплення анкерних болтів і колодязів під анкерні болти, кріплення опалубки і т. ін.

Вносять нівеліром рівень заливання бетону на всіх частинах фундаменту з урахуванням підливки після монтажу і відмічають його на опалубці цвяхами і фарбою. Опалубку, що виступає вище заданого рівня і може неправильно орієнтувати робітників у процесі бетонування фундаменту, зрізують.

Після зведення фундаменту роблять виконавчу зйомку. Під час зйомки перевіряють усі розміри і висотні відмітки, що мають на робочих кресленнях. На двох примірниках робочих креслень нижче проектних розмірів виписують червоним кольором фактичні розміри. Один примірник креслень офіційно передають монтажній організації.

3.5. Роботи при зведенні фундаментів копрів

Фундаменти укісних ніг копра. Розрізняють фундаменти укісних ніг з нахилом опорної п'яти в одному напрямку – убік ствола і з нахилом у двох напрямках – убік ствола й убік осі підйому. Найбільш типовим є випадок фундаментів з нахилом площини опорної п'яти в один бік (рис. 20).

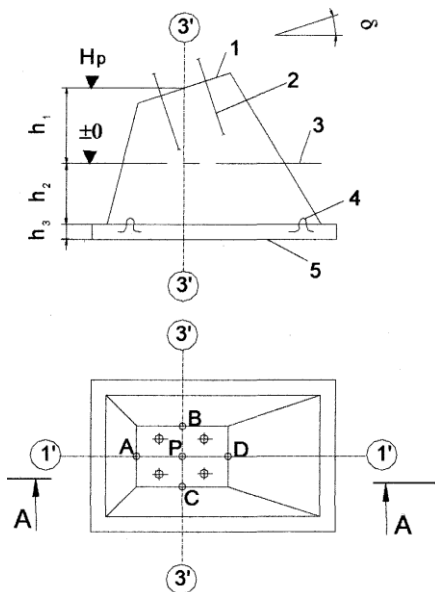


Рис. 20. Фундамент укісної ноги копра:

1 – площина опорної п'яти; 2 – анкерні болти; 3 – нульовий обрій;
4 – петлі кріплення опалубки; 5 – бетонна подушка

Перед складанням схеми розбивки осей перевіряють відповідно до монтажних креслень чи заводському паспорту копра правильність відмітки центра опорної п'яти H_p і розміри в плані від осей ствола. Розбивку роблять з осьових реперів, враховуючи зміщення вісі підйому щодо осі ствола. У натурі закріплюють осі опорної п'яти $1'-1'$, $3'-3'$. Осі опорної п'яти одночасно є й осями фундаменту. Вони не завжди співпадають з осями симетрії.

У проектне положення спочатку встановлюють і закріплюють раму-кондуктор. Проектом задається висотна відмітка центра опорної

п'яти H_p та її нахил. На *рис. 20* кут нахилу δ показаний на вертикальній проекції фундаменту. Шляхом обчислень знаходять відмітки точок A і D . По осі $3'-3'$ у точках B і C раму-кондуктор закріплюють шарнірно на двох брусках звичайними цвяхами довжиною 150 мм (*рис. 21*).

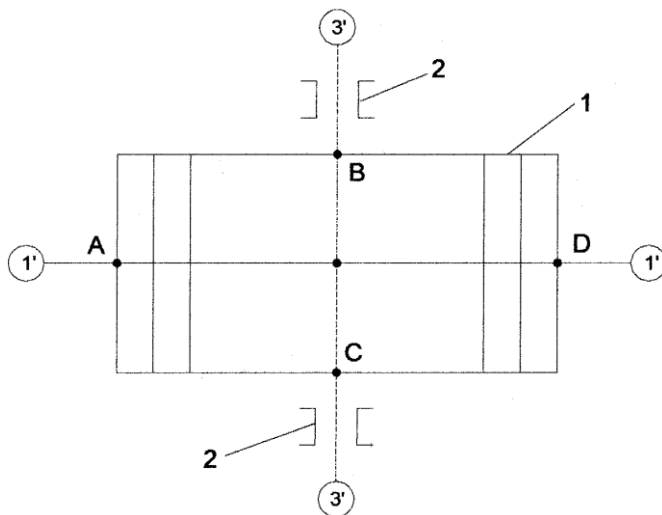


Рис. 21. Схема установки рами-кондуктора:
1 – рама-кондуктор; 2 – шарніри

Натягують на обносі осяві дроти і встановлюють раму-кондуктор по осях $1'-1'$ і $3'-3'$. Зберігаючи положення рами по осях, нівелюванням встановлюють точки B і C на проектну відмітку H_p . Закріплюють бруски шарніра. Нахилиючи раму, встановлюють точки A і D по висотних відмітках H_A і H_D . Перевіряють положення рами-кондуктора по осях і висотних відмітках, після чого закріплюють її жорстко на опалубці.

Анкерні болти чи колодязі для них встановлюють на кондукторі за допомогою прямокутного трикутника. Відстань між центрами болтів збільшують на 2 см проти проектної, якщо опорні плити укісних ніг копра мають пази для болтів. Після установки анкерних болтів перевіряють їхнє кріплення і відмічають рівень заливання бетону. На підливку залишають 50–100 мм.

Після бетонування фундаментів роблять їх виконавчу зйомку. Розміри в плані показують по осі ствола (угорі – проектні, унизу –

фактичні). У центрі п'яти кожного фундаменту вказують фактичну і проектні відмітки бетону.

Фундаменти прохідницьких шатрових копрів. Прохідницькі шатрові копри (ВНДІОМШСу) мають розніс ніг, однаковий по обох осях. Тому осі фундаментів копрів перетинаються в одній точці (рис. 22).

Розбивку в натурі осей фундаментів можна виконувати різними способами. Якщо можна визначити і закріпити точку перетину осей копра $\text{Ц}_к$, то розбивку починають з визначення положення центрів усіх чотирьох опорних п'ят по розміру e і куту γ .

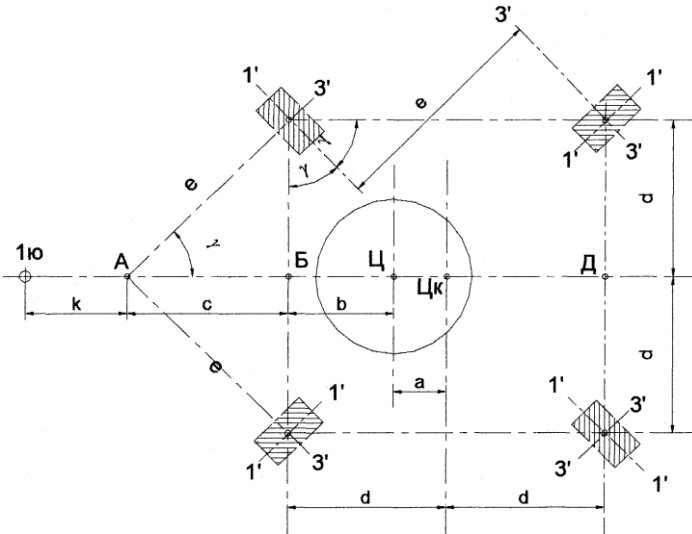


Рис. 22. Схема розбивки прохідницького шатрового копра

Потім на обносці закріплюють осі $1'-1'$. По черзі з кожного центра п'яти закріплюють осі $3'-3'$. Контролем служить промір відстаней між осями копра $2d$. Якщо неможливо стати з інструментом на точці $\text{Ц}_к$, то розбивку ведуть із точок A, B, D осей ствола. На осі копра, що співпадає з віссю ствола, обчислюють розміри k, c, b , враховуючи зміщення осі копра відносно осі ствола a . З точки A по розміру e і куту $\gamma = 45^\circ$ знаходять центри двох фундаментів, а з них визначають центри двох інших. Аналогічну розбивку можна виконати з точок B і D .

Фундаменти баштових копрів. Маркшейдерські роботи при закладенні фундаментів баштових залізобетонних копрів виконують у тій же послідовності, як і при закладенні фундаментів споруд.

Від осей ствола розбивають контур котловану. Усі точки контуру закріплюють кілками. На обносці закріплюють від нульової відмітки устя ствола осі й умовний горизонт.

Роблять детальну розбивку осей фундаменту. При монолітному фундаменті встановлюють кілки-маяки для заливання бетонної подушки, при пальовому – закріплюють осі зовнішнього ряду паль на обносці і кілками по дну котловану. Положення опалубки в плані та по висоті перевіряють від осей ствола після кожного пересування. На нульовій відмітці маркшейдер безпосередньо бере участь в установці балок перекриття. З зовнішньої і внутрішньої сторін цокольної частини фундаменту закладають скоби чи пластини, на яких закріплюють осі ствола. У фундаментній плиті бетонують пластини і на них також наносять осі ствола. Розбивка осей, контроль набору опалубки й установки анкерних болтів при закладенні верхньої частини фундаментів металевих баштових копрів аналогічні маркшейдерським роботам при зведенні фундаментів укісних ніг.

При спорудженні фундаментів глибокого закладення маркшейдерські роботи мають особливості, пов'язані із застосуванням опускних колодязів чи проходкою шурфів. Розбивку осей і контурів шурфів чи опускних колодязів роблять після зачищення дна котловану до проектною відмітки. Осі закріплюють за межами котловану. Перевіряють установку опускного колодязя й опалубки від центрального виска нівелюванням. У процесі занурення колодязя контролюють його положення за допомогою виска з дисковими контролштейнами чи нівелюванням контрольних реперів.

3.6. Роботи при прокладці підземних інженерних комунікацій на проммайданчику і особливості їх виконавчої зйомки

Сучасний промисловий майданчик шахти насичений інженерними комунікаціями. Розташовані вони настільки тісно, що їх будівництво вимагає твердого геодезичного контролю на усіх фазах будівництва.

На проммайданчику розташовані: водопроводи (питний, технічний, протипожежний), каналізація (госпфікальна, шахтних вод), газопроводи, теплотраси, пульповоди, кабельні мережі (силові, слабкоструміві – сигналізація, автоматика, зв'язок і т. і.), водостоки й

інші комунікації. Частина комунікацій розташована на поверхні і над поверхнею землі на опорах, частина – під землею.

Робота маркшейдера при прокладці інженерних комунікацій складається з таких етапів: підготовчі роботи, винесення в натуру осей трубопроводів і каналів, контроль робіт із прокладки трубопроводів, виконавча зйомка комунікацій.

Підготовчі роботи полягають у вивченні проектної документації і Державних будівельних норм (ДБН). Кожен трубопровід вивчають окремо, простежуючи за планами його шлях у межах проммайданчика до урізання в існуючий колектор. У місцях перетину з іншими комунікаціями чи штучними спорудами перевіряють висотні відмітки й ухили.

По проектних розмірах вся траса по кожній комунікації наноситься олівцем на планшети в масштабі 1:500. Слід мати на увазі, що проектні розміри даються від осей будинків, а не від площин стін. Поруч із проектними розмірами ставлять розміри від осей ствола чи пунктів полігонометрії.

Використання плану проммайданчика у якості робочого зарекомендувало себе на практиці з найкращої сторони. Усі накладки на план, розрахунки прив'язок роблять з контролем у другу руку. Поступово виконавча зйомка витісняє робочі олівцеві записи.

Перед розбивкою комунікацій у натурі маркшейдер заповнює журнал розбивок, у якому наносить схему комунікацій, прив'язки до пунктів обґрунтування, один чи два висотних репери, якими буде користуватися майстер, номери креслень і профілів. Після розбивки журнал підписують маркшейдер і майстер, що прийняв розбивку в натурі.

Вісі в натуру і закріплення осей комунікацій. В натурі від пунктів планового обґрунтування розбивають тільки кути повороту траси чи вузлові колодязі. Вісь траси між вузловими колодязями закріплюють кілочками приблизно через 20 м. Проміжні колодязі і пікети визначають промірами рулеткою. Для канавокопача доцільно закріпити паралельну вісь із зовнішньої сторони гусениць з боку кабіни машиніста.

У плані комунікації розбивають з відносною погрішністю 1:2000.

Розбивку наземних трубопроводів роблять так само, як і підземних. У натуру виносять центри опор, відмітки верха фундаментів і закріплюють дві осі – подовжню і поперечну, по яких закладають анкерні болти.

Кабельні канали розбивають від існуючих будинків і споруд. Їх висотну прив'язку задають проектною глибиною від існуючої поверхні ґрунту.

Контроль робіт із прокладки трубопроводів. Контроль за глибиною розробки екскаватором чи канавокопачем полягає у тому, щоб не допустити перебору ґрунту в підвалині траншеї. При облаштуванні колодязів звертають увагу на те, щоб верх люка був вище проектною планованою відмітки землі на 4–5 см, а на майданчиках, тротуарах і під'їздах до будинків – на рівні шляхового покриття. Контроль за укладанням трубопроводів ведуть тільки в самопливних комунікаціях. Контролюють ухил, відмітки лотків колодязів, а при мінімальних ухилах – укладання кожної (чи через одну) труби.

Виконавча зйомка об'єктів промайданчика. План промайданчика складають у масштабі 1:500. Зйомці в плані підлягають усі об'єкти, розташовані на промайданчику. Практично виконавчу зйомку роблять відразу після закінчення будівництва якогось об'єкта, рідше – у процесі будівництва. Поступово робочий план промайданчика заповнюється фактичними даними, а проектні прив'язки і контури, що використовувалися для розбивок, видаляють з плану.

Особливу увагу приділяють зйомкам водопровідної і каналізаційної мережі, теплотраси, газової мережі, водостоків, кабельних мереж. По кожному виду з підземних трубопроводів повинні бути зняті такі елементи: магістральні траси, розподільні мережі, з'єднання, введення в будинки і споруди, оглядові колодязі, гідранти, випуски, місця перетину з іншими комунікаціями, кути поворотів та ін. Усі перераховані елементи комунікацій повинні бути визначені з пунктів планового обґрунтування чи від будинків, кути яких мають координати.

У процесі зйомок ведуть докладний абрис із прив'язками до постійних будинків і споруд. У спеціальному журналі виписують координати поворотних точок і вузлових колодязів.

У напірних трубопроводах визначають відмітки низу труб, у самопливних – висотні відмітки дна лотків, у кабельних мережах – висотні відмітки верха захисного перекриття. Відмітки теплотраси визначають по дну короба і верху перекриття.

Виконавчі профілі підземних комунікацій мають такий же вид, як і проектні. З проектних показників залишають тільки ухили, нижче яких підписують фактичні. Інші проектні показники заміняють фактичними.

Питання для самоконтролю

1. *Які документи необхідні для виконання робіт з вертикального планування проммайданчика?*
2. *Як виконують розрахунки і визначають об'єми земляних робіт при плануванні проммайданчика?*
3. *Як закріплюють в натурі осі споруд?*
4. *Які існують способи контролю зведення фундаментів будівель і споруд?*
5. *Які роботи виконує маркшейдер при прокладанні інженерних комунікацій на території проммайданчика шахти?*
6. *Які особливості виконавчої зйомки об'єктів проммайданчика шахти?*
7. *Як закріплюють в натурі осі інженерних комунікацій?*

4. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТВОЛІВ

Виконання маркшейдерських робіт під час спорудження вертикальних стволів має свої особливості у порівнянні з іншими видами робіт, вимагає виготовлення і застосування спеціального обладнання та обладнання. Окремі питання стосовно забезпечення проходження та армування вертикальних стволів розглядаються у наведеному нижче навчальному матеріалі

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 широке 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 підкрової 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.

Раму-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 ± 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).

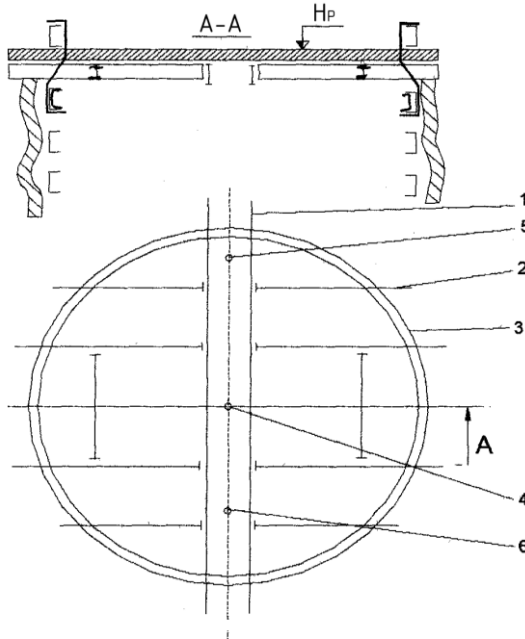


Рис. 23. Рама-шаблон

1 – центральні балки; 2 – балки перекриття; 3 – кільце-шаблон;
4 – центральний висок; 5, 6 – осьові 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 світі. 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 проекті 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).

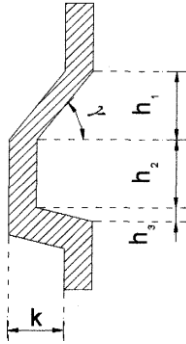


Рис. 24. Опорний вінець

Ці величини, як правило, задаються у проекті. Якщо їх немає, то при контролі кільцевого врубу варто мати на увазі, що кут γ не повинен бути менше 40° , 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 ± 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 підймального комплексу.

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

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

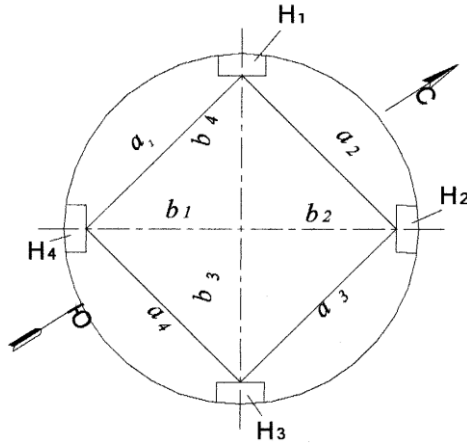


Рис. 25. Ескіз розташування осьових скоб ствола

Визначають точки осей ствола на скобах за допомогою обноси після бетонування устя ствола. Обноску ставлять поруч зі стволом 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 природі 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).

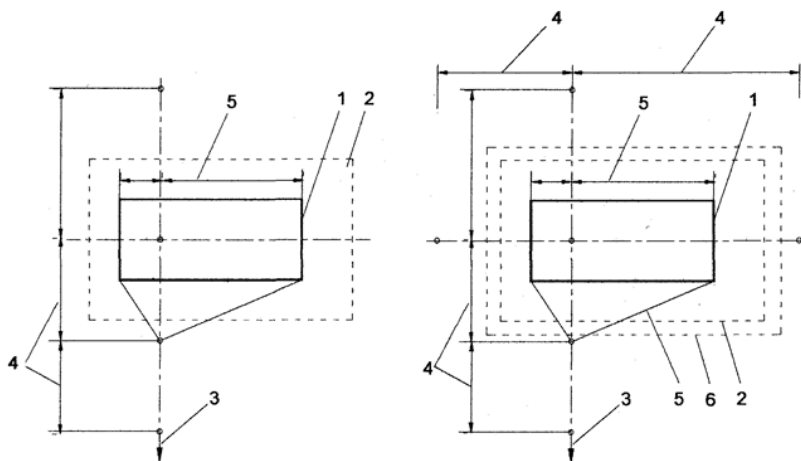


Рис. 26. Ескіз закріплення центрів лебідок і напрямків канатів:

- 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 металевої 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_{ϕ} перерізу ствола, що повинна відповідати проектної 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 тюбінгів, 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 ± 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 підосви і покрівлі камери. Для цілей проходки і кріплення задають робочі (бічні) висотні репери на рівні 1 м від проектною відмітки підосви. При необхідності роблять два горизонти робочих реперів.

4.4. Маркшейдерські роботи при армуванні ствола шахти

4.4.1. Загальні відомості

Для розміщення постійного експлуатаційного обладнання (підіймальних посудів, труб водовідливу, кабелів і т. і.) у стволі встановлюють постійне армування, що складається з розстрілів, провідників, сходового відділення, кронштейнів, скоб і хомутів для навішення трубопроводів і кабелів.

Основними елементами армування є провідники і несучі їх розстріли. У залежності від розташування у стволі і способу закладення в кріплення розстріли підрозділяються на головні і допоміжні.

Кінці головних розстрілів закріплюють в кріпленні ствола, а допоміжних – один кінець в кріплення ствола, а інший кріплять до головного розстрілу.

Головний розстріл, розташований по центрі ствола чи поблизу нього є центральним розстрілом. Головні і допоміжні розстріли, розташовані в одній горизонтальній площині утворюють ярус армування, а відстань між ярусами – крок армування. Крок армування визначають розрахунком і, як правило, при рейкових провідниках він складає 3126–4168 мм, при коробчастих 4000–6000 мм, а при дерев'яних 2000–3000 мм.

Провідники застосовують з дерева чи металу. Найбільше застосування мають металеві провідники з залізничних рейок (рейкові провідники) і з кутків (коробчасті провідники).

В даний час у практиці будівництва шахт намітилася тенденція до більш широкого використання канатного армування. Канатне армування забезпечує більш високу швидкість підйому, плавний рух підіймальних посудин по стволу, знижує аеродинамічний опір ствола, а вартість його улаштування нижче, ніж твердого.

Разом з тим для забезпечення безпечної величини зазору між посудинами і кріпленням ствола доводиться йти на збільшення перерізу ствола, що веде до подорожчання проходки у порівнянні з проходкою при твердому армуванні. Крім того, канатне армування може бути застосоване тільки при відсутності скривлення ствола. Основними елементами канатного армування є канатні напрямні і натяжні пристрої.

Маркшейдерські роботи при армуванні ствола покликані забезпечити геометричну основу і технологію використання цієї основи для установки в проектне положення елементів армування, тобто розстрілів, провідників, натяжних пристроїв.

Проект виробництва робіт складається маркшейдерською службою будівельного управління (шахти) і затверджується у встановленому порядку.

У проекті передбачаються маркшейдерські роботи підготовчого періоду; поточний контроль у процесі армування ствола; остаточна перевірка точності спорудження армування; техніка безпеки при виробництві робіт.

4.4.2. Підготовчі роботи перед армуванням ствола. Пристосування

Підготовчі роботи з армування здійснюються у відповідності з проектом (затвердженим головним інженером), що містить: схему розташування ярусів розстрілів і відстаней між ними; усі відомості, що стосуються армувальних висків; усі відомості про шаблони, необхідні для встановлення розстрілів; опис порядку робіт з встановлення розстрілів у проектне положення; вимоги до точності окремих робіт і допуски.

На підставі проектних креслень у період підготовки до армування ствола маркшейдерська служба перевіряє геометричні параметри елементів армування: розміри провідників, розстрілів і лежань; положення отворів, вирізів і фіксаторів у лежаках; діаметр і співвісність заглиблень у торцях провідників, а також прямолінійність провідників і розстрілів.

Елементи армування, що мають відхилення від проектних розмірів, відбраковуються.

При підготовці ствола до армування необхідно виконати інструментальну перевірку раніше винесених і закріплених осей ствола в усті, перевірити правильність установки шківів на підшківному майданчику. Ці перевірки здійснюються зйомкою осей

підймальних канатів і підвісних колисок відносно центра та осей ствола з точністю ± 30 мм.

Перед підйомом прохідницького полку під основну прохідницьку раму з метою переобладнання його для робіт з армування, складають профіль стінок ствола по контрольним вимірам, узятим з журналу проходки ствола.

Якщо профілі стінок ствола мають незначні відхилення, що дозволяють вести армування по одній вертикалі і закріплення кінців розстрілів буде відповідати проекту і ДБН, то ніяких контрольних профілювань стінок ствола виконувати не потрібно. Якщо ж скривлення стінок ствола вимагають спеціальних заходів для виправлення кріплення чи відхилення системи армування від вертикалі, то виконання контрольного профілювання обов'язково за допомогою висків, опущених з поверхні до вибою ствола.

Положення стінок ствола перевіряють виміром відстаней від центрального виска чи від бічних висків, опущених у місцях мінімальних зазорів між кріпленням ствола і проектним положенням найбільш виступаючої частини підймальних посудин чи від осьових висків у залежності від конкретних умов. Профілювання стінок ствола виконують по всьому стволі з інтервалом, рівним кроку армування.

Відстані від висків до стінок ствола вимірюють спеціальною рейкою. Відліки беруть з точністю ± 5 – 10 мм.

За результатами вимірів обчислюють відхилення фактичних відстаней від проектних і за цими даними складають вертикальні профілі стінок ствола.

Досить часто у процесі армування роблять виміри по осі розстрілів від лежаків до стінок ствола для визначення мінімальних зазорів. Однак такі виміри дають тільки порівняльне представлення про величину зазорів і не замінюють безпосередніх промірів від підймальних посудин.

Для якісного проведення армувальних робіт важливе значення мають армувальні виски і шаблони.

Необхідний мінімум армувальних висків і місця їхнього положення, визначається числом і схемою розташування розстрілів у ярусі. При цьому дотримуються таких правил:

- 1) виски мають бути опущені проти лежаків чи біля зчленування розстрілів;
- 2) один з головних розстрілів, частіше центральний, встановлюють по двох висках;

- 3) групу допоміжних розстрілів (не більш трьох), перпендикулярних до головного, встановлюють по одному чи двох висках, шаблонах;
- 4) кожен розстріл, паралельний головному, і несучий провідник встановлюють по одному виску й одному горизонтальному шаблону;
- 5) встановлення розстрілів, відстань між якими перевищує 2 м, роблять по двох висках кожний;
- 6) якщо група розстрілів, що розташована перпендикулярно центральному, включає чотири і більш розстріли, то виски розташовують по два біля крайніх розстрілів;
- 7) від розстрілів, що встановлені тільки по шаблонах, встановлення інших не допускається.

Кількість висків повинна забезпечувати точне встановлення кожного розстрілу з використанням одного горизонтального шаблону.

Дроти усіх армувальних висків повинні бути одного діаметра. При цьому застосовують високоміцний дріт діаметром 2,0–3,0 мм. Тонкий дріт не застосовують.

