Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XXXVII, вып. 1, 1958 г.

ОБ ОЦЕНКЕ ТОЧНОСТИ ОРИЕНТИРОВКИ ЧЕРЕЗ ДВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШАХТНЫХ СТВОЛА

А. Н. Белоликов

В литературе известны следующие формулы для вычисления погрешностей дирекционных углов сторон подземного полигона, прокладываемого при ориентировке через два вертикальных шахтных ствола.

а) В зависимости от погрешностей измерения горизонтальных углов

$$m^2_{\alpha_i\beta} = \frac{m^2_\beta}{S^2} \sum_1^{n-1} R^2; \qquad (1)$$

$$m^2_{\alpha_1\beta} = m^2_{\alpha_1\beta} + m^2_\beta \left[(i-1) - 2\,\frac{R_1 + R_2 + \ldots + R_{i-1}}{S} \right], \qquad (2)$$

где $m_{\alpha_1\beta}$ — погрешность дирекционного угла первой стороны полигона;

m_β — средняя погрешность измерения углов полигона;

$m_{\alpha_i\beta}$ — погрешность дирекционого угла i стороны полигона;

S — расстояние между отвесами O_1 и O_2 (см. рис. 1);

R — проекция расстояния $Д$ от вершины полигона до отвеса O_2 на линию O_1O_2.

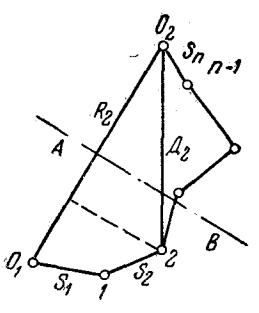


Рис. 1

б) В зависимости от погрешностей измерения длин сторон

$$m^2_{\alpha s} = \frac{\rho^2}{S^2} \sum_1^n m^2_S \sin^2\varphi, \qquad (3)$$

где $m_{\alpha S}$ — погрешность дирекционного угла любой стороны полигона в зависимости от влияния случайных погрешностей измерения длин сторон — m_S,

$\rho'' = 206265''$

φ — угол, составленный данной стороной полигона и створом отвесов O_1O_2.

Формулы (1), (2) и (3) справедливы, если соединительный полигон не уравнивается по способу наименьших квадратов, а вычисление

ориентировки производится общераспространенным упрощенным способом.

Остановимся на определении погрешности $m_{\alpha_i\beta}$. Формула (2) неудобна для вычисления $m_{\alpha_i\beta}$ и анализа ориентировки, так как она не позволяет наглядно представить влияние формы соединительного полигона на погрешность определения дирекционных углов, а также требует учета знаков отдельных значений R и предварительного вычисления $m_{\alpha_i\beta}$ по формуле (1).

Преобразуем формулу (2), подставив в нее значение $m_{\alpha_i\beta}$ из формулы (1)

$$m^2_{\alpha_i\beta} = \frac{m^2_\beta}{\rho^2}(R_1^2 + R_2^2 + \ldots + R^2_{n-1}) + \\ + \frac{Sm^2_\beta(i-1) - (2m_\beta R_1 + 2m_\beta R_2 + \ldots + 2m_\beta R_{i-1})}{S}$$

или

$$m^2_{\alpha_i\beta} = \frac{m^2_\beta}{S^2}[R_1^2 + R_2^2 + \ldots + R^2_{n-1} + \\ + S^2(i-1) - 2R_1S - 2R_2S - \ldots - 2R_{i-1}S].$$

Учитывая, что $(S-R)^2 = S^2 - 2RS + R^2$, после перегруппировки членов получим

$$m^2_{\alpha_i\beta} = \frac{m^2_\beta}{S^2}\{[(S-R)^2]_1^{i-1} + [R^2]_i^{n-1}\}, \qquad (4)$$

где $S-R$, $S-R_2 \ldots S-R_{i-1}$ — проекции на створ отвесов O_1O_2 длин линий, соединяющих вершины полигона $1, 2 \ldots i-1$ с отвесом O_1.

