

Для измерения крена колонн высотой до 5 м используют отвес, а для более высоких – теодолит (рис.76). Его устанавливают на двух взаимно перпендикулярных направлениях разбивочных осей колонны на расстоянии $1,5h$ её высоты. Наводят вертикальную нить зрительной трубы на верхнюю монтажную риску колонны A' . Проецируют её на миллиметровую линейку, горизонтально приложенную началом шкалы к нижней монтажной риску A , и устанавливают величину отклонения ΔY . Эту операцию повторяют при другом положении круга теодолита и находят среднее значение ΔY . Таким же образом устанавливают среднее значение ΔX с другой станции. Общую величину крена l и направление его (относительно оси A) определяют по формулам (53) и (55)

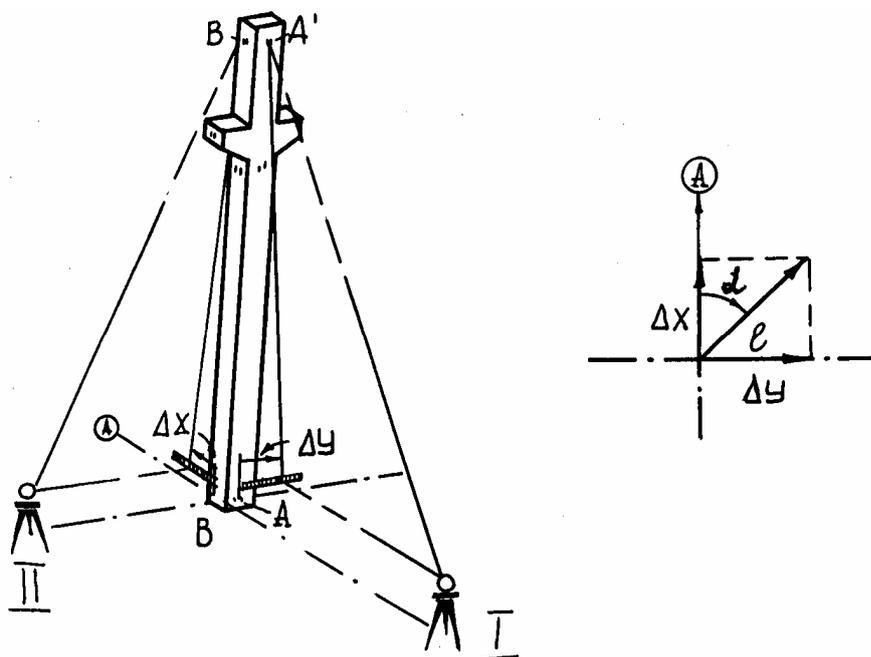


Рис.76. Схема измерения крена колонны

8.11. Измерение деформаций фотограмметрическим методом

Недостатком всех рассмотренных методов измерения осадок, горизонтальных смещений и кренов является то, что измеряется лишь одно смещение – вертикальное или горизонтальное. В отличие от применяемых методов измерения метод фотограмметрической съемки дает возможность одновременно и, что важно, одним прибором измерять смещения неограниченного количества наблюдаемых точек здания или сооружения по двум направлениям координатных осей: по вертикали Z и слагающей горизонтального смещения X , а стереофотограмметрический метод – по трём направлениям: Z , X и Y (рис.77).

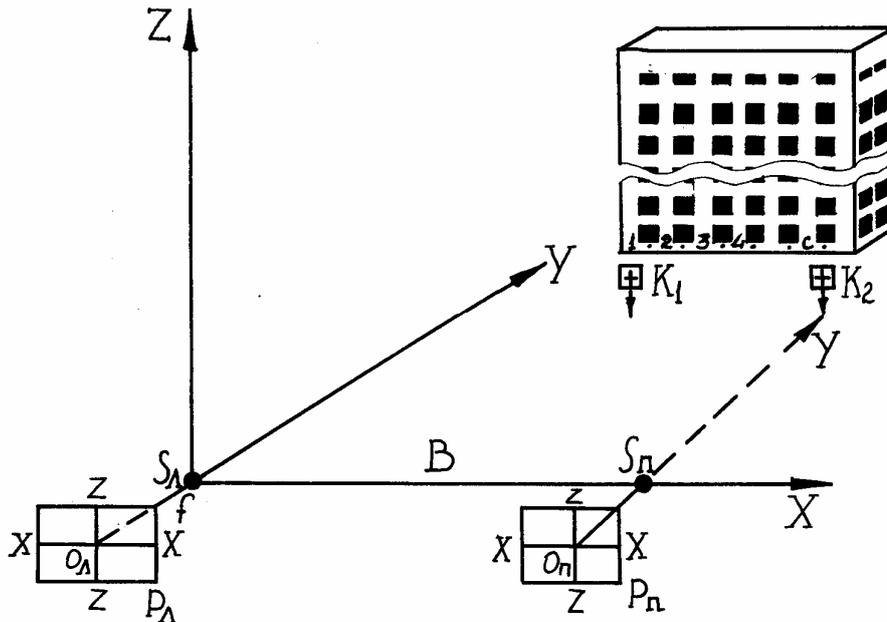


Рис.77. Схема измерения смещений фотограмметрическим методом

Определение деформаций зданий и сооружений фотограмметрическим методом выполняют с помощью фототеодолита и стереофотограмметрических приборов. Наблюдаемые точки 1,2,3 ...n периодически фотографируют с концов одного и того же базиса фотографирования при одном и том же положении оптических осей фотокамеры.