Величина вантажу залежить від глибини ствола, швидкості вентиляційного струменя і притоку води. Маса робочого вантажу повинна забезпечувати не менш чим п'ятикратний запас міцності дроту. Робочий вантаж повинен бути компактним, мати зручну коротку підвіску. Для кожного виска передбачають маленький вантаж у 10–15 кг, що заміняє робочий при перепуску висків і полку, при спуску розстрілів і заведенні їх у лунки.

Після того, як намічена остаточна схема розташування армувальних висків, проектують шаблони для встановлення розстрілів відносно висків. Потім, користуючись розмірами шаблонів, робочим кресленням перерізу ствола і деталізуючими кресленнями елементів армування, обчислюють відстані між дротами висків. Відстані обчислюють у різних комбінаціях, але не менш трьох для кожного виска, що служить контролем обчислень і установки точок сходу висків. Усі проектні відстані беруть тільки від осей ствола і розстрілів. Від полиць розстрілів роблять розрахунки тільки для горизонтальних шаблонів. Обчислені відстані наносять на схему розташування висків.

За прийнятою схемою розташування висків визначають число і конструкцію шаблонів. Їх, як правило, виготовляють з листової сталі, металевих труб чи куткового заліза. Розміри робочої частини шаблонів не повинні відрізнятись від проектних більш ніж на 1 мм.

Залежно від призначення використовуються різні конструкції шаблонів: вертикальні, горизонтальні, накладні та дистанційні (рис. 27–30).

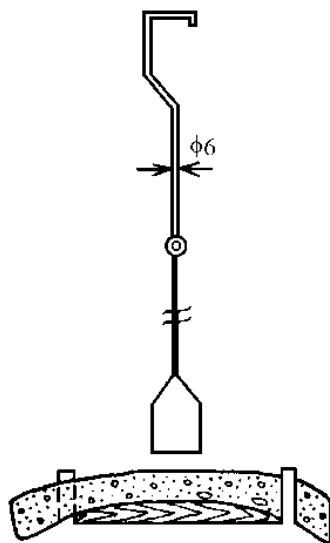


Рис. 27. Шаблон для розмітки лунок під розстріли

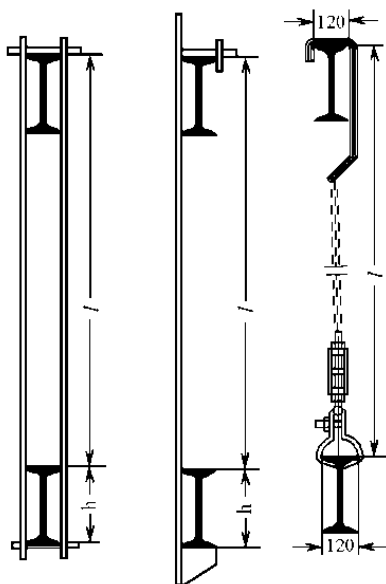


Рис. 28. Дистанційні шаблони

Шаблони для розбивки лунок під розстріли можуть бути вертикальними і горизонтальними. Вертикальні шаблони підвішують гаками на розстріли попереднього ярусу поблизу стінок кріплення. У першого шаблону на тросику підвішена металева рамка, що вказує межі лунки. Частина лунок одного ярусу розбивають горизонтальними дерев'яними шаблонами кружального типу від раніше розмічених (рис. 27).

Шаблони для встановлення розстрілів по висоті (дистанційні шаблони) фіксують відстані між ярусами розстрілів і одночасно є пристосуваннями, що підтримують під час монтажу двотаврові балки розстрілів (рис. 28).

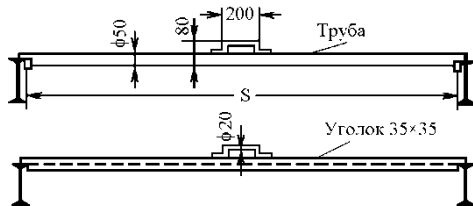


Рис. 29. Горизонтальні шаблони

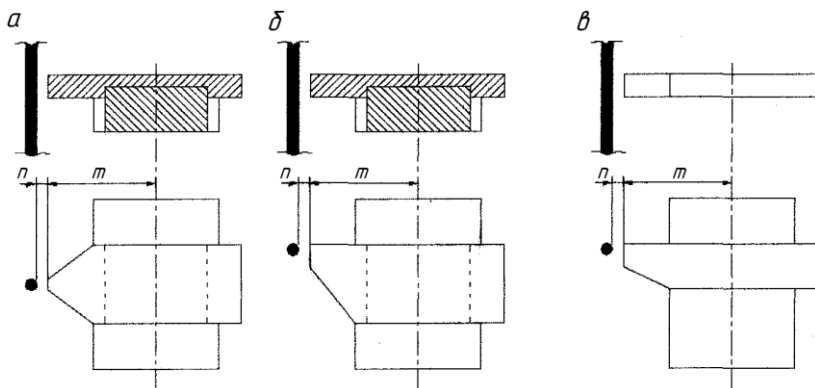


Рис. 30. Шаблони для встановлення лежаків по вискам

Перевірку розмірів дистанційних шаблонів роблять перед початком армування та у процесі армування ствола, пристосовуючи контроль до встановлення обмеження коливань висків.

Фактичні розміри шаблонів не повинні відрізнятися від розрахункових більш ніж на 3 мм.

Шаблони для встановлення розстрілів у ярусі (горизонтальні) служать для фіксації і контролю відстаней між полками розстрілів, а також для контролю відстаней між вирізами лежань при двосторонніх провідниках. Шаблони виготовляють із труб і кутка (рис. 29). Вони повинні бути міцними, не деформуватися, число їх типорозмірів повинне бути мінімальним. Комплект запасних шаблонів повинен зберігатися на поверхні.

Перевірку розмірів горизонтальних шаблонів роблять при кожному маркшейдерському контролі армування. Фактичні розміри шаблонів не повинні відрізнятися від розрахункових більш ніж на 1 мм.

Для встановлення лежаків відносно висків застосовують шаблони двох типів (рис. 30). Перший тип застосовують для установки в проектне положення лежаків (рис. 30, а, б), другий – для установки в проектне положення розрахункової точки на вісі розстрілу (рис. 30, в). Розмір $(n + m)$ задається довільно при проектуванні шаблонів.

4.4.3. Контрольні виміри при встановленні розстрілів і навішуванні провідників

Встановлення першого (верхнього) контрольного ярусу починають з розмітки положення лунок. Для цього між осьовими скобами, закріпленими в шийці ствола, натягають дроти, з яких опускають рухливі виски з легким вантажем.

За допомогою цих висків і рулетки роблять розмітку лунок і встановлюють осі розстрілів у проектне положення, одночасно встановлюють розстріли і по висотних відмітках.

Встановлення першого контрольного ярусу роблять з верхнього поверху підвісного полку або із спеціального маркшейдерського полку, як правило, на 1–2 м нижче нульової рами.

Правильність встановлення розстрілів контрольного ярусу перевіряють після їхнього розклинювання в лунках чи на горизонтальних полках тубінгових кілець шляхом виміру відстаней від осей ствола до кінців кожного розстрілу, до лежаків і до місць з'єднання розстрілів між собою, а також шляхом нівелювання кінців кожного розстрілу.

Після заповнення лунок бетоном і його затвердіння, роблять повторний контроль положення розстрілів контрольного ярусу, за результатами якого складають відповідний акт.

Зміщення осей розстрілів у горизонтальній площині від проектного положення не повинне перевищувати 2 мм.

Похибка встановлення ярусу по висотних відмітках не повинна перевищувати ± 10 мм. Між собою в ярусі висотні відмітки розстрілів не повинні коливатися більш ніж на 5 мм.

Поточний контроль за положенням елементів армування здійснюють за допомогою армувальних висків і шаблонів. У шахтному будівництві при армуванні ствола використовують вільно висячі або нерухомі виски. Вільно висячі виски опускаються слідом за армувальним полком, а нерухомі пропускають через армувальний полк на всю глибину ствола і закріплюють у фіксаторах у зумпфовій частині ствола.

У процесі армування ствола для зменшення амплітуди коливання застосовують обмежувачі коливань, які переносять через 60–100 м по глибині.

Контрольні вимірювальні роботи під час встановлення розстрілів і провідників включають:

- розмітку лунок під розстріли;
- перевірку взаємного положення розстрілів по висоті;
- контрольні виміри відстаней між висками;
- перевірку правильності встановлення розстрілів, провідників і опорних стільців по висках;
- перевірку взаємного положення розстрілів і провідників у ярусі;
- перевірку мінімальних зазорів між кріпленням ствола і виступаючою частиною підймальних судин, що будуть навішені у стволі.

Вимоги до точності встановлення елементів армування регламентуються нормативними документами.

Так загальне відхилення усієї системи армування від проектного (вертикального) положення не повинне перевищувати 1:20000 глибини шахтного ствола.

При армуванні шахтних стволів гнучким армуванням у якості основних елементів армування застосовують провідникові, відбійні і натяжні канати.

Число зазначених канатів та їх положення в стволі визначають у залежності від положення підймальних посудин, кінцевого навантаження, швидкості руху посудин, глибини ствола і т. і. Провідникові канати одним кінцем закріплюють на підшківному майданчику, пропускають через два блоки у зумпфівій частині ствола і закріплюють на барабані лебідки, яка встановлена на поверхні.

Положення канатів на нижньому горизонті перевіряють вимірами відстаней між канатами чи зйомкою теодолітом. Отримані виміри порівнюють з відповідними відстанями, обмірваними на підшківному майданчику.

4.4.4. Профільна зйомка армування

Остаточний контроль за правильністю монтажу армування виконують після завершення робіт з встановлення розстрілів і навішення провідників. Метою контрольної зйомки є визначення на кожному ярусі з необхідною точністю положень характерних точок провідників і окремих точок розстрілів по відношенню до однойменних точок провідників і розстрілів контрольного ярусу, а

також перевірка відстані між парними провідниками і величини колії. Цю зйомку називають профільною тому, що за результатами зйомки складають профілі провідників у двох вертикальних площинах, паралельних осям ствола. За характерні точки провідників приймають точки, що лежать на осі провідників з боку робочої поверхні.

На рис. 31, а, точка B_1 – осьова точка провідника на контрольному ярусі, точка B_n – осьова точка провідника на ярусі з номером n . Положення провідника на n -ому ярусі характеризується розмірами a_n і q_n .

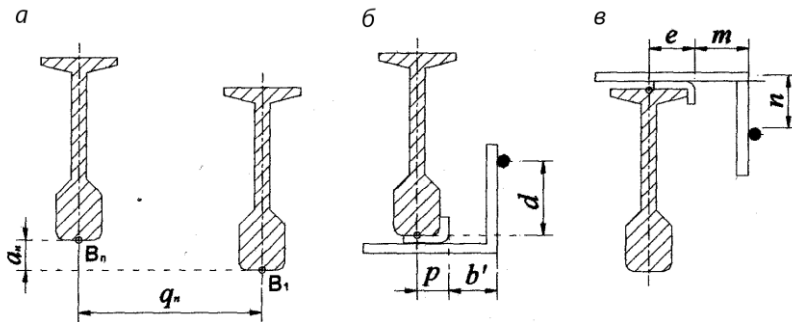


Рис. 31. Схема вимірів при вирішенні задач профілювання

Профілювання може виконуватися геометричним способом, тобто шляхом вимірів від висків до елементів армування, автоматичним способом з використанням виміральної станції СІ-1 й оптичним з використанням проектора напрямків ПН-1м.

У шахтному будівництві застосовують, в основному, геометричний спосіб профілювання. Станція СІ-1 не застосовується, тому що за контрольною зйомкою йде виправлення профілю провідників на ярусах, де відхилення провідників від проектного положення перевищують допустимі, а виправлення профілю пов'язане з демонтажем провідника, заміною лежень, навішенням провідника і новою контрольною зйомкою.

Геометричний спосіб профілювання провідників можливий при виконанні таких основних умов:

- 1) площина, у якій роблять виміри від виска до елементів провідника, повинна бути перпендикулярна до лицевої площини провідника;
- 2) лицеві площини і площини підшов рейкових чи коробчастих провідників однієї підіймальної посудини на усіх ярусах армування повинні бути паралельні між собою;

3) погрішності вимірів відстаней від виска до елементів провідника не повинні спотворювати фактичного положення осьових точок провідника;

4) усі виміри в стволі й обчислення при складанні профілю провідників повинні мати надійний контроль.

Виконання усіх цих умов залежить від виконавця (маркшейдера). Допуски для металевих провідників дуже тверді (± 5 мм), тому положення осьових точок визначають з погрішністю, що не перевищує ± 1 мм.

Щоб домогтися такої точності усі виміри роблять з контролем. Для контрольної зйомки армування застосовують дріт діаметром 0,8–1,2 мм високої міцності. Величину вантажу підраховують з урахуванням чотириразового запасу міцності.

Кількість висків приймається по числу провідників, тільки у парних провідників вішають один висок.

Точки сходу робочої струни висків закріплюють на контрольному ярусі армування ствола в 180–250 мм від осі провідника й у 80–100 мм від полиць розстрілів.

Досвід профілювання стволів рекомендує встановлювати точки сходу робочої струни висків так, щоб забезпечувати надійний контроль вимірів.

На *рис. 32* показані схеми розташування висків при двосторонньому (*рис. 32, а, б*) і односторонньому розташуванні провідників (*рис. 32, в*).

На схемі (*рис. 32, а*) усі виски розташовані з однієї сторони провідників. Для цієї схеми розміри d_1 , d_2 , d_3 можуть мати різне значення, а розмір b – однаковий для усіх висків.

На другій схемі (*рис. 32, б*) виски 2 і 3 розташовані з одного боку провідників, а висок 1 – із протилежного боку. Для висків 2, 3 розмір b_1 має бути однаковий. Для виска 1 розмір b_2 може бути іншим. Розміри d_1 , d_2 , d_3 можуть бути різними. На третій схемі (*рис. 32, в*) встановлюється, розмір d для обох висків однаковий. Розміри b_1 і b_2 можуть бути різними.

Таке встановлення точок збігу робочої струни висків забезпечує надійний контроль вимірів на усіх ярусах армування, прискорює роботу з обробки вимірів і зменшує імовірність помилок.

Встановлення і закріплення точок сходу робочої струни висків роблять за допомогою мірного косинця, металевих пластин з отворами для висків і хомутів по одній із схем, що рекомендуються (*рис. 32*). Відстані між осьовими точками провідників S вимірюють жезлами.

Неприпустимо вимірювання відстаней між провідниками рулеткою через велику погрішність вимірів. Жезли виготовляють або з алюмінієвих трубок різних діаметрів, або з нівелірних рейок. Для різного роду вимірів необхідно мати ще лінійки з міліметровими поділками на білій шкалі. Початок шкали повинен збігатися з торцем лінійки.

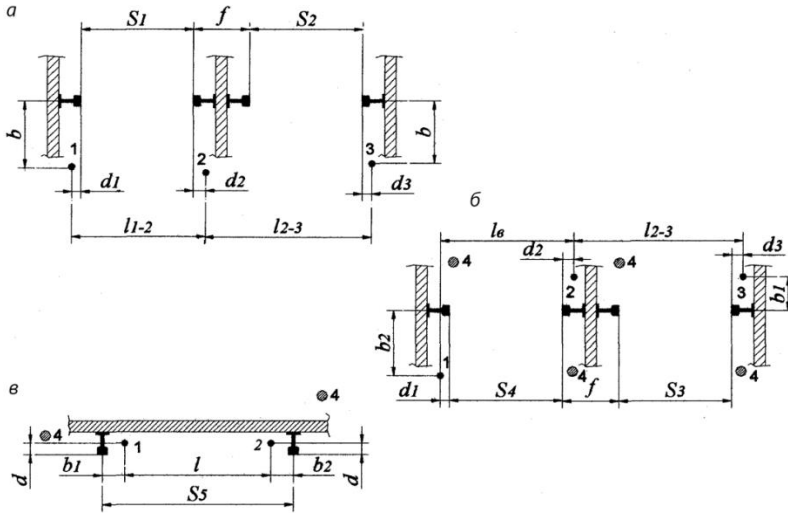


Рис. 32. Схеми розташування профілювальних висків:

a, б – двостороннє розташування провідників;

в – однібічне розташування провідників;

1, 2, 3 – виски; *4* – канати парашутних пристроїв

Після остаточного закріплення висків вимірюють величини b , d , m , n (рис. 31) і відстань S між провідниками і між висками l (рис. 32).

Виміри повинні задовольняти наступним умовам:

– для першої схеми (рис. 32, *a*)

$$S_1 = l_{1-2} - d_1 - d_2 \pm 2\text{мм}; \quad S_2 = l_{2-3} + d_2 - d_3 - f \pm 2\text{мм}; \quad (9)$$

– для другої схеми (рис. 32, *б*)

$$S_4 = l_6 - d_1 - d_2 \pm 2\text{мм}; \quad S_3 = l_{2-3} + d_2 - d_3 - f \pm 2\text{мм};$$

$$l_6 = \sqrt{l_{1-2}^2 - (b_1 + b_2 + 2p)^2}; \quad (10)$$

– для третьої схеми (рис. 32, в)

$$S_3 = l + b_1 + b_2 + 2p \pm 2mm; \quad (11)$$

Розміри p і f – величини постійні:

f – дорівнює двом висотам провідника плюс ширина лежака;

p – дорівнює половині ширини головки рейки плюс товщина опорної пластини мірного косинця.

Після перевірки правильності вимірів по контрольних формулах приступають до роботи на інших ярусах армування.

Контрольні виміри в стволі на всіх інших ярусах роблять тільки для величини b та d .

Профілі провідників викреслюють у вигляді таблиць на аркушах креслярського паперу. Перед їх складанням перевіряють у другу руку правильність контрольних обчислень, зроблених у стволі. Вище таблиць поміщують схему перерізу ствола, схему розташування висків, схему вимірів, а також схему знаків відхилень провідників і розстрілів.

Під схемою розташування висків і схемою вимірів виписують контрольні формули. На схемах поруч з літерними позначеннями виписують числові значення постійних величин: e – розмір, дорівнює половині ширини підшви рейки, плюс товщина опорної пластини мірного косинця; p – розмір, дорівнює половині ширини головки рейки, плюс товщина опорної пластини мірного косинця; f – дві висоти провідника плюс ширина лежака; h_r – висота провідника; l – відстань між висками; S – проектне значення відстаней між провідниками.

Знаки відхилень провідників (рис. 33) прийнято ставити, керуючись наступними міркуваннями.

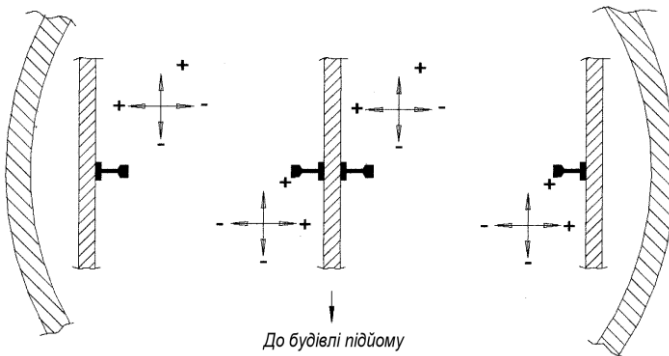


Рис. 33. Схема знаків відхилень провідників

На контрольному ярусі відхилення дорівнюють нулю. На усіх інших ярусах армування відхилення провідника зі знаком плюс у площині осі провідників означає збільшення розміру колії, тобто відстань між провідниками.

У площині, паралельній осі підйому, знак плюс означає, що відхилення провідника збільшує відстань до підйому. Ці ж знаки характеризують і положення розстрілів.

Нижче наведені профілі провідників паралельно вісі провідників (табл. 1) і профілі провідників паралельно вісі підйому (табл. 2).

Лінії профілів безмасштабні. Вони показують тільки символічно, у яку сторону відхиляються провідники.

Таблиця 1

Номер ярусу	Розстріл 1 K_{r+k1} , мм		Провідник 1 d_r-d_1 , мм		S_1 , мм, 1690		Провідник 2 d_r-d_1 , мм		Розстріл 2 K_{r+k1} , мм		Провідник 3 d_r-d_1 , мм		S_1 , мм, 1690		Провідник 4 d_r-d_1 , мм		Розстріл 3 K_{r+k1} , мм	
	+	-	+	-			-	+	-	+	+	-			-	+	-	+
1	-	0	-	0	1690	1690	-	0	-	0	-	0	1690	1690	-	0	-	0
2	3	-	2	-	1688	1690	2	-	3	-	2	-	1691	1692	-	0	-	0
3	4	-	3	-	1691	1693	-	0	2	-	-	0	1961	1693	-	3	-	4
4	-	0	2	-	1691	1693	-	2	-	0	-	2	1689	1689	-	3	-	0

Таблиця 2

Номер ярусу	Провідник 1 d_r-d_1 , мм		Провідник 2 d_r-d_1 , мм		Провідник 3 d_r-d_1 , мм		Провідник 4 d_r-d_1 , мм	
	-	+	-	+	-	+	-	+
1	-	0	-	0	-	0	-	0
2	2	-	2	-	2	-	-	3
3	-	2	2	-	2	-	-	2
4	-	2	-	3	-	2	-	2

Нормативні геометричні відхилення армування регламентуються маркшейдерською інструкцією, Правилами безпеки і відповідними ДБН.

Питання для самоконтролю

1. Які існують способи спорудження вертикальних шахтних стволів?
2. Якої форми поперечного перерізу найчастіше будують вертикальні шахтні стволи?
3. Які існують типові діаметри вертикальних шахтних стволів?
4. За якими схемами споруджуються вертикальні шахтні стволи?
5. Які маркшейдерські роботи виконуються при проходці шахтних стволів?
6. Що таке рама-шаблон?
7. Дайте загальну характеристику маркшейдерських робіт, які виконуються при проходці вертикальних шахтних стволів?
8. Які маркшейдерські роботи виконуються при армуванні вертикальних шахтних стволів?
9. Які конструкції шаблонів виконуються при армуванні вертикальних шахтних стволів?
10. Які контрольні маркшейдерські роботи виконуються при встановленні провідників?
11. У чому полягає профільна зйомка армування?

5. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ПОХИЛИХ СТВОЛІВ

Розглядаються окремі маркшейдерські роботи під час спорудження похилих стволів. Головна увага приділена питанням задавання напрямку на проходження стволу

5.1. Загальні відомості. Закріплення осей

Похилі стволи можуть проходитися з постійним кутом нахилу, тобто без провідника, і з перемінним кутом нахилу, тобто стволи, проведені по провіднику (пласту).

Похилі стволи типу бремсбергів, проведені по пласту, служать, в основному, для доставки матеріалів і механізмів в очисні вибої. Здебільшого вони проходяться по падінню. Термін служби їх невеликий, і маркшейдерські роботи при спорудженні їх більш простіші, ніж при проходці стволів без провідника. При їх проходці необхідно контролювати положення вибою в горизонтальній площині. Сама трудомістка операція – задавання напрямку у вертикальній площині – при цьому відсутня.

Похилі стволи мають невеликий, до 18° , кут нахилу. Крім конвеєрів, вони обладнуються рейковими шляхами, призначеними для монтажних і ремонтних робіт.

Кріплення застосовується двох типів: металеве аркове і монолітне бетонне.

Поверхневий комплекс похилого ствола включає надшахтний будинок, споруду перевантаження і споруду підйому. Нульовий майданчик обладнується рейковими шляхами зі стрілочними переводами, стопорами, штовхачами й іншими механізмами для обміну вагонів.

При проходці стволів поверхня обладнується похилою естакадою для перевантаження породи на автотранспорт, копром і підйнятною установкою.

У похилих стволах, так само як і в горизонтальних виробках, розрізняють тільки одну вісь, причому саме поняття "вісь ствола" не однозначне. За вісь похилого ствола приймають слід вертикальної площини, що є площиною симетрії виробки. Ця площина строго орієнтована у просторі і називається осьовою.

На проєкції, яка перпендикулярна осьовій площині, вісь ствола вказується прямою лінією.

За початок ствола приймається лінія перерізу підшви ствола з площиною нульового майданчика. Точка перетину лінії початку ствола з осовою площиною називається умовним центром ствола.

У проектах положення похилого ствола задають кутом нахилу до горизонту підшви, дирекційним кутом осі, довжиною ствола і координатами x , y , z умовного центру.

Перед розбивкою і закріпленням у природі осі й умовного центру ствола складають і зрівнюють проектний полігон. У проектний полігон включають умовний центр ствола точку $Ц$, точку перетину осей конвеєра з лінією початку ствола K , точку перетину осей конвеєрів у будинку перевантаження K_1 , точку T , що лежить на осі течії або осі живильника в камері перевантаження, центр розвантажувальної ями P , точки M_1 і M_2 на технологічній осі камери перевантаження (рис. 34).

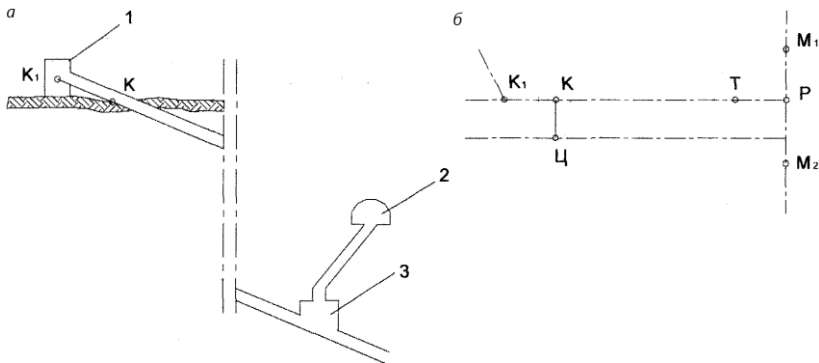


Рис. 34. Схема проектного полігону похилого ствола:

a – вертикальний розріз ствола; b – схема полігону; 1 – будинок перевантажування;
2 – камера розвантаження; 3 – камера перевантажування і натяжної станції конвеєра

Обчислення й зрівнювання проектного полігону похилого ствола роблять або між точками K_1 і P , або разом із проектним полігоном горизонту. При зрівнюванні повинне бути збережене положення точки K_1 . Якщо поправки в довжину $K_1 - T$ збільшують кут нахилу ствола, то питання поправки робочих креслень повинно бути вирішене з проектною організацією.