Вводя обозначения $S-R_1 = R_1'$, $S-R_2 = R_2', \ldots, S-R_{i-1} = R'_{i-1}$, перепишем формулу в следующем виде:

$$m^2_{\alpha_i\beta} = \frac{m^2_\beta}{S^2}\{[(R')^2]_1^{i-1} + [R^2]_i^{n-1}\}. \qquad (5)$$

При этом величины R' представляют собой проекции на створ отвесов O_1O_2 длин линий, соединяющих вершины полигона $1, 2 \ldots (i-2)$, $(i-1)$ с отвесом O_1, а R соответственно проекции длин линий, соединяющих вершины полигона i, $(i+1) \ldots (n-1)$ с отвесом O_2.

В дальнейшем мы будем пользоваться формулой (5), не требующей необходимости учитывать знаки отдельных R.

Применительно к рис. 2 будем иметь

$$m^2_{\alpha_5\beta} = \frac{m^2_\beta}{S^2}[R_1^2 + R_2^2 + R_3^2 + R_4^2 + R_5^2 + R_6^2 + R_7^2].$$

Из формулы (5) следует, что погрешность дирекционного угла любой стороны соединительного полигона в зависимости от погрешностей измерения углов определяется влиянием погрешностей положения отвеса O_1 относительно вершины $i-1$ и отвеса O_2 относительно вершины i в направлении, перпендикулярном створу отвесов.

Из формулы (5) следует также, что для всех подобных полигонов, независимо от их размеров при одной и той же погрешности измерения

углов, погрешность дирекционного угла стороны i будет одинакова. С увеличением числа углов в полигоне погрешность дирекционных углов многих сторон увеличивается.

Ниже приведены некоторые выводы о накоплении погрешностей дирекционных углов в зависимости от влияния погрешностей измерения углов в соединительных полигонах.

1. В полигоне, существенно отличающемся от вытянутого, погрешности дирекционных углов отдельных сторон могут колебаться по вели-

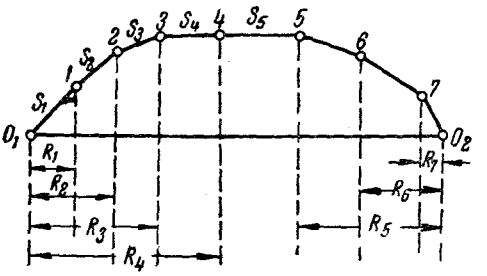


Рис. 2

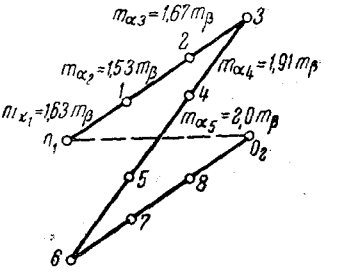


Рис. 3

чине в пределах, значительно больших, чем для вытянутого равностороннего полигона, где, как известно, отношение погрешностей двух дирекционных углов не может быть более двух.

2. Меньшую погрешность в данном полигоне имеет, как правило, дирекционный угол стороны (или сторон), расположенный вблизи оси симметрии полигона AB (см. рис. 1) — прямой, проходящей перпендикулярно створу отвесов O_1O_2 посредине между ними. В полигонах, симметричных относительно AB, наименьшую погрешность имеет дирекционный угол стороны (или сторон), расположенной в средине полигона.

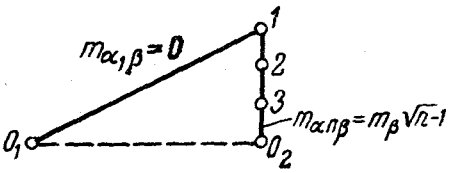


Рис. 4

3. Погрешности дирекционных углов отдельных сторон для полигонов, по форме напоминающих букву Z, приведены на рис. 3.

