

Тема 9. Маркшейдерські роботи при будівництві шахт і спорудженні технологічного комплексу

Нижче наведено розгорнутий матеріал із ключових питань теми, що охоплює загальні відомості про порядок проектування гірничого підприємства, маркшейдерське забезпечення під час будівництва шахт, спостереження за деформаціями споруд, улаштування розбивочних мереж, розбивку ствола і вертикальне планування промислової площадки.

1. Загальні відомості про порядок проектування та проект гірничого підприємства

1. Стадії проектування гірничого підприємства

- Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО): на цьому етапі визначаються економічні й технічні аспекти доцільності будівництва шахти (чи іншого гірничого підприємства).
- Технічний проект: виконується детальний аналіз родовища, розробляється генеральний план, визначається метод відпрацювання і способи розкриття, планується розташування об'єктів на поверхні тощо.
- Робочий проект (робоча документація): конкретизуються всі технічні рішення, розрахунки конструкцій і виробок, складаються креслення та специфікації обладнання, детальні схеми маркшейдерських робіт.

2. Зміст проектної документації

- Гірничо-технічна частина: способи проведення виробок, методи кріплення, вентиляції, дегазації тощо.
- Маркшейдерська частина: проект розбивочних мереж, контролю геометричних параметрів ствола, котлованів, фундаментів, поверхневих споруд тощо.
- Загальна пояснювальна записка: описує всі аспекти будівництва – від вибору будівельних матеріалів до опису заходів безпеки, охорони праці й навколишнього середовища.

3. Роль маркшейдера у перевірці проектних креслень

- Маркшейдер аналізує креслення на предмет відповідності:
 - Точності геометричних параметрів (положення ствола, шахтних виробок, споруд).

- Дотримання проектних відміток (горизонтальні та висотні відмітки).
- Перевірка правильності планових рішень щодо взаємного розташування об'єктів (щоб не було конфліктів з існуючими чи запроектованими виробками/спорудами).

2. Задачі маркшейдера при будівництві шахт

1. Геодезичний супровід будівельних робіт

- Забезпечення основи для точного винесення проектних рішень у натуру (координати, висотні відмітки).
- Розбивка меж майданчика, осей будівель та споруд, осей комунікацій.

2. Взаємодія з будівельними, гірничо-шахтними службами

- Оперативне узгодження відхилень від проекту, які виникають на практиці.
- Коригування проектних даних, зокрема змін плану ствола, додаткових виробок чи траси комунікацій.

3. Документування

- Ведення виконавчих схем, журналів маркшейдерських вимірювань, актів зйомок.
- Регулярне оновлення планово-висотної основи будівництва, зокрема нанесення змін у разі значних земляних робіт (виїмка ґрунту, створення насипів тощо).

3. Спостереження за посадками споруд

1. Причини осідання

- Зміна ґрунтових умов під час проходки стволів, підземних виробок, прокладання комунікацій.
- Будівництво важких споруд на слабких ґрунтах, водоносність порід, підробка території.

2. Методи спостережень

- Нівелювання: вимірювання змін висотних відміток у контрольних точках (реперах, закріплених на фундаментах чи в безпосередній близькості до споруд).
- Тахеометрична зйомка: контроль планових зміщень об'єктів.
- Супутникові GNSS-технології: оперативний моніторинг великих площ.
- Лазерне сканування (за потреби детальної 3D-фіксації деформацій).

3. Порядок виконання спостережень

- Розробляють програму спостережень, визначають місця встановлення геодезичних пунктів, частоту вимірювань.
- Перші вимірювання здійснюють до початку будівництва для фіксації «нульової» ситуації.
- Надалі здійснюють контрольні вимірювання з регулярним інтервалом (залежно від інтенсивності будівництва і гірничо-геологічних умов).
- Результати обробляють і порівнюють з допустимими нормами. У разі перевищень – вживають заходи (підсилення фундаментів, зміна технології).

4. Розбивочні мережі

1. Призначення розбивочних мереж

- Служать основою для точного перенесення проектних рішень у натуру (плани, осі споруд, межі будівельних майданчиків).
- Забезпечують просторову прив'язку будівельних та гірничих об'єктів.

2. Види розбивочних мереж

- Опорна мережа будівництва (вища точність, використовується як «скелет» для всіх подальших розбивок).
- Робочі або детальні розбивочні мережі: створюються від опорної мережі для винесення осей конкретних будівель і споруд.

3. Основні етапи створення розбивочних мереж

- Закладка пунктів: вибір місць розташування пунктів (з урахуванням стабільності, захисту від пошкоджень, зручності спостережень).
- Вимірювання: виконуються методами геодезичної полігонометрії, триангуляції, трилатерації, GNSS та іншими.
- Обчислення і вирівнювання: визначаються координати та висоти пунктів із потрібною точністю.
- Оформлення документації: каталоги координат і висот, схеми, акти закладки пунктів.