Роботи з підготовки планового обґрунтування проммайданчика, виносу в природу осі й умовного центру ствола виконуються аналогічно, як і для вертикальних стволів.

5.2. Спорудження устя і задавання напрямку на проходку похилого ствола

Спорудження устя ствола у наносах роблять відкритим способом. Перед розбивкою в натурі меж котловану вивчають проект виробництва робіт і вносять у нього необхідні поправки, що стосуються, в основному, зони геодезичних знаків, необхідних для розбивочних і контрольних маркшейдерських робіт. Зона геодезичних знаків повинна бути шириною 3,5–4,0 м. У ній розташовується умовний центр ствола, перший осьовий репер, візирки ухилу дна котловану. Зона геодезичних знаків повинна бути обгороджена, рух транспорту по ній виключено.

Усі подальші прив'язки робляться від осі ствола і від умовного центру.

По мірі виймання ґрунту з котловану переносять ось ствола в котлован і закріплюють її через рівні проміжки кілочками і штирями. Після закінчення земляних робіт роблять зачищення дна котловану по кілочках-маяках. Маяки виставляють теодолітом по куту нахилу ствола через 5 м. За допомогою нівелірної рейки встановлюють верх усіх кілочків на один рівень.

У процесі бетонування устя кілочка-маяки виставляють за необхідністю. У покрівлі устя з боку рейкового шляху закладають три постійних репери. Один з реперів закладають приблизно на лінії початку ствола.

Після завершення бетонних робіт прокладають по реперах устя полігонометричний хід. На усі репери геометричним нівелюванням передають висотні відмітки.

Напрямок у горизонтальній площині задають паралельно осі ствола так, як це прийнято при проходці горизонтальних виробок. Напрямок у вертикальній площині задають методом бокових реперів.

У практиці застосовують два способи задавання напрямку за допомогою бокових реперів – основний (від точки полігонометричного ходу, що має висотну відмітку) і робочий (від існуючих висотних бокових реперів).

При основному способі на точку полігонометричного ходу передають висотну відмітку (H_{mm}) геометричним чи тригонометричним нівелюванням. Обчислюють проектну відмітку підшви чи голівки рейок під теодолітною точкою H_n . Обчислюють перевищення p рівня реперів над проектною підшвою. Обчислюють перевищення t рівня реперів під точкою. При обчисленні p враховують кут нахилу виробки α і робочу величину висотних реперів k (рис. 35).

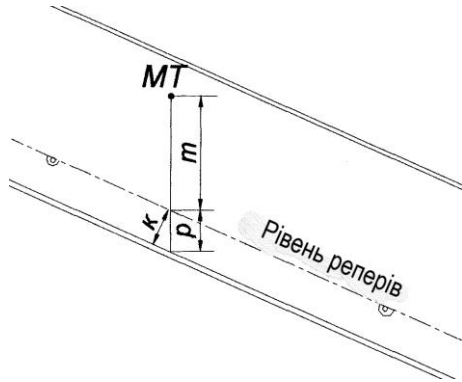


Рис. 35. Схема підготовки вихідних даних

По формулі заздалегідь визначають доміри Δh від горизонту візування до рівня реперів по нормалі до підшоши

$$\Delta h = \frac{l^2}{2L} \operatorname{tg} \alpha, \quad (12)$$

де l – відстань від теодоліта до стінок виробки;

L – відстань від теодоліта до пікетів на стінках виробки.

Таблицю домірів Δh складають для кожної конкретної виробки.

При роботі в шахті грубо центрують теодоліт під маркшейдерською точкою, вимірюють перевищення між віссю обертання труби і маркшейдерською точкою, обчислюють постійну поправку до рівня реперів (рис. 36).

$$d = i - m. \quad (13)$$

Бажано, щоб d було мінімальне. Розбивають пікетаж. Вимірюють відстані від теодоліта до стінок виробки l_n, l_r від теодоліта до пікетів L .

По вертикальному кругу встановлюють кут нахилу труби теодоліта, який дорівнює проектному куту нахилу виробки α . На кожному пікеті, якщо можливо, то на обох бортах виробки, відмічають горизонт візування при двох положеннях вертикального кругу, а потім відмічають середнє положення горизонту візування.

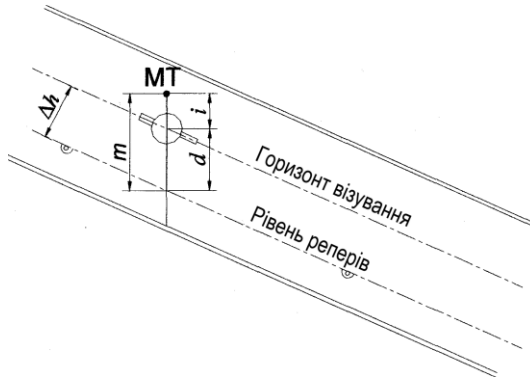


Рис. 36. До визначення постійної поправки d при основному способі

По виміряних l і L зі спеціальної таблиці визначають доміри Δh , складені за формулою (12).

Після заповнення робочої книжки на кожному пікеті відкладають від горизонту візування спочатку d зі своїм знаком по вертикалі, а потім Δh зі своїм знаком по нормалі до осі виробки і відмічають репери по кріпленню виробки.

Робочий спосіб застосовують при наявності сталої лінії реперів. Підготовки вихідних даних не потрібно.

Встановлюють теодоліт по можливості ближче до борта виробки (~1 м) так, щоб спереду до вибою, були два надійних висотних бокових репери на цьому борті виробки. Розбивають пікетаж, вимірюють l і L , відмічають горизонт візування B , визначають Δh , заповнюють робочу книжку.

На двох відомих висотних реперах того борту виробки, біля якого стоїть теодоліт, визначають постійну поправку, для чого від горизонту візування B по нормалі до осі виробки зі своїми знаками відкладають доміри Δh і відмічають рисою C . Відстань по нормалі до осі виробки між рисою C і реперами дають постійну поправку d (рис. 37). Поправка d повинна бути однаковою на обох реперах, розбіжність не повинна перевищувати 5 мм. Постійну поправку виписують у робочу книжку і розмічають нові висотні репери на стінках виробки. Тут d і Δh відкладають по нормалі до осі виробки.

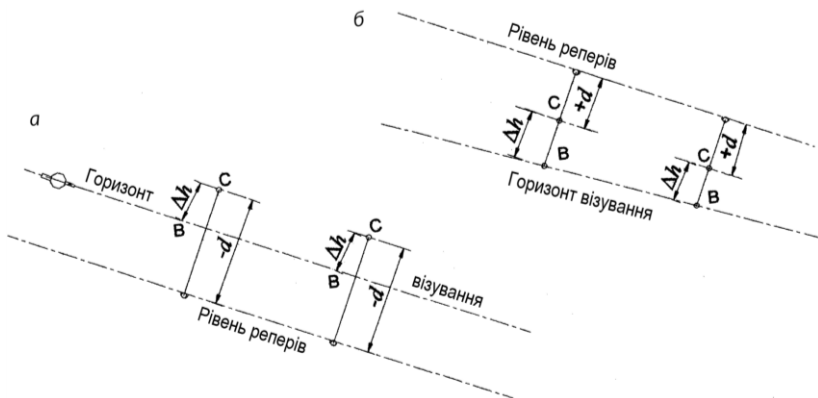


Рис. 37. Варіанти визначення постійної поправки d при робочому способі

Основний спосіб застосовують через 80–100 м просування вибою, щоб усунути накопичення похибок робочого способу.

Питання для самоконтролю

1. *Які особливості проходки похилого шахтного ствола з точки зору його розташування відносно пласта корисної копалини?*
2. *Як Ви розумієте термін "ось похилого ствола"?*
3. *Що називають умовним центром похилого шахтного ствола?*
4. *Які існують способи задавання напрямку на проходку похилого шахтного ствола?*
5. *Які точки входять до проектного полігону для винесення в натуру осі і центру похилого ствола?*
6. *Як обчислюють постійну поправку до рівня реперів?*

6. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ ПРОХОДЦІ ВЕРТИКАЛЬНИХ СТВОЛІВ СПЕЦІАЛЬНИМИ СПОСОБАМИ

При проходці стволів шахт по нестійким або дуже обводненим породам, коли гірничо-геологічні і гідрогеологічні умови родовищ корисних копалин не дозволяють здійснити будівництво звичайним способом, застосовують спеціальні способи. Найбільш розповсюдженими є проходка стволів способами попереднього заморожування гірських порід і буріння.

6.1. Проходка стволів способом заморожування

Особливість проходки вертикального шахтного ствола способом попереднього заморожування гірських порід полягає у наступному.

Навколо запроектованого вертикального шахтного ствола у дуже водоносних породах бурять свердловини, в які опускають колони заморожувачів обсадних труб. При циркуляції розсолу по трубах породи, що оточують свердловини, поступово охолоджуються і, в результаті, утворюється льодогрунтове огородження, що сприймає на себе гірський і гідростатичний тиск і тим самим захищає ствол від затоплення при його проходці за звичайною технологією. Заморожуючі свердловини розташовують навколо ствола по одному чи двох концентричних колах. Радіус кола R_c , число свердловин n і відстань між свердловинами l приймають відповідно до проекту.

При проходженні ствола даним способом маркшейдер виконує такі роботи: розбивку центра ствола та усть заморожувачів і контрольних свердловин; контроль за спорудженням бурового майданчика, монтажем і положенням бурового обладнання, вертикальністю кондукторів свердловин; зйомку свердловин у процесі їхнього буріння; складання погоризонтних планів льодопородного огородження.

Виніс у натуру центра й осей ствола роблять способом, описаним у розділі 2.3.

Спосіб розбивки свердловин на місцевості полягає у тім, що в центрі ствола встановлюється теодоліт, орієнтують його по одній з осей ствола і потім відкладають кут, рівний $360^\circ/n$, і відстань R_c – від центра ствола до центра заморожувачої свердловини. Устя кожної свердловини позначається на місцевості кілочками, точність винесення уствів заморожувачів свердловин ± 50 мм.

Перед бурінням свердловин під кондуктор проводиться геометрична перевірка відповідності заданого маркшейдером напрямку свердловини – вертикальності, центрування над устям свердловини, прямолінійність ведучої штанги та ін.

Вертикальність встановлення кондуктора перевіряють оптичним приладом чи бічними висками. Довжина кондуктора залежить від потужності наносів і верхніх шарів слабообвалюваних порід і складає близько 20 м.

Бурова установка придатна до дії, якщо різниця відміток кутових точок платформи не перевищує 5 мм; погрішність центрування ротора над устям свердловини не більш 10 мм; різниця відміток осевих точок ротора не більш 2 мм і відхилення від вертикалі осей ведучої труби, введеної в ротор, не перевищує 0,001 довжини труби.

Зйомку глибоких вертикальних заморожуючих і контрольних свердловин роблять гіроскопічними інклінометрами І560Ф, І447Д та ВД-2, що дозволяють вимірювати зенітні кути в діапазоні від 0° до 4–6° з погрішністю 1,5–2', дирекційні кути напрямків – з погрішністю 3–6°.

Інтервал виміру зенітних і дирекційних кутів приймається не більш 30м.

Вимір свердловин глибиною до 1000 м виконується звичайно інклінометричною станцією ВД-2 на шасі автомобіля ЗІЛ-131, що виготовляється на дослідному експериментальному заводі ВНДМІ.

Основним приладом станції ВД-2 є інклінометр із гіроскопічним стабілізатором напрямку і зенітною насадкою для орієнтування інклінометра.

За результатами зйомок заморожуючих свердловин маркшейдер буде погоризонтні плани льодопородного огородження (рис. 38), по яких здійснюється оцінка повноти льодопородного огородження, визначаються межі заморожування порід до центра і до масиву.

Величини радіусів r льодопородних циліндрів визначаються з виразу:

$$r = \sqrt{\left(\frac{l}{2} + a\right)^2 + k}, \quad (14)$$

де l – відстань між свердловинами;

a – відхилення свердловини від вертикалі;

k – коефіцієнт, що залежить від товщини льодопородного огородження і приймається рівним 0,6L при побудові границь до центра і 0,4L – до масиву порід.

Тут L – товщина льодопородного огороження (визначається проектом).

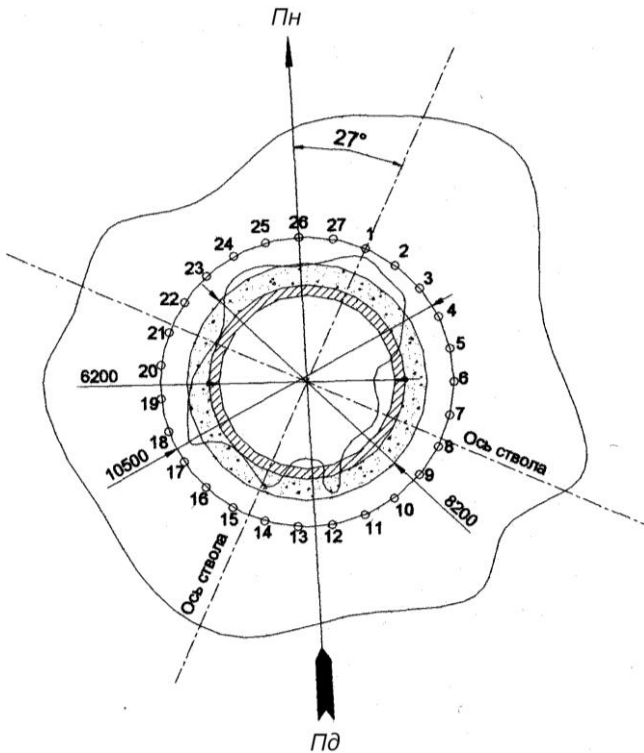


Рис. 38. Погоризонтний план льодопородного огороження

Допустиме відхилення заморожуючих свердловин від вертикалі не повинне бути більш $0,5+0,002H$, де H – глибина пробуреної свердловини, м. Але у всіх випадках максимально допустиме відхилення заморожуючих свердловин від вертикалі до центра ствола не повинне перевищувати 0,6 м.

6.2. Проходка стволів способом буріння

Проходка стволів бурінням дозволяє цілком механізувати усі роботи з руйнування гірських порід і видачі їх з вибоєм на поверхню, а також виключити небезпечну і тяжку працю шахтопрохідників.

Проходка стволів бурінням звичайно здійснюється у м'яких водоносних породах (пливуні, водоносні піски, крейда, глини і т.і.).

Для буріння стволів використовують бурові установки УЗТМ-8,75 і УЗТМ-7,5, агрегат РТБ, засновані на принципі суцільного розбурювання породи шарошками по усьому вибою.

До початку буріння ствола, як правило, споруджують його устя діаметром у світлі на 25–30 см більше діаметра кінцевого розширювача. Глибина устя залежить від типу бурового інструмента і гідрогеологічних умов. Кріплення устя звичайно споруджують із залізобетону.

Буріння ствола починають з передової свердловини (пілот-свердловини) діаметром 0,5–1,2 м, що бурять на 5–10 м нижче проектної глибини ствола.

Пілот-свердловина необхідна для направлення бурового інструменту при наступному розширенні ствола; тампонування тріщин у порушених тріщинами породах, що поглинають глиняний розчин; уточнення геолого-технічного наряду і корегування його при наступному розширенні пілот-свердловини до проектного діаметра ствола; визначення відхилення свердловини від вертикального положення і своєчасного виправлення її кривизни; створення місткості, у яку занурюють ерліфт.

Після закінчення буріння пілот-свердловини її розширюють до проектного діаметра ствола. Для розширення застосовують розширювачі різної конструкції, з яких найбільше поширення отримали розширювачі типу "Вовчок".

Маркшейдерські роботи при проходці ствола бурінням розподіляються на виконувані в підготовчий період і проведені у процесі буріння ствола і зведення кріплення.

У підготовчий період маркшейдер здійснює контроль за монтажем установки і її елементів (фундаменти під ноги бурильної вежі, вежа з майданчиком, розсувні платформи, рейкові шляхи і т. і.).

У період буріння маркшейдерське обслуговування полягає в контролі вертикальності осі ствола і правильності зведення кріплення. Відхилення осі ствола від проектного положення не повинне перевищувати відстань між зовнішньою стінкою кріплення і проектним положенням породної стінки ствола, що приймається рівним 200–350 мм.

Контроль вертикальності осі ствола ускладнюється тим, що останній під час проходки заповнений глиняним розчином.

При бурінні стволів установками УЗТМ-7,5, УЗТМ-8,75, РТБ без видачі на поверхню бурового снаряда вертикальність проходки

визначається по положенню центру бурового снаряда. Для цього може використовуватися оптичний і геометричний способи.

При оптичному способі спостерігається світловий сигнал, проєктований через бурову колонку; при геометричному – вимірюється відхилення троса, натягнутого через бурову колонку від устя ствола до бурового снаряда. В оптичному способі, що доцільний при глибинах не більш 200–250 м, використовуються прилади типу проєктиру напрямів ПН-1. При цьому роблять спостереження за світловим сигналом, який спрямований у бурильну колонку.

Геометричний спосіб дозволяє за допомогою проєкціонера на будь-якій глибині ствола в період нарощування бурової колони вимірювати відхилення троса від вершини з погрішністю, що не перевищує 20". Погрішність же положення троса щодо осі бурової колони не перевищує 20 мм.

Для зйомки стінок ствола, його проходки і положень кріплення використовується ультразвуковий локатор "Донецьк", розроблений кафедрою маркшейдерської справи Санкт-Петербурзького гірничого інституту. Прилад дозволяє визначати у стволах, заповнених буровою рідиною, розміри і форми горизонтальних перерізів і локальних порушень стінок ствола, величину і напрямок його викривлення, а також положення секцій кріплення при його зведенні з погрішністю по радіусу 2 % від радіусу ствола і 3 % в орієнтуванні вимірюваного радіуса.

У результаті вимірів виходить автоматичний запис у великому масштабі контуру перерізу.

Питання для самоконтролю

1. *Які існують спеціальні способи проходки вертикальних шахтних стволів?*
2. *Які роботи виконує маркшейдерська служба при проходці шахтного ствола способом заморожування?*
3. *Які роботи виконує маркшейдерська служба при проходці шахтного ствола способом буріння?*
4. *Що називають пілот-свердловиною?*
5. *Яке допустиме відхилення осі ствола від проектного положення при проходці ствола способом буріння?*
6. *Як визначається вертикальність проходки ствола при застосуванні установок типу УЗТМ?*
7. *Які прилади застосовують при зйомці стінок шахтного ствола?*

7. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ГОРИЗОНТУ ШАХТИ

У розділі розглядаються питання, які стосуються безпосередньо проведення підземних гірничих виробок і, зокрема, виробок приствольного двору. Окремо розглянуті різні способи і методика задавання напрямку підземним гірничим виробкам, які застосовуються у маркшейдерській практиці в залежності від призначення виробки, її загального розташування у просторі і відносно шарів гірських порід і корисної копалини.

7.1. Вивчення робочих креслень проекту горизонту

Вивчення робочих креслень горизонту – робота трудомістка і кропітка, у якій накопичення знань про проектні рішення суміщаються з плануванням і вирішенням чисто маркшейдерських питань і задач. Тому роботу з проектними кресленнями ведуть, дотримуючись принципу від загального до часткового.

Знайомство починають з великих креслень, які утримують інформацію загального характеру. Потім переходять до більш детальних креслень і, нарешті, до креслень окремих виробок.

Для нормальної роботи з проектною документацією горизонту необхідно мати 2 примірники схеми головних відкаточних виробок і плану приствольного двору.

У процесі будівництва горизонту частина креслень анулюється і замінюється новими. Усякі зміни повинні супроводжуватися своєчасним виправленням робочого плану, перерахунком проектного полігона, зміною проектного і виконавчого профілю і т. і.

Вивчення робочих креслень – це систематична робота, яку варто планувати, відводячи на неї 2–3 дні у кожному місяці.

Вивчення схеми головних відкаточних виробок будують приблизно у такій послідовності. Спочатку знайомляться з границями проектних робіт, виділяючи об'єми першої черги будівництва і креслення окремих комплексів, необхідних для детального вивчення. При цьому необхідно ретельно вивчати примітки до проекту, враховуючи, що вони не тільки пояснюють окремі рішення, але і містять відомості довідкового характеру, без яких неможлива робота з даним листом проекту.

Знайомляться із списком робочих креслень окремих комплексів, звертаючи увагу на наявність робочих креслень зі штампом "У вироб-

ництво", як першочергових для виробництва гірничопрохідницьких робіт.

Вивчають небезпечні зони, положення і характеристику свердловин, геологічні порушення, водотоки, затоплені старі виробки тощо. На проектах не завжди є вичерпні дані про небезпечні зони. Відсутні дані необхідно знайти у "Замовника" або в інших організаціях.

Вивчають межі охоронних ціликів під будинки і споруди, під виробки верхніх горизонтів і т. і.

На проектних кресленнях межі ціликів даються без координат. Тому задача полягає в точному визначенні координат кутових точок ціликів. Координати меж ціликів запитують через "Замовника" відразу ж після отримання проекту.

Детально знайомляться з проектними виробками для вентиляції і для спуску води (свердловинами, гезенками і т. і.). Вивчають можливість їхньої прив'язки на горизонті, вихід на поверхню чи інший горизонт. Підбирають необхідні матеріали, щоб зробити орієнтовані геологічні прогнози по осях проєктованих виробок.

Намічають бурові роботи – свердловини для розвідки пластів, розвідки затоплених виробок і ін.

Вивчають об'єми гірничопрохідницьких робіт з однотипним кріпленням. Намічають місця закладки постійних реперів.

Намічають вершини проектного полігона, починаючи від межі приствольного двору.

Вивчення плану приствольного двору. Креслення двору вивчають разом із профілем відкаточних шляхів, із записом питань, що виникають, і намічених заходів.

Докладно знайомляться з примітками й умовними знаками, якими насичений приствольний двір.

Знайомляться зі списком робочих креслень окремих комплексів, камер і сполученні, виділяючи з загального списку креслення першочергового застосування.

Вивчають небезпечні зони і заготовлюють необхідні матеріали для нанесення цих зон на плани.

На кресленнях двору відмічають тушшю місця ніш під механізми стрілочних переводів, пожежні крани, маслостанції й інше обладнання, роблять пояснювальні написи.

Намічають місця буріння розвідувальних і технічних свердловин.

На плані руддвору червоною тушшю намічають вершини проектного полігона.

Роблять розбивку пікетажу робочих висотних відміток, починаючи від клітьового ствола. Звичайна відстань між пікетами 10м. Біля вершин проектного полігона проставляють відстані до найближчих пікетів, щоб при виготовленні робочих планів мати прив'язку пікетажу. Нумерація робочих пікетів повинна бути єдиною для усього горизонту.

Гірничі виробки, об'єднані чи підпорядковані рішенням якої-небудь технологічної задачі, складають окремий комплекс (водовідливний, комплекс розвантажування вагонеток і т. і.). Прочитання усіх креслень комплексу ,починають з підбору усіх перерізів гірничих виробок, що входять у комплекс, і закінчують перевіркою розмірів. Основні розміри окремих креслень повинні бути ідентичні розмірам на плані приствольних виробок і розмірам на схемі головних відкатних виробок.

У виробках, де буде встановлене обладнання, необхідно обов'язково зв'язати креслення фундаментів з монтажними кресленнями.

Перерізи окремих виробок у комплексі перевіряють на стикуванні по осях рейкових шляхів (чи по осях конвеєрів), на наявність уступів, на відповідність проектних зазорів технології проходки. Перевірка сусідніх перерізів на стикування по технологічних осях потрібно для того, щоб переконатися у правильності застосування типових креслень. Перевірка сусідніх перерізів на наявність уступів важлива як для безпеки гірничопрохідницьких робіт, так і для безпеки експлуатації виробок.

Висотні відмітки головки рейок чи підосви камер і ходків прорახовують і стикують з відмітками профілів по сусідніх виробках.

7.2. Проектний полігон

Проектний полігон горизонту – це штучна побудова у вигляді полігонометричного ходу, кути і довжини якого беруть із проектних креслень.

Склад полігона. За вершини полігона приймають: точки, що лежать на осі шляху біля початку і кінця сполучень і закруглень; центри закруглень, кліть, розвантажувальних ям; характерні точки камер і сполучень виробок.

Проектний полігон насичують точками перегину ходків, камер похилих виробок, водозбирачів і т. і. На довгих виробках по кресленнях комплексів виділяють зміни типу кріплення і точки стикування різних поперечних перерізів. Якщо головні виробки мають

конвеєрний транспорт, то точки проектного полігона розташовують на осі конвеєрів.

Деяку складність представляє побудова проектного полігона на сполученнях виробок. Тут у полігон включають допоміжні точки, необхідні для переходу від осі шляху до центра закруглення (рис. 39).

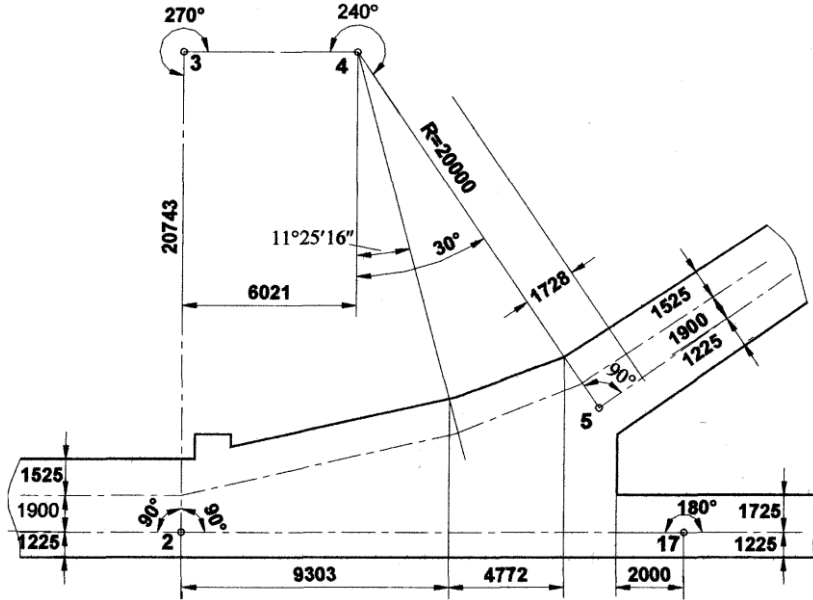


Рис. 39. Схема побудови проектного полігона на сполученні

Усі розміри для проектного полігона зобов'язані бути на проектних кресленнях.

