

Лекция №34

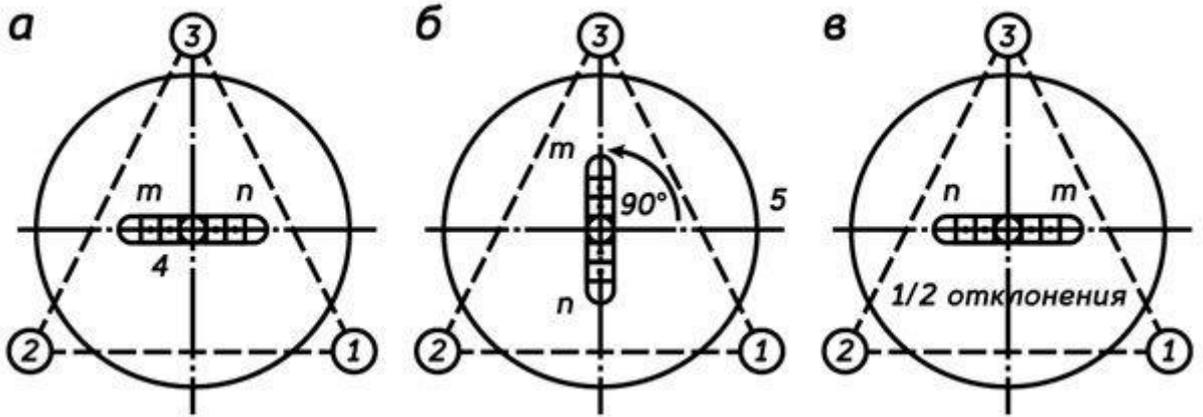
Технология измерения горизонтального угла. Требования к точности центрирования и визирования.

Вопрос 1. Технология измерения горизонтального угла

Измерение горизонтальных углов теодолитом предполагает установку прибора в вершине определяемого угла. Для этого сначала ставят штатив так, чтобы центр площадки для установки штатива был примерно над точкой, а плоскость площадки – горизонтальна. Только после этого теодолит закрепляют на штативе, центрируют и горизонтируют прибор.

Центрирование теодолита - это проецирование оси вращения алидады и лимба по отвесной линии на вершину определяемого угла с точностью для механического отвеса ± 5 мм, $\pm 1-2$ мм для оптического отвеса. Сначала проводится центрирование штатива с помощью механического отвеса с точностью 10-15 мм. При этом необходимо установить штатив горизонтально, чтобы регулировка подъемных винтов позволила произвести горизонтирование прибора. При установке прибора на штатив, производим окончательное центрирование теодолита, передвигаем оптический теодолит, ослабив становой винт.

Горизонтирование теодолита – это последовательное горизонтирование плоскости лимба горизонтального угломерного круга (ГУК) и приведение вертикальной оси вращения в отвесное положение. Процесс горизонтирования контролируется по цилиндрическому уровню алидады ГУК и производится посредством подъемных винтов теодолита. Поворачивая алидаду, направляют ось уровня по двум подъемным винтам и перемещают пузырёк уровня в центр. Затем следует повернуть алидаду на 90° и, используя третий подъемный винт, вновь перевести пузырёк в центр. Действия необходимо повторять до тех пор, пока пузырек не станет сходиться с середины при всех позициях алидады горизонтального круга. Допустимое его отклонение не больше двух делений шкалы цилиндрического уровня.



Горизонтирование теодолита

Вопрос 2. Требования к точности центрирования и визирования.

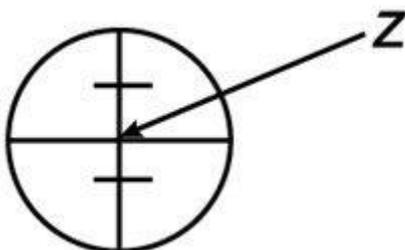
Для получения достоверного результата работа с теодолитом требует соблюдения двух геометрических условий:

1. ось вращения прибора находится в вертикальном положении;
2. ось цилиндрического уровня - в горизонтальном положении.

Измерение горизонтального угла теодолитом визирование.

Визирование – совмещение центра сетки нитей с точкой.

Сетка нитей – это стеклянная пластина с нанесёнными на неё линиями (характер их нанесения может быть разным). Пересечение средних линий называют центром сетки нитей Z .



