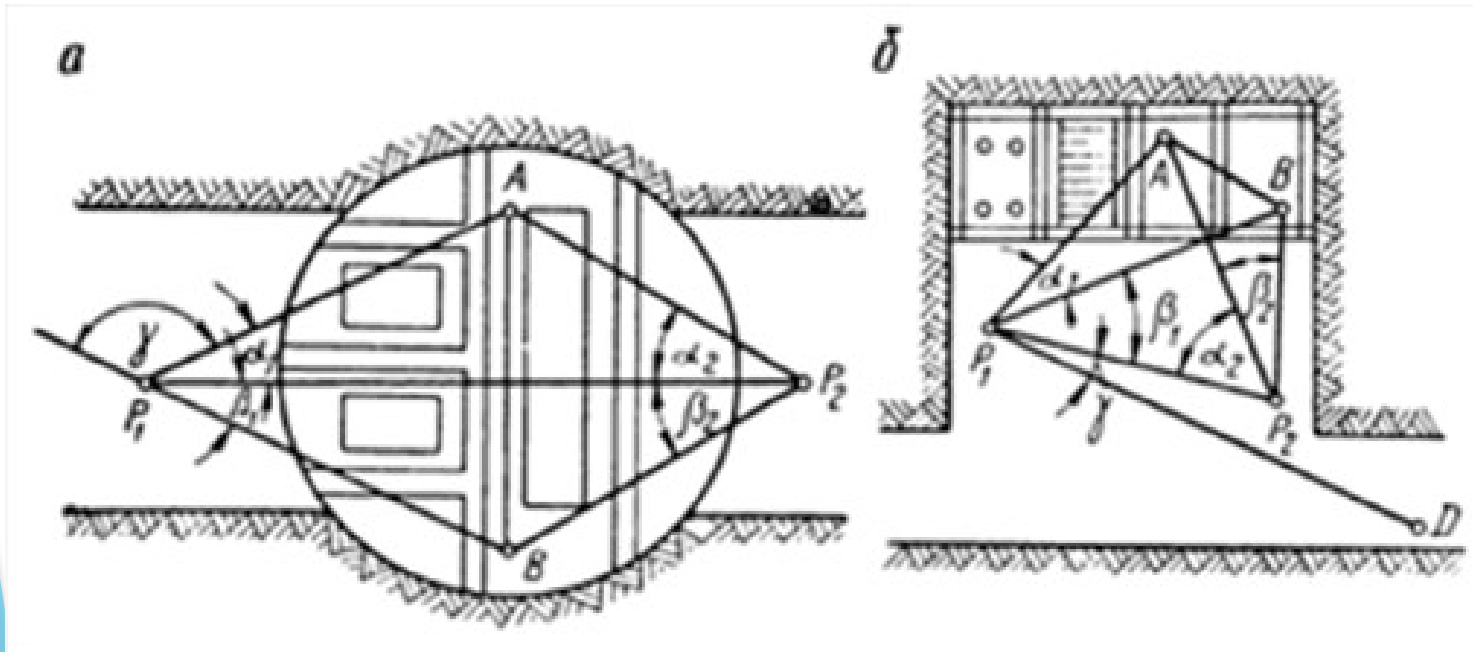


Лекция 5. Понятие о симметричном способе примыкания. Примыкание к отвесам соединительным четырехугольником

При примыкание к отвесам соединительным четырехугольником на поверхности координаты и дирекционный угол створа отвесов могут быть определены решением соединительного треугольника. Работа в шахте при примыкании соединительным четырехугольником слагается из трех частей:

- выбор и закрепление точек примыкания P_1 и P_2 ;
- измерение углов при точках P_1 и P_2 ;
- измерение расстояний.



а - двухстороннее;
б - одностороннее

Выбор расположения точек примыкания. В условиях наиболее распространенных конфигураций околоствольных выработок встречаются два основных случая расположения точек P1 и P2 по отношению к створу отвесов АВ: двустороннее (рис. 1, а) и одностороннее (рис. 1, б).

После того как выяснен вопрос, какой вариант примыкания может быть осуществлен в данных условиях, приступают к более точному выбору места заложения точек P1 и P2.

Положение точек P1 и P2 прежде всего определяется необходимостью взаимной видимости всех четырех вершин соединительного четырехугольника AP2BP1. Кроме того, одна из точек (P1 или P2) должна быть выбрана так, чтобы от нее можно было удобно продолжить теодолитный ход.