5. Розбивка центра і осей ствола шахти

1. Значення точного винесення осей ствола

- Ствол шахти – ключова виробка, що забезпечує доступ до підземного простору. Від його точності залежить безпечно і економічно обґрунтоване будівництво підземних горизонтів.

2. Порядок розбивки

- Спочатку визначають центральну вісь ствола згідно з проектом (координати центра планово та по висоті).
- Розташовують додаткові марки, репери, орієнтири на поверхні, щоб контролювати положення при ритті котловану.
- Після початку проходки ствола виконується передача (орієнтування) цієї осі в глиб ствола за допомогою спеціальних маркшейдерських приладів (наприклад, світлових, лазерних чи оптичних центрів).

3. Контроль вертикальності

- При проходці ствола обов'язково контролюють його відхилення від вертикалі.
- Використовуються високоточні оптичні вісі, лазерні приціли або інклінометри для безперервного відстеження.
- Якщо відхилення перевищує допустимі норми, вносяться корективи в кріплення й направлення робіт при бетонуванні ствола чи монтажі тубінгів (у разі використання тубінгового кріплення).

6. Побудова пунктів опорної мережі

1. Зміст поняття «опорна мережа»

- Це сукупність геодезичних (маркшейдерських) пунктів, координати та висоти яких встановлено з високою точністю і які слугують вихідними для всіх подальших розбивок.

2. Методи створення опорної мережі

- Триангуляція, полігонометрія, трилатерація: класичні маркшейдерсько-геодезичні методи на місцевості.
- GNSS (GPS/ГЛОНАСС): дозволяє швидше і з достатньою точністю закладати пункти, особливо на великих відстанях.
- Нівелювання: для визначення висот.
- Лазерні системи (за потреби високоточних вимірів на відносно невеликих ділянках).

3. Побудова мережі в умовах шахтного будівництва

- Мережа враховує місця розташування майбутніх стволів, будівель промислового комплексу, складів, транспорту.
- Потрібно уникати зон, де можливі ґрунтові зрушення, або передбачити захисні конструкції для пунктів (бетонні моноліти, металеві орієнтири).

7. Вертикальне планування поверхні промислової площадки шахти

1. Мета вертикального планування

- Забезпечення раціональної організації рельєфу проммайданчика для будівництва, монтажу обладнання, транспортних шляхів, складських зон.
- Врахування відведення поверхневих вод, технологічних і побутових стоків.

2. Маркшейдерські роботи при вертикальному плануванні

- Зняття топографічної основи (зйомка місцевості з потрібною точністю для створення цифрової моделі рельєфу).
- Аналіз проектних рішень щодо відсипок, виїмок, ухилів, розташування дренажних систем тощо.

- Розбивка проектних позначок і контроль фактичного виконання при формуванні насипів та виїмок ґрунту.

3. Основні етапи

- Польові геодезичні (маркшейдерські) роботи: створення чи уточнення планово-висотної основи, детальна зйомка рельєфу.
- Камеральна обробка: побудова цифрової моделі поверхні (ЦМР), проектування оптимального розподілу ґрунту.
- Виконавча зйомка: після закінчення земляних робіт перевіряють, чи відповідає фактичний рельєф проектному, складають виконавчу документацію.

Підсумки

1. Важливість маркшейдерського супроводу

- При будівництві шахт маркшейдерські роботи забезпечують необхідну точність та безпеку спорудження стволів і всього технологічного комплексу.
- Без чіткої розбивки, контролю деформацій і вертикального планування неможливо якісно реалізувати проект, особливо в складних гірничо-геологічних умовах.

2. Основні завдання маркшейдера

- Актуалізація проектних даних і перевірка креслень на предмет відповідності фактичним умовам на майданчику.
- Створення та підтримка розбивочних і опорних мереж для точного винесення в натуру.
- Моніторинг вертикальності стволів, контроль переміщень і деформацій споруд.
- Вертикальне планування і виконавчі зйомки, необхідні для введення об'єктів у експлуатацію.

3. Технології та перспективи

- Сучасні геодезичні системи (GNSS, лазерне сканування, дрони) дедалі активніше впроваджуються в будівництво шахт, підвищуючи точність і оперативність робіт.
- Поширення програмних комплексів для моделювання рельєфу, ведення баз даних та автоматизованих обчислень.

Таким чином, маркшейдерські роботи при спорудженні шахтного технологічного комплексу відіграють визначальну роль у забезпеченні точності, безпеки та економічної ефективності всіх етапів будівництва і подальшої експлуатації.