

## Лекция 12. Упрощенный метод ориентирования через вертикальные выработки

Упрощенные способы применяются при ориентировании подэтажных и второстепенных выработок с коротким сроком службы. Наибольшее распространение они получили на рудниках, где много горизонтов, вертикальных и наклонных выработок, соединяющих их. В данных условиях точные ориентировки не нужны, для практической деятельности будет достаточно, если они будут выполнены упрощенно.

В зависимости от горно-геологических условий и применяемых систем разработки рудных тел рассмотрим целый ряд геометрических способов упрощенных ориентиро-соединительных съемок. Особенностью проводимых упрощенных ориентировок является совместное решение двух задач: передачи дирекционного угла ( $\alpha$ ) и всех трех координат (X, Y, Z).

### Ориентирование через вертикальные выработки

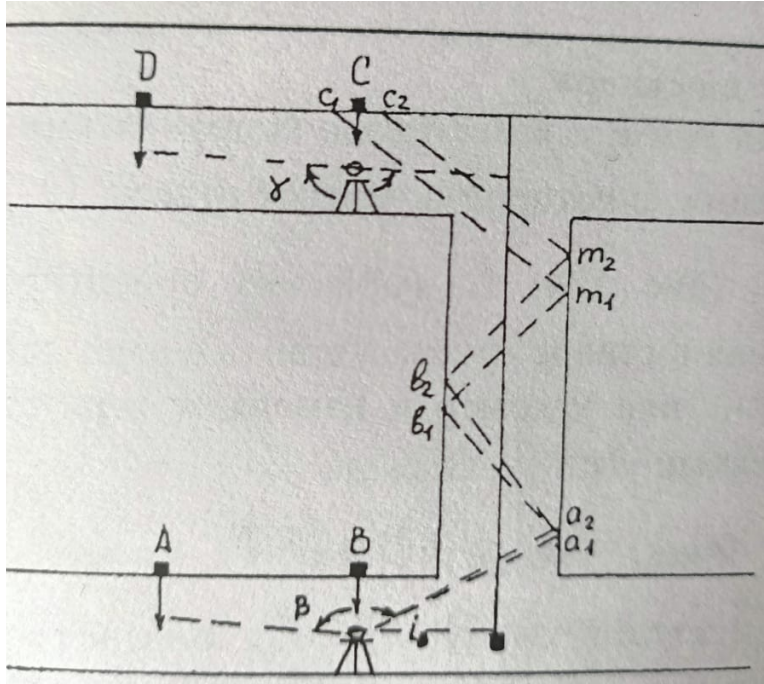
Ориентировка через один восстающий методом соединительных треугольников по исполнению аналогична ориентировке через один ствол. В восстающий опускают два отвеса, при этом применяют проволоку диаметром 0,3-0,4 мм или полиэтиленовую нить с массой подвешенного груза - 10 кг, расстояние между отвесами 0,3-0,5 м, погрешность передачи дирекционного угла  $m_{\alpha} = 10'$ .

Ориентировка через два восстающих по методике аналогична ориентированию через два ствола по упрощенной схеме и с более пониженными требованиями по точности.

## Метод одного отвеса и касательных шнуров

В основу этого метода как и многих других при упрощенном ориентировании съемок через вертикальные и наклонные выработки приняты два положения из геометрии:

- через наклонную прямую можно провести только одну вертикальную плоскость;
- все линии, лежащие в этой плоскости, будут иметь один и тот же азимут или отличаться от него на  $180^\circ$ .



При ориентировании верхней подэтажной выработки способом отвесов и касательных шнуров дано  $\alpha_{AB}$ ,  $X_B$ ,  $Y_B$ ,  $Z_B$ , требуется  $\alpha_{CD}$ ,  $X_C$ ,  $Y_C$ ,  $Z_C$ . Теодолит устанавливают в т.В измеряем горизонтальный угол  $\beta$ , при этом на стенке выработки по краям отвеса при визировании забивают гвозди  $a_1$ ,  $a_2$ , а далее от них в восстающем протягивают шнуры, касающиеся отвеса по обоим его краям, забивая поочередно точки  $b_1$ ,  $b_2$ ,  $m_1$ ,  $m_2$ , заканчивая на ориентируемом горизонте точками  $c_1$ ,  $c_2$ . Из этих точек, обозначенных в кровле, находят среднюю  $C$  и под ней устанавливают теодолит, измеряя угол  $\gamma$ .