4. В несимметричных полигонах, за исключением полигонов, имеющих хотя бы частично вид буквы Z, большую погрешность имеют дирекционные углы первой или последней стороны, при этом погрешности $m_{\alpha_i\beta}$ и $m_{\alpha_n\beta}$ могут значительно различаться между собой. Например, для полигона, изображенного на рис. 4, имеем

$$m_{\alpha_1\beta}=0;\ \text{а}\ m_{\alpha n\beta}=m_\beta\sqrt{n-1}.$$

5. Учитывая возможность значительных колебаний $m_{\alpha\beta}$ следует при использовании результатов ориентировки через два вертикальных ствола определять погрешность дирекционного угла той стороны соединительного полигона, к которой будет примыкать подземная теодолитная съемка.

Теперь рассмотрим накопление погрешностей ориентировки через два вертикальных ствола в зависимости от погрешностей измерения длин сторон соединительного полигона.

Прежде всего укажем, что систематические погрешности измерения длин сторон не отражаются на точности ориентировки.

Для выражения закона накопления случайных погрешностей измерения длин станов рулетками применим формулу

$$m_s = \mu\sqrt{S}, \qquad (6)$$

где S — длина стороны полигона;

μ — коэффициент случайного влияния при измерении длин.

Подставляя m_s из (6) в (3), находим

$$m_{\alpha s}^2 = \frac{\rho^2\mu^2}{S^2}[S\sin^2\varphi]. \qquad (7)$$

Для полигонов произвольной формы важно выяснить зависимость $m_{\alpha s}$ от формы полигона и от расстояния между отвесами.

Для этого, введя обозначения $\rho\mu = A$, напишем формулу (7) в следующем виде:

$$\frac{[S\sin^2\varphi]}{S} = \frac{S}{A^2}m_{\alpha s}^2$$

и составим таблицу значений $\frac{[S\sin^2\varphi]}{S}$ для различных $m_{\alpha s}$ и S, приняв $A = 206\,000 \times 0{,}0015$. Данные табл. свидетельствуют, что при прочих равных условиях $m_{\alpha s}$ увеличивается с уменьшением расстояния S между отвесами и что погрешность $m_{\alpha s}$ больше для тех полигонов, для которых $[S\sin^2\varphi]$ имеет большее значение.

Таким образом, погрешность ориентировки через два вертикальных ствола в зависимости от влияния погрешностей измерения длин существенно зависит от расстояния между отвесами.

Таблица

$m_{\alpha s}$ \ S, м	30	50	100	200	500	600	
10″	0,03	0,05	0,10	0,20	0,50	0,80	1,00
20″	0,12	0,20	0,40	0,80	2,00	3,20	4,00
30″	0,27	0,45	0,90	1,80	4,50	7,20	
40″	0,48	0,80	1,60	3,60	8,00		
50″	0,75	1,25	2,50	5,00			
60″	1,08	1,80	3,60	7,20			

В том случае, если влияние погрешностей измерения длин сторон имеет преобладающее значение по сравнению с влиянием погрешностей изменения углов, погрешность определения дирекционных углов различных сторон соединительного полигона получается более или менее одинаковой.

В заключение необходимо отметить, что в журнале «Уголь» № 11 за 1956 г. появилась статья А. И. Осецкого «К анализу ориентировки через два вертикальных ствола», в которой рассмотрены вопросы определения погрешностей дирекционных углов различных сторон соединительного полигона в зависимости от влияния погрешностей измерения

углов, причем автор статьи получил формулу для $m_{\alpha_i\beta}$ вполне аналогичную формуле (5). В статье справедливо отмечено, что некоторые авторы допускают неточность, указывая, что погрешность ориентировки уменьшается к средине полигона, не делая оговорки относительно формы полигона. Справедливы и другие выводы А. И. Осецкого, хотя они и не конкретизированы.

Вряд ли целесообразно рекомендовать маркшейдерам, как это делает А. И. Осецкий, вычислять в порядке предрасчета погрешности дирекционных углов всех сторон полигона. По нашему мнению достаточно определять погрешность дирекционного угла той стороны (или тех сторон), к которой предполагается производить примыкание подземной съемки.