

Лекция № 4. Камеральная обработка результатов теодолитной съемки.

В задачу обработки результатов теодолитной съемки входят вычисление координат пунктов теодолитных ходов и оценка точности их определения на соответствие требованиям, предъявляемым к подземным опорным и съемочным плановым сетям.

Камеральная обработка теодолитной съемки включает:

-контроль вычисления средних значений измеренных углов;

-вычисление горизонтальных проложений сторон хода;

-определение угловой невязки хода и при допустимой ее величине распределение невязки поровну в измеренные углы, вычисление дирекционных углов;

-вычисление приращений координат, линейной невязки хода и при ее допустимой величине распределение невязки пропорционально в длины сторон;

-определение исправленных координат точек хода.

Вычисления средних значений измеренных углов выполняют дважды, затем сравнивают их с результатами измерений, в случае обнаружения ошибки ее устраняют.

Обработка измеренных длин сторон производится в специальном журнале с введением в длины необходимых поправок (см. раздел 1.3.7).

Проверенные средние значения углов и горизонтальные проложения длин сторон записывают в ведомости вычисления координат. Фактическую угловую невязку f_β находят как разность между суммой измеренных углов $\sum \beta_i$ и теоретической суммой углов в полигоне по приведенным формулам в зависимости от формы полигона и способа его привязки:

-последовательно измеренные на одной точке углы, заключенные между двумя известными сторонами

$$f_\beta = \sum \beta_i - (\alpha_1 - \alpha_2),$$

где α_1 и α_2 - дирекционные углы известных сторон;

-замкнутый полигон

$$f_\beta = \sum \beta_i \pm 180^\circ (n-2),$$

где n — число измеренных углов; знак « + » - при измерении внешних углов полигона, « - » - при измерении внутренних углов;

-разомкнутый полигон (измерены левые по ходу углы)

$$f_\beta = 180^\circ n + \sum \beta_i - (\alpha_n - \alpha_1) - 360^\circ K,$$

где α_n, α_1 — дирекционные углы соответственно¹ исходной и конечной стороны, K — целое число или нуль. В висячем полигоне, пройденном дважды, сравнивают сумму правых и левых углов.

Фактическая угловая невязка полигона не должна превышать допустимой величины. В этом случае она распределяется поровну на каждый измеренный угол с обратным знаком.

Допустимая угловая невязка f_β в полигонах определяется по формулам:

-замкнутые полигоны и полигоны, проложенные между исходными сторонами

$$f_\beta = 2m_\beta \sqrt{n};$$

-висячие ходы, пройденные дважды

$$f_\beta = 2m_\beta \sqrt{n_1 + n_2};$$

-секции полигонов и в разомкнутые полигоны, проложенные между гиросторонами

$$f_\beta = 2 \sqrt{2m_a^2 + nm_\beta^2},$$

где m_β - средняя квадратическая погрешность угла; m_a - средняя квадратическая погрешность дирекционного угла гиростороны; n - число углов в полигоне, $n_1 + n_2$ - число углов в первом и втором ходах.

Требования к точности измерений в подземных маркшейдерских плановых сетях (табл. 13) определяются Инструкцией по производству маркшейдерских работ.

Таблица 13

| Показатель точности | Опорная сеть | Съемочная сеть |
|--|--------------|----------------|
| Погрешность ориентирования подземной съемки, угл. мин | не более 1 | — |
| Средняя квадратическая погрешность измерения углов: | | |
| горизонтальных, угл. с | 20 | 40 |
| вертикальных, угл. с | 30 | 60 |
| Допустимые расхождения между двумя измерениями сторон: | | |
| стальной рулеткой | 1/3000 | 1/1000 |
| светодальномером, см | не более 3 | — |
| Предельная длина хода, км | — | 1,0 |

Если фактическая угловая невязка превышает указанный допуск, углы хода должны быть измерены вновь.

Дирекционный угол каждой последующей стороны хода вычисляют по дирекционному углу предыдущей стороны и измеренному левому углу (рис. 25, а) по известной из геодезии формуле

$$(BC) = (AB) \pm 180^\circ + \beta_L,$$

где (AB) и (BC) - соответственно дирекционные углы предыдущей и последующей сторон хода; β_L — измеренный левый по ходу угол полигона.

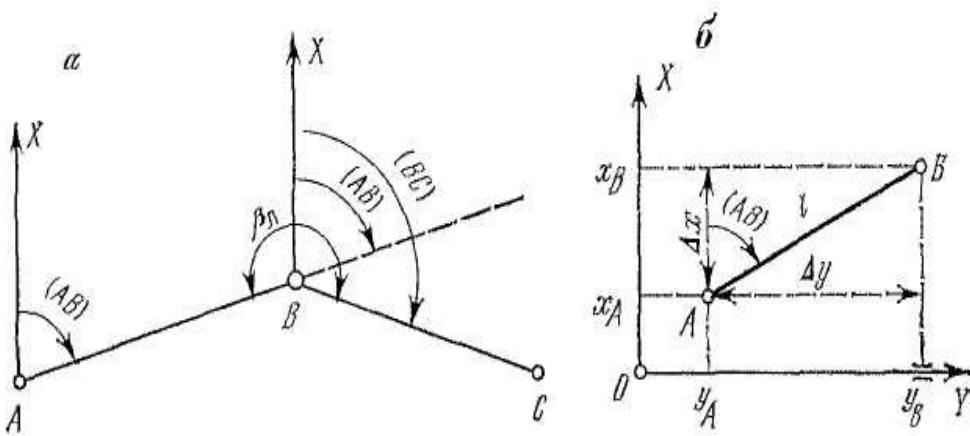


Рис. 25 Схемы определения дирекционных углов (а) и координат пунктов теодолитного хода (б)