Линии  $va$ ,  $av$ ,  $vm$ ,  $mc$  лежат в одной вертикальной плоскости и имеют один и тот же азимут.

$$\alpha_{CD} = \alpha_{AB} + \beta + \gamma \pm (180^\circ * 3),$$

$$\alpha_{BO} = \alpha_{AB} + \beta \pm 180^\circ$$

$$\alpha_{OC} = \alpha_{BO} + 0^\circ 00' \pm 180^\circ$$

$$\alpha_{CD} = \alpha_{OC} + \beta \pm 180^\circ$$

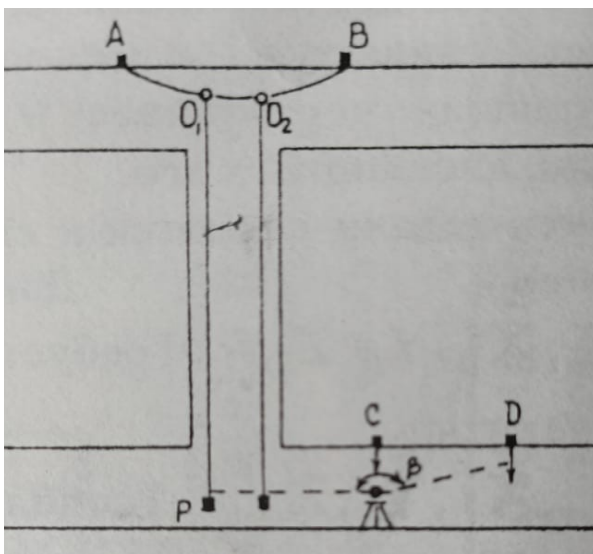
Для передачи координат  $X$ ,  $Y$  измеряют расстояния в горизонтальной плоскости  $BO$  и  $CO$

$$\left. \begin{aligned} X_C &= X_B + l_{BO} * \cos \alpha_{BO} + l_{OC} * \cos \alpha_{OC} \\ Y_C &= Y_B + l_{BO} * \sin \alpha_{BO} + l_{OC} * \sin \alpha_{OC} \end{aligned} \right\} \text{Погрешность ориентировки } m_\alpha = 7'$$

Высотная отметка определяется из измерения глубины восстающего

$$Z_C = Z_B - i_B + l + i_C$$

$i_B$ ,  $i_C$  - соответственно высота инструмента (теодолита) в точках  $B$  и  $C$ ,  $l$  - расстояние по вертикали между горизонтами инструментов



### Метод створа

Над восстающим между точками А и В с известными координатами и  $\alpha_{AB}$  натягивают шнур или проволоку, с которой опускают отвесы  $O_1$  и  $O_2$ . На горизонте ориентирования в створе отвеса устанавливают теодолит и измеряют горизонтальный угол  $\beta$ .

