

Б.О. Кодунов, О.І. Сисоєв

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

МЕТОДИ СТВОРЕННЯ МАРКШЕЙДЕРСЬКОЇ ЗЙОМОЧНОЇ МЕРЕЖІ НА КАР'ЄРІ

Розглянуто особливості методів створення маркшейдерських зйомочних мереж на кар'єрах. Проведено їх порівняння та обрані критерії для використання того чи іншого методу в конкретних умовах родовища. Встановлено, що для кар'єрів Андріївського родовища вогнетривких глин найбільш прийнятним методом створення маркшейдерської зйомочної мережі є метод супутникового позиціонування.

Ключові слова: кар'єр; маркшейдерська зйомочна мережа; експлуатаційна сітка; теодолітний хід; аналітичні мережі; геодезична засічка; супутниковий метод.

Основні завдання маркшейдерської служби при відкритій розробці родовищ корисних копалин полягають у визначенні планових об'ємів видобутку і розкриву; складанні гірничої графічної документації, що забезпечує нормальну діяльність підприємства; проведенні контролю за дотриманням параметрів систем розробки; здійсненні обліку видобутку корисних копалин, об'єму порід розкриву, руху запасів, втрат і зубожіння корисних копалин; проведенні спостережень за зрушенням бортів кар'єрів і розробці заходів щодо їх зміцнення та ін.

Результати маркшейдерської зйомки використовуються для складання календарних планів розвитку гірничих робіт, вивчення геологічної будови родовища, підрахунку промислових запасів, визначення втрат і зубожіння корисних копалин, вирішення різних завдань, пов'язаних з діяльністю експлуатаційних дільниць, і ін.

Маркшейдерські опорні мережі для обслуговування родовищ відкритим способом розробки будуються відповідно до вимог, що пред'являються до планових опорних мереж на земній поверхні на території економічної зацікавленості гірничого підприємства. У них можуть включатися пункти тріангуляції і трилатерації 1, 2, 3 і 4 класів, полігонометрії 1 і 2 розрядів. В якості висотного опорного обґрунтування для знімальних мереж кар'єрів можуть використовуватися репери нівелірних ходів I, II, III і IV класів [1].

Для виконання маркшейдерських зйомок кар'єрів, періодично повторюваних у міру посування гірничих робіт, опорних пунктів недостатньо, тому створюють більш густу мережу точок, іменованих мережами знімального або робочого обґрунтування.

При виборі способу створення маркшейдерської знімальної мережі необхідно враховувати:

- точність визначення положення пунктів знімальної мережі відносно пунктів опорної мережі;

- зручність користування пунктами опорної і знімальної мереж при проведенні маркшейдерських зйомок;
- простоту польових і обчислювальних робіт;
- тривалість збереження пункту.

Залежно від навколишнього рельєфу, гірничо-геологічних умов, глибини, розмірів і конфігурації кар'єра, способу виконання маркшейдерських знімальних робіт планові знімальні мережі створюють наступними способами:

- розбивкою експлуатаційної сітки;
- способом профілів;
- прокладкою теодолітних ходів;
- полярним способом;
- геодезичними і фотограмметричними засічками;
- побудовою аналітичних мереж;
- з використанням супутникових навігаційних систем.

У знімальних мережах похибка визначення пунктів відносно найближчих пунктів маркшейдерської опорної геодезичної мережі не повинна перевищувати 0,4 мм на плані та 0,2 м за висотою [1].

Спосіб експлуатаційної сітки використовується в умовах рівнинної місцевості для зйомки верхніх уступів. Широке застосування спосіб отримав на неглибоких кар'єрах, що розробляються бульдозерами, скреперами, гідромеханізацією. Суть методу полягає в тому, що мережа пунктів знімальної основи будується в вигляді мережі квадратів або прямокутників, вершини яких закріплюються на місцевості пунктами. Осі сітки розташовуються або паралельно осям координат, або вздовж і впоперек фронту гірничих робіт кар'єра. Одна з осевих ліній експлуатаційної сітки повинна обов'язково проходити через пункт основної опорної мережі кар'єра (рис. 1).