Точки P1 и P2 должны быть выбраны так, чтобы соединительный четырехугольник имел выгодную форму, обеспечивающую наименьшее влияние ошибок измерений на точность примыкания. Анализ погрешности примыкания к отвесам соединительным четырехугольником рассматривается в специальной части настоящего курса.

Здесь же необходимо указать на следующие общие положения, которыми надлежит руководствоваться при выборе точек P1 и P2:

- 1) при двустороннем примыкании соединительный четырехугольник должен быть близок к квадрату с диагоналями АВ и P1P2
- 2) при одностороннем примыкании также необходимо придать четырехугольнику форму квадрата с диагоналями AP2 и BP1;
- 3) удаление точек P1 и P2 от отвесов крайне нежелательно в обоих случаях примыкания.

Измерение углов при точках P1, P2 должно быть произведено теодолитом, имеющим точность отсчитывания не менее 30", тремя полными повторениями. Должны быть измерены четыре угла β_1 , ν_1 и β_2 , ν_2 (рис. 1). Кроме того, при одной из точек (P1 или P2) следует измерить угол, связывающий линию P1P2 с первой стороной подземной теодолитной съемки.

Измерение линейных элементов соединительного четырехугольника, вообще говоря, не требуется, так как четырехугольник AP_2BP_1 может быть решен лишь по заданным координатам точек A , B и измеренным углам b_1 , v_1 и b_2 , v_2 . Однако измерение расстояния P_1P_2 позволит воспользоваться более простым способом вычисления примыкания. Измерение расстояния между отвесами необходимо для проверки положения отвесов. Учитывая указанные обстоятельства, следует считать обязательным измерение двух линейных элементов соединительного четырехугольника:

- а) расстояние между точками примыкания P_1 и P_2 ;
- б) горизонтального расстояния между отвесами A и B .

Указанные расстояния измеряют стальной рулеткой с натяжением ее через динамометр.

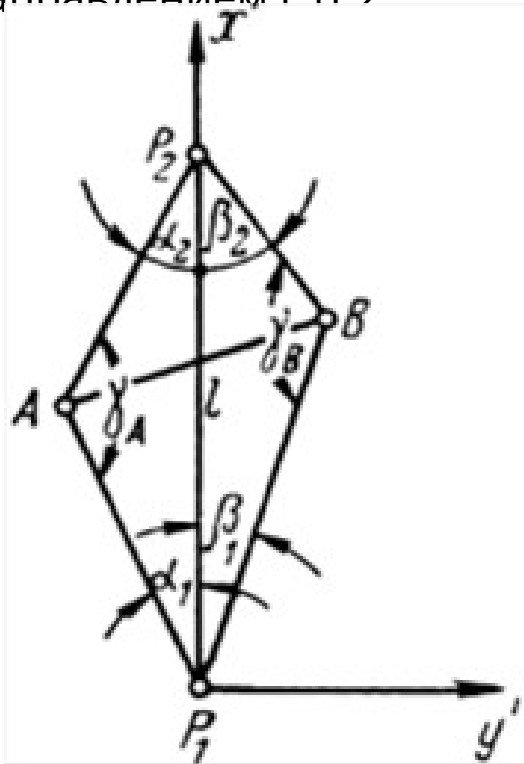
Измерение углов и длин сторон должно производиться в соответствии с требованиями:

Средняя ошибка измерения углов при точке P_1 и P_2 должна быть не более $+7''$, для чего измерение углов должно быть произведено тремя полными повторениями теодолитом, имеющим точность нониуса не менее $30''$; при использовании оптических теодолитов измерение углов должно производиться не менее чем тремя приемами. При измерении углов способом повторений разность $b_1 - v_1 - g_1$ и $b_2 - v_2 - g_2$ не должна превышать $+20''$. Расхождение углов, измеренных различными приемами, не должно быть больше $10''$. Углы при точке P_1 и P_2 должны быть уравнены.

Измерение сторон соединительного четырехугольника надлежит производить стальной рулеткой (при постоянном натяжении) не менее 5 раз, с точностью отсчитывания до 1 мм. За окончательный результат принимается среднее арифметическое. Разность между отдельными измерениями одной и той же стороны не должна превышать $+2$ мм, а средняя ошибка результата измерения каждой стороны не должна быть больше $+0,5$ мм.

Решение соединительного четырехугольника может быть выполнено способом условного масштаба и азимута или способом вспомогательных точек.

