УДК 528.45;721.25

В. С. КЛОЧКО, *В. К. МИСКОВЕЦ*

СПОСОБ ПРИВЯЗКИ ТЕОДОЛИТНОГО ХОДА К ГЛАВНЫМ ЛИНИЯМ ДВУХ СТЕННЫХ ЗНАКОВ

Имеется много различных способов привязки к стенным знакам [2], которые можно подразделить на координированные и некоординированные. Первые являются хранителями координат, а положение примычной точки (точки установки теодолита) определяется относительно стенных знаков путем решения задачи Потенота или Ганзена, линейной засечки или комбинацией нескольких способов. Некоординированные знаки служат для восстановления координированного примычного пункта посредством специального устройства, устанавливаемого в рабочее положение посредством стенных знаков.

Различные виды привязки к стенным знакам характеризуются своими преимуществами и недостатками, кроме того, они не исключают, а дополняют друг друга, поэтому каждый новый способ привязки следует оценивать не с точки зрения стенных знаков вообще, а только лишь с точки зрения конкретного вида привязки.

В настоящей статье рассмотрим способ привязки теодолитного хода к главным линиям стенных знаков A и B, т. е. к перпендикуляру к линии AB (рис. 1) или к ее створу (рис. 2).

Примычный пункт C устанавливают глазомерно, а положение его определяют путем измерения расстояний a и b в первом случае или расстояния b и угла γ во втором случае. При этом величины a и b измеряют стальной рулеткой, а угол γ — теодолитом.

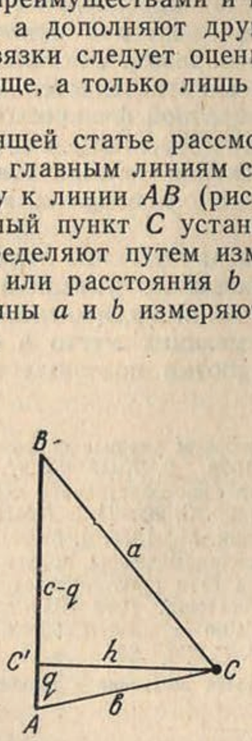

Рис. 1. Привязка пункта к перпендикуляру к линии стенных знаков AB.

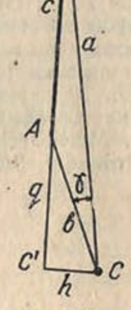

Рис. 2. Привязка пункта к створу линии стенных знаков AB.

Длину $c=AB$ находят по известным координатам знаков A, B.

Предлагаемый способ отличается от существующего створного способа [1, 2] тем, что в последнем теодолит точно устанавливается в створе знаков, что, как известно, сопряжено с определенными трудностями, так как в теодолите нет устройства, служащего для точной установки прибора в створе двух точек. Кроме того, в известном створном способе предусматривается измерение до обоих знаков A и B, в то время как в предлагаемом установка прибора в створе производится глазомерно, а расстояние измеряется только до одной точки.

Координаты примычной точки вычисляют в функции длины перпендикуляра $h=CC'$ и расстояния $q=AC'$ основания перпендикуляра до точки A, определяемых в функции измеренных величин a, b, γ.

Если основание перпендикуляра C' находится внутри створа, а высота h — правее линии AB, то получим (см. рис. 1)

$$X_C = X_A + q\cos\alpha + h\cos(\alpha+90°) = X_A + q\cos\alpha - h\sin\alpha;$$
$$Y_C = Y_A + q\sin\alpha + h\sin(\alpha+90°) = Y_A + q\sin\alpha + h\cos\alpha, \tag{1а}$$

где α — дирекционный угол линии AB.

В случае, когда точка C' находится внутри створа, а высота левее линии AB (см. рис. 1), имеем

$$X_C = X_A + q\cos\alpha + h\cos(\alpha+270°) = X_A + q\cos\alpha + h\sin\alpha;$$
$$Y_C = Y_A + q\sin\alpha + h\sin(\alpha+270°) = Y_A + q\sin\alpha - h\cos\alpha. \tag{1б}$$

Когда же основание C' находится во внешнем створе, а высота — правее линии AB (см. рис. 2), то

$$X_C = X_A + q\cos(\alpha+180°) + h\cos(\alpha+90°) = X_A - q\cos\alpha - h\sin\alpha,$$
$$Y_C = Y_A + q\sin(\alpha+180°) + h\sin(\alpha+90°) = Y_A - q\sin\alpha + h\cos\alpha \tag{1в}$$