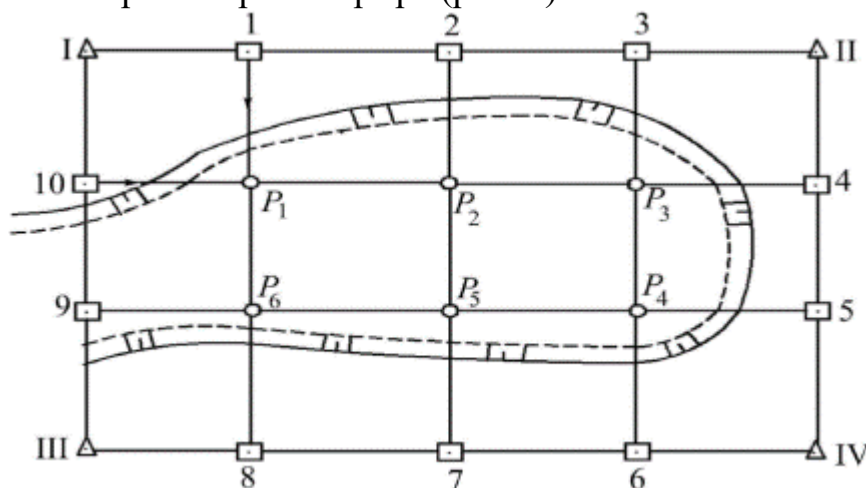


Рис. 1. Схема побудови маркшейдерської знімальної мережі на кар'єрі способом експлуатаційної сітки

Довжина візирного променя при визначенні вершин сітки не повинна перевищувати 800 м. Спосіб експлуатаційної сітки має поширення при розробці горизонтально залягаючих пластоподібних покладів з малою кількістю уступів.

Експлуатаційні сітки є надійним і досить точним способом робочого обґрунтування маркшейдерських зйомок кар'єрів.

Спосіб профільних (створних) ліній застосовують при розвитку гірничих робіт в одному напрямку з нерухомим положенням одного з бортів і невеликою глибиною розробки.

На нерухомому борту кар'єра розбивають дві паралельні лінії і закріплюють точки II-II', III-III', IV-IV', V-V'. Лінії II-V і II'-V' повинні розташовуватися паралельно борту, відстань між ними $20 \div 50$ м. Відстані між пунктами II-III, III-IV, ... приймають рівними 100-200 м. На уступах у створі лінії, наприклад III-III' вставляється точка Р. При ній вимірюють кути α і β . З прямокутних трикутників двічі обчислюють відстань Р-III.

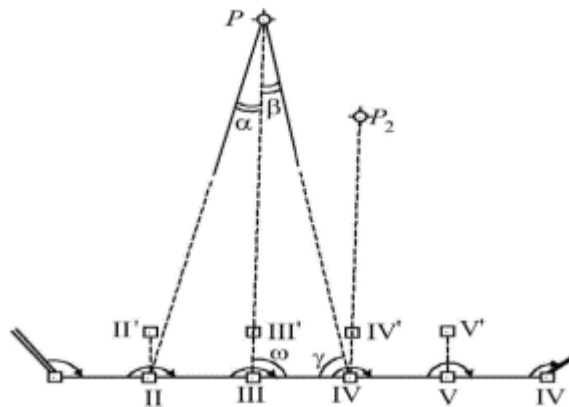


Рис. 2. Схема побудови профільних (створних) ліній

Теодолітні ходи прокладають між пунктами маркшейдерської опорної геодезичної мережі або будують у вигляді замкнутих полігонів. На вихідних пунктах вимірюють кути між стороною теодолітного ходу і двома напрямками на пункти опорної мережі. Довжини сторін теодолітного ходу повинні бути в межах 100 - 400 м. Довжина ходу не повинна перевищувати 1,8, 2,5 і 6 км при зйомках в масштабі 1: 1000, 1: 2000 і 1: 5000 відповідно. При необхідності допускається визначати окрему точку полярним способом, відстань до неї не повинна перевищувати 400 м [1].

Сторони теодолітних ходів вимірюють світлодалекомірами, тахеометрами, насадками, рулетками і іншими приладами, що забезпечують необхідну точність вимірювань. Існує непрямий метод вимірювання довжин теодолітного ходу, запропонований проф. А.Н. Дурнєвим (рис. 3). У мережі пункти А, В, С, D – опорні, а 1, 2, ... - точки,

що визначаються. Точки I, II – допоміжні. Довжини ліній A – 1, 1 – 2, ... розраховують за теоремою синусів, а потім координати точок як у теодолітному ході між двома твердими пунктами.