Для определения смещений наблюдаемых точек в вертикальной плоскости фотосъёмку выполняют с одной станции базиса S_A и S_B . Тогда смещение наблюдаемых точек в вертикальном ΔZ и горизонтальном ΔX направлениях будет равно:

$$\Delta Z_i = Z_i - Z_o = \frac{\Psi}{f} Z_i - \frac{\Psi}{f} Z_o = \frac{\Psi}{f} \Delta Z; \quad (58)$$

$$\Delta X_i = X_i - X_o = \frac{\Psi}{f} X_i - \frac{\Psi}{f} X_o = \frac{\Psi}{f} \Delta X,$$

где X_i, Z_i, X_o и Z_o – координаты i -й точки здания в последующем и начальном циклах измерений;

X_i, Z_i, X_o и Z_o – координаты i -й точки здания на фотоснимке в последующем и начальном циклах измерений;

$\Delta X, \Delta Z$ – смещения точки вдоль осей X и Z на фотоснимке между циклами измерений;

Ψ – расстояние фототеодолита от наблюдаемых точек;

f – фокусное расстояние фотокамеры.

Примечание. ΔX и ΔZ измеряются по фотоснимкам на стереокомпараторе, а Ψ – стальной лентой или рулеткой.

Для определения смещения наблюдаемых точек по трем направлениям координатных осей фотосъемку выполняют с двух станций $S_{л}$ и $S_{п}$ базиса B . На стереокомпараторе по двум перекрывающимся фотоснимкам (стереопаре) измеряют фотограмметрические координаты наблюдаемых точек и их горизонтальный параллакс, по которым затем вычисляются пространственные координаты и их смещения. При этом в левую кассету всегда закладывают начальный фотоснимок, а в правую – фотоснимок последующего наблюдения и тем самым определяют величину суммарного смещения на момент последнего наблюдения.

Смещение наблюдаемой i -й точки по направлению осей Y , X и Z , будет равно:

$$\begin{aligned}\Delta Y_i &= Y_i - Y_o = Bf \left(\frac{1}{P_i} - \frac{1}{P_o} \right); \\ \Delta Z_i &= Z_i - Z_o = B \left(\frac{Z_i}{P_i} - \frac{Z_o}{P_o} \right); \\ \Delta X_i &= X_i - X_o = B \left(\frac{X_i}{P_i} - \frac{X_o}{P_o} \right),\end{aligned}\tag{59}$$

где P_i и P_o – горизонтальные параллаксы точек в последующем и начальном циклах измерений, равные разностям абсцисс одноименных точек на левом и правом фотоснимках.

Погрешность определения величин смещения ΔX , ΔY и ΔZ в основном зависит от неизменности положения станций фотографирования $S_{л}$ и $S_{п}$, правильности ориентирования оптической оси фотокамеры в пространстве, величины отстояния базиса фотографирования от наблюдаемых точек, а также от длины базиса B . Поэтому фотокамеру закрепляют на стационарных штативах или тумбах, обеспечивающих точную её установку в ту же точку.

Правильность установки камеры контролируют сравнением координат неподвижных контрольных точек K_1 , K_2 на снимках начального и последующего циклов.

Для равномерного охвата наблюдений базис фотографирования (или несколько базисов) располагают от здания на оптимальном расстоянии, которое определяется резкостью изображения, площадью съемки, а также необходимостью создания прямой видимости между концами базисов для более точного их координирования. Длина базиса определяется по формуле

$$B = Y^2 \frac{m_p}{m_\psi f},\tag{60}$$

где m_p и m_ψ – погрешности определений горизонтального параллакса и расстояния фототеодолита от наблюдаемых точек.

Из формулы (60) следует, что чем больше длина базиса B , тем меньше погрешность m_{ψ} . Предельный параллактический угол, при котором возможно стереоскопическое восприятие, равен 150° . При таком значении угла отстояние фототеодолита $\Psi \approx 4B$.

При строгом соблюдении всех требований, предъявляемых к производству фототеодолитной съёмки, деформации зданий и сооружений определяют с точностью до 1-3 мм при удалении базиса фотографирования от наблюдаемых точек на 10–20 м.

Наблюдаемые точки фиксируют на зданиях деформационными марками в виде откраски точек с указанием номера. С этой целью используют хорошо опознаваемые точки дверных и оконных проемов или других конструктивных элементов.

В отдельных случаях для более полной характеристики деформаций её величины, определенные методом фотограмметрии, рекомендуется сопоставлять с результатами наблюдений за осадками здания, полученными методом высокоточного геометрического нивелирования.

Вопросы для самоконтроля знаний

1. Для чего необходимо выполнять наблюдение за деформациями зданий и сооружений геодезическими методами?
2. Состав процесса наблюдения за деформациями на этапах подготовительной работы и непосредственного измерения.
3. Что включает в себя рабочая программа наблюдения за деформациями?
4. Порядок размещения и закрепления геодезических знаков для наблюдения за осадками.
5. Обоснование периодичности и точности геодезических измерений деформаций.
6. Какие методы геодезических измерений осадок вы знаете?
7. Сущность и содержание измерения осадки методом геометрического нивелирования.
8. Какими способами можно уменьшить влияние неравенства плеч при нивелировании осадочных марок?
9. Сущность наблюдения за трещинами и швами несущих конструкций.
10. В чем суть измерения осадки методом тригонометрического нивелирования?
11. Сущность наблюдения за горизонтальным смещением зданий створным методом.
12. Назовите способы измерения кренов зданий.
13. Порядок измерения крена здания способом вертикального проецирования.
14. Как измерить крен колонны?
15. Порядок измерения смещения здания фотограмметрическим методом.