Целесообразнее всего воспользоваться решением способом условного азимута. Характерной особенностью рассматриваемого решения задачи является введение в число исходных данных l -- горизонтальной проекции расстояния P_1P_2 . Таким образом, даны: координаты отвесов -- x_A, y_A, x_B, y_B углы при точках P_1 и P_2 -- $\beta_1, \alpha_1, \beta_2, \alpha_2$; расстояние между точками P_1 и P_2 - l . Требуется определить координаты точек P_1 и P_2 , а также дирекционный угол (P_1P_2). Одну из определяемых точек, например, принимают за начало координат, а направление оси абсцисс -- совпадающим с направлением P_1P_2 .



Таким образом, вводят условный азимут направления P_1P_2 . Дальнейший ход решения следующий. Вычисляют координаты отвеса A в условной системе координат. Для этой цели определяют расстояния AP_1 и AP_2 . Из треугольника P_1AP_2 имеет:

$$AP_2 = \frac{l \sin \alpha_1}{\sin \gamma_A}; \quad AP_1 = \frac{l \sin \alpha_2}{\sin \gamma_A},$$

$$\text{где } \gamma_A = 180^\circ - (\alpha_1 + \alpha_2).$$

Вычисляют условные координаты отвеса А:

$$\Delta y'_{P_1A} = AP_1 \sin(360^\circ - \alpha_1);$$

$$\Delta y'_{P_2A} = AP_2 \sin(180^\circ + \alpha_2);$$

$$\Delta x'_{P_1A} = AP_1 \cos(360^\circ - \alpha_1);$$

$$\Delta x'_{P_2A} = AP_2 \cos(180^\circ + \alpha_2).$$

Отсюда:

$$y'_A = \Delta y'_{P_1A} = \Delta y'_{P_2A};$$

$$x'_A = \Delta x'_{P_1A} = l + \Delta x'_{P_2A}.$$

Аналогично предыдущему вычисляют условные координаты отвеса В. Для этого определяют расстояния BP_1 и BP_2 по формулам:

$$BP_1 = \frac{l \sin \beta_2}{\sin \gamma_B}; \quad BP_2 = \frac{l \sin \beta_1}{\sin \gamma_B}.$$

Вычисляют условные координаты отвеса

В:

$$\Delta y'_{P_1B} = BP_1 \sin \beta_1;$$

$$\Delta y'_{P_2B} = BP_2 \sin(180^\circ - \beta_2);$$

$$\Delta x'_{P_1B} = BP_1 \cos \beta_1;$$

$$\Delta x'_{P_2B} = BP_2 \cos(180^\circ - \beta_2).$$

Отсюда:

$$y'_B = \Delta y'_{P_1B} = \Delta y'_{P_2B};$$

$$x'_B = \Delta x'_{P_1B} = l + \Delta x'_{P_2B}.$$

Вычисляют условный азимут створа отвесов

(AB)':

$$\text{tg } (AB)' = \frac{y'_B - y'_A}{x'_B - x'_A}.$$

Для контроля определяют тот же азимут по контрольной формуле

$$\text{tg } [(AB)' + 45^\circ] = \frac{\Delta x'_{AB} + \Delta y'_{AB}}{\Delta x'_{AB} - \Delta y'_{AB}}.$$

Определяют расстояние между отвесами по их условным координатам

$$c = AB = \frac{y'_B - y'_A}{\sin (AB)'} = \frac{x'_B - x'_A}{\cos (AB)'}$$

Вычисленное расстояние между отвесами сличают с результатами непосредственного измерения в шахте.

Вычисляют дирекционные углы (AB) и (P₁P₂) в системе координат, принятой на поверхности.

$$(P_1P_2) = (AB) - (AB)'.$$

Вычисляют координаты точек P₁ и P₂ в системе, принятой на поверхности. Для этого вычисляют дирекционные углы сторон четырехугольника AP₂BP₁. Из рис. 45 находят

$$(P_1A) = (P_1P_2) - \alpha_1; \quad (P_2A) = (P_1P_2) \pm 180^\circ + \alpha_2;$$

$$(P_1B) = (P_1P_2) + \beta_1; \quad (P_2B) = (P_1P_2) \pm 180^\circ - \beta_2.$$