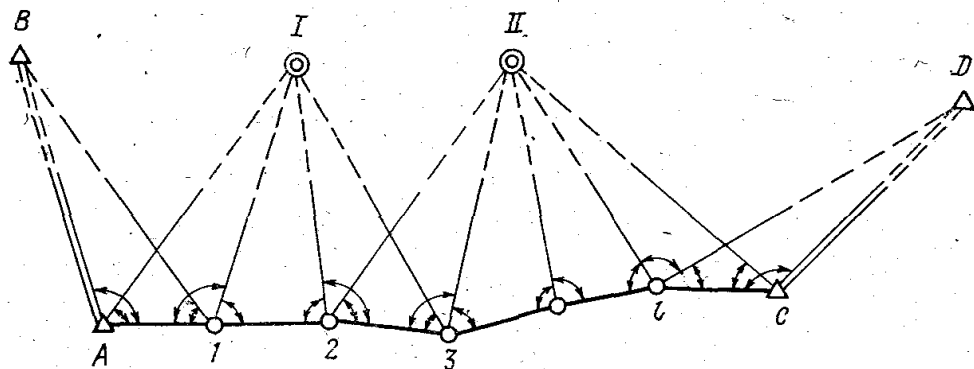


Рис. 3. Схема мережі за способом проф. А.Н. Дурнєва

Полярний спосіб застосовують при значній відстані ділянок гірничих робіт від пунктів маркшейдерської опорної мережі. Горизонтальні кути і кути нахилу вимірюють теодолітом, а похилі відстані світлодалекоміром або електронним тахеометром. При визначенні пунктів знімальної мережі полярним способом відстань до них приймають не більше 3 км.

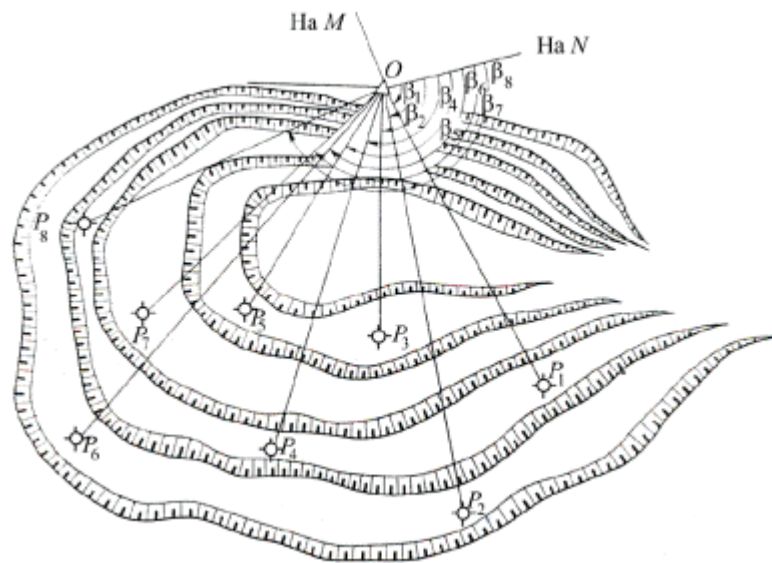


Рис. 4. Схема побудови знімальної мережі полярним способом

Геодезичні засічки застосовують при складній конфігурації гірничих робіт, великій глибині розробки, малій ширині робочих площадок і неспокійному рельєфі місцевості. При цьому способі необхідно на борту кар'єра мати не менше 3 - 4 пунктів добре видимих з будь-якої ділянки.

Сутність прямої засічки полягає в тому, що з твердих пунктів I, II, III вимірюють кути $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ до напрямку на точку P, що вставляється. Для підвищення точності вимірюється також кут при точці P.