Так как угловая невязка распределена, то в результате вычисления дирекционных углов хода должен быть получен безошибочный исходный дирекционный угол в замкнутых полигонах или дирекционный угол конечной исходной стороны в разомкнутом полигоне, что служит контролем вычислений.

Вычисления приращений координат Δx , Δy (рис 25,б) пунктов полигона выполняются по формулам

$$\Delta x = l \cos(\alpha); \quad \Delta y = l \sin(\alpha),$$

где l - горизонтальное проложение стороны хода.

При вычислении по формулам с использованием таблиц тригонометрических функций дирекционные углы разных четвертей выражаются через румбические углы r (рис.26).

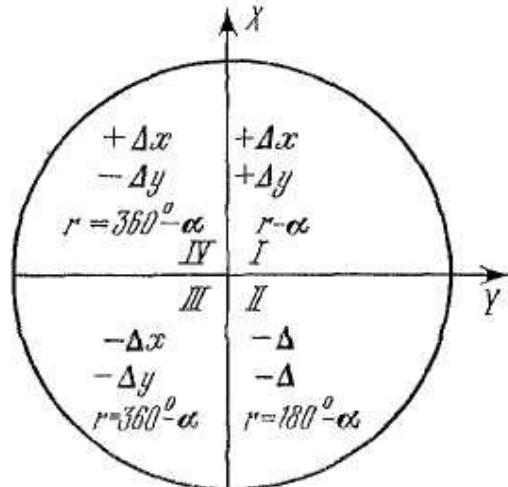


Рис. 26. Румбические углы и приращения координат в различных четвертях

Приращения координат имеют знаки, определяемые дирекционным углом стороны; для контроля вычислений приращений координат можно воспользоваться выражениями:

$$\Delta y = \Delta x \operatorname{tg} r; \quad \Delta x = \Delta y \operatorname{ctg} r.$$

В замкнутых ходах и ходах, пройденных дважды или проложенных между двумя исходными пунктами, после определения приращений координат их суммированием вычисляют линейные невязки f_x , f_y по координатным осям и находят общую линейную невязку f_i :

$$f_i = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}.$$

Относительную линейную невязку хода f_0 получают по формуле

$$f_0 = f_i / P,$$

где P — периметр хода.

В случае допустимой величины относительной линейной невязки хода невязки f_x и f_y распределяются с обратными знаками пропорционально длине каждой стороны, затем вычисляются исправленные значения приращений Δx , Δy и координаты пунктов полигона.

Линейные относительные невязки полигонов в опорных сетях не должны превышать следующих значений:

| | |
|---|--------|
| -замкнутые полигоны | 1/3000 |
| -разомкнутые полигоны | 1/2000 |
| -дважды пройденные полигонометрические ходы (без предварительного уравнивания углов)..... | 1/2000 |

Абсолютная невязка в разомкнутых ходах (при длине хода 500 м) не должна превышать 20 см; в полигонометрических ходах, разделенных на секции и примыкающих к исходному пункту - 0,8 мм.

Линейные относительные невязки в теодолитных ходах съемочных сетей должны быть не более:

| | |
|----------------------------------|--------|
| -замкнутые теодолитные ходы..... | 1/1500 |
| -разомкнутые ходы | 1/1000 |
| -дважды проложенные ходы | 1/1000 |
| -соединительные ходы | 1/1000 |

Вычисления приращений и координат выполняют с точностью до трех знаков после запятой (до мм). Для обеспечения указанной точности значения тригонометрических функций должны быть определены до пятого знака после запятой. В съемочных сетях значения координат пунктов можно округлять до 1 см, а дирекционных углов до 10".

Уравнивание полигонометрических и теодолитных ходов выполняют раздельно, т. е. сначала уравнивают угловые измерения, затем приращения координат.

Уравнивание проложенных дважды висячих ходов заключается в определении средних значений дирекционных углов общих сторон и координат общих пунктов (участки хода между общими пунктами уравнивают как отдельные ходы).

Уравнивание систем полигонометрических ходов и вычисление погрешностей определения положения пунктов производится в основном на ЭВМ по программам, реализующим раздельное уравнивание дирекционных углов и координат.

В журнале вычисления должны быть указаны: название горной выработки, дата выполнения съемки, номер и страницы журнала, в котором велись записи по съемке; журнал должен быть снабжен схемой или абрисом снимаемых горных выработок.