

## Лекція 2. Створення опорних мереж

Сучасна організація маркшейдерських робіт на кар'єрах характеризується тим, що роботи виконуються з послідовним переходом від загального до конкретного; всі вимірювання виконують з необхідною точністю, встановленою для кожного конкретного виду робіт; всі види робіт виконуються з обов'язковим контролем.

При послідовному переході маркшейдерських робіт від загального до конкретного на території виробничо-економічної зацікавленості підприємства першочергово створюють основну мережу, яка складається з відносно невеликого числа опорних пунктів, положення яких визначають з високою відносною точністю. На цій основі будують мережі з більшим числом пунктів, з меншими відстанями між цими пунктами і меншою відносною точністю.

Маркшейдерська зйомка, як правило, виконується в крупних масштабах (від 1:1000 до 1:5000), а тому вона потребує створення густих мереж опорних пунктів, положення яких надійно закріплюють центрами і знаками в натурі і точно визначають їх як в плані, так і по висоті. Разом з тим, всі опорні пункти таких мереж на протязі тривалого терміну експлуатації підприємства із-за підробки гірничими роботами, завалювання породними відвалами і забудови практично зберегти неможливо.

З метою збереження стабільності мереж опорних пунктів вони будуються не тільки з урахуванням існуючого рельєфу місцевості, як це прийнято при проведенні звичайних топографічних робіт, але і з врахуванням форми розроблюваного покладу, послідовного спрямування і кінцевого розвитку гірничих робіт і породних відвалів, а також проекта і термінів спорудження основних технічних приміщень, споруд та транспортних комунікацій.

Багаторічний досвід показав, що основні опорні пункти, які складають основний каркас опорної мережі, необхідно розміщувати за межами границь контура технологічної діяльності підприємства. На базі основної геодезичної мережі послідовно створюють відносно розсосереджену заповнюючу мережу опорних пунктів. Подальше згущення мережі здійснюється по мірі розвитку гірничих, будівельномонтажних і відвальних робіт.

Така організація робіт по створенню мереж опорних пунктів дозволяє:

- зберігати на протязі всього терміну експлуатації підприємства стійкість і стабільність мережі опорних пунктів;
- легко відновлювати втрачені (підроблені, завалені і забудовані) пункти мережі на неробочих бортах кар'єра, на невідпрацьованих безрудних або безвугільних ділянках, ущільнених породних відвалах і, нарешті, на дахах капітальних приміщень і споруд;
- послаблювати вплив і накопичення похибок в якій-небудь одній частині робіт і всього поля кар'єру.

На рис. 1.1 представлена схема опорної мережі кар'єра, побудована за викладеним вище принципом. Координати пунктів  $A, B, C$  і  $D$ , які складають геодезичний чотирикутник, винесені за межі небезпечної зони підробки і завалювання. На основі мережі вказаних пунктів визначені координати  $X, Y$  заповнюючої мережі, тобто пунктів  $M, N, O, P, R, F$  і  $U$ , а на їх основі координати точок  $a, b, c, d, e, g, h, l$ .

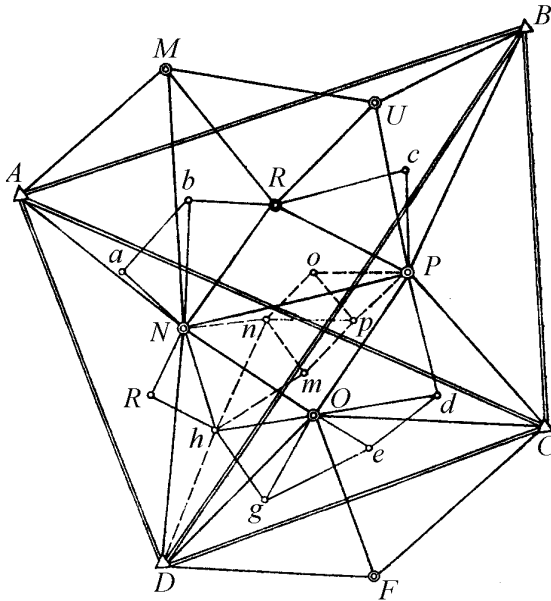


Рис. 1.1. Схема опорної мережі кар'єра

В свою чергу між пунктом  $h$  в трикутнику  $DNO$  і пунктом  $P$  можна прокласти ланцюг трикутників або полігонометричний хід і визначити координати опорних пунктів  $m, n, o, p$ . На основі такої або подібної мережі опорних пунктів розвивають мережу зйомочної основи і

здійснюють детальну маркшейдерську зйомку всіх подробиць в кар'єрі і на прилеглий до нього території, охоплюючи і породні відвали, а також виконують перенесення в натуру гірничих, розвідувальних і дренажних виробок, технічних приміщень, споруд, транспортних та інших комунікацій.