Проектний полігон обчислюють для роботи у реальних умовах, тому користуватися проектними координатами центрів стволів у якості вихідних неприпустимо.

Вихідними для проектного полігона служать фактичні координати центрів стволів і дирекційні кути осей стволів.

Обчислення координат точок проектного полігона ведуть у спеціальному журналі у державній системі координат. Зрівнювання полігонів починають з виробок рудникового двору. Спочатку обчислюють великий замкнутий полігон, що включає основні виробки по периметру двору. Камери з ходками у великий полігон не включають.

Кутової нев'язки в полігоні не повинне бути. Якщо ж вона виявлена, то помилку варто шукати насамперед в обчисленнях, а вже потім у проєкті, в одному з центральних кутів закруглень. Помилку знаходять досить легко при порівнянні дирекційних кутів паралельних виробок.

Лінійну нев'язку, тобто нев'язку, обчислену по різниці координат, розподіляють у довжини тих сторін, дирекційні кути яких збігаються з дирекційним кутом нев'язки. Частіше виправляють довжину тільки однієї сторони. Така нев'язка обумовлена однією незначною помилкою в проєкті. Якщо ж дирекційний кут лінійної нев'язки не збігається з жодним дирекційним кутом полігона, значить у проєкті допущено декілька помилок. Такі лінійні нев'язки звичайно називають складними.

Складну лінійну нев'язку виключають двома способами.

Перший, найбільш універсальний, полягає в графічному визначенні поправок у довжини двох сторін полігона. На схемі, у масштабі 1:1 (рис. 40), із точок центра ствола, фактичного ζ_{ϕ} і обчисленого з полігона ζ_n прокреслюють лінії, дирекційні кути яких відповідають сторонам полігона. Сторони 1, 2 отриманого трикутника і будуть поправками.

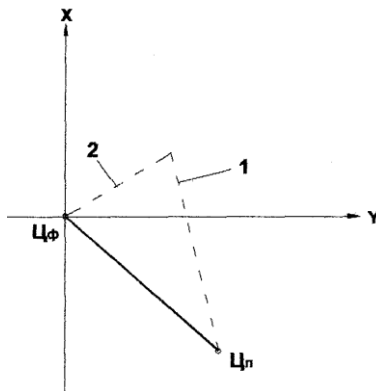


Рис. 40. Графічне визначення поправок у сторони проєктного полігона

Прямолінійні виробки, для яких визначають поправки, мають утворювати кут, тобто з'єднуватися одним закругленням. Зміна довжини цих виробок не повинна порушувати їхнього технологічного призначення. В елементи сполучень і закруглень поправок не вводять.

Знаки поправок у довжини сторін полігона можуть бути різними. Їх визначають безпосередньо на схемі в кожному конкретному випадку.

При другому способі всю лінійну нев'язку виключають з полігона шляхом уведення додаткової сторони. Цю додаткову сторону розміщують на заокругленні, розривають криву на дві, між якими і поміщають пряму вставку.

На практиці цей спосіб застосовують рідко.

Після обчислення координат точок великого полігона приступають до обчислення проміжних полігонів рудникового двору.

Відразу ж після обчислення координат точок проектних полігонів вносять необхідні виправлення в робочі креслення і роблять позначку "Виправлено після перевірки".

Закінчивши зрівнювання всіх полігонів рудникового двору, обчислюють проектні полігони на флангові стволи по головних відкаточних виробках.

Проектний полігон є основою для складання маркшейдерських робочих планів і для точного перенесення параметрів проекту в натуру.

Маркшейдерські виміри при спорудженні приствольних виробок тісно ув'язані з проектом.

Тому при користуванні пунктами планового і висотного обґрунтування завжди потрібно знати положення вибою стосовно проектного полігона. При будь-яких вимірах відбувається накопичення похибок. Найбільш значне накопичення похибок у кутах відбувається на точках, з яких задається напрямком. Кути на цих точках майже завжди вимірюють з похибками, що перевищують точність інструмента.

Тут величезний вплив робить ексцентриситет теодоліта і сигналів. Дослідження показали, що для кутів, близьких до 180° , середню похибку кута, що залежить від ексцентриситету теодоліта і сигналів, можна визначити з виразу:

$$m_{\beta} = \pm \rho \sqrt{3} \frac{l}{s}, \quad (15)$$

де l – ексцентриситет теодоліта і сигналів;

s – середня довжина сторони полігонометричного ходу.

У вибої на коротких сторонах ексцентриситет теодоліта і сигналів може бути більш ± 3 мм. Для практичних рішень звичайно приймають похибку виміру кутів у вибої $\Delta_{\beta} = \pm 90''$ для інструмента будь-якої точності.

Напрямки звичайно переносять через кожні 30 м. При такій довжині сторін (30м) середня похибка виміру кута одним повторенням близька до $\pm 20''$.

Хід, із точок якого задають напрямок, поступово віддаляється від пунктів опорної мережі. У зв'язку з цим з урахуванням похибок теодолітного ходу і двох забійних точок на 150 м від пункту опорної мережі лінійна похибка на критичній осі може досягти ± 50 мм, а на 200 м – ± 64 мм.

Проходку виробок по проектному полігону рекомендується вести таким чином.

Як тільки вибій відійде на 150–160 м, слідом за вибоєм підтягують полігонометрію підвищеної точності. Пункти полігонометрії закріплюють постійними знаками. У прямий чи зворотний хід включають одну-дві точки теодолітного ходу, з яких задавався напрямком (звичайно ближче до вибою). Точність виміру кутів і довжин у полігонометрії визначають заздалегідь.

Задана точність залежить від граничної похибки змикання зустрічних вибоїв у приствольних виробках.

Величина похибки диктується, в основному, технологією прохідницьких робіт. У вугільних шахтах виробки проходять в осадових породах, міцність яких коливається від 4 до 7 по шкалі проф. Протодияконова.

Породи розбиті тектонічними порушеннями з масою тріщин і площин ковзання. Для цих порід необхідне постійне кріплення виробок з монолітного бетону і залізобетону. Відставання постійного кріплення від вибою незначне. Тому у маркшейдера просто немає вибору при оцінці граничної похибки змикання зустрічних вибоїв. Похибка збійки не повинна перевищувати ± 50 мм.

Апарат формул для попереднього розрахунку похибки збійки і точності полігонометрії досить широкий. Але які б формули не застосовувалися, завжди необхідно знати фактичне положення пунктів полігонометрії.

Найбільш простий аналіз похибки положення пункту полігонометрії роблять по координатах x, y , отриманим з декількох (n) ходів.

$$m_{x,y} = \pm \sqrt{\frac{[V_{x,y}^2]}{n-1}}, \quad n > 2, \quad (16)$$

де $[V_{x,y}^2]$ – сума квадратів відхилень від середньоарифметичного;
 n – число ходів.

Середню квадратичну похибку арифметичної середини знаходимо з виразу

$$M_{cp} = \pm \frac{m_{x,y}}{\sqrt{n}}. \quad (17)$$

Якщо $M_{cp} > q$ (похибка збійки), то полігонометричні ходи, один або декілька, не задовольняють заданій точності.

Прокладення полігонометрії з надлишковою точністю гарантує якісні збійки у приствольному дворі і заощаджує час маркшейдера.

Пункти полігонометрії закріплюють звичайно в покрівлі виробок з неходової сторони. У спеціально пробурених шпурах бетонують металеві штирі діаметром 20–25 мм. У монолітному бетонному кріпленні довжини штирів 250–300 мм, в інших видах кріплення – 1,0–1,6 м. Виступаючу усередину виробки частину штиря (50–60 мм) роблять у формі усіченого конуса, для того щоб монтажники і прохідники не могли використовувати пункт полігонометрії не за призначенням.

Усі маркшейдерські знаки і написи роблять швидкосохнучою фарбою червоним чи жовтогарячим кольором на стінках виробок з неходової сторони.

Через 2–3 дні написи покривають тонким шаром солідолу. Це охороняє їх від впливу рудникової атмосфери і різних суб'єктивних факторів. Як правило, на усі пункти полігонометрії передають висотні відмітки.

7.3. Робочі плани

У процесі будівництва горизонту шахти маркшейдер користується робочими планами. Термін "робочі" вживають для планів, на яких нанесені проектні дані. Навантаження таких планів більше відповідає проекту, ніж факту. На робочому плані багато олівцевих написів, що пояснюють чи полегшують роботу з проектом. По мірі просування вибоїв проектне навантаження планів зменшується і замінюється фактичним. Поступово втрачає своє значення і термін "робочі" плани. Замовнику передається просто план гірничих робіт відповідного масштабу.

Своєчасне складання робочих маркшейдерських планів забезпечує точне дотримання проектних об'ємів і перерізів, полегшує працю маркшейдера, забезпечує прогнозування геологічної обстановки, що у

свою чергу, дуже важливо для прийняття своєчасних заходів з безпечного ведення гірничопрохідницьких робіт.

Для оперативної роботи виготовляють робочі плани масштабу 1:2000, 1:500, 1:200, 1:100. Плани масштабу 1:200 і 1:100 не є обов'язковими для комплексу документації шахти, але вони необхідні шахтобудівникам, тому що на них зручно працювати з проектними об'єктами і вирішувати ряд маркшейдерських і інших задач. Вибір масштабу цих планів цілком залежить від маркшейдера.

Робочий план масштабу 1:2000 виготовляють на планшетах стандартної форми. На нього в олівці наносять точки проектного полігона і контури виробок. Дрібні деталі проекту на план не наносять. У туші з проекту переносять усі розвідувальні свердловини з повною їхньою характеристикою (відмітки устя і вибою, наявність води чи тампонажу, дата тампонажу), тектонічні порушення з вказівкою кутів падіння, потужності, амплітуди зрушень, водонасиченості і т. і.; пласти вугілля з описом міцності, газонасиченості, потужності, кутів падіння; границі охоронних ціликів.

Робочий план приствольних виробок масштабу 1:500 виготовляють на планшетах стандартної форми. На нього олівцем наносять проектний полігон, усі проектні виробки, схему пікетів. На цей план наносять усі дрібні деталі проекту в точній відповідності з масштабом. На план наноситься вся геологічна ситуація. Цей план є основою для усіх гірничопрохідницьких робіт.

Робочі плани масштабу 1:200 і 1:100 виготовляють довільного формату у туші.

Пояснювальні написи повинні містити наступні зведення: назва і номери робочих креслень, по яких складений план; адреса координат точок проектного полігона (номери журналів і сторінок); номери креслень поперечних перерізів виробок; розміри від проектної осі шляху (конвеєра) до стінок виробки; проектні скоби C_n ; номери журналів і сторінок, де містяться координати точок полігонометричного ходу; проектний дирекційний кут і проектний ухил. Разом з робочими планами виготовляють робочі профілі по окремих виробках.

Проектна скоба C_n – один з найважливіших елементів робочого плану великого масштабу. Визначають проектну скобу C_n від проектної осі шляху, тобто від сторони проектного полігона. Як правило, для більшості типів кріплення всі необхідні розміри є на кресленнях перерізів.

Якщо ж на кресленні немає необхідних для обчислення C_n розмірів, то переріз виробки викреслюють у великому масштабі (1:10,

1:20) і розмір C_n визначають графічно. При визначенні проектної скоби уважно враховують зміну відстаней між осями шляхів у сусідніх перерізах.

7.4. Задавання напрямків при проведенні виробок

7.4.1 Загальні відомості

Напрямок у горизонтальній площині задають гірничій виробці розмірами (скобами) до точок чи бортів або елементів кріплення від вертикальної площини, положення якого визначено аналітично. На плані цю площину позначають прямою лінією. У виробці вертикальну площину закріплюють чотирма точками. З точок опускають виски, що утворюють створ. Користуючись створом висків і робочими скобами C_n визначають проектне і фактичне положення виробки.

Відстань між висками роблять 2–5 м. При відстані між висками 2–3 м вибій може віддалятися від останнього виска до 40 м. Збільшення відстаней між висками до 4–5 м дозволяє відпускати вибій від останнього виска на 60 м.

Будь-який напрямок на проходку повинен задовольняти одночасно двом вимогам: надійності та точності.

Надійність – умова збереження незмінного положення створу висків при буровибухових роботах. Для підвищення надійності закріплюють у виробці не три виски, а чотири. Якщо один зі висків буде вибитий зі створу, то три останні, що залишилися, збережуть створ напрямку.

Точність – умова, при якій забезпечується безпомилкове перенесення параметрів проекту в натуру. Точність залежить від кутових і лінійних вимірів у шахті.

У залежності від поставленої задачі намічають черговість виконання вимог: забезпечувати спочатку надійність, а потім точність чи навпаки.

Справа у тім, що закріпити в одній вертикальній площині за допомогою оптичного інструмента довільно декілька точок легше, ніж закріпити одну точку на перетині двох вертикальних площин. Коли вимогу точності необхідно виконати першою, намічену заздалегідь точку позначають (фіксують) у виробці тимчасово, тобто працюють з "загубленою" точкою.

У залежності від положення створу висків по відношенню до осі шляху (осі конвеєра, осі виробки) розрізняють напрямок паралельно осі і напрямок по осі.

Перший спосіб найбільш поширений, оскільки він економічний з урахуванням витрат часу і дозволяє маркшейдеру закріпити напрямок у зручному для нього і для прохідників місці.

Напрямок по осі задають у тому випадку, коли це потрібно технологією прохідницьких чи монтажних робіт, а також для встановлення покажчиків напрямків.

Напрямок на проведення заокруглень має свої особливості на усіх етапах роботи, особливо при камеральній обробці.

Напрямок для проведення сполучень ствола і технологічного відходу – перша і специфічна задача, рішенням якої маркшейдер починає роботи на новому горизонті шахти.

7.4.2 Задавання напрямку для проведення сполучення ствола

Напрямок на проведення сполучення ствола задають за допомогою двох висків, розташованих на головній осі ствола. Лебідки з дротами встановлюють над отворами основної прохідницької рами. Пропускають дріт під перекриття, з бадді навішують невеликий вантаж і опускають виски до верхнього поверху прохідницького полку.

Полок опускають якнайближче до сполучення, тобто залишають мінімальну робочу струну канатів навантажувальної техніки.

Виски на полку (рис. 41) навантажують однаковими вантажами і зв'язують тонким дротом (перемичкою), залишаючи зазор між висками і стінкою ствола 0,6–0,8 м. Маса вантажів не повинні відрізнятись один від одного більш 0,5 кг. Це потрібно для того, щоб заглушити коливання в напрямку створу висків. З бадді оглядають виски по усьому стволу. Відводять убік центральний висок, щоб він не заважав роботі. У створі висків на стінках ствола закріплюють скоби. Між скобами, вище перемички, між висками натягають тонкий дріт. Заспокоюють виски і підводять дріт до торкання з обома висками. Відмічають положення дроту на скобах. Роблять по два-три таких прийоми з кожної сторони висків. Середнє положення дроту з усіх прийомів відмічають насічкою чи пропилом.

Точність визначення осьових точок на скоби таким методом досить висока (3–4 мм). На ці ж скоби передають висотні відмітки.

Якщо сполучення розробляють після проходки ствола, то осьові скоби закладають у 4–5 м вище сполучення.

Підіймають прохідницький полок 2 так, щоб з нижнього поверху на скобах можна було закріпити виски. Виски 1 опускають до підшви сполучення. Дріт висків варто брати діаметром 1,5–2,0 мм, вантажі по 12–15 кг.

В зв'язку з тим, що струни висків досягають довжини 25–30 м і проходять біля стінки ствола, їх зв'язують перемичкою і користуються створом невірних висків (рис. 41, б).

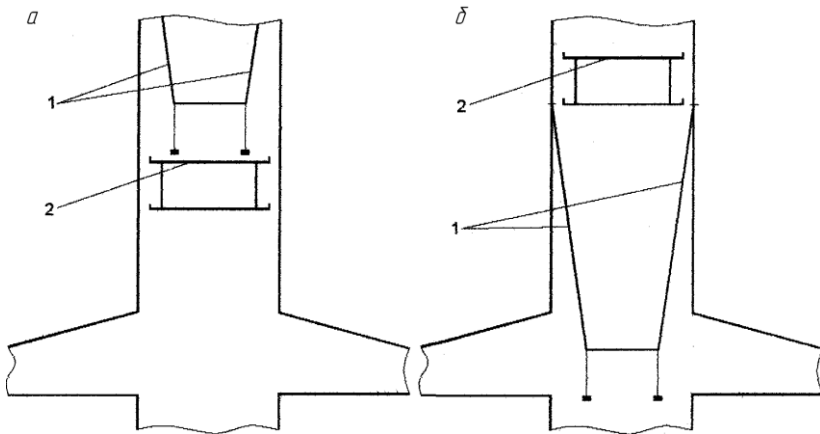


Рис. 41. Схема задавання напрямку на проходку сполучення ствола

Робочі дужки для проходки визначають по кресленню сполучення ствола. Від осьових скоб дають прив'язку покрівлі і підшви сполучення. Напрямок у вертикальній площині задають бічними висотними реперами точно так, як це роблять у горизонтальних виробках.

Вихідним для задавання напрямку у вертикальній площині служить спеціальний висотний репер, що закріплюється у стінці ствола.

Інструкцією дозволяється відхід від ствола по створу висків до 20 м. Однак практика показує, що від стволів, що будуть обладнані підймальними посудинами, такий відхід робити небажано. Краще обмежитися розробкою сполучення, зробити орієнтування і центрування підземних опорних мереж і тільки потім задати напрямок на проходку виробки горизонту.

7.4.3. Задавання напрямку паралельно осі виробки

Задавання напрямку паралельно осі шляху (осі виробки, осі конвеєра) найбільш поширено в практиці проходки гірничих виробок.

Вибір місця закріплення висків у шахті роблять з таким розрахунком, щоб виски і привибійну точку можна було швидко і

надійно закріпити, і щоб величина робочої скоби була зручною для прохідників.

Незалежно від типу постійного кріплення величина робочої скоби повинна бути у межах 0,3–1,2 м. Такий інтервал залежить від ряду причин. На стінках виробки завжди підвишені трубопроводи для стиснутого повітря і зрошення, пожежний трубопровід, силові кабелі, кабелі сигналізації і керування, інше обладнання.

Тому напрямок з робочою скобою менш 0,3 м незручний. Він часто не проглядається до вибою на потрібній висоті. Роботи робочу скобу більш 1,2 м теж небажано. Для того, щоб виміряти таку скобу, потрібно 2 чоловіки, а це витрати часу і відволікання людей з вибою.

Напрямок задають як з ходової так і з неходової сторони виробки. Роботи з завдання напрямку намагаються виконати в той час, коли прохідники зводять кріплення чи роблять буріння шпурів.

Закріплюють забійну точку у такому місці, де швидше і легше всього приготувати майданчик для встановлення теодоліта.

При підготовці вихідних даних для задавання напрямку з робочого плану великого масштабу (1:100 чи 1:200) і з журналу координат пунктів полігонометричних ходів виписують у робочу книжку дирекційний кут сторони 2–3, раніше вимірний горизонтальний кут на точці 2, проектний дирекційний кут осі виробки (осі шляху), довжини сторін 1–2 і 2–3. Якщо точками полігонометричного ходу не користувалися тривалий час, то виписують раніше вимірні кути на сусідніх точках (рис. 42).

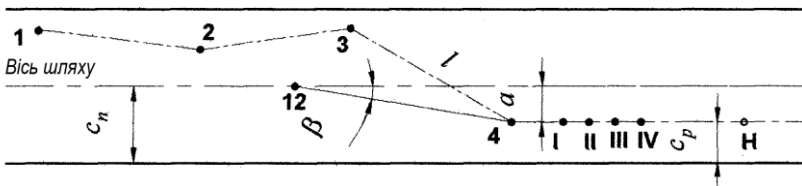


Рис. 42. Схема задавання напрямку паралельно осі

У шахті спочатку оглядають вибої, закріплюють забійну маркшейдерську точку 4, виміряють контрольний кут на точці 2 і перевіряють довжину 2–3, роблять необхідні виміри для визначення положення забійної точки 4. Використовуючи дирекційний кут сторони 2–3 і вимірний кут на точці 3, обчислюють дирекційний кут сторони 3–4. По дирекційному куту сторони 3–4 і проектному дирекційному куту осі виробки обчислюють кут на напрямок ($\angle 3-4-H$).

Із забійної точки 4 по обчисленому куту закріплюють напрямок чотирма висками I, II, III, IV. Роблять кутові і лінійні виміри на точці 4, а також зйомку виробки.

За результатами вимірів перевіряють відповідність фактичного дирекційного кута напрямку проектному.

Різниця має не перевищувати $\pm 1'30''$ для інструмента 30" точності.

Після робіт, виконаних у шахті, виконують камеральну обробку на поверхні. Для цього перевіряють робочу книжку. Обчислюють координати забійної точки 4. Обчислюють координати умовної точки напрямку H (10–50 м від забійної). Наносять на план точку 4, точку H, виски напрямку I, II, III, IV положення стінок виробки і вибою.

По координатах вибійної точки 4 і найближчої точки проектного полігону 12 вирішують зворотну задачу: визначають дирекційний кут і довжину лінії 12-4. По різниці дирекційних кутів сторони 12-4 і осі шляху знаходять кут β . Обчислюють величину зміщення напрямку a щодо проектної осі шляху.

$$a = l \sin \beta . \quad (18)$$

По величині a і проектній скобі визначають робочу скобу

$$C_p = C_n - a . \quad (19)$$

Складають ескіз напрямку, у якому вказують відстань між висками, робочу скобу, прив'язку виробки до висків, ніші й інші деталі проекту.

На цьому ж ескізі вказують результати контролю готової виробки і зауваження по якості проходки і кріплення.

7.4.4. Задавання напрямку по осі

Варіант задавання напрямку по осі виробки застосовується значно рідше, ніж задавання напрямку паралельно осі. Це пояснюється труднощами закріплення точок теодолітного ходу і створу висків на арках кріплення.

Напрямок по осі задають у тих випадках, коли забезпечується мінімум робіт по закріпленню створу висків на весь час проходки. Це досягається застосуванням світлових і лазерних покажчиків напрямків.

Напрямок, заданий по осі, використовують також для монтажних робіт після проходки виробки.

Похибка визначення положення забійної точки на проектній осі не повинна перевищувати ± 10 мм.

При підготовці вихідних даних спочатку виписують довжини і дирекційні кути, необхідні для задавання напрямку.

На робочому плані великого масштабу в місці, зручному для встановлення теодоліта, намічають точку Π на заданій осі.

По величині a_1 і куту γ_1 обчислюють довжину l_1 і дирекційний кут лінії 3- Π .

Величину a_1 обчислюють на найближчій точці теодолітного ходу 3, а кут γ_1 визначають графічно з плану до часток градуса. Відстань l_1 повинна бути більш 10 м, щоб зменшити вплив центрування теодоліта на вимірювання кутів у точках Π і 3 (рис. 43).

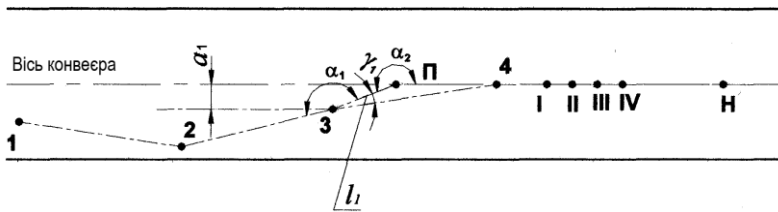


Рис. 43. Схема задавання напрямку по осі

У шахті вимірюють контрольний кут на точці 2, а при необхідності і на точці 1. По обчисленому куту a_1 і довжині l_1 із точки 3 при двох положеннях, труби виносять і закріплюють тимчасово точку Π на ґрунті виробки (у подальшому точка Π буде загублена). Вимірюють кут на точці 3. З точки Π по куту a_2 закріплюють напрямок чотирма висками I, II, III, IV. У створі цього напрямку закріплюють забійну точку 4.

Потім роблять кутові і лінійні виміри на точках 2, 3, 4, необхідні для визначення остаточного положення забійної точки і заданого напрямку. Роблять також детальну зйомку виробки і вибою.

За результатами проведених вимірів перевіряють відповідність фактичного дирекційного кута напрямку і проектного.

Різниця залежить від заданої точності напрямку.

7.4.5. Загальний випадок задавання напрямку в горизонтальній площині

Роботи з задавання напрямку в загальному випадку можна умовно розділити на 3 етапи.

Нехай зі збірного штреку необхідно задати напрямок на проходку конвеєрного квершлягу (рис. 44).

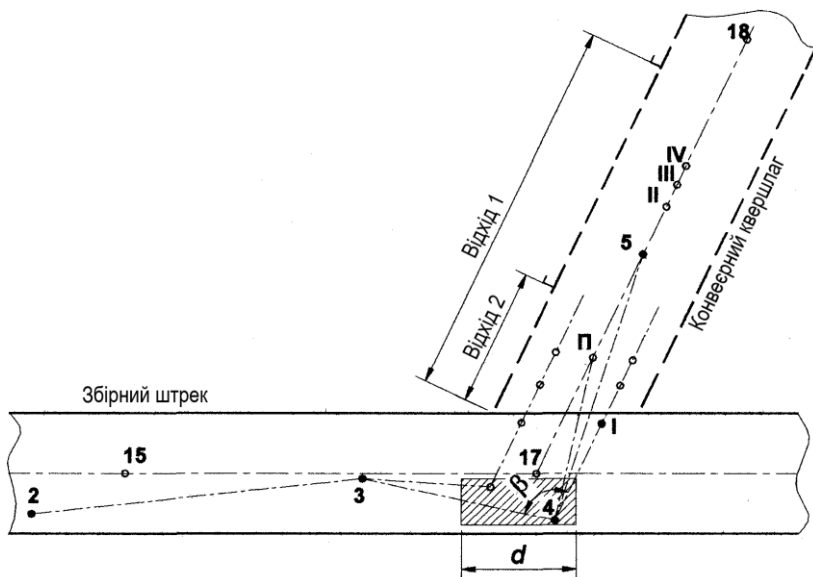


Рис. 44. Загальний випадок задавання напрямку в горизонтальній площині

Напрямок 17-18 відповідає проектному напрямку осі квершлягу. На початку на робочому плані великого масштабу намічають графічно зону d можливого закріплення забійної точки 4 (на рисунку ця зона заштрихована).