Вычисляют координаты точек P1 и P2 по формулам:

$$y_{P_1} = y_A + AP_1 \sin(AP_1) = y_B + BP_1 \sin(BP_1);$$

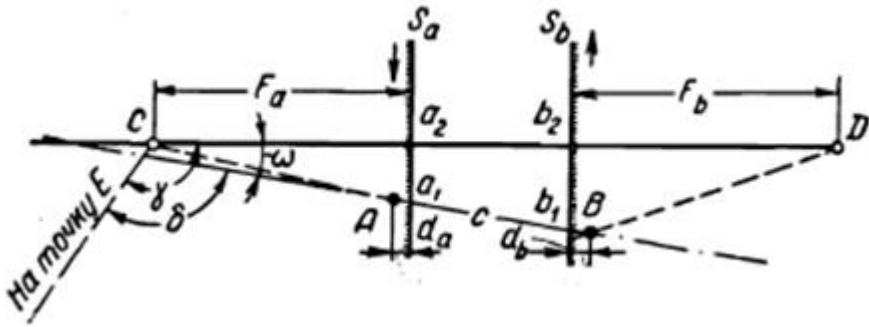
$$x_{P_1} = x_A + AP_1 \cos(AP_1) = x_B + BP_1 \cos(BP_1);$$

$$y_{P_2} = y_A + AP_2 \sin(AP_2) = y_B + BP_2 \sin(BP_2);$$

$$x_{P_2} = x_A + AP_2 \cos(AP_2) = x_B + BP_2 \cos(BP_2).$$

Допустимое расхождение между вычисленной и непосредственно измеренной длиной стороны P1 и P2 не должно быть более 3 мм на поверхности и более 5 мм на горизонте околоствольного двора.

Симметричный способ примыкания



Установка теодолитов в точках С и D производится возможно ближе и под возможно меньшим углом со относительно створа отвесов. Расстояние от инструментов до шкал должно быть не более 5--6 м.

Шкалы S_a и S_b располагаются перпендикулярно к створу инструментов, установленных в точках С и D, на расстояниях a_2 и b_2 , которые должны быть не более 80--100 мм.

Шкальные отсчеты a_1 и b_1 , определяются при помощи инструментов дважды при двух положениях трубы. Отсчеты берутся с точностью до десятых долей миллиметра. За окончательные отсчеты a_2 и b_2 принимается среднее арифметическое из отсчетов, полученных при двух положениях трубы.

Шкальные отсчеты a_1 и b_1 , соответствующие положениям покоя отвесов А и В, определяются из наблюдений колебаний отвесов на горизонте околоствольного двора, согласно требованиям:

Фиксирование на шкалах крайних положений отвесов, надлежит производить только по внешним или только по внутренним краям проволоки.

Число шкальных отсчетов, соответствующих крайним (левым или правым) положениям отвесов, должно быть порядка одиннадцати-тринадцати.

Шкальный отсчет, соответствующий среднему положению отвеса, надлежит определять по формуле

где

$$N_1 = \frac{l_1 + 2r_1 + l_2}{4}; N_2 = \frac{r_1 + 2l_2 + r_2}{4} \text{ и т. д.};$$

$$K = (n - 1) + (m - 1);$$

l_1, \dots, l_n — отсчеты по шкале, соответствующие крайним левым положениям отвеса;

r_1, \dots, r_m — отсчеты по шкале, соответствующие крайним правым положениям отвеса;

n и m — соответственно число левых и правых отсчетов.

После вычисления шкальных отсчетов, соответствующих среднему положению отвеса по фронтальной и продольной шкалам, следует или закрепить проволоки отвесов против этих отсчетов, или заменить их плашками с остриями, устанавливаемыми посредством винтов против соответствующих шкальных отсчетов.

Расстояния da , db измеряются линейкой с миллиметровыми делениями, а расстояние c — стальной рулеткой не менее 3 раз с точностью отсчитывания ± 1 мм. Расстояния Fa и $F1$ достаточно измерить посредством рулетки с точностью ± 1 см.

Измерение угла γ должно производиться в соответствии с требованиями.

Средняя ошибка измерения углов при точке C должна быть не более $+7''$, для чего измерение углов должно быть произведено тремя полными повторениями теодолитом, имеющим точность нониуса не менее $30''$; при использовании оптических теодолитов измерение углов должно производиться не менее чем тремя приемами. При измерении углов способом повторений разность $e - d - \gamma$ не должна превышать $+20''$. Расхождение углов, измеренных различными приемами, не должно быть больше $10''$. Углы при точке $P1$ и $P2$ должны быть уравнены.