Маркшейдерська зйомка на кар'єрах повинна виконуватись на основі опорної геодезичної мережі, координати пунктів якої визначені в загальнодержавній системі координат. В якості такої опорної мережі може бути використана триангуляція I, II, III, і IV класів, а також полігонометрія і трилатерація відповідної точності і геодезичні мережі місцевого значення. В якості висотної основи зйомок кар'єра можуть бути використанні реperi нівелірних ходів I, II, III і IV класів.

Геодезичні опорні мережі згущення слугують планово-висотним обґрунтуванням для виконання топографічних і геодезичних зйомок в масштабах 1:5000÷1:500, а також для виконання всіх видів маркшейдерських робіт. Мережі згущення розвивають в доповнення державних мереж опорних пунктів і як самостійні. Вони охоплюють аналітичні мережі 1<sup>го</sup> і 2<sup>го</sup> розрядів, полігонометричні мережі 1<sup>го</sup> і 2<sup>го</sup> розрядів, технічне нівелювання.

Маркшейдерські опорні мережі відкритих розробок, як правило, складаються із пунктів 4<sup>го</sup> класу і аналітичних або полігонометричних мереж згущення 1<sup>го</sup> і 2<sup>го</sup> розрядів. Для відносно невеликих за площею кар'єрів можна обмежитись мережами пунктів 1<sup>го</sup> і 2<sup>го</sup> розрядів (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

**Вимоги до опорних маркшейдерських мереж**

Найменування мережі і її показники	4 <sup>й</sup> клас	1 <sup>й</sup> розряд	2 <sup>й</sup> розряд
<b>Триангуляція</b>			
Довжина сторони трикутника, км	1–5,0	0,5–5,0	0,25–3,0
Гранична відносна похибка базисної (вихідної) сторони	1:100000	1:50000	1:20000
Гранична відносна похибка сторони в найбільш слабкому місці	1:50000	1:20000	1:10000
Найменше значення кута трикутника між напрямками даного класу (розряду)	20°	20°	20°
Граничне значення нев'язки в трикутнику	± 8"	± 20"	± 40"
Середня похибка вимірювання кута за нев'язками трикутників	± 2"	± 5"	± 10"

Продовження таблиці 1.1

Гранична довжина ланцюга трикутників, км	10	5	3
<b>Трилатерація</b>			
Довжина сторони трикутника, км	1–5	0,5–5,0	0,25–3,0
Гранична відносна похибка вимірювання сторони	1:50000	1:20000	1:10000
Найменше значення кута трикутника	20°	20°	20°
Найменування мережі і її показники	4-й клас	1-й розряд	2-й розряд
Гранична довжина ланцюга трикутників, км	10	5	3
<b>Полігонометрія</b>			
Гранична довжина ходу, км	10	5	3
Гранична величина периметра полігонометричного ходу у вільних мережах, км	30	15	9
Довжина сторони ходу, км	0,25–0,8	0,12–0,60	0,08–0,30
Гранична довжина ходу від вузлової точки до пункту вищого класу або розряду, км	7	3	2
Граничне число сторін ходу	15	15	15
Гранична відносна нев'язка ходу	1:25000	1:10000	1:5000
Середня похибка вимірювання кута (за нев'язки в полігонах)	± 2"	± 5"	± 10"

Маркшейдерські мережі опорних пунктів груп кар'єрів і окремих кар'єрів, розміщених в розвинених гірничопромислових регіонах, а також в прилеглих до міст великих промислових, гідротехнічних і сільськогосподарських будовах, розвиваються на основі існуючих мереж пунктів триангуляції вищих класів. При відсутності пунктів триангуляції вищих класів опорні мережі відкритих розробок створюються самостійними. Створення опорних маркшейдерських мереж здійснюється на основі спеціального проекту. При проектуванні основного каркасу опорної мережі необхідно, щоб пункти зберігались тривалий час і не потрапляли в зони розвитку гірничих робіт та завалювання відвалами, а проектні схеми опорних маркшейдерських мереж мають бути простими.

Важливою умовою при створенні маркшейдерської опорної мережі є прив'язка її до державної мережі пунктів. В технічному відношенні цією прив'язкою вирішуються наступні три задачі: орієнтування маркшейдерської мережі опорних пунктів по вісьовому меридіану даної зони; забезпечення можливості визначення координат пунктів маркшейдерської мережі в державній системі; масштабування, тобто

можливість визначення довжин лінійних елементів триангуляційної мережі.