Закріпивши точку 4, обчислюють кут повороту β , і закріплюють один висок (I) напрямку. Прив'язку напрямку роблять на бортах виробки особливими позначками.

Після того, як вибій відійде на відстань, що дозволяє закріпити чотири виски напрямку ($\sim 10-12$ м), задають звичайний напрямок паралельно осі 17-18.

Коли ж вибій просунеться на 30–40 м і з'явиться можливість вийти на вісь з мінімальними помилками, закріплюють напрямок осі, як описано у попередньому параграфі.

7.4.6. Задавання напрямку по створу

Напрямок по створу – це продовження існуючого напрямку ближче до вибою. Підготовки вихідних даних для цього виду робіт не потрібно.

У шахті візуально перевіряють створ існуючого напрямку. Якщо створ зберігається, центрують теодоліт під маркшейдерською точкою одним із висків існуючого напрямку; наводять трубу на точку попереднього напрямку; переконуються, що теодоліт і один із висків існуючого напрямку знаходяться у створі з точкою попереднього напрямку, закріплюють новий напрямок. Роблять звичайні виміри довжин ліній і зйомку вибою. Обов'язково вимірюють відстань між висками старого напрямку.

Щоб уникнути помилок у роботі зі створами напрямків варто користуватися схемами робіт, наведеними на *рис. 45*.

При оцінці створності висків існуючого напрямку користуються бісектором сітки ниток труби. Знаючи діаметр нитки висків, оцінюють величину зсуву контрольованих точок у реальних величинах. Під час оцінки користуються значенням $tg 1' = 0,0003$.

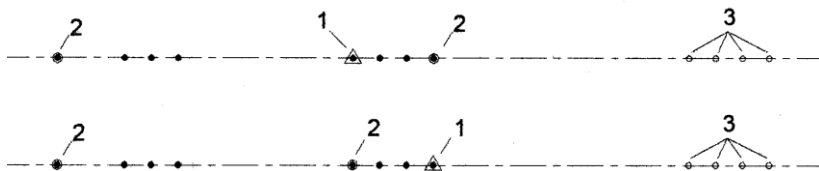


Рис. 45. Схема задавання напрямку по створу:

1 – теодоліт; 2 – точки, створ яких перевіряється; 3 – новий напрямок

Продовжувати напрямок по створу висками можна на 100–120 м від пункту полігонометрії.

Для закріплення напрямку по створу застосовують також світлові покажчики напрямків УНС-2 і покажчики з лазерним джерелом світла ЛУН.

Прилад УНС-2 використовують рідше через конструктивні недоліки.

Широке застосування для задавань напрямків знайшли лазерні покажчики напрямків ЛУН-7 і ЛУН-9.

Лазерні покажчики напрямків призначені для задавання напрямків горизонтальним і похилим гірничим виробкам на шахтах і рудниках, небезпечних по вибуху газу і пилу при їхній проходці і кріпленні, при спорудженні метро, у тунельобудуванні, а також при монтажі конвеєрів, настиланню рейкових шляхів і при контролі виконання цих робіт.

Покажчик ЛУН-9 являє собою світлопроекційний прилад з гелій-неоновим лазером як джерелом світла. Він складається з проектора, що створює вузькоспрямований пучок червоного кольору, і похилого

екера, що дає можливість змінювати напрямок світлового пучка у вертикальній площині, яка перпендикулярна до вихідного пучка у межах від 0 до 90° і від 0 до 65°. Це дає можливість використовувати прилад для задавання напрямку похилим і крутоповстаючим виробкам. Екер оснащений 20-секундним рівнем і вертикальним кругом з ціною поділки 1 хвилина.

У лазерному покажчику ЛУН-9 застосована компактна електронна схема стабілізації напруги живлення, що знизило масу комплекту до 18 кг.

Прилад живиться безпосередньо від мережі змінного струму напругою $127\text{ В} \pm 25\%$, герметичний, може працювати при 100 % вологості і температурі навколишнього середовища від -40° до $+40^\circ\text{ C}$. Дальність дії 500 м. Виконання приладу вибухово- і фотобезпечне.

7.4.7. Задавання напрямку на проведення закруглення

Напрямок на проведення закруглення спочатку довільно намічають на робочому плані М 1:100 (лінії 1-1' чи 2-2'), *рис. 46*.

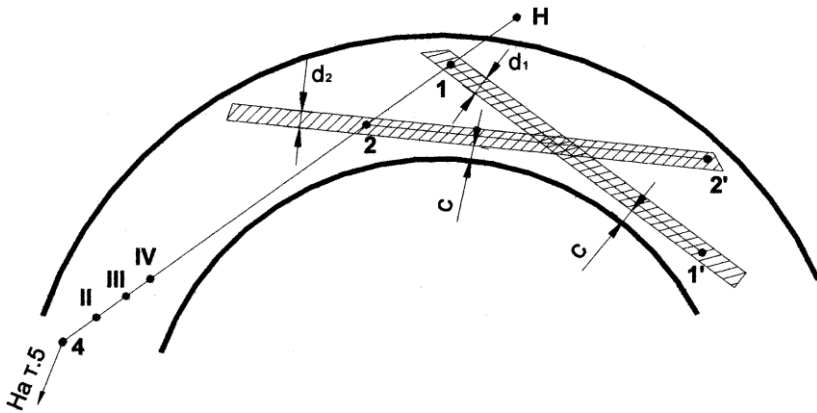


Рис. 46. Підготовка варіантів напрямку

Ці лінії прокреслюють так, щоб із внутрішньої сторони виробки мінімальна відстань C до напрямку було не менше 30–35 см. Відразу на плані визначають зону d_1 можливого зміщення напрямку. Величина зони вибирається з таким розрахунком, щоб напрямок охоплював можливо більший відрізок виробки. Положення точки 1 (або 2) визначають графічно по відношенню до найближчої точки (4) полігонометричного ходу від останнього виска старого напрямку і

стілки виробки. Транспортиром з точністю до $0,5^\circ$ на плані визначають дирекційний кут лінії $I-I'$, і як запасний варіант – лінії $2-2'$ щоб унеможливити себе від можливих випадковостей.

У роботу книжку виписують дирекційний кут останнього напрямку (a_{4-n}), довжини останніх сторін ходу (l_{4-5} , $l_{4-III,IV}$), раніше виміряні кути (кут $5-4-H$), заготовлюється ескіз місця знаходження майбутніх точок I і 2 , записують розмір C і величину зони зміщення напрямків d_1 і d_2 .

У шахті, користуючись заготовленим ескізом, та виміром, виконаним рулеткою, визначають місце розташування точки I і зон зміщення, закріплюють точку I . Після цього на точці 4 вимірюють контрольний кут і кут $5-4-I$. По вимірних кутах обчислюють дирекційний кут сторони $4-I$. По різниці дирекційних кутів $I-I'$ і $I-4$ визначають кут на точці I для задавання напрямку.

З точки I по обчисленому куту закріплюють напрямку $I-I'$. Роблять зйомку вибою виробки, а також положення кріплення у вибої.

Якщо намічений на поверхні варіант неможливо застосувати через різні причини, тоді працюють по запасному варіанті з точки 2 .

Якщо закріпити точки обох варіантів не є можливим, то роботу виконують по одному з варіантів, але з "загубленою" точкою.

У цьому випадку точку I (або 2) тимчасово закріплюють на підшві виробки, вимірюють кут $5-4-I$, обчислюють кут $4-I-I'$ і з точки I закріплюють новий напрямку. Один із висків позначають як забійну точку. Роблять кутові і лінійні виміри, необхідні для визначення координат забійної точки і напрямку H . На точці I кут не вимірюють.

Після проведення польових робіт обчислюють координати забійної точки й умовної точки напрямку H . На план наносять забійну точку, точку H , виски напрямку і положення кріплення у вибої. Якщо проходка заокруглення тільки починається, то намічають положення першої рами кріплення чи першої арки опалубки. Подальша робота полягає у визначенні робочих скоб від лінії напрямку до стінок виробки.

У маркшейдерській практиці для визначення робочих скоб застосовують спосіб перпендикулярів і спосіб радіусів.

Робочі скоби по перпендикулярах до лінії напрямку намічають через рівні проміжки від останнього виску напрямку.

На *рис. 47* скоби l_1, l_2, \dots, l_{11} і т. і. показані для зовнішньої стінки виробки, а скоби $l'_1, l'_2, \dots, l'_{11}$ і т. і. – для внутрішньої.

Пунктиром показані три цикли буровибухових робіт. Внаслідок того, що розміри дужок змінюються, не завжди у вибої можна

визначити напрямок дужки для внутрішньої стінки виробки. В результаті оконтурювання вибою робиться з грубими помилками.

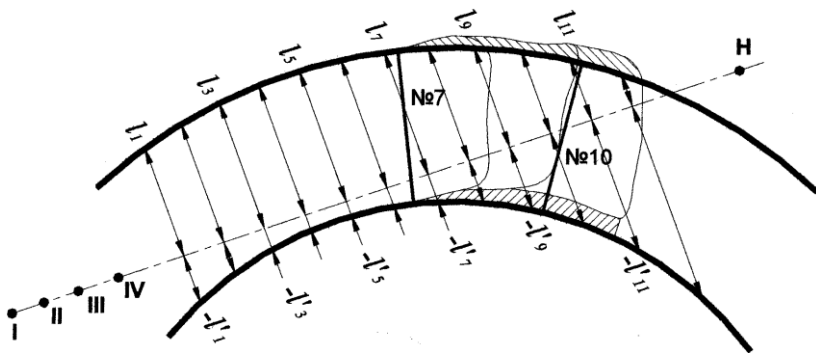


Рис. 47. Схема розташування скобок за перпендикулярами

Практика показує, що вибій завжди "тягне" убік зовнішньої стінки виробки. В результаті відбуваються перебори породи з однієї стінки і присічка породи з іншої. Для правильного встановлення кріплення (див. рами № 7 і №10 на *рис. 47*) недостатньо одного перпендикуляра. Для кожної рами їх потрібно два, що не можна передбачити заздалегідь. Тому робочі скоби по перпендикулярах переважно слід застосовувати при проведенні криволінійних виробок без кріплення.

Для виробок з металевою рамою, монолітним бетонним і залізобетонним кріпленням робочі скоби задають за *радіусами*, що дозволяє правильно оконтурювати вибій і вірно встановлювати кріплення (*рис. 48*).

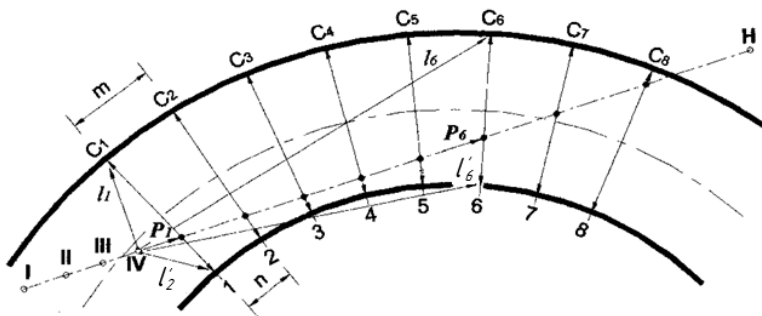


Рис. 48. Схема розташування скоб на радіусах

На плані намічають положення першої рами кріплення чи першої арки опалубки. Потім зовнішню стінку виробки розбивають на відрізки m (крок кріплення). Розмір m для металевого кріплення задається проектом, а для монолітного бетонного кріплення лімітується застосовуваною опалубкою.

Якщо m менше 1м , то розбивку відрізків роблять через $2m$. З'єднують точки зовнішньої стінки з центром закруглення O . Відрізки радіусів між стінками виробки визначають положення рам кріплення чи арок опалубки. Крок кріплення n по внутрішній стінці (рис. 49) визначають за формулою

$$n = m(R - C_n) / (R + B - C_n),$$

- де m – крок кріплення по зовнішній стінці;
 n – крок кріплення по внутрішній стінці;
 R – радіус закруглення;
 B – ширина виробки у світлі.

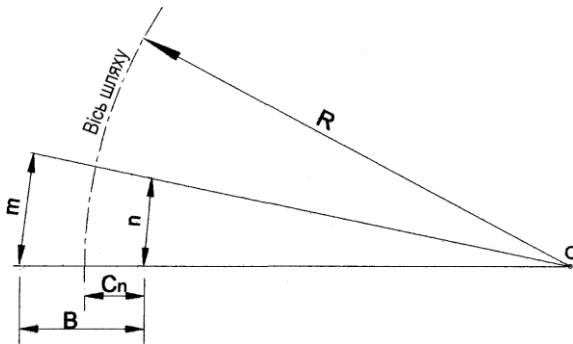


Рис. 49. Схема визначення кроку кріплення

Далі графічно визначають робочі скоби C_1, C_2, \dots, C_n від лінії напрямку до зовнішньої стінки виробки. Окрім робочих скоб роблять прив'язку окремих рам від останнього виску напрямку. На рис. 48 це рами перша (розміри P_1, l_1, l'_1) і шоста (розміри P_6, l_6, l'_6). Розмір l'_6 являє собою ламану лінію, що складається з чотирьох відрізків: від виску IV до рами 3, від рами 3 до рами 4, від рами 4 до рами 5 і від рами 5 до рами 6, тобто розмір l'_6 дорівнює першому відрізку плюс $3n$. По розмірах p і l прохідники виправляють помилки, що накопичилися, при встановленні кріплення. Усі роботи з задавання напрямків на заокругленні необхідно робити у дві руки.

7.4.8. Задавання напрямку на проведення сполучень горизонтальних виробок

Розміри сполучень в залежності від кількості рейкових шляхів і марок стрілочних переводів коливаються у широких межах. Усі можливі варіанти проведення сполучень можна розділити на три випадки:

- проведення сполучення "по ходу";
- проведення сполучення "проти ходу";
- проведення сполучення "з боку заїзду".

Найбільш типовим кріпленням сполучення є монолітне бетонне кріплення.

Перед початком робіт необхідно вивчити робоче креслення сполучення (вузла) і проект виробництва робіт (паспорт) з метою визначення послідовності розробки вузла, числа заходок, кроку опалубки.

При проведенні сполучення "по ходу" напрямком задають паралельно осі основного шляху.

Після обчислення робочої скоби C_p намічають на робочому плані масштабу 1:100 скоби-зарубки для точного позначення в натурі косої стінки сполучення (рис. 50).

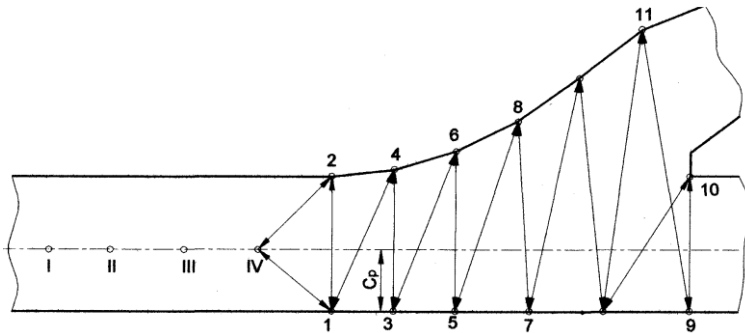


Рис. 50. Схема скобок-зарубок при проходці сполучення "по ходу"

Прив'язку косої стінки починають з точок 1 і 2.

Лінія 1-2 позначає початок вузла і дорівнює ширині першої арки. Відстань від висків до точок 1 і 2 визначають графічно з плану.

Точки 3, 5, 7, 9 (вони називаються базисними) визначають за робочим кресленням сполучення і паспортом кріплення. Базисні точки повинні відповідати місцям установки фактичних арок опалубки. Лінії 3-4, 5-6, 7-8, 9-10 дорівнюють ширині відповідних арок опалубки.

Лінія 9-11 по місцезнаходженню і величині відповідає косій арці. Відстані 1-4, 3-6, 5-8, 7-11, 7-10 визначають графічно. Зарубки будують так, щоб кути в трикутниках були не менш 30° . Базисні точки намічають на прямій стінці сполучення, а не на лінії напрямку. Робоча скоба C_p дає можливість правильно перенести в натуру пряму стінку, що і служить надалі базисом для розмітки інших елементів сполучення.

При проведенні сполучення "проти ходу" напрямок задають також паралельно осі основного шляху. Визначення місцезнаходження і розмірів скобок-зарубок таке ж, як у варіанті проходки вузла "по ходу".

Порядок визначення базисних і інших точок вузла показаний на рис. 51. В цьому варіанті деякі труднощі являє встановлення косої арки.

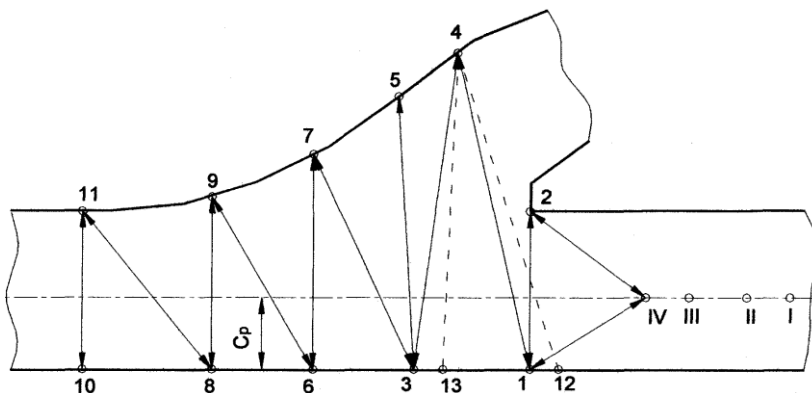


Рис. 51. Схема скобок-зарубок при проходці сполучення проти ходу

Часто у слабких породах заходка настільки мала, що з точок 3 і 1 невігодно робити зарубку на точку 4, тому що кут 3-4-1 менше 30° . У цьому випадку намічають додаткові базисні точки 12 і 13. Точкою 2 для встановлення косої арки не користуються.

При проведенні сполучення "з боку заїзду" напрямок задають двічі. Перший напрямок задають паралельно одній з ділянок косої стінки (рис. 52).

Дирекційний кут напрямку обчислюють, користуючись проектним полігоном і розмірами робочого креслення сполучення. Робочу скобу C_p визначають графічно на плані масштабу 1:100 (один з рідких

випадків, коли робочу дужку не обчислюють). Напрямок задають так, щоб робоча скоба була мінімальною, тобто 30–40 см.

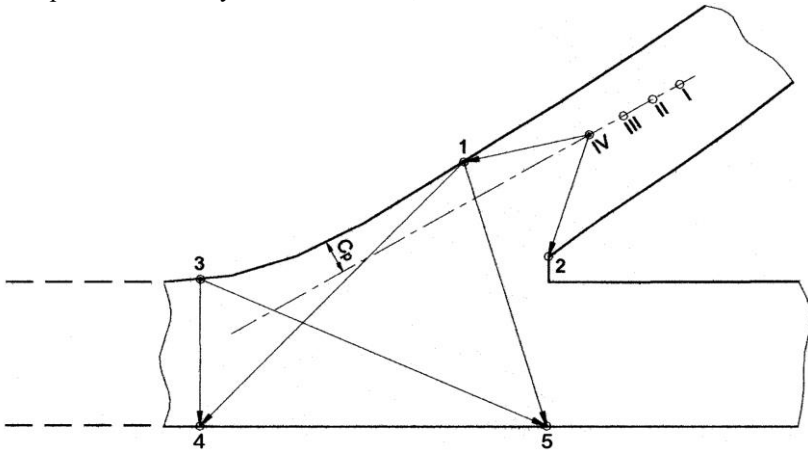


Рис. 52. Схема скобок-зарубок при проходці сполучення з боку заїзду

Від висків напрямку дають прив'язку точок 1, 2 і 3. Розміри ліній IV-1, IV-2 визначають графічно. Розмір 1-2 відповідає проектній ширині арки. Розмір 1-5 дорівнює ширині косої арки. Розміри 3-4, 4-5 визначають по кресленню вузла і паспорту кріплення. Останнім визначають розмір 1-3.

Після бетонування першої заходки прокладають теодолітний хід і задають новий напрямок, паралельний основному шляху сполучення. Усю подальшу роботу будують так, як зазначено у варіанті проходки "проти ходу".

7.4.9. Задавання напрямку виробкам у вертикальній площині

Перед проведенням виробок приствольного двору крім проектного полігона складається проектний профіль приствольних і основних відкаточних виробок. При цьому на схему гірничих виробок наносять точки зміни проектних ухилів і кутів нахилу виробок, відмітки цих точок і відстані між ними. По різниці відміток і відстані між суміжними точками обчислюють ухили виробок для кожної ланки, що повинні відповідати ухилам, заданим у проекті.

Напрямок у вертикальній площині зазвичай задають нівеліром при кутах до 6° ($i = \pm 0,1$) і теодолітом при кутах нахилу більш 6° .

Як для горизонтальних, так і для похилих виробок напрямок у вертикальній площині задають методом бічних реперів ("стінних

реперів"), який полягає у тім, що при проходці виробки на її стінках закріплюються репери в одній похилій площині, нахил яких відповідає проектному.

Метод висків застосування не знайшов, тому що для проходки капітальної виробки не можна задавати висотні репери тільки по одній лінії.

При проходці другорядних виробок досить ватерпаса чи спеціального трикутника з виском.

У практиці застосовують два способи задавання напрямку за допомогою бічних реперів: основний спосіб – від точки теодолітного ходу, що має висотну відмітку, та *робочий* спосіб – від існуючих висотних бічних реперів.

Застосування цих способів при проходці похилих виробок докладно розглянуті в розділі 5.2.

При проходці горизонтальних виробок задавання напрямку основним способом починається з підготовки вихідних даних. При цьому в робочій нівелірній книжці випишують із бланка профілю проектні висотні відмітки голівки рейки декількох пікетів і проектний ухил. Тут же випишують висотні відмітки постійних пунктів полігонометрії і роблять зарисовку прив'язки одного чи декількох проектних пікетів до цих пунктів.

У шахті на бортах виробки намічають місця пікетів по прив'язці від пунктів полігонометрії.

Встановлюють нівелір і беруть відлік по рейці на постійному пункті. Відмічають на бортах виробки горизонт інструмента на кожному пікеті.

Обчислюють відмітку горизонту інструмента $H_{гор}$.

По проектних відмітках пікетів $H_{пк}$ і відмітці горизонту інструмента обчислюють доміри Δh від горизонту інструмента до рівня реперів

$$\Delta h = H_{пк} - H_{гор}$$

На інших пікетах доміри обчислюють по проектному ухилі. Усі обчислення оформлюють у робочій книжці у вигляді схеми (рис. 53).

Відміряють на кожному пікеті від горизонту інструмента доміри зі своїми знаками і відмічають спеціальними значками рівень реперів, відмітки яких на 1 м вище проектної голівки реперів. Знаки звичайно фіксують фарбою яскравого кольору чи цвяхом при дерев'яному кріпленні.

Відміряють на кожному пікеті від горизонту інструмента доміри зі своїми знаками і відмічають спеціальними значками рівень реперів, відмітки яких на 1 м вище проектної голівки рейок. Знаки звичайно фіксують фарбою яскравого кольору чи цвяхом при дерев'яному кріпленні.

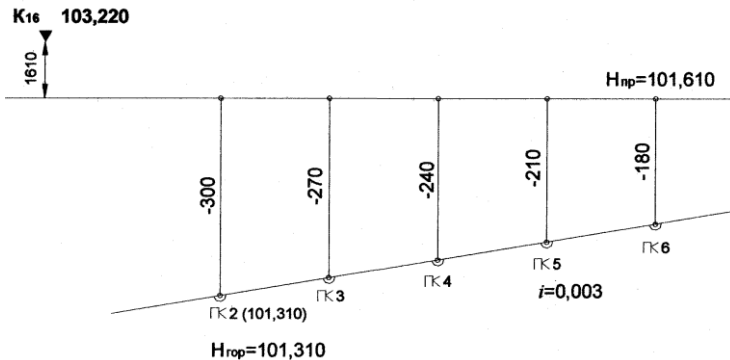


Рис. 53. Приклад запису перевіщень при основному способі

Переставляють нівелір, відмічають новий горизонт на останньому пікеті і вибірково ще на однім-двох пікетах і беруть відлік по рейці на постійному пункті.

Заміряють від нового горизонту відстань до бічних реперів і обчислюють їхні відмітки. Порівнюють отримані відмітки з проектними. Різниця не повинна перевищувати ± 4 мм. Усі обчислення домірів виконуються в дві руки.

Робочий спосіб задавання напрямку у вертикальній площині застосовується для того, щоб перенести напрямок ближче до вибою.

Як вихідними пунктами у цьому випадку користуються існуючими бічними реперами.

Спочатку розбивають пікетаж (зазвичай через 10 м), встановлюють нівелір і відмічають горизонт інструмента на трьох відомих бічних реперах і на нових забійних реперах.

Вимірюють від існуючих реперів відстань до горизонту інструмента. Різниця між фактичними розмірами й обчисленими по проектному ухилу не повинна перевищувати ± 5 мм.

Виписують вимірювані відстані на схему (рис. 54) і обчислюють по проектному ухилі доміри на забійних пікетах (ПК19–ПК21). Від горизонту інструмента відкладають доміри і відмічають рівень нових бічних реперів.