Наведение центра нитей на точку

Для визирования теодолита на точку необходимо:

1. Закрепить лимб.
2. Открепить алидаду для того, чтобы по грубому визиру, расположенному наверху зрительной трубы, установить прибор примерно на искомую точку.
3. Закрепить алидаду.
4. Для наблюдения установить зрительную трубу так, чтобы сетка нитей имела резкое изображение. Эта операция называется установкой по глазу и производится вращением окулярного колена.
5. Установить зрительную трубу так, чтобы точка визирования была видна наилучшим образом. Эта операция называется установкой по предмету и производится вращением кремальеры.
6. Навести центр сетки нитей точно на точку визирования посредством наводящих винтов алидады и зрительной трубы. Если вертикальный круг оказывается с правой стороны от трубы, если смотреть со стороны окуляра, говорят "круг право" (КП). Если вертикальный круг оказался слева – "круг лево" (КЛ).

Измерение горизонтального угла β

Измерение горизонтального угла теодолитом предполагает установку прибора в вершине измеряемого горизонтального угла (т.н. станция), а рейки на станциях $n+1$ и $n-1$.

Перекрестие сетки нитей совмещают с самой нижней видимой точкой рейки так, чтобы вертикальная нить совпадала с осью рейки.

Затем выполняют следующую последовательность действий (первый полуприём):

1. наводят центр сетки нитей на вершину заднего (правого) угла ($n - 1$) и снимают отсчёт по лимбу горизонтального круга - отсчёт a_1 ;
2. наводят на вершину переднего (левого) угла ($n + 1$) снимают отсчёт a_2 ;

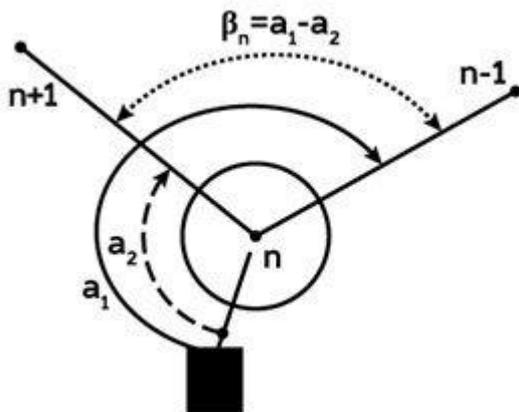
3. определяют значение угла при круге лево $\beta_{кл} = a_1 - a_2$.



Измерение горизонтального угла на станции n:

β – горизонтальный угол

До начала второго полуприёма (КП) разблокируют зрительную трубу и переводят через положение зенита. Затем разблокируют алидаду и поворачивают прибор на 180° , проводят измерения при КП. При втором полуприёме (КП) визирование и измерения производят аналогично, различия в значениях угла в двух полуприёмах (C) не должно превышать двойной точности прибора (t): $C < 2t$.



Измерение горизонтального угла β на станции n (КЛ):

n – станция

$n-1$ – вершина заднего угла

$n+1$ – вершина переднего угла

$a1$ – отсчёт на вершину заднего угла

$a2$ – отсчёт на вершину переднего угла

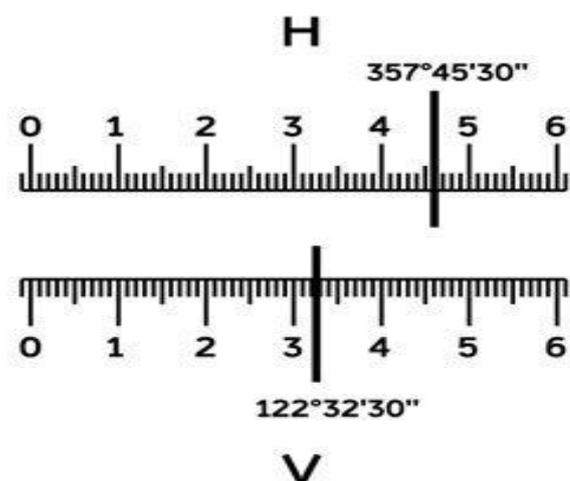
Вычисление горизонтальных углов

При выполнении условия расхождения в значениях угла, полученных за два полуприёма, средний горизонтальный угол рассчитывают по формуле: $\beta_{\text{ср}} = (\beta_{\text{КЛ}} + \beta_{\text{КП}}) / 2$.

Лимб горизонтального угломерного круга оцифрован всегда от нуля до 360° через 1° , слева направо.

Отсчёт по горизонтальному кругу берут следующим образом:

- считывают по шкале алидады количество градусов отсчётного штриха (по рисунку – 125°);
- считывают минуты слева направо от нуля, учитывая, что цена деления на шкале ГУ – $5'$ (по рисунку – $07'$).



Отсчётный микроскоп теодолита RGK TO-15:

отсчёт по ГУК – "125°07'"

отсчёт по ВУК – "-0°35'"

Измерение вертикального угла теодолитом

Измеренный угол наклона может иметь как положительное, так и отрицательное значение, изменяясь от -90° до 90° .