$$\alpha_{CD} = \alpha_{AB} + \beta \pm 180^\circ$$

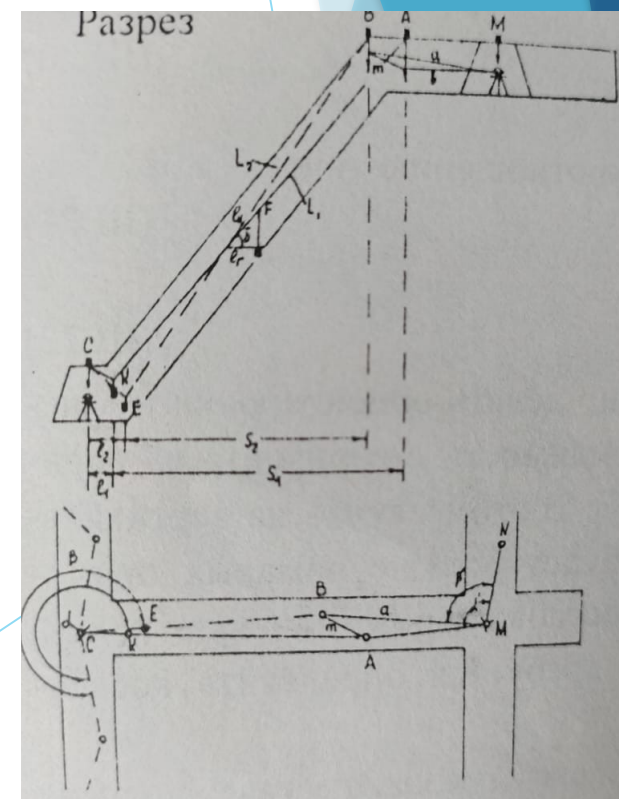
Координаты  $X_C$ ,  $Y_C$ ,  $Z_C$  определяют по схеме, описанной в предыдущем способе ориентиров. Погрешность ориентировки – 3' - 5'.

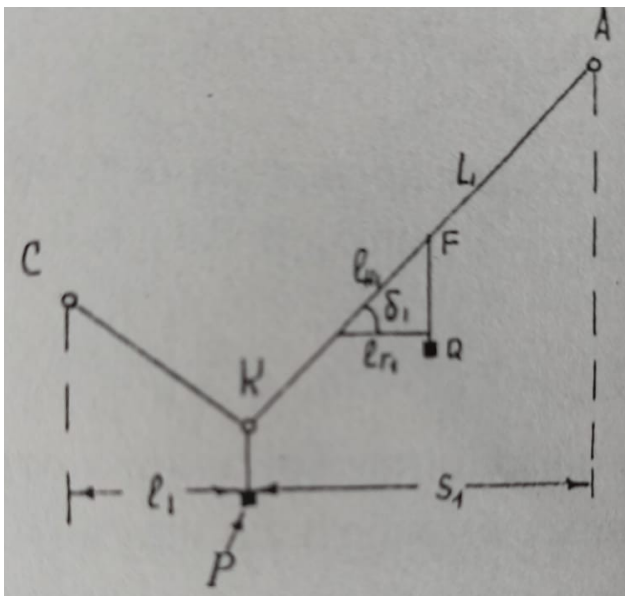
### Ориентирование выработок с перемещением несвободного шнура (точный способ)

Суть способа состоит в создании между подходными точками верхнего и нижнего горизонтов в проекции на горизонтальную плоскость соединительных треугольников за счет перемещения несвободного отвеса.

К точкам А и С прикрепляют свободно висящий шнур (леска диаметром 0,8-1,0 мм), к нему на нижнем горизонте подвешивают груз Р. Отрезки СК и КА лежат в одной вертикальной плоскости и в плане представляют прямую линию СА.

В точках С и М устанавливают теодолиты, а в точке А, где прикреплен шнур, подвешивают визирный отвес. Измеряют углы  $\alpha$  и  $\alpha'$ , горизонтальное расстояние  $l_1$  и наклонную длину линии КА =  $L_1$ .





На шнур подвешивают легкий отвес Q, от него измеряют расстояния  $l_{H1}$ ,  $l_{Г1}$  и из пропорции находят горизонтальную длину  $S_1$ .

$$\frac{S_1}{l_1} = \frac{l_{Г1}}{l_{H1}}$$

$$S_1 = l_1 * \frac{l_{Г1}}{l_{H1}}$$

Далее верхний конец шнура из точки A переносят в точку B, создавая выгодный остроугольный соединительный треугольник BMA.