В найпростішому випадку повна прив'язка, в тому числі і масштабування, здійснюється шляхом включення в маркшейдерську триангуляційну мережу двох суміжних пунктів державної мережі. Але така можливість випадає рідко. Найчастіше всього прив'язка здійснюється шляхом включення в маркшейдерську мережу одного пункта державної мережі і одного-двох напрямків на суміжні пункти, тобто забезпечується орієнтування і центрування мережі. Якщо можливості прив'язки до державної мережі відсутні, то опорна маркшейдерська мережа виконується самостійною з умовним початком координат  $X$ ,  $Y$ . Орієнтування мережі здійснюється гірокомпасом або спостереженням астрономічного азимута.

Закріплення пунктів маркшейдерських опорних мереж здійснюється спеціальними центрами, конструкція і глибина закладення яких передбачається діючою інструкцією. Конструкції найбільш поширених центрів наведені на рис. 1.2. Для забезпечення видимості при вимірюванні кутів над центрами пунктів опорної мережі будують візирні знаки (піраміди або сигнали), які завершуються візирними циліндрами. Так як вісі візирного циліндра і центра пункта повинні знаходитись на одній висковій лінії, то центр необхідно закладати після побудови триангуляційного знаку.

Конструкція опорних мереж повністю залежить від форми кар'єра і системи його розкриття. На кар'єрах нагірного типу постійні опорні маркшейдерські пункти утворюють ланцюг трикутників і розміщуються на вершинах околичних гір. На кар'єрах з концентричною системою відпрацювання опорні пункти розміщуються по периметру граничного контура кар'єра, утворюючи найпростіші центральні системи, як це показано на рис. 1.3.

Центральний пункт такої системи, внаслідок труднощі його збереження, є тимчасовим і використовується тільки при спостереженнях і урівнюваннях мережі. Мережа триангуляції або полігонометрії в районі кар'єра згущується вставкою додаткових пунктів, які закладуються на бортах кар'єра і всередині його в місцях де забезпечується найбільш тривале їх збереження.

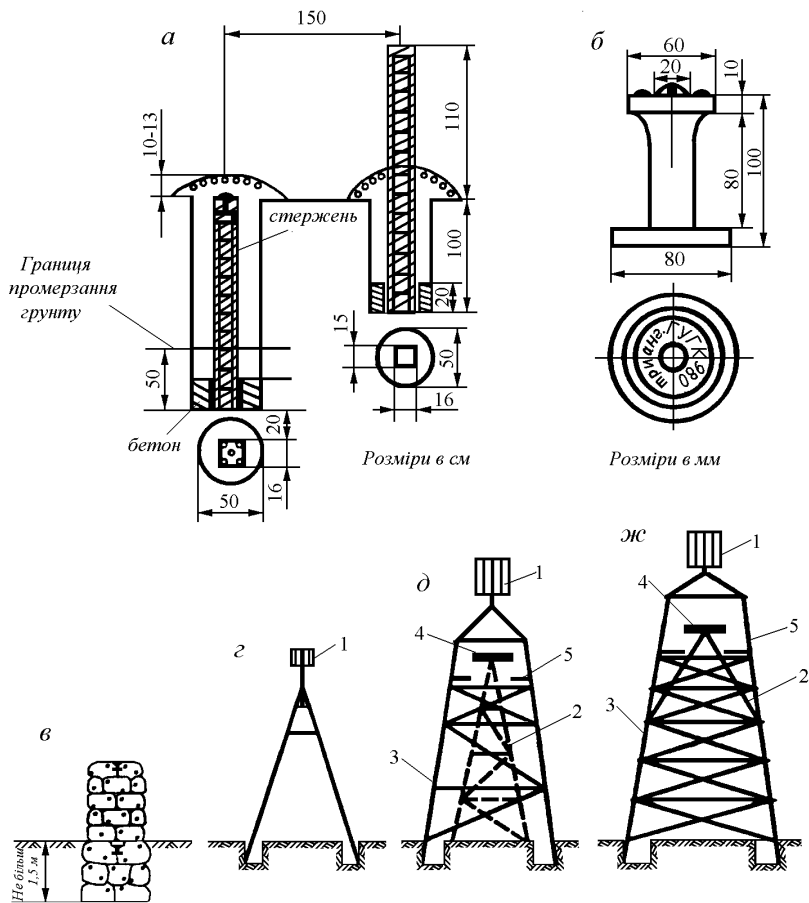


Рис. 1.2. Конструкції найбільш поширених центрів і сигналів державних геодезичних та опорних маркшейдерських мереж:

а) загальний вигляд центру; б) марка; в) тур; г) піраміда;

д) простий сигнал; ж) складний сигнал;

1 – візирний циліндр; 2 – внутрішня ізольована піраміда;

