

## Тема 8. Маркшейдерські роботи при експлуатації гірничого підприємства.

1. Загальні положення маркшейдерських робіт при експлуатації гірничого підприємства

1. Значення маркшейдерських робіт

○ Маркшейдерія є невіддільною частиною гірничого виробництва, оскільки забезпечує точність визначення просторового положення гірничих виробок і обладнання.

○ Дані маркшейдерських вимірювань використовуються для планування, контролю, обліку й аналізу ефективності ведення гірничих робіт.

2. Нормативно-правова база

○ Маркшейдерські роботи в Україні регламентуються Гірничим Законом України, Кодексом України про надра, а також низкою нормативних документів та інструкцій.

○ Основні завдання та вимоги до маркшейдерських робіт викладені в «Інструкції з маркшейдерських робіт» (діючі НПАОП), що передбачає методи вимірювань і точності.

3. Загальна організація маркшейдерської служби

○ Для кожного гірничого підприємства створюється маркшейдерська служба на чолі з головним маркшейдером.

○ Головний маркшейдер несе відповідальність за правильність та повноту маркшейдерських вимірювань, веде відповідну маркшейдерську документацію (плани, розрізи, журнали спостережень тощо).

2. Контроль за веденням гірничих робіт, розкриттям горизонтів, дотриманням запобіжних берм, проектних похилів, транспортних шляхів

1. Контроль ведення гірничих робіт

○ Маркшейдер проводить зйомки (знімання) фронту робіт (кар'єру, шахти чи розрізу) для визначення фактичного положення виробок.

○ Порівнюються фактичні контури з проектними, визначаються відхилення та відпрацьовуються рекомендації з коригування.

2. Розкриття горизонтів

○ Відкриття нових горизонтів здійснюється за проектом, де маркшейдерська служба визначає планове та висотне положення основних виробок.

○ Для контролю точності розкриття роблять систематичні прив'язки гірничих виробок до маркшейдерської опорної мережі; стежать за тим, щоб ухили, напрямки та відмітки відповідали проектним.

3. Запобіжні берми і дотримання проектних похилів

○ Запобіжні берми (безпекові берми) покликані забезпечувати стабільність бортів кар'єрів і безпеку робіт. Маркшейдер проводить періодичні виміри (тахеометричні, лазерні сканування чи дронами) для контролю геометрії укосів.

- Для контролю проектних похилів використовують нівелірні або електронні системи геодезичного моніторингу – заміряють висотні відмітки, щоб витримати безпечні транспортні ухили і норми проекту.

#### 4. Транспортні шляхи

- Маркшейдерські зйомки транспортних шляхів (автомобільних, залізничних або конвеєрних трас) дають змогу контролювати ухили, кривизни, повороти й інші параметри для безпечного руху гірничотранспортного обладнання.

- При необхідності складаються виконавчі схеми та профілі доріг, на яких відображається фактична ситуація.

### 3. Маркшейдерське забезпечення при монтажі та експлуатації крокуючих екскаваторів і транспортно-відвальних мостів

#### 1. Особливості великогабаритної гірничої техніки

- Крокуючі екскаватори, роторні комплекси, транспортно-відвальні мости потребують високої точності встановлення в робочу позицію.

- Невелике відхилення від проектних координат може спричинити перевантаження конструкції або нерівномірний розподіл навантаження на механізми.

#### 2. Монтаж крокуючих екскаваторів

- Перед монтажем виконують розбивку майданчика, перевіряють відповідність котловану та фундаментів для опор механізму.

- Маркшейдери визначають точні координати осьових центрів та прив'язують конструкцію до стаціонарних реперів. При збиранні – контролюють геометрію стріли, механізмів обертання тощо.

#### 3. Експлуатація крокуючих екскаваторів

- Під час експлуатації маркшейдерське забезпечення полягає в контролі положення екскаватора на робочому горизонті, перевірці правильності робочих площ і глибини виїмки.

- Регулярно проводять зйомку положення опорних башмаків (якщо екскаватор пересувається крокуванням) та положення різальних органів екскаватора відносно проектної позначки.

#### 4. Транспортно-відвальні мости

- Їхнє маркшейдерське забезпечення включає точне встановлення опорних конструкцій і підтримання необхідного ухилу та висоти для безперервного транспорту корисних копалин чи породи.

- При роботі таких систем важливо контролювати деформації і осідання опор, адже довга балка мосту може змінювати своє положення залежно від рельєфу й навантажень.

### 4. Маркшейдерський контроль обліку об'ємів розкриття і видобування корисних копалин

#### 1. Облік об'ємів розкривних робіт

- Для визначення об'ємів розкриву застосовують маркшейдерські зйомки (наземні, а останнім часом – і аерофотозйомки чи лазерне сканування дронами).