В этом положении несвободного отвеса измеряют углы  $\beta$ ,  $\beta'$  и длины  $l_2$ ,  $S_2$ ,  $l_{H2}$ ,  $l_{Г2}$ . Из пропорции, как и в предыдущем случае, определяется горизонтальная длина  $S_2$ . В обозначенном отвесами на верхнем горизонте треугольника измеряются все стороны:  $a$ ,  $b$ ,  $m$ . Посредством перемещения несвободного отвеса в плане образуются два соединительных треугольника BMA и BCA.

Для передачи высотных отметок производят геометрическое и тригонометрическое нивелирование теряемых точек K и E, а затем от них уже делается передача отметок на точки A и B верхнего горизонта или в обратном порядке от этих точек из точки C.

Вычисление ориентировки и передачу высотных отметок ведут в следующем порядке. В начале вычисляют углы  $\gamma$  и  $\gamma'$ :

$$\gamma = \alpha - \beta$$

$$\gamma' = \alpha' - \beta'$$

По формуле синусов определяют углы при отвесах A и B образуемых соединительных треугольников, используя при этом полученные горизонтальные длины CA и CB:

$$CA = l_1 + S_1$$

$$CB = l_2 + S_2$$

Решив соединительные треугольники, с горизонта на горизонт передают дирекционный угол и координаты X, Y.

Для передачи высотной отметки вычисляют:

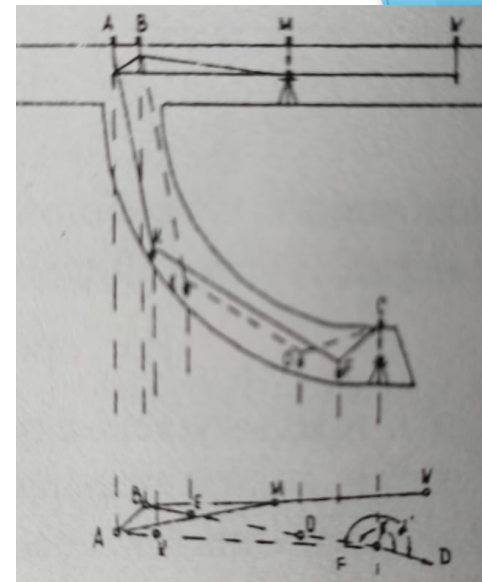
$$\cos \delta_1 = \frac{l_{\Gamma_1}}{l_{H_1}} \quad \cos \delta_2 = \frac{l_{\Gamma_2}}{l_{H_2}}$$

а затем находят превышения точек А и В по отношению точек К и Е

$$\Delta h_1 = L_1 * \sin \delta_1 \quad \Delta h_2 = L_2 * \sin \delta_2$$

отсюда

$$Z_A = Z_K + \Delta h_1 \quad Z_B = Z_E + \Delta h_2$$



При помощи несвободного отвеса можно делать ориентировки и в искривленных выработках, где нет прямой видимости с горизонта на горизонт. В этом случае на вертикальном разрезе больше ломанных прямоугольных участков, горизонтальные проекции которых требуется определить косвенным путем.

Основные его преимущества: высокая точность (до 1'); возможность ориентирования горизонтов, когда нет прямой видимости; отсутствие необходимости при ориентировке в специальном оборудовании; высокая производительность; простота полевых и камеральных работ.

Для повешения точности ориентировки необходимо создавать форму соединительных треугольников, расстояние АВ по возможности делать максимальным, а также создавать достаточные размеры вспомогательных вертикальных треугольников, служащих для определения  $S_1$ ,  $S_2$  и  $\delta_1$ ,  $\delta_2$ .

Основные положения этого метода ориентировки могут быть положены в основу съемки выработок небольшой протяженности, например, рудоспусков. Согласно рисунку между маркшейдерскими точками А и С протянут несвободный шнур. Точки А, К, F, С лежат в одной вертикальной плоскости; ее дирекционный угол неизвестен. Достаточно измерить рулеткой расстояния CF, FK и КА и углы их наклона  $\delta_{CF}$ ,  $\delta_{FK}$  и  $\delta_{KA}$ , как можно вычислить координаты точек перегиба шнура F и К. Сделав линейные замеры от этих точек до стенок горной выработки, можно эту выработку нанести на план.