3 – зовнішня піраміда; 4 – столик; 5 – площадка для спостерігача

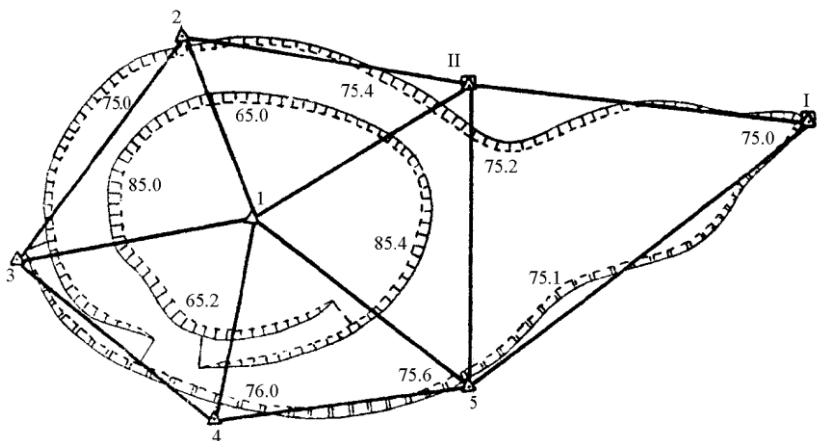


Рис. 1.3. Конструкція опорної мережі кар'єра при концентричному розвитку гірничих робіт

Пункти маркшейдерської опорної мережі з плином певного часу використовуються для вставки точок внутрішньокар'єрної зйомочної основи. Досить часте використання одних і тих же пунктів опорної мережі вимагає розміщення їх на борту кар'єра у вигляді поєднання правильних геометричних фігур, що дає змогу в подальшому вирішувати зворотні засічки за допомогою простого апарату математичних формул. Найбільш простими будуть вирахування, коли три пункти опорної мережі розміщуються, як це показано на рис. 1.4., точно в створі і на однаковій відстані один від одного. Така схема розміщення опорних мереж називається створною тріадою.

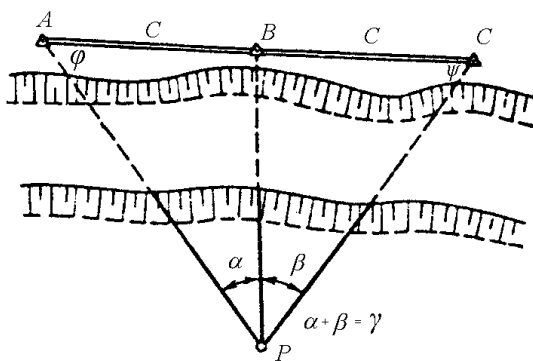


Рис. 1.4. Ствірна тріада опорних пунктів

В цьому випадку кути  $\varphi$  і  $\psi$  вираховують за формулами:

$$ctg\varphi = ctg\alpha - 2ctg\gamma, \quad (1.1)$$

$$ctg\psi = ctg\beta - 2ctg\gamma. \quad (1.2)$$

Потім рішенням двох прямих засічок визначають координати  $X$  і  $Y$  точки  $P$ .

Крім створених триад опорних пунктів можуть бути використанні прямокутні триади (рис. 1.5).

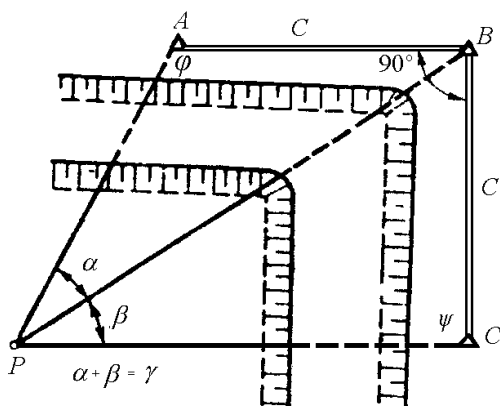


Рис. 1.5. Прямокутна триада опорних пунктів

В цьому випадку пункти опорної мережі утворюють прямокутний трикутник з двома рівними катетами. Кути  $\varphi$  і  $\psi$  при цьому визначають за формулами:

$$ctg\varphi = \frac{1 + ctg\gamma - ctg\alpha}{ctg\gamma}, \quad (1.3)$$

$$ctg\psi = \frac{1 + ctg\gamma - ctg\beta}{ctg\gamma}. \quad (1.4)$$

На основі опорних мереж на всій площі кар'єра додатково закладають і визначають пункти зйомочної основи, з яких виконують безпосередню зйомку бортів, буровибухових свердловин, та інших об'єктів, які підлягають нанесенню на план.