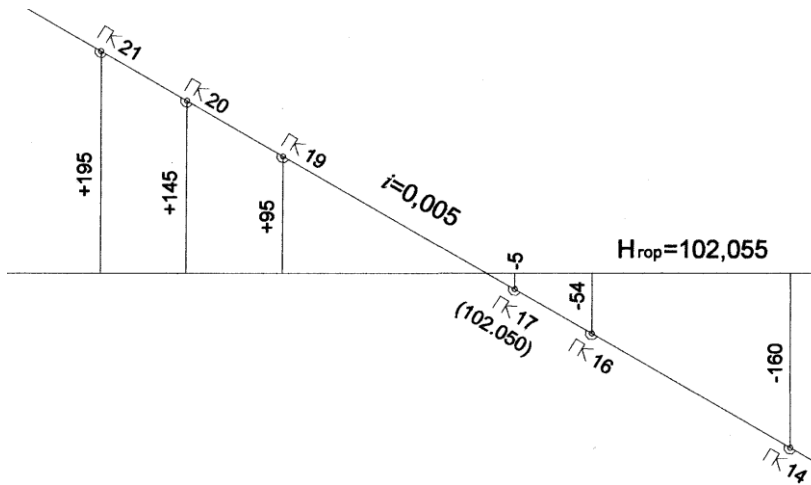


Рис. 54. Приклад запису перевищень при робочому способі

Одночасно із заданням реперів виконується нівелювання голівок рейок і покрівлі виробки.

Основний спосіб застосовують через 120–140 м просування вибою в обов'язковому порядку для контролю робочого способу.

7.4.10. Особливі випадки задавання напрямків

1. Задавання напрямку у вертикальній площині по дузі кола.

У шахтах, обладнаних конвеєрами, проходку деяких виробок ведуть у вертикальній площині по дузі кола. Наприклад, по дузі проходять конвеєрний квершлаг для перевантаження вугілля на збірний штрек, що знаходиться вище основного горизонту.

Радіус скривлення конвеєра у вертикальній площині залежить від марки конвеєра. Складність маркшейдерських робіт при проходці таких виробок у тім, що потрібно задавати додатковий (перехідний) напрямок.

Перед початком робіт складається робочий план великого масштабу (1:100 чи 1:50). Для викреслювання вертикальної проєкції необхідно розрахувати перевищення Δh над горизонтом через кожні 2 м для дуги радіусом проєктованої виробки (100–200 м).

Початок дуги проходять з висотними реперами, заданими по горизонтах (рис. 55). Репери задають сходінками доти, доки відмітка підосви вибою дозволяє задати перехідний напрямок. Кожен горизонт

реперів прив'язують у плані до якої-небудь умовної точки (A, A_1), від якої ведуть відлік відстаням до скобок.

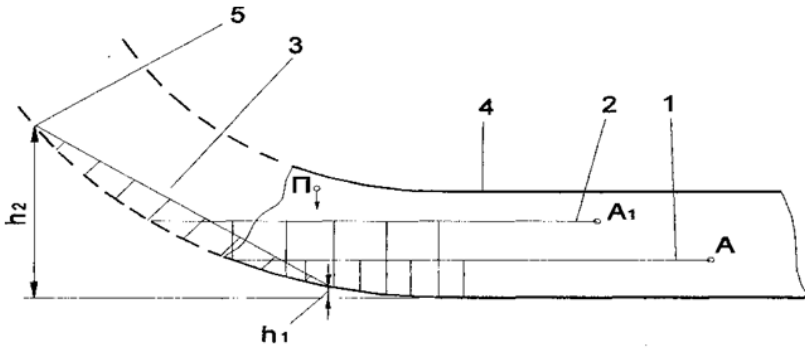


Рис. 55. Схема задавання напрямку по вертикальній дузі:

- 1, 2 – напрямок горизонталі; 3 – перехідний напрямок;
- 4, 5 – початок і кінець виробки по дузі;
- h_1, h_2 – перевищення кінців перехідного напрямку

Вертикальні перемінні скоби від горизонту реперів до ґрунту виробки визначають графічно за профілем виробки через рівні інтервали.

Перехід на інший напрямок планують заздалегідь. Для цього на вертикальній проекції прокреслюють лінію реперів таким чином, щоб вона пройшла через точки підосви, що мають проектну відмітку.

За різницею висотних відміток кінців лінії та її горизонтальному прокладанню обчислюють кут нахилу напрямку.

На плані, а потім і в шахті, намічають тимчасову точку P , визначають її координати (x, y, z) і наносять її на план і вертикальну проекцію.

Визначають відмітку рівня реперів під точкою. Починаючи від точки P через рівні інтервали графічно визначають скобку до підосви по нормалі до лінії реперів.

Коли криволінійна частина виробки буде пройдена, у вибої знову закріплюють точку теодолітного ходу і передають на неї висотну відмітку. З цієї точки задають напрямок похилій виробці звичайним способом.

2. Задавання напрямку по шнурі.

У приствольних виробках з кутами нахилу $30-55^\circ$ і довжиною 20–60 м (бункерах, різноманітного призначення хідниках; виробках для чищення зумпфів та ін.) напрямок у вертикальній площині за

вимогами техніки безпеки не можна задавати тільки бічними реперами.

Щоб забезпечити безпеку, достатню точність і зручність, користування напрямком, його задають за допомогою шнура від однієї пари висотних бічних реперів.

Бічні реperi розташовують в усті виробки так, щоб вони знаходилися в заданій похилій площині. Вони повинні бути прив'язані до маркшейдерської точки з відомими координатами.

За планом і вертикальним розрізом визначають доміри до вихідних бокових реперів і скобу до підосви.

В натурі реperi позначають дерев'яними пробками, забитими в спеціально пробурені шпури. У пробки забивають цвяхи, до яких прикріплюють шнури.

У вибої користуються шнуром і дерев'яним, тупокутним трикутником, у середині довгої сторони якого вбитий цвях з виском. На одній зі сторін трикутника нанесена риска, що відповідає положенню виска, при якому довга сторона буде розташована під заданим кутом.

У вибої натягають шнур і переміщують його кінець у вертикальній площині до сполучення виску з рискою при одночасному торканні шнура довгою стороною трикутника.

Відмічають на стінці виробки одну чи дві точки по шнуру. Так само відмічають положення похилої площини на іншій стінці виробки і за скобою перевіряють положення підосви.

Точність напрямку по шнуру достатня для практичних цілей. Відхилення від проектного положення не перевищують 40–60 мм наприкінці шістдесятиметрової ділянки виробки.

3. Контроль напрямку виробок, проведених по провіднику.

При проведенні гірничої виробки (штреку) по провіднику в горизонтальній площині напрямком не задається.

Контроль правильності проведення штреку полягає у перевірках дотримання проектного профілю (уклону).

Для визначення напрямку штреку користуються гіпсометричним планом пласта, що представляється проектною організацією разом із проектним завданням.

Штреки при похилому і крутому падінні пластів поза межами приствольного двору проходять, як правило, не за напрямком, а по провіднику.

Практично напрямком проходки витримується таким способом: штрек проходиться строго по заданому профілі і положення штреку в горизонтальній площині витримується шляхом дотримання однакової

висоти H від ґрунту пласта до підшви виробки, наприклад, у меншій ніж рами кріплення.

При проходженні штреку таким способом необхідно всі повороти виконувати плавно, не враховуючи невеликих коливань у куті падіння пласта. Практично допускається коливання висоти у межах 0,5–0,7 м, не змінюючи прямолінійності напрямку штреку. Коли висота перевищує межу відхилення від прийнятої висоти 0,5–0,7 м, плавно (рама за рамою) змінюють напрямок штреку, щоб знову одержати у вибої висоту H .

На конвеєрних штреках, де потрібно забезпечити прямолінійність і певне положення вугільного пласта, у вибоях зміна пласта по ходу штреку компенсується відступом від падіння профілю у межах, допустимих за умовами безпеки гірничих робіт для даної дільниці.

7.5 Особливості маркшейдерських робіт при проведенні виробок зустрічними вибоями

Проведення виробок зустрічними вибоями є відповідальним видом гірничих робіт і вимагає рішення низки великих та відповідальних маркшейдерських задач.

Усі вони зводяться до розвитку планового і висотного обґрунтування заданої точності на поверхні й у шахті.

Точність виконання кутомірних і лінійних вимірів визначають заздалегідь, враховуючи ряд факторів.

Виробки зустрічними вибоями можуть проводитися по таких схемах:

- двома вибоями назустріч один одному;
- вибої однієї і тієї ж виробки наздоганяють один одного;
- виробка проводиться на інший вибій, роботи у якому не ведуться.

Усі види збійок розрізняють на збійки по провіднику, коли виробки проводять, дотримуючись висячого чи лежачого боку покладу і збійки без провідника.

Останні, у свою чергу, розподіляються на три типи:

- збійки горизонтальних чи похилих виробок однієї шахти;
- збійки виробок не сполучених шахт;
- збійки вертикальних виробок.

Роботи при проведенні виробок зустрічними вибоями по провіднику складності не представляють і не вимагають спеціальної підготовки.

Усі варіанти збіжок без провідника по типу маркшейдерських робіт можна розділити на дві групи:

- зустрічні вибої, проходка яких забезпечується розвитком тільки підземного планового і висотного обґрунтування;
- зустрічні вибої, проходка яких вимагає розвитку планового і висотного обґрунтування на поверхні й у шахті.

Маркшейдерські роботи при проведенні виробок зустрічними вибоями без провідника виконуються у такому порядку:

- вивчають проект і робочі креслення, намічають вершини проектного полігона;
- на схемі виробок намічається орієнтовно місце зустрічі вибоїв;
- виконуються необхідні кутові і лінійні виміри в шахті для прив'язки проектного полігона до існуючих виробок;
- обчислюють попередні координати вершин проектного полігона, складають робочий план виробки в зручному масштабі, визначають проектні скобки;
- роблять попередню оцінку похибки полігонометрических ходів у місці зустрічі вибоїв;
- визначають необхідну точність передачі у вибої висотної відмітки;
- встановлюють граничну похибку розбіжності осей виробки в місці зустрічі вибоїв, тобто граничну похибку збіжки виробок;
- роблять остаточний вибір інструментів і методики кожного виду маркшейдерських робіт;
- виконують кутові і лінійні виміри на поверхні й у шахті за обраною методикою; передають у вибої висотні відмітки;
- виконують камеральну обробку польових вимірів;
- вводять у проектний полігон необхідні поправки, тобто роблять його залежним від нового планового обґрунтування, при необхідності переобчислюють проектний полігон і виправляють робочий план;
- працюють по проектному полігоні: задають напрямки у горизонтальній і вертикальній площинах; роблять необхідні зйомки, підтягують полігонометрію і т. ін.;
- виконують обов'язкові контрольні виміри, попереджують нагляд дільниць і керівництво шахти (рудника) про положення вибоїв, як того вимагають інструкції;
- після збіжки виробок визначають фактичну похибку розбіжності їхніх осей за різницею координат забійних точок і різницею висот бічних реперів.

Величина граничної похибки збійки залежить від технологічного призначення виробки, типу постійного кріплення, матеріальних витрат на виправлення виробки після збійки. Маркшейдер представляє керівництву шахти (рудника) математично обґрунтовані можливі похибки збійки. Керівництво підприємства затверджує граничну величину похибки збійки, враховуючи усі фактори.

Досить часто економічний фактор переважає над усіма іншими. Тоді доводиться вишукувати шляхи підвищення точності вимірів, що завжди пов'язано із збільшенням обсягу робіт і числа виконавців. Виключення, складають виробки руддвору, які закріплені бетонним і залізобетонним кріпленням. Тут гранична похибка збійок відома (± 50 мм) і не підлягає обговоренню.

Особливістю кожної збійки є попередня оцінка точності змикання вибоїв по відповідальному напрямку, формули для попередньої оцінки точності змикання вибоїв приводяться в інструкції "Маркшейдерські роботи на вугільних шахтах і розрізах", у навчальній і довідковій літературі.

Особливістю збійок протяжних виробок (300–3000 м), що обладнуються конвеєрами, є роботи по задаванню у кожному вибої першого напрямку в горизонтальній площині. Побудову проектного (розрахункового) кута на перший напрямок виконують точним способом. Необхідну точність побудови проектного кута визначають по середній похибці збійки, отриманій в результаті попереднього розрахунку. Похибки дирекційних кутів вихідних сторін повинні гарантувати точність побудови проектних кутів у кожному вибої.

Перший напрямок намагаються зберегти до збійки вибоїв шляхом продовження його по створі висками чи лазерними покажчиками напрямків.

Варто мати на увазі, що подвійний хід (у прямому і зворотному напрямках) не дає можливості строго оцінити точність положення точок ходу. Тільки три ходи дозволяють давати відмітку похибки вузлових точок і робити висновок про відповідність виконаних робіт розрахунковій точності. Як правило, ходи повинні бути виконані різними виконавцями і різними мірними приладами.

Питання для самоконтролю

- 1. Для яких цілей проводиться робота по вивченню робочих креслень проектного полігону?*
- 2. Що називають проектним полігоном горизонту?*
- 3. Яким чином визначають точки проектного полігону на ділянці закруглення?*

4. *Як розподіляють кругову та лінійну нев'язку у проектному полігоні виробок приствольного двору?*
5. *Які особливості закріплення пунктів полігонометрії у підземних гірничих виробках?*
6. *У яких масштабах складаються робочі плани?*
7. *Які існують способи задавання напрямку у горизонтальній площині в залежності від положення створу висків відносно осі виробки?*
8. *Викладіть сутність задавання напрямку у горизонтальній площині по осі виробки.*
9. *Викладіть сутність задавання напрямку у горизонтальній площині паралельно осі виробки.*
10. *Які світлові покажчики напрямку застосовують при проходці підземних гірничих виробок?*
11. *Якими способами визначають робочі скобки?*
12. *За якими схемами виконується проведення сполучень горизонтальних виробок?*
13. *У чому полягає сутність задавання напрямку виробці у вертикальній площині?*
14. *Якими способами задається напрямком виробкам за допомогою бокових реперів?*
15. *Які існують особливі випадки задавання напрямку виробці?*
16. *Що називають збійкою? Які види збійок існують?*
17. *За якими етапами виконуються маркшейдерські роботи при проведенні гірничих виробок зустрічними вибоями?*
18. *Як визначаються допустимі розбіжності змикання зустрічних вибоїв?*
19. *З якою метою виконується попередня оцінка точності змикання зустрічних вибоїв?*
20. *Що називають відповідальним напрямком при попередній оцінці точності змикання зустрічних вибоїв?*

8. МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ МЕТРОПОЛІТЕНУ

Навчальний матеріал розділу надає можливість детально ознайомитись з особливостями маркшейдерські робіт при будівництві метрополітенів, ведення маркшейдерсько-геодезичної документації, обслуговування проходки стволів. Значна увага приділена маркшейдерському забезпеченню щитової проходки, що має особливості пов'язані з специфікою щита.

8.1. Особливості будівництва метро

Лінії метро будуються у великих містах. У вітчизняній практиці найбільш поширеним є спорудження метро у вигляді паралельних одноколієних тунелів круглого перерізу діаметром близько 5 м. В межах станцій розміри тунелів збільшуються.

На кожній з станцій споруджується вертикальний шахтний ствол, від якого на проектній глибині проходяться, так звані, підхідні штольні, які з'єднують ствол з перегінними тунелями. Крім вказаних виробок на станції споруджуються станційний і похилий (ескалаторний) тунелі та інші виробки, які передбачені проектом.

Спорудження вертикальних стволів ведеться способом опускного кріплення або звичайним гірничим способом з підведенням кілець знизу. Кріпляться стволи переважно тубінгами, бетонне кріплення застосовується рідко. В пливунних породах проходка стволів ведеться з попереднім заморожуванням ґрунтів.

Навколо ствольні виробки споруджуються звичайним гірняцьким способом. Підхідні штольні проводять з застосуванням вибухових робіт або з відокремленням ґрунту за допомогою пневматичних молотків і закріплюють переважно збірним залізобетоном. Перегінні і станційні тунелі в м'яких і середньої міцності породах проходяться щитовим способом з встановленням постійного тубінгового кріплення.

Щит має форму циліндра довжиною 3–5 м з діаметром поперечного перерізу трохи більшим, ніж діаметр тубінгових кілець. Він виконує роль тимчасового кріплення, під захистом якого здійснюється проходка невеликої ділянки тунелю (0,75–1,0 м), а після посування щита вперед встановлюється тубінгове кільце. Після встановлення кільця розпочинається проходка нової ділянки тунелю потім слідує знову посування щита і встановлення кільця; таким чином

цикл робіт повторюється. Щит має опірне кільце з укріпленнями на ньому 24–36 гідравлічними домкратами, ніж і оболонку або кожух.

Тюбінгові кільця тунелю збирають за допомогою спеціального пристрою – тюбінгоукладчика, розміщеного на візку, який переміщується за щитом по закріпленому тунелю. Розробка вибою ведеться сучасним механізованим способом. В сприятливих геологічних умовах широко застосовується спорудження тунелю за допомогою тюбінгоукладчика, без щита. Швидкість проходки тунелю щитовим способом складає близько 5–7 м за добу при трьохзмінній роботі. В твердих породах тунелі проходять звичайним гірничим способом (рис. 56).

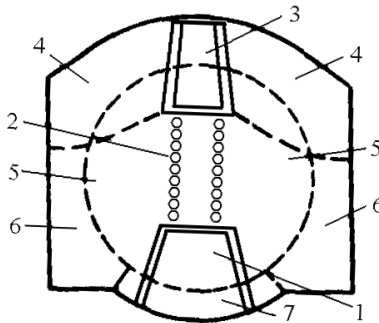


Рис. 56. Схема спорудження тунелю

Спочатку проходиться нижня транспортна штольня 1, з неї уверх пробивається вертикальна виробка – фурнель 2, а із фурнелі проходиться верхня штольня 3. Після проходки деякої ділянки верхньої штольні з неї в обидві сторони розроблюється колота 4 на всю ширину тунелю і бетонується склепіння. Потім здійснюється виймання ядра 5 і розробка штрос 6 для бетонування стін. На заключному етапі виконується розробка ґрунту в лотку 7 і його бетонування. При значному гірничому тиску проходка гірничим способом ведеться методом повного розкритого профілю.

На ділянках виходу тунелю на поверхню, а також при спорудженні тунелів мілкого закладення застосовується відкритий і траншейний способи проходки, при яких з поверхні по контуру тунелю забивають сваї або розроблюють вузькі котловани і бетонують стіни, а потім розроблюють простір між ними. При завершенні проходки і закріплення тунелів виконуються роботи по спорудженню гідроізоляційної сорочки, укладенню рейок та інші роботи.

Всі гірничопрохідницькі роботи виконуються у відповідності з проектом під наглядом або при участі маркшейдерів.

Основними видами маркшейдерсько-геодезичних робіт, які виконуються в процесі спорудження метрополітену, є:

- 1) згущення і уточнення міської триангуляційної мережі в районах будівництва;
- 2) прокладання полігонометричних і нівелірних ходів на поверхні вповдовж траси;
- 3) виконання топографічних зйомок крупних масштабів, охоплюючи необхідні для проектування поверхові зйомки деяких приміщень і споруд;
- 4) перенесення в натуру устів стволів і споруд на шахтних майданчиках, обслуговування проходки стволів;
- 5) задання напрямків виробкам, контроль за проходкою, кріпленням, розбивочні роботи, зйомка перерізів і споруд;
- 6) орієнтування підземних виробок;
- 7) прокладання підземної полігонометрії і нівелювання;
- 8) обслуговування проходки виробок зустрічними вибоями;
- 9) спостереження за осіданнями і деформаціями приміщень і споруд на поверхні і під землею;
- 10) маркшейдерські заміри і визначення об'ємів виконаних гірничобудівельних робіт;
- 11) складання маркшейдерської і виконавчої документації.

8.2 Маркшейдерсько-геодезичні роботи при проектуванні метрополітену

8.2.1 Ведення маркшейдерсько-геодезичної документації

На першій стадії проектування, коли встановлюється напрямок траси, місця закладення станцій, глибина і способи проходки виробок і т.п., маркшейдерсько-геодезичною службою поповнюється міська геодезична мережа, а також корегуються і по мірі необхідності виправляються топографічні плани поверхні масштабів 1:2000÷1:5000. По планам складаються профілі і геологічні розрізи. Здійснюється висотна прив'язка устів розвідувальних бурових свердловин.

На другій стадії проектування розроблюється технічний проект з використанням планів поверхні крупних масштабів і даних розвідувального буріння. В цей період здійснюється згущення триангуляції і додаткова зйомка ділянок в масштабах 1:1000÷1:500 на основі пунктів міської геодезичної мережі. Вповдовж траси прокладаються ходи полігонометрії точності 1:25000÷1:30000.

Створюється висотна мережа прокладанням системи нівелірних полігонів III-IV класів, які спираються на репери нівелювання II класу. Таким чином в процесі складання технічного проекту полоса вповодж тунелів забезпечується опорними пунктами в єдиній системі координат. В цей же період виконується поверхова зйомка приміщень, які відводяться під вестибюлі станцій, визначаються координати кутів приміщень, складаються плани і розрізи.

На третій стадії проектування метро, яке охоплює розробку комплексу креслень (геометрична схема траси, профіль траси, план шахтного майданчика і навколоствольних виробок, план і розріз станції та інші), виконуються зйомки і прив'язки, які необхідні для проектування, а також визначення додаткових пунктів опорної мережі.

8.2.2 Геодезичне обґрунтування

Головну геодезичну основу при будівництві метро складають пункти міської триангуляції і нівелювання.

Для забезпечення зв'язку окремих ділянок тунелів між собою пункти міської триангуляції 3 і 4 класів визначаються заново з підвищенням точності. Для цього на них виконуються нові спостереження за програмою триангуляції 2-класу і виконується вирівнювання систем, які спираються на сторони триангуляції 1–2-го класів.

Відносна похибка сторін таких систем після зрівнювання не повинна перевищувати 1:100000.

Між пунктами триангуляції вповодж траси метро прокладаються ходи основної полігонометрії точності 1:25000÷1:30000. Ця полігонометрія закріплюється центрами міського типу. Середня довжина сторін 250–300 м. Довжина ходів не перевищує 3 км.

Горизонтальні кути вимірюються оптичними теодолітами з середньою квадратичною похибкою не більше $\pm 3''$.

Для вимірювання сторін застосовуються проволки. Пункти основної полігонометрії відносно вихідних визначаються з похибкою, що не перевищує 3 см.

Від пунктів основної полігонометрії до будівельних майданчиків, шахтних стволів і свердловин прокладається підхідна полігонометрія, яка служить для обґрунтування зйомочних і розбивочних робіт.

Сторони підхідної полігонометрії (від 30 до 150 м) вимірюються проволками або рулетками, кути – теодолітами, при цьому середня квадратична похибка вимірювання кутів не перевищує $\pm 6''$. Відносна нев'язка ходів підхідної полігонометрії не допускається більше 1:10000. На *рис. 57* показана схема розвитку геодезичної мережі на

ділянці будівництва метро (C і D – пункти триангуляції; C' і D' – зміщені центри цих же пунктів; 1, 2, 3 – пункти основної полігонометрії; I, II, III – пункти підхідної полігонометрії, прокладеної для розбивочних робіт на майданчику; I', II', III' – пункти підхідної полігонометрії, прокладеної орієнтовки шахти).

Для висотних розбивок і спостережень за осіданнями приміщень і споруд на будівельних майданчиках і вдовж траси в полосі шириною не менше потрібної глибини закладення тунелів визначаються нівелірні репери II і III класів. Нівелювання реперів періодично повторюються.

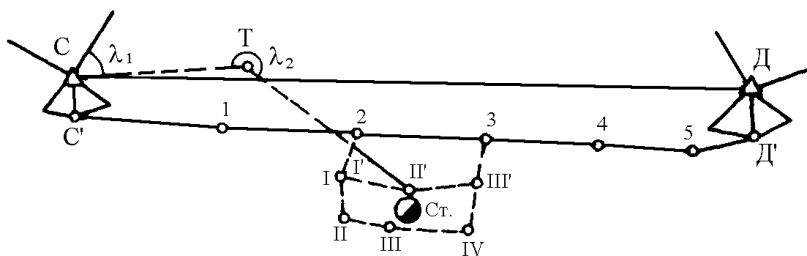


Рис. 57. Схема ходів основної і підхідної полігонометрії

8.2. Маркшейдерські роботи на шахтному майданчику

8.2.1. Обслуговування проходки стволів

Для того щоб спроектувати споруду на шахтному майданчику, відведена для нього ділянка місцевості знімається в масштабі 1:500÷1:200, на основі пунктів підхідної полігонометрії і додаткових зйомочних точок. Після складання проекту здійснюється перенесення в натуру границь майданчика і споруд (машинного приміщення, копра, естакади та інших об'єктів). Куты приміщень виносяться в натуру від точок геодезичної основи полярним способом або засічками, а також промірами від характерних точок місцевих предметів і споруд.

Контроль здійснюється вимірюванням довжини і ширини приміщень.

Проектні позначки точок на майданчику, фундаментів споруд та інших об'єктів визначаються нівелюванням від найближчих реперів. Тимчасові споруди (склади, компресорні та інші об'єкти) виносяться в натуру промірами від кутів існуючих приміщень. На місцевості відмічається поздовжня вісь споруди, а від неї за допомогою теодоліта

і сталюї рулетки виконується розбивка деталей контуру з закріпленням точки розбивки на обновці.

Таким же шляхом від кутів приміщень здійснюється розбивка котлованів і траншей для водопроводу і каналізації. Після завершення будівництва об'єкти виносяться на виконавчі креслення. Перенесення в натуру шахтного ствола здійснюється за його проектними координатами або у відповідності з проектним кресленням, на якому вказані відстані від центру ствола до найближчих приміщень або споруд.

Після закріплення центра ствола на місцевості визначаються його координати від пунктів підхідної полігонометрії і виконується розбивка осей. В подальшому від закріплених осей ствола намічаються контури фундаменту копра, естакади, машинного приміщення, а також закріплюються осьові точки всередині ствола.