## Ориентирование несвободным шнуром (упрощенный способ)

Для случая прямой видимости ориентировка через наклонную выработку может быть сделана по схеме. СКЕА - несвободный шнур, ЕВ - растяжка. Для решения задачи отрезки СК, КЕ, ЕА, ВЕ должны находиться в одной вертикальной плоскости. Это достигается перемещением точки А, где закреплен шнур, в направлении поперечного сечения выработок.

При правильном расположении шнура и растяжки в поле зрения зрительных труб теодолитов, установленных в точках С и В, отрезки СК и КЕ, а также ВЕ и ЕА будут видны как одна линия.

Измерив горизонтальные углы  $\beta$  и  $\gamma$ , можно получить  $\alpha_{BM}$ . Координаты X, Y, Z передаются с горизонта на горизонт, как и в вышерассмотренном способе, или путем измерения длины отрезков и их углов наклона висячим полукругом. Погрешность такой ориентировки  $m_\alpha = 5 - 7$ .

## Ориентирование наклонным шнуром

Между точками В и С туго натянут шнур. Точка В находится на сопряжении горизонтальной и наклонных выработок, под ней установлен теодолит. Теодолит устанавливается и под точкой С.

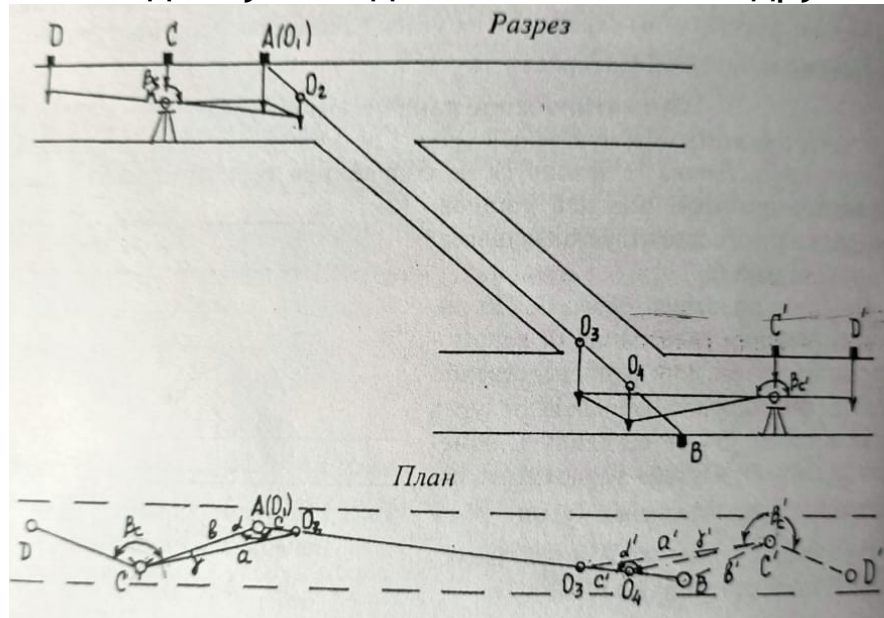
На шнур подвешен отвес О. По линейным замерам расстояний от вспомогательного отвеса или непосредственно висячим полукругом определяю угол наклона линии ВС, а ее длину L измеряют рулеткой. Одним теодолитом измеряется горизонтальный угол  $\beta$ , а другим, визируя на наклонный шнур, выставляется створная точка D.

$$\alpha_{CD} = \alpha_{AB} + \beta - 180^\circ \pm 180^\circ$$

При крутых углах наклона шнура, теодолит в точке С может оказаться в непосредственной близости от шнура и визирование на него будет невозможным. В этом случае в створе отвеса в точке С и наклонного шнура выставляют створную точку М и тогда дирекционный угол передается на линию СМ.

Координаты X, Y, Z с горизонта на горизонт передают согласно схеме известными методами. Точность такой ориентировки 2 - 3'.