Измерение сторон соединительного четырехугольника надлежит производить стальной рулеткой (при постоянном натяжении) не менее 5 раз, с точностью отсчитывания до 1 мм. За окончательный результат принимается среднее арифметическое. Разность между отдельными измерениями одной и той же стороны не должна превышать $+ 2$ мм, а средняя ошибка результата измерения каждой стороны не должна быть больше $+0,5$ мм.

Для контроля должен быть измерен угол, дополняющий угол γ (или ω) до суммы углов не должна превышать $\pm 20''$.

$$\delta = \gamma + \omega.$$

Значение примычного угла d следует определять по формуле:

Здесь γ -- непосредственно измеренный угол ECD между направлением стороны CE и створом инструментов CD;

ω -- угол между створом отвесов и створом инструментов.

Угол ω вычисляется по формуле

$$\omega = \frac{p''}{c} \left[(b_2 - b_1) \left(1 - \frac{d_b}{F_b} \right) \pm (a_2 - a_1) \left(1 - \frac{d_a}{F_a} \right) \right].$$

Примечание. Знак плюс между первым и вторым членами формулы принимается, когда отвесы А и В находятся по разные стороны от створа инструментов; знак минус принимается в том случае, если оба отвеса А и В находятся по одну сторону от створа инструментов. Для контроля знак угла ω следует определять по чертежу.

Работы по производству примыкания симметричным способом должны проводиться в определенном порядке.

Порядок проведения работ по примыканию симметричным способом

1. Сооружают перекрытие и полук и спускают отвесы.

2. Приблизительно в створе отвесов устанавливают два теодолита по обе стороны околоствольного двора.

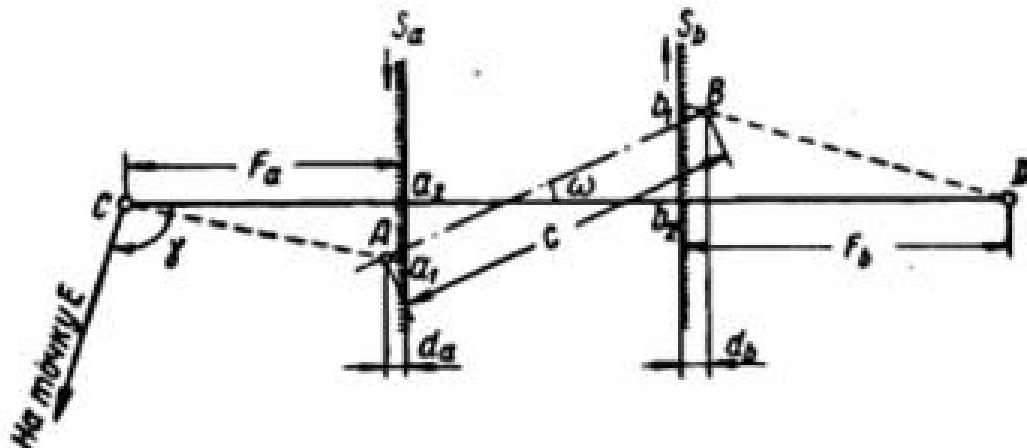
3. Между кернами теодолитов натягивают шнур.

4. Перпендикулярно створу инструментов устанавливают шкалы при помощи прямоугольного треугольника и шнура. Расстояние от шкал до отвесов должно быть таким, чтобы, не меняя фокусировки теодолита, можно было отчетливо видеть деления шкалы и проволоку отвеса.

5. Измеряют угол γ (рис. 8), т. е. угол между направлением стороны полигона CE и направлением створа инструментов CD. В целях исключения влияния погрешности центрирования теодолитов визирование необходимо производить на их керны.

А и В -- отвесы; С и D -- точки стояния инструментов;

Sa и Sfr -- шкалы (стрелками указано направление возрастания чисел на делениях шкалы)



А и В -- отвесы; С и D -- точки стояния инструментов;

Sa и Sfr -- шкалы (стрелками указано направление возрастания чисел на делениях шкалы)

Контрольные вопросы:

1. Полевые измерения при примыкании соединительным четырехугольником
2. Решение задачи примыкания в условной системе координат
3. Решение задачи примыкания с введением вспомогательных точек
4. Полевые измерения симметричного способа примыкания
5. Порядок проведения работ по примыканию симметричным способом