Маркшейдерське обслуговування проходки ствола ведеться звичайним порядком. Еліптичність тубінгових кілець і зміщення їх відносно центру ствола перевіряються промірами радіусів, а нахил опускного кріплення – за допомогою сполучних посудин або виска.

Перші (верхні) розстріли армування встановлюється паралельно вісі підйому по натягнутим струнам, а посліуючі – по вискам, опущеним з горизонту верхніх розстрілів.

8.2.2. Орієнтування підземної зйомки

Орієнтування підземної зйомки виконується з високою точністю, так як воно повинно забезпечити збірку тунелів і перенесення в натуру споруд у відповідності з проектом при досить жорстких допусках.

При допустимій поперечній похибці збірки тунелів з постійним тубінговим кріпленням, що дорівнює 50 мм, в рахунок орієнтування може бути допущена похибка в 30–40 мм, а тому похибка орієнтування сторони, розміщеної на початку тунелю, не повинна перевищувати величини

$$m_{0_{\text{гран}}} \leq \frac{40_{\text{мм}}}{L_{\text{мм}}} \cdot \rho'', \quad (20)$$

Наприклад при відстані від місця орієнтування до збірки $L = 1000$ м.

$$m_{0_{\text{гран}}} = \frac{40}{1000000} \cdot 206265 = 8'' \quad (21)$$

В практиці метробуду при спеціально розробленій методиці одне орієнтування способом з'єднувальних трикутників здійснюється з середньою квадратичною похибкою $m_0 \approx 12-15''$, а тому для забезпечення збійних робіт (при $m_{0, \text{гран.}} = 8''$) орієнтування приходится повторювати декілька разів.

В початковій стадії проходки виробок орієнтування виконується способом з'єднувальних трикутників, в подальшому воно може бути повторено через два вертикальних ствола і через похилий ствол.

Гіроскопічне орієнтування поки що не забезпечує на метробуді необхідної точності. При орієнтуванні методом з'єднувальних трикутників використовується наступна методика робіт:

а) дирекційний кут сторони $ТП'$ (рис. 57) на поверхні (при точці $П'$ будується з'єднувальний трикутник) визначається передачею через азимутальний пункт $Т$ від найближчої сторони $СД$ триангуляції з похибкою порядку $\pm 3 \div 4''$, для чого оптичним теодолітом (ОТ-02) вимірюються примичні кути λ_1 і λ_2 ;

б) з'єднувальні трикутники будуються найбільш зручної форми з відстанню між висками 4–5 м;

в) вантажі висків на нижньому горизонті опускаються в посудини з відпрацьованим машинним мастилом; при спостереженнях вентилятори виключаються;

г) вимірювання кутів на приствольних точках A і A' виконується оптичними теодолітами з середньою похибкою, яка не повинна перевищувати $\pm 3''$, а вимірювання довжин сторін з'єднувальних трикутників – стальними рулетками при постійному натягу з точністю до 1:30000;

д) після вимірювання примикаючих кутів і сторін з'єднувальних трикутників виски переміщуються (наприклад, за допомогою центральної пластини, яка укріплена поблизу точок підвішування проволки), а потім всі вимірювання виконуються знову. Внаслідок двох зміщень висків орієнтування виконується три рази;

е) за час проходки перегінного тунелю до місця збійки орієнтування (через один ствол або іншими способами) повторюється не менше трьох разів.

При орієнтуванні через два стволи кути і сторони в з'єднувальному полігоні вимірюють з точністю, яка встановлена для основної полігонометрії.

8.2.3. Підземна полігонометрія і нівелювання

Підземна полігонометрія поділяється на робочу і основну. Ходи робочої полігонометрії з сторонами 25–50 м прокладаються для забезпечення розбивочних робіт в підземних виробках.

Інкони робоча полігонометрія має вигляд ланцюжків сильно витягнутих трикутників. Кути вимірюються оптичним теодолітом з середньою квадратичною похибкою $\pm 5''$, а сторони стальними компарованими рулетками при постійному натягу з точністю 1:10000÷1:15000.

По мірі посування тунелю вперед, з метою уточнення підземної планової основи і забезпечення збіжки, по точкам робочої полігонометрії (через одну-дві точки) прокладається хід основної полігонометрії.

Кути ходу вимірюються оптичним теодолітом з середньою квадратичною похибкою $\pm 3''$, а сторони вимірюються з точністю 1:20000÷1:30000. За час, поки тунель проходиться до місця збіжки, вимірювання кутів і сторін ходу основної полігонометрії повторюється два-три рази для усунення похибок і підвищення точності визначення пунктів. Ходи полігонометрії розпочинаються від пунктів, отриманих із орієнтування, і прокладаються або у вигляді висячих полігонів, або у вигляді ланцюжка полігонів по паралельним тунелям, що з'єднуються перемичками. Зрівнювання ходів по мірі їх примикання до твердих пунктів здійснюється частіше всього спрощеним способом.

Передача позначки з поверхні на репері в навколоствольних виробках виконується за допомогою стальної рулетки, яка опускається через ствол, і нівелірів.

По підземним виробкам прокладаються ходи геометричного нівелювання глухими нівелірами з ціною поділки не більше 25'' по двохстороннім рейкам з сантиметровими поділками. Реперами слугують постійні полігонометричні знаки. Середня квадратична похибка нівелювання визначається за формулою:

$$m_h = \pm(5\sqrt{L} + 1,0L), \text{ мм} \quad (22)$$

де L – довжина підземного ходу, км.

Для контролю за нерухомістю реперів нівелювання періодично повторюється.

8.3. Маркшейдерські роботи при спорудженні тунелів

8.3.1. Маркшейдерські роботи при щитовому способі спорудження тунелів

При спорудженні тунелів маркшейдерське забезпечення полягає у прокладанні підземних полігонометричних і нівелірних ходів, які необхідні для задання напрямку тунелю, і у виконанні розбивок, які забезпечують виймання породи без перебору і дотримання проектних форм і розмірів поперечного перерізу.

Роботи по забезпеченню проходки штолень, по передачі координат і напрямку вісі тунелів з нижньої штольні у верхню, а також розбивочні роботи по розкриттю повного профілю і установки опалубки ведуться загальнопоширеними методами, що застосовуються в маркшейдерській практиці. По мірі посування тунелю по ньому прокладається хід основної полігонометрії і уточнюється напрямок поздовжньої вісі.

Маркшейдерське обслуговування щитової проходки має особливості пов'язані з специфікою щита. Важливою умовою правильності спорудження тунелю є ведення щита по проектній вісі. Для цього в головному тунелі на його поздовжній вісі встановлюють світлові сигнали, а в щиті закріплюються точки, які фіксують його осьову площину, і встановлюються прилади для визначення поздовжнього і бокового нахилу щита. Під час пересування щита маркшейдер намагається сумістити осьову площину щита з світловими сигналами на вісі тунелю, а після переміщення визначають положення щита відносно проекту.

У відповідності з вищевикладеним маркшейдерські роботи при щитовому способі спорудження тунелів охоплюють:

- 1) прокладання підземної полігонометрії і нівелювання;
- 2) розбивки при монтажі щита і контроль за дотриманням проектних розмірів;
- 3) закріплення маркшейдерських знаків на щиті;
- 4) ведення щита по проектній вісі під час посування;
- 5) визначення положення щита після його посування;
- 6) контроль за встановленням тубінгових кілець в тунелі та інші роботи.

Розглянемо коротко зміст цих робіт. Щит монтується в камері на напрямних рейках або бетонній основі. Після зборки щита визначається довжина ножової частини, опорного кільця і оболонки, а також розміри чотирьох діаметрів кілець в кожному з відділів щита. За отриманими даними визначають дійсне положення поздовжньої вісі щита.

Для виходу із камери перевіряють збіг вертикальної площини, яка проходить через вісь щита з віссю тунелю, закріплюють на щиті точки в цій площині і встановлюють прилади. По краям опорного кільця укріплюють перпендикулярно поздовжній вісі дві прямолінійні або дугові рейки з нанесеними на них шкалами із сантиметрових поділок. Нульові штрихи шкал суміщаються з осьюовою площиною щита. Відліки по правим частинам шкал мають знак плюс, а по лівим знак "мінус" (рис. 58).

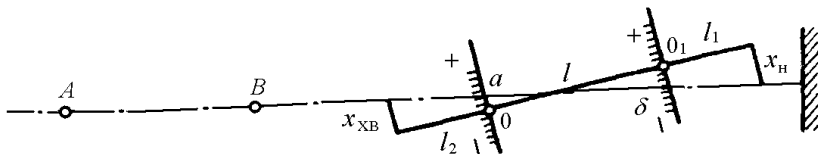


Рис. 58. Схема до визначення положення щита

кожну з рейок може бути одягнений пересувний візирний прилад, вісь якого можна суміщати з проектною віссю тунелю, який позначений двома світловими сигналами, і фіксувати відповідний відлік по шкалі. Крім рейок зі шкалами на щиті укріплюється два рівні з поділками, які виражені в лінійних поправках до положення щитів в плані і профілі, обумовлених креном і нахилом щита.

На опорному кільці щита відмічаються також дві марки по обидві сторони від осьової точки, розміщені на горизонтальній лінії при вертикальному положенні осьової площини. Вподовж оболонки щита поблизу горизонтального діаметра закріплюються дві рейки, нульові поділки яких суміщені з передньою площиною ножа. Ці рейки дозволяють визначити перекіс і пікетаж щита по вертикалям, взятим по рейкам біля передньої площини вкладеного тубінгового кільця. Між осьовими знаками, а також між знаками і оболонками щита вимірюються відстані. Після чергового посування щита положення його визначається по відлікам n_1 і n_2 на шкалах рейок, взятих в місцях перетину шкал з поздовжньою віссю тунелю. Відліки по шкалам беруться після візування з щита на суміщені світлові сигнали оптичним приладом, який по чергово одягається на першу і другу рейки.

З рис. 58. видно, що відліки n_1 і n_2 виражають відрізки O_a і O_{16} . Знаючи відстань l між шкалами, а також відстані l_2 і l_1 від шкал до хвостового і ножового кінців щита, можна визначити відстані від них до проектної вісі тунелю за формулами

$$x_n = n_1 + (n_1 - n_2) \frac{l_1}{l}; \quad (23)$$

$$x_{\text{ав}} = n_2 + (n_2 - n_1) \frac{l_2}{l}; \quad (24)$$

Відліки n_1 і n_2 повинні бути виправлені за поперечний нахил щита, якщо він є. На криволінійній ділянці траси положення щита визначається відносно хорд (або січних) кривої вищеописаним методом. На ділянках кругових кривих застосовується також прилад М.С. Черемісіна з двома оптичними клинками, який дає змогу визначити положення точки в щиті на кривій за суміщенням зображень двох світлових сигналів, що знаходяться позаду щита на вісі тунелів на заданій відстані між ними.

Положення щита в профілі визначається передачею висотної позначки на одну точку щита в його середині з урахуванням поздовжнього нахилу, що визначається по рівню. Відхилення ножа і щита від проекту визначаються шляхом обчислень. Відомо декілька способів і пристосувань, які дозволяють рішати задачу визначення положення щита відносно проекту в різних умовах спорудження тунелів.

Після кожного посування щита вслід за ним встановлюється чергове тьобінгове кільце, вісь якого повинна в плані і профілі співпадати з проектною віссю тунелю. Площини тьобінгових кілець на прямій ділянці траси мають бути перпендикулярні поздовжній вісі тунелю. Кільце перегінного тунелю має 10 залізобетонних тьобінгів. Внутрішній діаметр кільця дорівнює 5,1 м, зовнішній – 5,5 м. Ширина кільця 0,75–1,0 м. На криволінійних ділянках застосовуються клиновидні кільця або прокладки, які дозволяють виправляти випередження площин кілець. Для контролю за правильністю встановлення кілець і для виправлення дефектів виконується маркшейдерська зйомка кілець в плані і профілі.

Положення кілець відносно проекту і еліптичність кілець визначаються вимірюванням радіусів від проектного центра тунелю, який вносився в натуру від найближчих пунктів полігонометрії. Є і інші способи зйомки кілець. Положення кілець у профілі визначають нівелюванням точок склепіння і лотка. Крім того, виконується зйомка площин кілець, яка дозволяє встановити величину випередження, обумовленого дефектами окремих тьобінгів та іншими причинами.

Відхилення щита від проектного положення не допускається більше 40–50 мм, а відхилення тьюбінгових кілець і їх еліптичність не більше 50 мм.

8.3.2. Маркшейдерські роботи при укладанні залізничних шляхів в тунелях метро

Маркшейдерські роботи при укладанні залізничних шляхів в тунелях метро складають значно більший обсяг ніж в експлуатаційних шахтах. По причині жорстких допусків при спорудженні шляхів метро маркшейдер виконує всі основні розбивки і перевірку укладки шляху, при цьому виконуються наступні основні роботи:

- 1) контроль за числовими даними на проектних кресленнях;
- 2) розбивка і закріплення в тунелі основних точок шляху в плані і профілі;
- 3) розбивка і закріплення на стінах тунелю рівня головки рейки;
- 4) розбивка на стінах тунелю місць встановлення шляхових реперів і перевірка встановлених реперів, а також нівелювання їх;
- 5) перевірка положення готового шляху в плані і профілі;
- 6) детальна зйомка шляху і складання виконавчої документації.

Похибки укладки шляхів в тунелі відносно пунктів полігонометрії і реперів нівелювання не повинні перевищувати 3 мм.

8.4. Маркшейдерські роботи при спорудженні станцій, похилих тунелів метро та інші види робіт

В комплект підземних споруд станції, як правило, входять три паралельних тунелі, зв'язаних проходами. Діаметр стаціонарних тунелів 8,5 м. Для забезпечення надійного зв'язку конструкцій в межах станції вісі крайніх тунелів розбиваються з високою точністю при багатократному повторенні вимірювань в полігонометричних і нівелірних ходах. Укладання кілець і всі розбивочні роботи виконуються в стаціонарних тунелях, виконуються більш ретельно і при менших допусках, ніж на перегонах.

При оздобленні і архітектурному оформленні станцій маркшейдерські роботи полягають у винесенні в натуру від розбивочних осей стаціонарних тунелів вихідних ліній і горизонтів, від яких будуть вестись облицювальні та інші роботи. Вісі усіх трьох тунелів перед цим закріплюються тумбами на рівні горизонтального діаметра, що дозволяє мати під час роботи закріплені точки – центри поперечних перерізів. Крім розбивочних осей в межах станції

відмічаються пікетажні площини, нормальні до осей тунелів і призначені для розбивки конструкцій і виконання оздоблення по пікетажу.

Похилі (ескалаторні) тунелі споруджуються з поверхні до проектною позначки під кутом 30° до горизонту. Проходка їх ведеться в замороженому ґрунті з одночасним закріпленням тубінговими кільцями діаметром 7,5 м.

Напрямки 30–40 заморожувальним свердловинам, які розміщуються по контуру еліпса, що розбиваються на майданчику від пунктів підхідної полігонометрії, задаються маркшейдером по теодоліту. Розбивка центра і осей еліпса, а також заморожувальних свердловин і спостереження за відхиленнями свердловин від проекту являє собою досить відповідальну маркшейдерську задачу.

Будівництво похилого тунелю розпочинається з оголовка в якому закріплюється спеціальний столик для теодоліта. На столику відмічається центр і місця установки підйомних гвинтів, які відповідають такому положенню інструменту, при якому візирна вісь труби, нахилена під кутом 30° , співпадає з віссю тунелю. Висота теодоліта спеціально розраховується і при повторних установках його на столику витримується з точністю до 2 мм.

Напрямок вісі тунелю в плані задають з похибкою не більше $20''$ відкладанням розбивочних кутів від сторін полігонометричного ходу (в який включений і центр столика) і закріплюють його марками на стінах капітальних приміщень.

Укладка кілець в тунелі здійснюється відносно його всі так, щоб площини кілець були їй перпендикулярні, а центри кілець мали невеликі (допустимі) відхилення від проекту. Проходка похилого тунелю завершується збіркою його нижньої частини з підземними спорудами станції.

На маркшейдерсько-геодезичну службу метро покладені роботи по визначенню об'ємів виймання породи, укладки залізобетону, тубінгових кілець та інші. Об'єми робіт визначаються за даними маркшейдерських замірів і поточної зйомки з урахуванням проектних і фактичних розмірів споруд.

В полосі встановленої ширини впродовж траси метро ведуться спостереження за деформацією приміщень. До початку будівельних робіт в фундаменти або цегляні стіни приміщень на висоті приблизно 0,5 м від поверхні землі (на кутах і через 20 м по фасаді) закріплюються на цементі деформаційні реperi (переважно залізничні костилі), які нівелюються через встановлені проміжки часу від вихідних реперів, розміщених за зоною можливого осідання ґрунтів.

При інтенсивних осіданнях приміщень нівелювання виконується частіше. Результати нівелювання, огляду стін приміщень і спостережень за тріщинами дозволяють встановити ступінь деформації приміщень. Ведуться також спостереження за деформацією підземних споруд шляхом нівелювання і вимірювання відстаней, радіусів і горизонтальних кутів між спеціально наміченими точками.

В процесі будівництва метро ретельно зберігається і систематизується маркшейдерсько-геодезична документація (схеми опорної мережі, альбоми прив'язки пунктів, каталоги координат і висот, польові журнали, книги обчислень, книги ведення щитів і зйомки кілець, відомості деформаційних реперів, змінні книги тощо). Ведеться і зберігається поточна технічна звітність. Паралельно цьому складаються і оформляються виконавчі креслення, які необхідні для задачі об'єкта і для нормальної експлуатації метро (плани, поздовжні розрізи, поперечні перерізи та інші). По закінченні будівництва метро (черги метро) складається технічний звіт.

Необхідно відмітити, що за рахунок жорстких допусків при зйомках і переносі проекту в натуру точність основних маркшейдерських вимірювань і розбивок в метро приблизно в 5–10 разів вища.

Питання для самоконтролю

- 1. Які особливості має будівництво метрополітену?*
- 2. Які основні види маркшейдерсько-геодезичних робіт виконуються в процесі спорудження метрополітену?*
- 3. Які основні маркшейдерсько-геодезичні роботи виконуються при проектуванні метрополітену?*
- 4. В чому полягає сутність геодезичного обґрунтування будівництва метрополітену?*
- 5. В чому полягає сутність маркшейдерських робіт на шахтному майданчику при будівництві стволів метрополітену?*
- 6. Як здійснюється орієнтуванні підземної зйомки при будівництві метрополітену?*
- 7. В чому полягає сутність маркшейдерських робіт при укладанні залізничних шляхів в тунелях метро?*
- 8. Які маркшейдерські роботи виконуються при спорудженні станцій та похилих тунелів в метрополітені?*

9. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ МОНТАЖІ ГІРНИЧОШАХТНОГО ОБЛАДНАННЯ

У розділі знайшли відображення окремі питання, які стосуються маркшейдерських робіт при спорудженні копрів, їх оснащенні, а також при монтажі підйімальної машини. Окремо розглядаються маркшейдерські роботи при настиланні рейкових шляхів у підземних гірничих виробках

9.1. Загальні положення

Монтажні роботи, як правило, виконують спеціалізовані монтажні і монтажно-будівельні організації. Деяку частину обладнання монтують самі експлуатаційні шахти.

Найбільший обсяг маркшейдерських робіт виконується у підготовчий період перед монтажем.

У цей обсяг входять:

- вивчення робочих креслень і монтажних схем;
- знайомство з нормативними документами (ДБН та ДСТ України), технічними умовами на монтаж і експлуатацію обладнання;
- виробництво контрольних вимірів і приймання в офіційному порядку фундаментів і конструктивів для наступного монтажу обладнання;
- підготовка розбивочних схем і перевірка креслень;
- розбивка і закріплення основних, допоміжних і монтажних осей;
- підготовка і виготовлення різних пристосувань.

Особливу увагу необхідно приділяти вибору монтажних осей та їх прив'язці. Не завжди можна і потрібно користуватися технологічними осями. Іноді для встановлення малогабаритного стандартного обладнання, розміри якого жорстко визначені ДСТ України, доцільніше використовувати осі кріпильних отворів обладнання. При монтажі й установці нестандартного обладнання вибір монтажних осей та їх прив'язку варто робити після перевірки фактичних розмірів окремих його вузлів. Різного роду шаблони і пристосування перевіряють перед їх використанням.

У процесі монтажу виконують контрольні виміри при збиранні й встановленні у проектне положення конструкції чи окремих елементів обладнання.

Маркшейдер безпосередньо бере участь у монтажному процесі. Його контрольні виміри є елементами монтажних робіт.

При монтажних роботах похибки розбивок, тобто похибки кутових і лінійних вимірів накладаються на похибки виготовлення і збирання конструкції. Характер і величини цих похибок виявляються, як правило, наприкінці монтажу, коли виправлення вже неможливі. Тому при розбивках і закріпленні осей варто віддавати перевагу прямим вимірам і максимально використовувати збіг осей. Переходити від однієї осі до іншої потрібно лише у тих випадках, коли прямі виміри неможливі.

Після завершення монтажних робіт роблять виконавчу зйомку конструкції чи головних елементів обладнання з метою показати відповідність їхнього фактичного просторового положення проектному.

Зйомку і перевірку встановленого обладнання виконують, як правило, з тих же осей, якими користувалися монтажники. Тому так можливий правильний вибір монтажних осей і їхнє закріплення у підготовчий період.

Розглянемо в загальних рисах особливості маркшейдерських робіт при монтажі найбільш типового гірничошахтного обладнання.

9.2. Конструкції копрів і методи їх спорудження

Копри, що встановлюються над стволам шахти, призначені для підтримання напрямних шківів, закріплення провідників і посадочних пристроїв кліток, розвантажувальних кривих, а також для розміщення на них багатоканатних підйомних машин.

Копри сприймають навантаження натягу підйомних канатів, тиску вітру і маси обладнання, яке розміщене на них. За конструкціями шахтні копри можна розділити на дві групи: укосні і башенні.

Укосний копер складається з вертикального станка, укосини (ноги), яка підпирає станок у верхній частині і укріпленому низі на бетонному фундаменті і майданчика для напрямних шківів. Станок копра спирається на підкопрову (опорну) раму, що встановлюється в усті ствола. Прохідницькі металеві збірно-розбірні копри складаються з настройки, шатра, розвантажувального майданчика і драбини (східців).

Укосні копри виготовляють із сталі. Стальні укосини копра поділяються на А-подібні, чотиристійкові, шатрові і циліндричні, як показано на *рис. 59*.

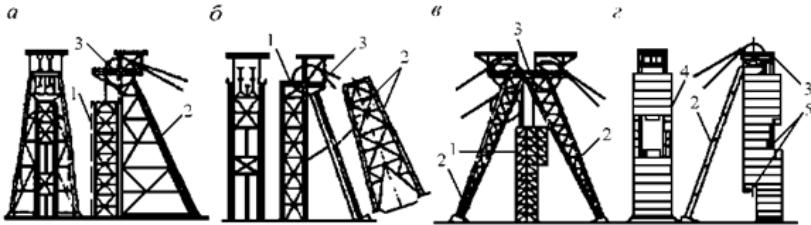


Рис. 59 Стальні укосні копри

a – А-подібної системи; *б* – чотиристійковий; *в* – шатровий; *г* – циліндричний;
 1 – вертикальний станок; 2 – укосина; 3 – підшківний майданчик;
 4 – циліндричний стакан; 5 – отвір

9.3. Встановлення прохідницького копра

Для оснащення стволів у період проходки використовуються збірно-розбірні копри трубчастого типу, що обшиваються шифером.

На копрі розміщуються напрямні шків підймальних і напрямних канатів, а також шків канатів прохідницьких лебідок, призначених для підвіски прохідницького обладнання у стволі, прийомний і розвантажувальний майданчик.

Збирання копра роблять поруч зі стволем на спеціальному монтажному майданчику. Постановку копра на фундаменти виконують самохідними підймальними кранами або частинами, або цілком зібрані.

На цій стадії монтажу маркшейдер ніяких розміток на копрі не робить.

Після постановки копра на фундаменти роблять розмітку осей підшківного майданчика, дотримуючи їх перпендикулярність і за визначеною методикою ряд вимірів, що характеризують фактичне положення копра.

За допомогою одного чи двох домкратів пересувають копер у потрібне проектне положення.

Перевіряють теодолітом положення осей на підшківному майданчику. По інструкції встановлення копра вважається закінченим, якщо відхилення в горизонтальній площині осей підшківного майданчика від проектного напрямку не перевищує 25 мм у напрямку,

паралельному осі підйому і 50 мм у напрямку, перпендикулярному до осі підйому, а перекис підшківного майданчика у вертикальній площині не перевищує ± 20 мм.

Осі ствола на підшківний майданчик виносять після підливу бетоном анкерних болтів. Складається ескіз, на якому показують прив'язку осьових рисок і до кутів підшківного майданчика.

Висотну відмітку передають на кути підшківного майданчика.

9.4. Монтаж копрової рами

Підкопрову раму монтують після проведення робіт по армуванню ствола. Перед збиранням рами визначають фактичні висотні відмітки бетону у місцях опори балок, заводять анкерні болти й укладають у прорізах устя підкладки з металу, для того щоб створити опори, по яких у процесі встановлення рухати раму. Встановлення строго у одній горизонтальній площині всіх підкладок і є перша робота з монтажу рами.

Якщо балки рами одночасно служать для встановлення посадкових кулаків, то висотна відмітка підкладок не повинна відрізнятись від проектної більш ніж на 5 мм.

Якщо підкопрова рама призначена тільки для встановлення копра, то відхилення від проекту по відмітках допускаються до ± 30 мм.

Збирають підкопрову раму чи безпосередньо у стволі, чи на монтажному майданчику. Встановлення рами роблять від осей ствола, закріплених в устя, що забезпечує правильність взаємного розташування копра й армування. Рама повинна бути встановлена строго по осях і горизонтально.

Після встановлення підкопрової рами в проектне положення її надійно закріплюють і дають дозвіл на підлив бетоном.

По закінченні робіт складають акт, у якому вказують положення рами в плані і по висоті, а також вихідні дані, використані при монтажі.