Наконец, основание C' находится во внешнем створе, а высота — левее линии AB (см. рис. 2):

$$X_C = X_A + q\cos(\alpha+180°) + h\cos(\alpha+270°) = X_A - q\cos\alpha + h\sin\alpha$$
$$Y_C = Y_A + q\sin(\alpha+180°) + h\sin(\alpha+270°) = Y_A - q\sin\alpha - h\cos\alpha; \tag{1г}$$

Анализ (1а)—(1г) показывает, что их можно обобщить одной формулой

$$X_C = X_A + q\cos\alpha - h\sin\alpha, \quad Y_C = Y_A + q\sin\alpha + h\cos\alpha \tag{1}$$

при условии, что расстояние q имеет знаки «плюс» и «минус», если основание перпендикуляра находится соответственно во внутреннем или внешнем створе линии AB, а высота h — знак «плюс» или «минус», если она ориентирована соответственно вправо или влево относительно створа линии AB.

Величины q и h вычисляют в функции измеренных величин. Из треугольника BCC' (см. рис. 1) имеем $h^2=a^2-(c-q)^2$ и соответственно из треугольника $ACC'-h^2=b^2-q^2$. Отсюда после преобразования получим

$$q=\frac{1}{2}\left[c+\frac{(b-q)(b+q)}{c}\right],\quad h=b\sqrt{1-\left(\frac{q}{b}\right)^2},\tag{2}$$

Применительно к рис. 1 величина q является малой, поэтому

$$h=b-(q^2/2b)-(q^4/8b^3)+\cdots.$$

Средняя квадратическая погрешность при глазомерном построении перпендикуляра не превышает $\pm 1°$, поэтому при $b\leqslant 10$ м можно ограничиться вторым членом разложения

$$h=b-(q^2/2\,b).\tag{3}$$

Аналогично при створном способе (см. рис. 2) имеем $q= =b^2-h^2$, или

$$q=b\sqrt{1-\left(\frac{h}{b}\right)^2}=b-\frac{h^2}{2b},$$

где величину h определяем из треугольника ABC:

$$\frac{a}{c}=\frac{\sin\delta}{\sin(180-\gamma)}=\frac{\sin\delta}{\sin\gamma}.$$

Но так как углы δ и γ — величины малые, функции $\sin\delta$ и $\sin\gamma$ можно разложить в ряд. Ограничиваясь при этом первыми членами разложения, получим

$$a/c=\delta/\gamma,\tag{3'}$$

или

$$\delta=\frac{a}{c}\gamma\approx\frac{c-b}{c}\gamma.$$

С другой стороны, из треугольника ACC' имеем $h=b\frac{\delta}{\rho}$, поэтому с учетом (3′) получим

при $q>0$ $$h=\frac{b\delta}{\rho}=\frac{b}{\rho}\frac{c-b}{c}\gamma=\frac{b\gamma}{\rho}\left(1-\frac{b}{c}\right)\tag{4}$$

и при $q<0$ $$h=\frac{b\gamma}{\rho}\left(1+\frac{b}{c}\right).\tag{5}$$

Для внутреннего створа величина h расположена правее линии AB, если $\beta_B-\beta_A<180°$, и левее линии AB, если $\beta_B-\beta_A>$

$>180°$, где β_A и β_B — отсчеты по горизонтальному кругу при наведении трубы соответственно на точки A и B. Для внешнего створа величина h расположена правее линии AB, если $\beta_B - \beta_A > 0°$, и левее, если $\beta_B - \beta_A < 0°$.

Точность примычного пункта характеризуется средней квадратической погрешностью

$$m_C = m\sqrt{2} \tag{6}$$

применительно к способу перпендикуляров (см. рис. 1) и

$$m_C = \sqrt{m^2 + \left(\frac{m_\gamma}{\rho}\right)^2 b^2} \tag{7}$$

применительно к способу створов (см. рис. 2), где m, m_γ — средние квадратические погрешности линейных и угловых измерений.

На основании этих формул получим при $b < a \leqslant 10$ м и $m_\gamma \leqslant 1'$ $m_C \leqslant 3$—4 мм, что не противоречит точности построения теодолитного хода.

Контроль определения примычной точки осуществляется путем сравнения измеренного и вычисленного угла при точке C, образованного направлением на два пункта с известными координатами.

Диапазон расстояний расположения примычных пунктов относительно стенных знаков в зависимости от местных условий достаточно широкий. При этом необходимые измерения исключительно простые, а вычисления в основном сводятся к введению поправок в измеренные величины.

1. *Гинзбург Л. В.* Городская полигонометрия со стенными центрами // Геодезия и картография, 1959, № 7. С. 59—61. 2. Руководство по применению стенных знаков в полигонометрических и теодолитных ходах. М., 1972.

Статья поступила в редколлегию 22. 05. 87