Ориентирование наклонным шнуром может быть выполнено по схеме, между точками А и В протягивают шнур или проволоку. На верхнем горизонте выставляют два визирных отвеса  $O_1(A)$  и  $O_2$ , соответственно два отвеса  $O_3$  и  $O_4$  подвешивают на шнур на нижнем горизонте. Отвесы обозначают в натуре вертикальную плоскость, проведенную через наклонный шнур. На подходных точках С и С' устанавливают угломерные инструменты и делают примыкания к этим отвесам. В плане образуются два соединительных треугольника, только сдвинутые один по отношению другого по направлению шнура.

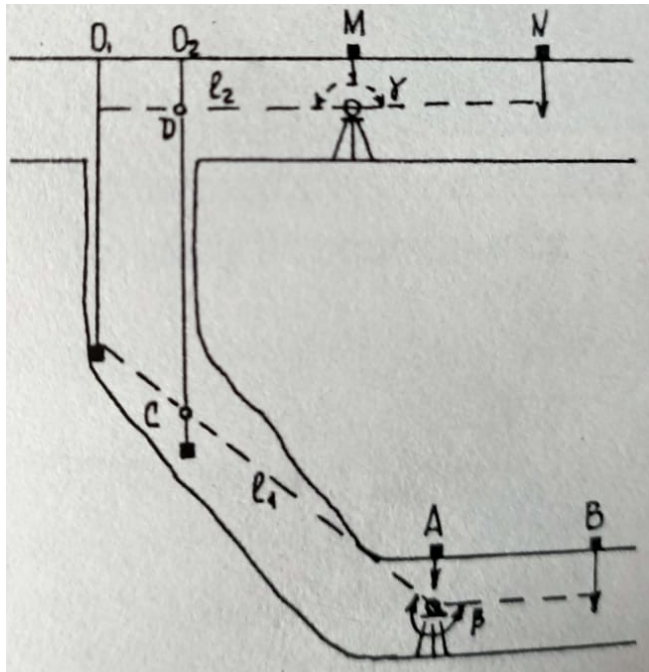


Сделав требуемые угловые и линейные измерения и решив соединительные треугольники, передают дирекционный угол с горизонта на горизонт, а затем по этим же направлениям передаются координаты

$$\alpha_{C'D'} = \alpha_{DC} + \beta_C - 180^\circ - \alpha + 180^\circ + \alpha' - 180^\circ + \beta' - 180^\circ$$

Погрешность ориентировки  $m_\alpha = 3'$ .

Этот способ ориентирования второстепенных выработок был предложен и применен маркшейдерами на рудниках Урала.



## Способ створных отвесов

Способ створных отвесов применяют для ориентировок при различного рода рассечках и других ориентирования второстепенных выработках малой протяженности и короткого срока службы. В створе визирного луча угломерного инструмента, установленного в т.А, выставляют створные отвесы  $O_1$  и  $O_2$  измеряют горизонтальный угол  $\beta$ .

В рассечке или слоевом штреке в створе этих отвесов выставляется в точке М теодолит и измеряется угол  $\gamma$  на закрепленную точку N

$$\alpha_{MN} = \alpha_{BA} + \beta - 180^\circ \pm 180^\circ + \gamma - 180^\circ$$

Координаты точки  $X_M$ ,  $Y_M$  определяются согласно схеме известными методами

$$X_M = X_A + \alpha_{BA} + \beta - 180^\circ \pm 180^\circ + \gamma - 180^\circ$$

## Контрольные вопросы:

1. Порядок выполнения ориентирования через вертикальные выработки
2. Порядок выполнения ориентирования методом одного отвеса и касательных шнуров
3. Порядок выполнения ориентирования методом створа
4. Порядок выполнения ориентирования выработок с перемещением несвободного шнура (точный способ)
5. Порядок выполнения ориентирования несвободным шнуром (упрощенный способ)
6. Порядок выполнения ориентирования наклонным шнуром
7. Порядок выполнения ориентирования способом створных отвесов