- Проводять регулярні знімання фронту розкривних робіт та порівнюють отримані 3D-моделі з проектними та з попередніми зйомками. Обчислюють зміну об'ємів за визначені періоди.

## 2. Облік об'ємів видобування

- У кар'єрах чи шахтах визначають фактичні об'єми видобутої породи (за допомогою вимірювань гірничих виробок і транспортних потоків).

- Маркшейдерська служба відповідає за складання балансу добутої корисної копалини: зіставляє об'ємні (геометричні) дані з фактичними даними зважування або даними з транспортних систем.

## 3. Документація

- Усі результати обліку вносять до оперативних та постійних документів – плани розвитку гірничих робіт, розрізи, журнали видобування.

- Періодично складаються акти зйомок, де зазначаються зміни контурів гірничих робіт та підрахунки об'ємів.

## 5. Облік втрат, засмічення і збіднення

### 1. Втрати корисних копалин

- Виникають через невиконання технологічних вимог (залишаються неохоплені ділянки родовища, корисна копалина в покрівлі чи підшві).

- Маркшейдер визначає площі та об'єми, де не відбулося виїмки, і враховує їх при підрахунках загальних запасів.

### 2. Засмічення (розубоження)

- Відбувається внаслідок потрапляння в масу корисної копалини пустої породи (порушується якість сировини).

- Контроль маркшейдера – це зйомка меж розкриву й видобутку, зіставлення фактичних даних з геологічною моделлю, щоб мінімізувати потрапляння пустих порід у добуту масу.

### 3. Збіднення

- Коли вміст корисного компонента в масі знижується через порушення технології розробки або некоректне розділення породи.

- Маркшейдер постійно відстежує дотримання меж розмежування «корисна копалина – пусті породи», слідкує за селективністю виймання.

### 4. Методи зменшення втрат і збіднення

- Оптимізація схем виймання, розробка детальних проектів і контроль за фактичним вийманням.

- Більш точне визначення меж рудного тіла, застосування сучасних засобів вимірювань (дрони, лазерне сканування, GNSS-приймачі), а також використання геоінформаційних систем.

## 6. Автоматизація маркшейдерських робіт при вимірюваннях та обчисленнях обліку видобутку корисних копалин

### 1. Сучасні інструменти й технології

- GNSS-системи (GPS, ГЛОНАСС) для швидкого й точного визначення координат.
- Лазерне сканування (наземне та мобільне) для отримання високоточної 3D-моделі кар'єру або розрізу.
- Бортові системи контролю (датчики на екскаваторах, вагові системи на транспортних засобах) для автоматичного обліку видобутку та перевезення.

## 2. Геоінформаційні системи (ГІС)

- Використовуються для збереження, аналізу та візуалізації просторових даних.
- Дозволяють швидко оновлювати плани гірничих робіт, аналізувати зміни в реальному часі, автоматизувати розрахунки об'ємів та оформляти звітні документи.

## 3. Програмне забезпечення

- Спеціалізовані маркшейдерські програмні комплекси (наприклад, Micromine, Surpac, MineScape, Trimble Business Center, Leica Infinity) забезпечують:
  - імпорт даних із польових приладів (лазерних сканерів, безпілотників);
  - автоматичне побудування цифрових моделей рельєфу та гірничих виробок;
  - підрахунки об'ємів, балансів запасів, інженерне моделювання.

## 4. Переваги автоматизації

- Прискорення та підвищення точності вимірювань: зменшується вплив «людського» фактору.
- Оперативне планування: керівники гірничих робіт швидко отримують актуальні дані про стан розробки.
- Зручне зберігання та доступ до даних: об'ємні хмарні сховища чи локальні сервери дозволяють організувати систему електронних архівів.
- Інтеграція різних систем (обладнання екскаваторів, автосамоскидів, конвеєрів) із ГІС дає змогу комплексно оцінювати ефективність і вчасно реагувати на проблеми.

## Висновки

Маркшейдерське забезпечення є критично важливим елементом при експлуатації будь-якого гірничого підприємства. Воно покликане:

- забезпечувати безпечне ведення гірничих робіт і контроль за відповідністю проектних рішень фактичним умовам;
- гарантувати точний облік видобутих об'ємів і збереження якості корисної копалини;
- мінімізувати втрати та збіднення;
- оперативно реагувати на зміну геометрії гірничого простору завдяки сучасним системам автоматизації та обробки даних.

Постійний розвиток технологій (лазерне сканування, GNSS, дрони, автоматизовані геоінформаційні системи) дозволяє вдосконалювати як методи

вимірювань, так і процеси проектування та обліку, що істотно підвищує безпеку, продуктивність та економічну ефективність гірничого виробництва.