9.5. Монтаж і встановлення металевих копрів з укiсними ногами

Розрізняють такі схеми монтажу металевих копрів:

1. Станок копра збирають поруч зі стволем у горизонтальному положенні і потім піднімають поворотом на спеціальних шарнірах (рис. 60, а).

Окремо підіймають укісні ноги (рис. 60, б). Цей спосіб найбільш розповсюджений у даний час.

2. Станок копра нарощують окремими секціями над стволом. Потім монтують і підіймають укісні ноги.

3. Збирання і монтаж усього копра роблять осторонь від ствола, а потім насувають готовий копер у проектне положення по спеціальному настилі.

При підйомі ствола поворотом (рис. 60) маркшейдерські роботи полягають у розбивці і закріпленні осей спеціального шарніра, контролі монтажної ферми і підготовчих операцій для встановлення копра у проектне положення.

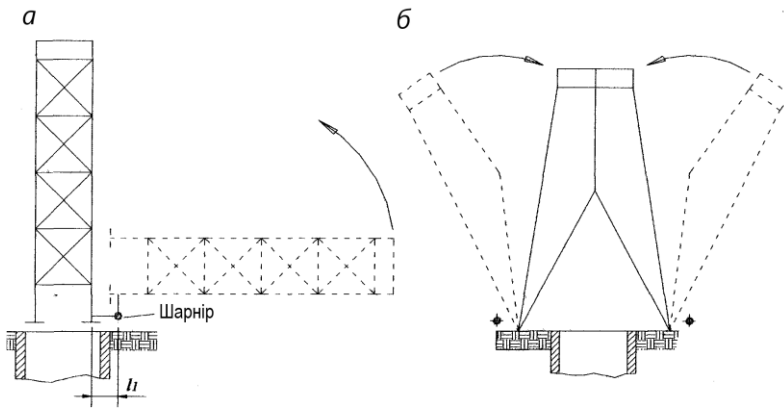


Рис. 60. Схема монтажу копра поворотом

а – підйом станка копра поворотом на спеціальних шарнірах, *б* – підйом укосин

Шарнір для підйому копрового верстата являє собою масивну металеву конструкцію з двома циліндричними вкладишами. Верстат копра з'єднується з шарніром монтажною фермою. Іноді шарнір кріплять безпосередньо до підкопровій рами.

Розбивку осей шарніра в горизонтальній площині роблять від осей симетрії болтових отворів у підкопровій рамі. Точність положення осей має бути високою.

Яких-небудь офіційних допусків на ці роботи немає, але у практиці закріплюють осі з точністю ± 3 мм, що досягається багаторазовими промірами рулеткою.

У вертикальній площині осі шарнірів встановлюють по розміру h від копровій рами. Допуск на цей розмір завжди з плюсом. Його

розрахункову величину дають у ПВР (проект виробництва робіт) і вказують на монтажній схемі.

При підйомі копра на кожен шарнір давить маса у 100–200 тон, що призводить до деформації шарнірів. Монтажний допуск на розмір h частково враховує величину цієї деформації.

Передачу проектною відмітки на ось шарнірів роблять з точністю ± 1 мм. За вихідну висотну відмітку приймають відмітку опорних плит підкопрової рами.

Після підйому станини копра з осьових реперів фіксують відхилення осьових точок на підшківному майданчику і складають ескіз. Таке попереднє визначення величини відхилень осьових точок потрібно для прийняття правильних рішень при встановленні копра у проектне положення.

Встановити копер у проектне положення – це, насамперед, встановити підшківний майданчик так, щоб ось підйому знаходилась на проектній відстані від осі ствола, а точки збігу канатів з напрямних шківів відповідали проекту. Тому контроль встановлення копра у проектне положення роблять по підшківному майданчику в похмуру погоду і ранком, коли не позначається однобічне нагрівання копра сонячною радіацією (зміщення підшківного майданчика внаслідок однобічного нагрівання копра може досягати 12–15 мм).

Перевірку встановлення копра роблять за допомогою чотирьох теодолітів, встановлених на осьових реперах.

При цьому визначають відхилення осьових точок на підшківному майданчику від проектного положення і за допомогою гідравлічних домкратів змінюють положення копра, відповідно виправляючи відхилення підшківного майданчика.

Встановлення копра вважається завершеним, якщо відхилення осьових точок від проектного положення не перевищують заданих допусків.

Після закріплення копра на підшківний майданчик переносять осі ствола незалежно двічі з різних точок.

Для роботи беруть середнє з двох визначень, різниця між якими не повинна перевищувати 10 мм.

Закріплюють осі ствола насічками на перекритті підшківного майданчика. За допомогою нівеліра і рулетки передають висотну відмітку з найближчого репера на балки напрямних шківів.

При нарощуванні копра над стволом маркшейдерські роботи полягають у систематичному контролі вертикальності станка й операцій при встановленні копра у проектне положення. Зібрану нижню секцію верстата ставлять на підкопрову раму. Теодолітом

перевіряють вертикальність стійок у двох взаємно перпендикулярних площинах. Після вивірки нижня секція закріплюється на підкопровій рамі і підсилюється додатковими тимчасовими зв'язками (рис. 61).

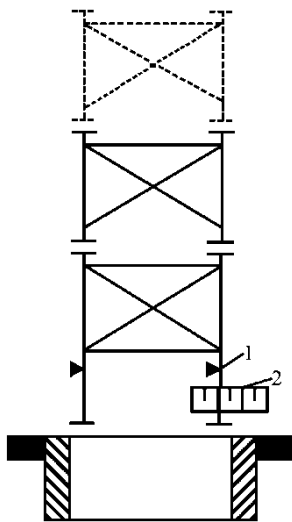


Рис. 61. Схема монтажу копра нарощуванням
1 – мітка на опорі; 2 - лінійка

Точки ребер стійок чергової секції проектують теодолітом, при двох положеннях вертикального круга.

Порівнюючи між собою відхилення сусідніх секцій, визначають величину нахилу тієї чи іншої секції.

При правильному збиранні відхилення сусідніх секцій не повинні перевищувати ± 10 мм.

Одночасно з монтажем викреслюють профіль стійок, з яким маркшейдер систематично знайомить керівництво монтажної організації.

Встановлення копра у проектне положення роблять після стикування верстата з укiсними ногами.

При монтажі копра способом насуву маркшейдерські роботи складаються з таких: розбивки осей котловану (траншеї) і монтажних осей; контролю укладання шпал, балок і монтажної плити в горизонтальній і вертикальній площинах; контролю монтажу станини копра й встановлення копра у проектне положення.

Склад маркшейдерських робіт при цьому способі монтажу відрізняється від розглянутих тим, що роблять розбивочні роботи для монтажного майданчика.

Вихідними даними для такої розбивки є підкопрова рама. На місці збирання споруджують котлован чи траншею такої глибини, щоб після укладання монтажної плити відмітки її збіглися з відміткою підкопрової рами. Перед розбивкою котловану у стволі в 0,5–0,8 м над поверхнею ґрунту ставлять обноску.

Орієнтують дріт із висками над віссю симетрії болтових отворів підкопрової рами. Встановлюють теодоліт над дротом і продовжують вісі підкопрової рами до монтажного майданчика. За проектом виробництва робіт (ПВР) роблять розбивку котловану. У горизонтальній площині всі розміри беруть з точністю до сантиметра. Якщо потрібно, то окремо роблять розбивку траншеї під укисні ноги.

Встановлення монтажної плити по висоті роблять з точністю ± 5 мм.

Збирання копра ведуть на санках, встановлених на монтажній плиті. Нижню секцію копрового станка після збирання перевіряють по вертикалі і по осях підкопрової рами. Приймають положення нижньої секції за вихідне і розбивають осі опор для укисних ніг. Розміри по осях і висотні відмітки беруть з ПВР.

Насув зібраного копра проводиться після перекриття ствола і подовження монтажної плити до сполучення з підкопровою рамою. Після насуву копра на ствол його встановлюють у проектне положення, як розглянуто раніше.

9.6. Встановлення напрямних шківів

Перед монтажем шківів на перекритті підшківної площадки розмічають вісь підйому і вісь ствола. Шків встановлюють по точці сходу канату, вирівнюють площину симетрії його паралельно осі підйому, приводять у горизонтальне положення вісь обертання.

Усі роботи виконуються одночасно.

Точку сходу канату визначають по робочих кресленнях за умови, якщо копер установлений відповідно до необхідних допусків.

При установці шківів на старих копрах точку сходу канату визначають спеціально на відмітці найвищого підйому сосуду.

Установку вала обертання шківів в горизонтальне положення роблять за допомогою накладного брускового рівня, якщо підшипники вала мають знімну верхню кришку. Якщо ж вони нерозбірні, то встановлюють у вертикальне положення площину симетрії шківів. Для цього натягають дріт приблизно паралельно осі підйому.

З дроту опускають два виски, розташовуючи їх у 25–30 см по обох сторонах від вала шківів. Регулюючи підкладками положення вала шківів, домагаються рівності розмірів і від виску до реборди.

По точці сходу канату шківів устанавлюють, використовуючи розміри a і r від осі ствола й осі підйому (рис. 62, а). Розмір a від осі підйому до осі струмка шківів беруть з робочого креслення перерізу ствола. Розмір r обчислюють з виразу

$$r = f + \frac{1}{2} d, \quad (25)$$

де f – проектна відстань від осі ствола до центра канату (якщо точка сходу канату знаходиться на осі ствола, то $f = 0$);

d – діаметр канату.

По струмку шківів опускають висок O_1 . Рухаючи шків, досягають устанавки виску O_1 у проектне положення по розмірам a і r .

Фактичне положення шківів перевіряють по точках сходу канатів і кутам девіації. Перевірку положення шківів по точці сходу канату виконують на підшківній площадці, на нульовій площадці ствола і на відмітці найвищого підйому сосуду. На підшківній площадці величини a і r не повинні відрізнятися від проектних більш ніж на 10 мм.

На нульовій площадці і на відмітці найвищого підйому сосуду визначають розміри m , m_1 , і n , n_1 відповідно від шнурів, натягнутих "обв'язкою" між провідниками, і від лицевих поверхонь провідників до виску O_1 (рис. 62, б).

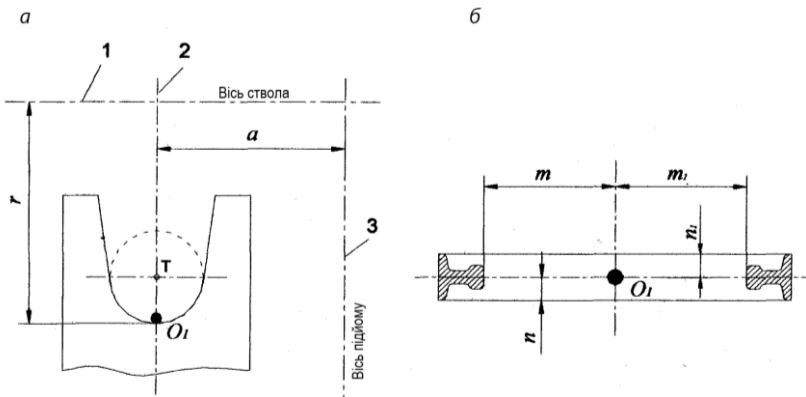


Рис. 62. Встановлення шківів по точці сходу канату:

1 – ось ствола; 2 – площина симетрії шківів (вісь струмка); 3 – ось підйому

При правильній установці шківів $m - m_1 \geq d$; $n = n_1 \geq d$. Усі виміри роблять, повертаючи шків на 180° .

Після всіх перевірок і необхідних поправок просвердлюють отвори у підшківних балках і закріплюють шківви.

На прохідницьких наметових копрах установку шківів починають з закріплення осей на огорожі підшківної площадки, тобто піднімають осі вище підшківних балок. Потім від осі ствола й вісі підйому на краях підшківної площадки розмічають осі симетрії шківів і підшківних балок.

Установлюють підшківні балки, приводять їх у горизонтальне положення і тільки потім ставлять на них шківви. Точної установки шківів у проектне положення домагаються незначними переміщеннями їх по підшківним балкам. Точку стоку канату виставляють по виску, опущеному на нульову площадку. Перед закріпленням шківів перевіряють горизонтальність валів обертання.

9.7. Монтаж підйомної машини

Найбільш важливими і відповідальними видами робіт при монтажі підйомної машини є:

- установка вала машини в горизонтальній площині;
- установка вала машини у вертикальній площині.

Вісь вала машини і ось підйому, а точніше точки вертикальних площин, у яких знаходяться ці осі, закріплюють нижче мостового крана. Іноді при необхідності, крім цих двох осей, закріплюють ще одну допоміжну вісь, паралельну осі вала. Відстань між віссю вала і допоміжною віссю роблять на 10–15 см більше допуску вала. Допоміжна вісь використовується при установці співвісності валів барабана і редуктора.

Спочатку встановлюють постаменти під підшипники чи основну раму, у залежності від марки підйомної машини. Раму центрують по висках, опущених з осьових дротів і установку роблять з точністю ± 1 мм щодо вісі підйому.

Припустимі відхилення осі вала від горизонтального положення встановлюються технічними умовами на монтаж і експлуатацію кожної підйомної машини.

Допуски дуже тверді. Тому перевищення одного кінця вала над іншим необхідно визначати до десятих часток міліметра.

Установку головного вала підйомної машини у вертикальній площині виконують у кілька прийомів: спочатку домагаються горизонтальності рами чи постаментів під підшипники, потім

вирівнюють грубо вісь вала і, нарешті, точно устанавлюють вал разом з редуктором у горизонтальне положення. Горизонтальності рами чи машини постаментів під підшипники домагаються за допомогою звичайного нівелювання.

Головна вимога, щоб площадки для устанавки підшипників вала були в одній горизонтальній площині і не мали перекосів більш ± 1 мм.

Прив'язку рами по висотних відмітках роблять від реперів, що фіксують рівень чистої підлоги в будинку підйому. Похибка устанавки рами чи постаментів не повинна перевищувати 2 см стосовно відмітки чистої підлоги.

Грубу устанавку головного вала у вертикальній площині роблять монтажники одночасно з устанавкою редуктора. Точну устанавку вала машини і редуктора виконують за допомогою передачі висотних відміток з підвищеною точністю.

Муфта, що з'єднує вал машини з валом редуктора, тверда, тому потрібна дуже висока точність співвісності валів. У зв'язку з цим одночасно з поправками положення валів машини і редуктора у вертикальній площині домагаються співвісності в горизонтальній площині.

9.8. Роботи при настиланні постійних рейкових шляхів у капітальних гірничих виробках

Нині у зв'язку з переходом на колію 900 мм у шахті працюють важкі локомотиви і вагони великої ємності. Змінилася і будівля рейкового шляху: стали застосовуватися залізобетонні шпали і рейки Р-33. Вага однієї ланки шляхів із залізобетонними шпалами перевищує 900 кг. У зв'язку з цим підвищилася вимога до пристрою й експлуатації рейкових шляхів. Без участі маркшейдера якісне облаштування відкатних шляхів в умовах гірничих виробок стало неможливим. Найбільш відповідальними для маркшейдера стали роботи по винесенню в натуру осі шляху, прив'язці стрілочних переводів і контролю за дотриманням проектного уклону.

Укладання стрілочних переводів на вузлах (сполученнях) варто робити за розмірами фіксуючими вісь шляху і центр хрестовини (рис. 63), тому що розміри стрілок різних заводів різні. Розміри b , b_1 , d даються в робочих кресленнях сполучень. Розмір c обчислюється. Він залежить від марки стрілочного переводу.

Марка стрілочного переводу визначається відношенням ширини колії до відстані від центра хрестовини до перехрестя осей шляху, тобто тангенсом кута $\text{tg } \alpha = \text{колія} / a$.

Якщо колія дорівнює 900 мм, то для $\text{tg } \gamma = 1/3, 1/4, 1/5$ розмір a відповідно дорівнює 2700, 3600, 4500 мм.

У зв'язку з тим, що гірничі виробки завжди мають відхилення від проектних розмірів, в обов'язки маркшейдера входить корегування розміру c . Корегування залежить від фактичного положення тумби вузла (розміри k і k_1) і від положення осі шляху (розміри b і b_1).

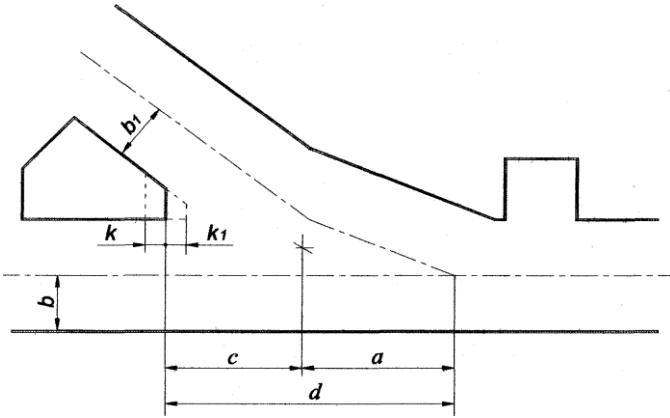


Рис. 63. Схема прив'язки стрілочних переводів

При цьому варто враховувати величину вибігу вагона з зовнішньої сторони кривої. Величина вибігу на стрілочних переводах і закругленнях з радіусом до 20 м включно приймають рівною 300 мм. Це значить, що зазор, передбачений правилами безпеки, збільшують на 300 мм.

На прямолінійних ділянках вісь шляху прив'язують до точок теодолітного ходу шляхом визначення ординат a_1, a_2, \dots, a_n від проектної осі шляху до сторони теодолітного ходу. Довжини сторін ходу тут не лімітуються. У шахті на кожному пікеті приблизно на рівні проектної голівки рейок, відмічають умовним знаком місця вимірів ординат (нижні знаки). При камеральній обробці всі обчислення зводять у таблицю, де вказуються ширина виробки, проектна відстань між осями шляхів на двошляхових ділянках, зазори між стінками виробок і вагонів з ходової і неходової сторін. Якщо зазори близькі до проектного чи більше, ніж вимагають ПБ, розмір від нижнього знака до осі шляху виписують у виді таблиці і видають прохідникам.

Якщо зазори на окремих пікетах не задовольняють вимогам ПБ, то головний маркшейдер приймає рішення або виправити кріплення виробки, або зрушити вісь шляху.

При настиланні шляху фактичні розміри від нижніх знаків до рейки не повинні відрізнятись при заданих ординат більш ніж на 20 мм, причому шлях повинний бути прямолінійним.

На закругленнях прив'язку осі шляху дають тільки для закруглень з центральним кутом 90° і більше.

Для прив'язки вісі шляху використовують точки полігонометричного ходу, і роблять такі ж виміри і камеральну обробку, як і в прямолінійних виробках.

Спочатку усі виміри приводять до проектної осі шляху, потім обчислюють зазори між стінкою виробки і вагоном з ходової і неходової сторони. При цьому враховують вибіг вагона (300 мм) убік зовнішньої стінки виробки. Якщо ходова сторона розташована у зовнішньої стінки і правилами безпеки передбачений зазор у 700 мм і 250 мм – з неходової, то для контрольних розрахунків приймають зазор з ходової сторони $G_x = 1000$ мм і з неходовий – $G' = 250$ мм. Якщо фактичні розміри виявляються менше зазначених, виробки треба перекріплювати. Варто мати на увазі, що зміна радіуса закруглення убік зменшення можлива тільки на 5 %, велику величину варто погоджувати з проектною організацією.

Рейки згинають безпосередньо на місці робіт за шаблонами. Шаплони дерев'яні у виді сегмента з хордою приблизно 3 м.

Установку голівки рейок на проектну відмітку роблять при баластуванні колії по бічних висотних реперах.

Після невеликого обкатування остаточно встановлюють профіль колії за допомогою нівеліра.

Питання для самоконтролю

- 1. Які маркшейдерські роботи виконуються у підготовчий період перед монтажем гірничошахтного обладнання?*
- 2. Які маркшейдерські роботи виконуються у період монтажу гірничошахтного обладнання?*
- 3. Які допустимі відхилення у положенні підшкірного майданчика відносно проектного положення?*
- 4. Які допустимі відхилення підкопрової рами від проектного положення?*
- 5. За якими схемами здійснюється монтаж металевих копрів?*
- 6. Які маркшейдерські роботи є найбільш відповідальними при монтажі підіймальної машини?*
- 7. Які допуски існують при монтажі підіймальної машини?*

8. *Як визначається марка стрілочного переводу?*
9. *Які допустимі відхилення фактичного положення рейкових шляхів від проектного?*
10. *Які точки використовують для прив'язки осі рейкових шляхів?*

Список літератури

1. Асаченков Л.М. Маркшейдерские работы при строительстве и реконструкции шахт. М.: Недра, 1987.
2. Борщ-Компанеец, А.М. Навитный, Г.М. Кныш. Маркшейдерское дело. М.: Недра, 1985.
3. Маркшейдерські роботи на вугільних шахтах та розрізах. Інструкція/ Ред. коміс.: М.Є. Капланець та ін. – Вип.. офіц. – Донецьк: ТОВ "Алан", 2001. – 264 с.
4. Маркшейдерские работы при установке и эксплуатации шахтного подъемного оборудования. И.И. Добкин, В.Б. Лебедев, М.Н. Галинская и др. М.: Недра, 1983.
5. Маркшейдерское дело. Д.М. Оглоблин, Г.И. Герасименко, О.Г. Акимов и др. М.: Недра, 1981.
6. Николаенко В.Г., Соловьев В.Н. Маркшейдерские работы при сооружении вертикальных шахтных стволов. М.: Недра, 1977.
7. Пиньковский Г.С. Резервы повышения эффективности шахтного строительства. М.: Недра, 1981.
8. Hamid Chakeri. Analysis of interaction between tunnels in soft ground by 3D numerical modeling /Hamid Chakeri, Rohola Hasanpour, Mehmet Ali Hindistan, Bahtiyar Ünver – Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2011, Vol. 70, Issue 3 , p. 439-448.
9. Hamid Chakeri. Analysis of interaction between tunnels in soft ground by 3D numerical modeling /Hamid Chakeri, Rohola Hasanpour, Mehmet Ali Hindistan, Bahtiyar Ünver – Bulletin of Engineering Geology and the Environment, Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2011, Vol. 70, Issue 3 , p. 439-448. Петренко, В. Д.
10. Обзор аналитических и экспериментальных методов исследования взаимодействия массива и крепи / В.Д. Петренко, А.Л. Тюткин, В.И. Петренко // 36. наук.праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна «Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика». – Дніпропетровськ : Вид-во ДНУЗТу, 2012. – Вип. 1. – С. 75-81.
11. СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації: ДСТУ Б А.2.4-4:2009 [Чинний від 2010-01-01]. – Київ, Мінрегіонбуд України, 2009. – 75 с. (Національний стандарт України).
12. СПДБ. Правила виконання робочої документації генеральних планів : ДСТУ Б А.2.4-6:2009 [Чинний від 2010-01-01]. – Київ, Мінрегіонбуд України, 2009. – 70 с. (Національний стандарт України).

13. СПДБ. Геодезичні роботи у будівництві : ДБН В.1.3-2:2010 [Чинний від 2010-09-01]. – Київ, Мінрегіонбуд України, 2010. – 70 с. (Національний стандарт України).

14. СПДБ. Метрополітени. Основні положення : ДБН В.2.3-7:2018 [Чинний від 2019-09-01]. – Київ, Мінрегіонбуд України, 2018. – 76 с. (Національний стандарт України).

15. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. Видання офіційне // Галузевий стандарт. – К.: Мінпаливенерго України, 2004. – 128 с.

16. Вронский, Ю. И., et al. Обоснование способа обследования взаимного положения геометрических элементов канатно-ленточного конвейера в эксплуатационный период. Збірник наукових праць Національного гірничого університету, 2017, 52: 280-286.

17. Грищенко, А. Н.; Березюк, А. О. Проект реконструкції підземної маркшейдерської опорної мережі шахти «Прогресс» ДП «Торезантрацит». 2011.

18. Горохов Е. В. Резервы несущей способности стальных конструкций при кратковременных динамических воздействиях / Е. В. Горохов, В. Н. Кущенко [Текст] // Перспективы развития и пути повышения эффективности применения легких и особо лёгких металлических конструкций : Сб. науч. раб. / КИСИ. – К. : КИСИ, 1984. – С. 103–104.

19. Кущенко В. Н.; Нечитайло А. Е. Анализ напряженно-деформированного состояния узлов опирания направляющих шкивов на подшкивные конструкции шахтного укосного копра. Металлические конструкции, 2012, 18.2: 97-109.

20. Кущенко В. Н. Экспериментальное исследование динамического поведения конструкций шахтных копров [Текст] / В. Н. Кущенко, А. С. Кострицкий // Вісник Донбаської держ. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти України, ДонДАБА. – Макіївка, 2003. Вип. 20032(39) : Будівельні конструкції, будівлі та споруди. Т. 2. Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології. – С. 46–52.

21. Кущенко, В. Н. Методика и результаты динамических испытаний укосного шахтного копра. Вісник Донбаської держ. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти України, ДонДАБА. – Макіївка, 2003. Вип. 20032(39) : Будівельні конструкції, будівлі та споруди. Т.2. Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології. – С. 116–125.

22. Сапицька, Ірина. Реструктуризація вугільних шахт: інформаційні ресурси. Схід, 2015, 5: 90-94.

*Антипенко Георгій Олексійович
Гаврюк Георгій Федорович
Назаренко Валентин Олексійович
Ковалевич Людмила Анатоліївна
Котенко Володимир Володимирович*

МАРКШЕЙДЕРСЬКІ РОБОТИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ШАХТ ТА ПІДЗЕМНИХ СПОРУД

Навчальний посібник

Рецензенти: Кучин О.С. Терещук Р.М. Соболевський Р.В.

Електронне видання

Редактор: Криворучко А.О.
Технічний редактор: Іськов С.С.
Комп'ютерний дизайн та верстка: Зубченко О.А.

Державний університет «Житомирська політехніка»
10005, м. Житомир – вул. Чуднівська, 103.

Формат 60/90 1/16 Папір офс. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. 8,6