Работа с теодолитом требует проводить горизонтирование алидады каждый раз при отсчёте. Горизонтальным считается положение, когда пузырёк цилиндрического уровня алидады или трубы расположен посередине ампулы. Однако, даже при нахождении пузырька в центре ампулы линия нулей отсчётного устройства может находиться под небольшим углом по отношению к линии горизонта, который называется место нуля вертикального круга (M0). Важной чертой измерения вертикальных углов является необходимость учёта места нуля вертикального круга. Для этого при создании съёмочного обоснования снимают отсчёты по вертикальному угломерному кругу (ВУК) при КЛ и КП, а при тахеометрической съёмке - на каждой станции перед началом работы определяют место нуля.

При измерении вертикальных углов теодолитом центр сетки нитей переводят на высоту инструмента, ранее отмеченную на рейке. Высоту инструмента определяют с помощью листа белой бумаги и рейки, приставляя её почти вплотную к окуляру. Пользователь при этом должен вести наблюдение в объектив. Лист передвигают по рейке, пока он не закроет ровно $\frac{1}{2}$ поля зрения. Высоту инструмента на рейке удобно отмечать тонкой круглой резинкой.

Сначала снимают отсчёт, визируя при круге лево. Затем, переведя трубу через зенит, визируют и снимают отсчёт при круге права.

Существует несколько способов оцифровки лимба вертикального угломерного круга (ВУК). У теодолита RGK TO-15 (TO-05) оцифровка секторная,

при которой ВУК разбит на 4 сектора по 90° , из которых два сектора имеют положительную оцифровку, а два других – отрицательную. Для взятия отсчёта:

- считывают количество градусов отсчётного штриха (по рисунку – " 0° ");
- считывают минуты – если вверху стоит " -0 " – по отрицательной шкале от нуля до отсчётного штриха, если вверху стоит " $+0$ " – по положительной шкале от нуля до отсчётного штриха (по рисунку – " -35 ?").

Далее проводят вычисление вертикального угла. При этом отсчёты от 0° до 90° соответствуют измеряемому положительному вертикальному углу.

Вычисление вертикальных углов

После снятия отсчётов рассчитывают вертикальный угол через M_0 , либо по результатам двух отсчётов, полученных при визировании на цель в двух положениях зрительной трубы (КЛ и КП).

Расчётные формулы для секторной оцифровке лимба вертикального круга от нуля в обе стороны – по ходу и против хода часовой стрелки (РГК ТО-05 и ТО-15):

$$M_0 = (КП + КЛ)/2; v = M_0 - КП; v = КЛ - M_0$$

При расчёте по этим формулам не обязательно добавлять 360° .

Измерение расстояний теодолитом

В сетке нитей зрительной трубы теодолита имеются два дополнительных горизонтальных дальномерных штриха, расположенных по обе стороны от центра сетки нитей на равных расстояниях. Наличие этих штрихов позволяет производить измерение теодолитом расстояния D от прибора до рейки.

Для этого по рейке определяют величину дальномерного интервала n в сантиметрах, умножая полученное число на 100, затем полученное значение из сантиметров переводят в метры (дальномерный коэффициент зрительной трубы, как правило, равен 100), т. е.

$$D = K * n = 100 * n$$

В случае, приведенном на рисунке:

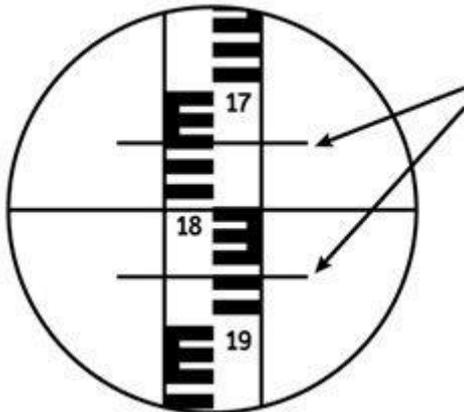
- отчет по верхнему дальномерному штриху – 1747 мм;
- отчет по нижнему дальномерному штриху – 1856 мм.

Дальномерный интервал n равен разности отчетов по нижнему и верхнему дальномерным штрихам.

$$n = 1856 - 1747 = 109 \text{ мм} = 10,9 \text{ см.}$$

По формуле вычисляем расстояние: $D = 100 * 10,9 \text{ см} = 1090 \text{ см} = 10,9 \text{ м}$

Для измерения теодолитом расстояний при помощи нитяного дальномера относительная ошибка обычно составляет от 1/100 до 1/300.



Измерение теодолитом расстояния по дальномерным штрихам.

Домашнее задание:

Изучить данную тему, ответить на вопросы:

1. Как выполняется центрирование теодолита.
2. Что такое горизонтирование теодолита.

3. Как выполняется измерение горизонтального угла теодолитом визированием.