Координати пункту P , що вставляється необхідно визначати з двох трикутників

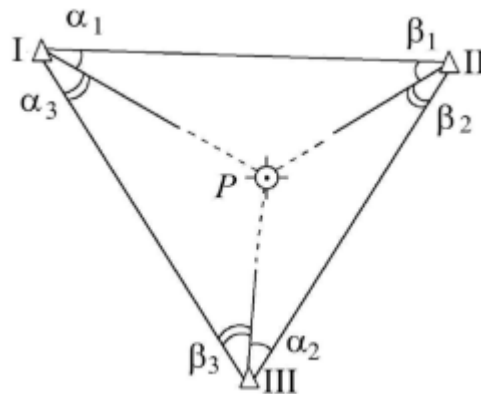


Рис. 5. Схема побудови знімальної мережі прямою геодезичною засічкою

Аналітичні мережі будуються у вигляді наступних систем: геодезичний чотирикутник, центральна система, неповна центральна система.

При побудові аналітичних мереж слід прагнути до того, щоб форма трикутників була близька до рівносторонньої. Трикутники не повинні мати кутів менше 30° і більше 120° , сторони трикутників не повинні перевищувати 1000 м. Гранична довжина ланцюга трикутників не повинна перевищувати 1,5, 3,6 і 6,0 км при зйомці в масштабі 1: 1000, 1: 2000 і 1: 5000 відповідно. У ланцюжку трикутників дозволяється визначати не більше 7 пунктів.

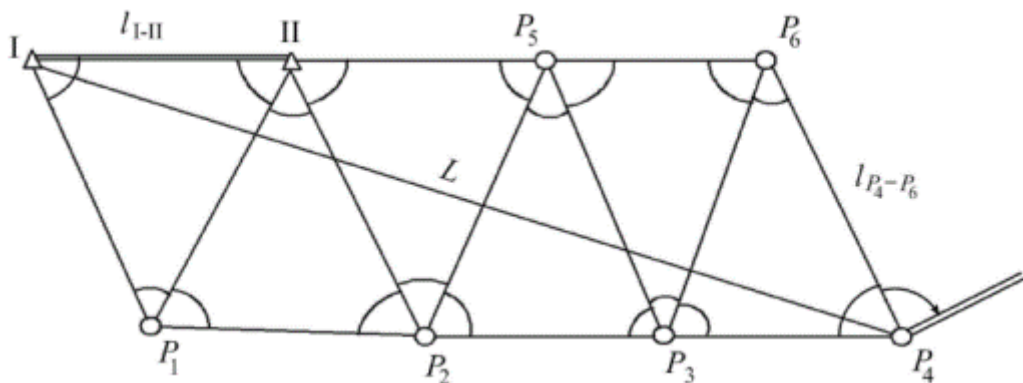


Рис. 6. Схема побудови знімальної мережі у вигляді ланцюжка трикутників

Методи побудови знімальних мереж на кар'єрі повинні відповідати конкретних умовам. Необхідно враховувати особливості навколишнього рельєфу, гірничо-геологічні умови, глибину, розміри і конфігурацію кар'єра.

Для кар'єрів Андріївського родовища вогнетривких глин характерні наступні умови: спокійний рівнинний рельєф, невелика глибина, значні розміри та складна конфігурація.

Для даних умов розглянуті вище способи побудови знімальних мереж (експлуатаційної сітки, профілів, теодолітних ходів, геодезичних засічок, аналітичних мереж) можуть бути застосовані лише частково, на окремих ділянках кар'єрів.

Найбільш доцільним в даних умовах є застосування супутникового методу. Основними перевагами методу супутникового позиціонування при створенні знімальних мереж є висока точність визначення координат, можливість створення мережі без необхідності забезпечення видимості між пунктами, практично необмежена відстань між пунктами мережі, значно менший об'єм польових та камеральних робіт у порівнянні з традиційними способами.

На ділянках робіт кар'єрів «Західний-3» і «Грузський-1» методом супутникового позиціонування була створена знімальна геодезична мережа. Попередньо проведена рекогносцировка місцевості і визначено місця знаходження пунктів з таким розрахунком, щоб відстань від пунктів до пікетів маркшейдерської зйомки не перевищувало допустимих значень певних інструкціями по топографічній зйомці.

Закріплення на місцевості пунктів знімальної геодезичної мережі виконано методом забивання на глибину 1,2 м металевого армованого прута діаметром 8,0 мм. У місці закладення пунктів встановлено розпізнавальні стовпчики з номерами. З кожного пункту забезпечена видимість на суміжний пункт мережі.

Знімальна геодезична мережа виконана шляхом прокладання ходів за допомогою GPS-приймачів South-60, South 68. Вихідним пунктом для створення знімальної геодезичної мережі на ділянці робіт обраний пункт GPS спостережень 1-го розряду № Г-6. Відстань від нього до самого віддаленого пункту геодезичної мережі не перевищило 6,30 км.

Ходи супутникових спостережень створені у вигляді систем трикутників GPS ходів, спираються на початку і в кінці ходів на пункт GPS спостережень 1-го розряду № Г-6. Координування пунктів знімальної геодезичної мережі на ділянці виконуваних робіт проводилося в статичному режимі протягом 45-60 хвилин.

Дані вимірювань заносилися в накопичувачі інформації з яких паралельним портом передані в базу комп'ютера. Обробка та зрівняння польових вимірювань проводилося за допомогою програмного забезпечення Topcon Tools і комплексної програми «Геопроект-5».

Координати всіх пунктів геодезичної мережі визначені в системі координат 1942 року. Спостереження виконувалися з точністю полігонометрії 1-го розряду. Схема розташування пунктів знімальної мережі приведена на рис. 7.

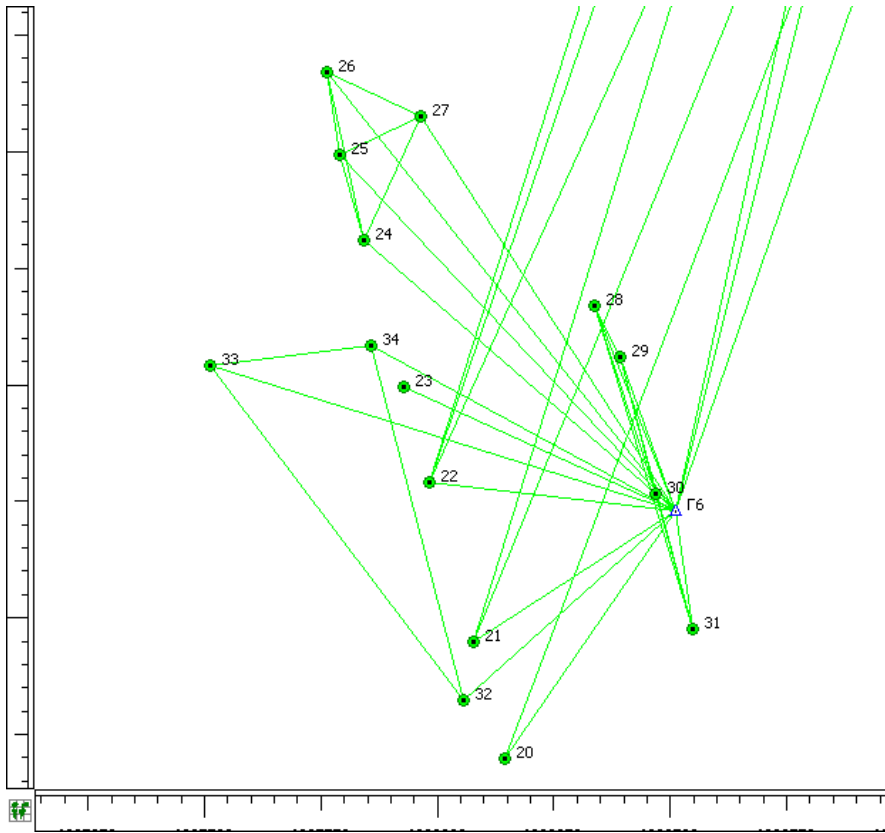


Рис. 7. Схема GPS - спостережень знімальної геодезичної мережі на ділянці робіт «Грузський-1»

Отримана точність спостережень та визначення координат пунктів наступна: в плані – 1 – 4 мм; за висотою – 1 – 8 мм.

Список літератури

1. КД 12.06.203-2000 Маркшейдерські роботи на вугільних шахтах та розрізах. Інструкція: Затв. Мінпаливенерго України 12.12.00. – Донецьк: «АЛАН», 2001. – 264 с.