

Гидростатический нивелир, кроме определения осадок, применяют для перенесения отметок в стесненных условиях, приведения плоскостей конструкций и деталей в горизонтальное положение, построения нулевых горизонтов сооружений и технологического оборудования.

Стационарные гидростатические системы применяют при необходимости постоянных наблюдений за осадками крупных промышленных зданий, гидротехнических сооружений и сложного оборудования.

8.9. Наблюдения за горизонтальными смещениями зданий и сооружений

При организации наблюдения за горизонтальными смещениями закрепляют опорные пункты, наблюдательные столбы и деформационные марки.

Опорные пункты размещают за пределами подвижек грунта. По конструкции и закладке они идентичны фундаментальным реперам (см.рис.65,а). Центр сферической головки обозначают насечкой или отверстием небольшого диаметра.

Наблюдательные столбы (рис.72,а) располагают на створе и в триангуляции. В качестве столбов применяют трубы, залитые бетоном, или бетонные монолиты в виде усеченных четырехгранных пирамид 2. Высота выступающей части столба над землей составляет до 1,2 м. В верхние грани столбов 1 вделываются металлические пластинки с тремя пазами-бороздками или концентрическими окружностями для однообразной установки теодолита и визирной марки. Центром столба является точка пересечения пазов. Глубина закладки столбов определяется в каждом конкретном случае, с учетом глубины промерзания грунта и его физико-механических свойств.

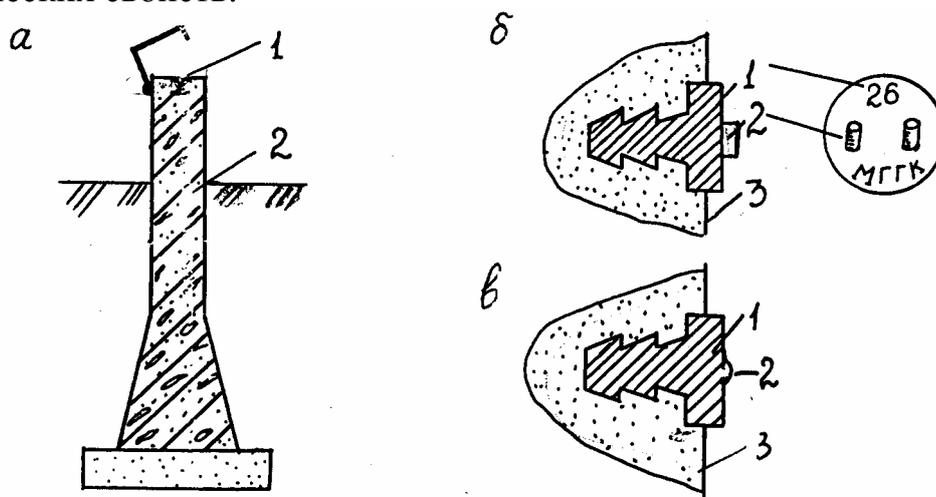


Рис.72. Знаки закрепления точек при наблюдениях за смещениями:
 а – наблюдательный столб; б – деформационная марка с ушками для горизонтальной установки линейки; в – деформационная марка с головкой для упора линейки или пятки рейки

Деформационные марки (рис.72,б,в) размещают на зданиях или сооружениях для закрепления наблюдаемых точек. Марки изменяют свое пространственное положение при смещении здания или сооружения.

Деформационная марка представляет собой металлический диск 1, закладываемый в стену 3. Если марка предназначена для горизонтальной установки измерительной линейки, то она имеет специальные ушки 2 (см.рис.72,б) для упоров линейки или полусферическую головку 2 (см.рис.72,в) для упора пятки линейки или рейки.

Марки для визирования теодолитом оборудуются визирными цилиндрами или щитками с раскрашенными симметричными фигурами. Визирные приспособления устанавливают так, чтобы ось цилиндра или линия симметрии фигуры щитка совпадала с отвесной линией точки наблюдения, зафиксированной на марке пересекающимися штрихами или центром небольшой окружности.

Допустимая погрешность измерения горизонтальных смещений зданий или сооружений зависит от их типа, свойств грунта, скорости смещения и класса точности измерения (см. табл.4).

Наблюдения за смещениями, так же, как и за осадками, выполняют циклами. В период строительства первый цикл проводят до воздействия на здание или сооружение горизонтальных сил. Последующие циклы осуществляют по программе наблюдений, а в период эксплуатации зданий или сооружений – не менее двух раз в год (весной и осенью).

Наблюдения прекращают, когда скорость смещения становится менее 2 мм в год, но возобновляют при появлении деформаций.

Горизонтальные смещения чаще всего определяют следующими геодезическими методами: створным, тригонометрическим – триангуляции и засечек, а также комбинированным.

Створным методом определяют смещение прямолинейных контуров зданий и сооружений – ряда фундаментов или колонн зданий, плотин и т.п., а также смещение оползневых пород, то есть в тех случаях, когда наблюдаемые точки можно закрепить на одной линии створа. Сущность створного метода заключается в измерении методом бокового нивелирования величин C_1 , C_2 и C_3 (рис.73), представляющих собой отклонения наблюдаемых точек 1, 2, 3 от створа опорных знаков A и B . Отклонения часто определяют по рейке с миллиметровыми делениями, поставленной перпендикулярно к створу AB . При этом над опорным пунктом A (рис.73,а) устанавливают теодолит и наводят крест сетки нитей на визирную цель марки над опорным пунктом B . Берут отсчеты C_1 , C_2 и C_3 при двух положениях круга теодолита по измерительной рейке, приставленной пяткой к наблюдаемой точке. По полученным отсчетам определяют средние значения и записывают их в ведомость смещений (табл.7). После дальнейших аналогичных измерений вычисляют величину смещения как разность отсчетов по рейке в начальном и наблюдаемом периодах времени.

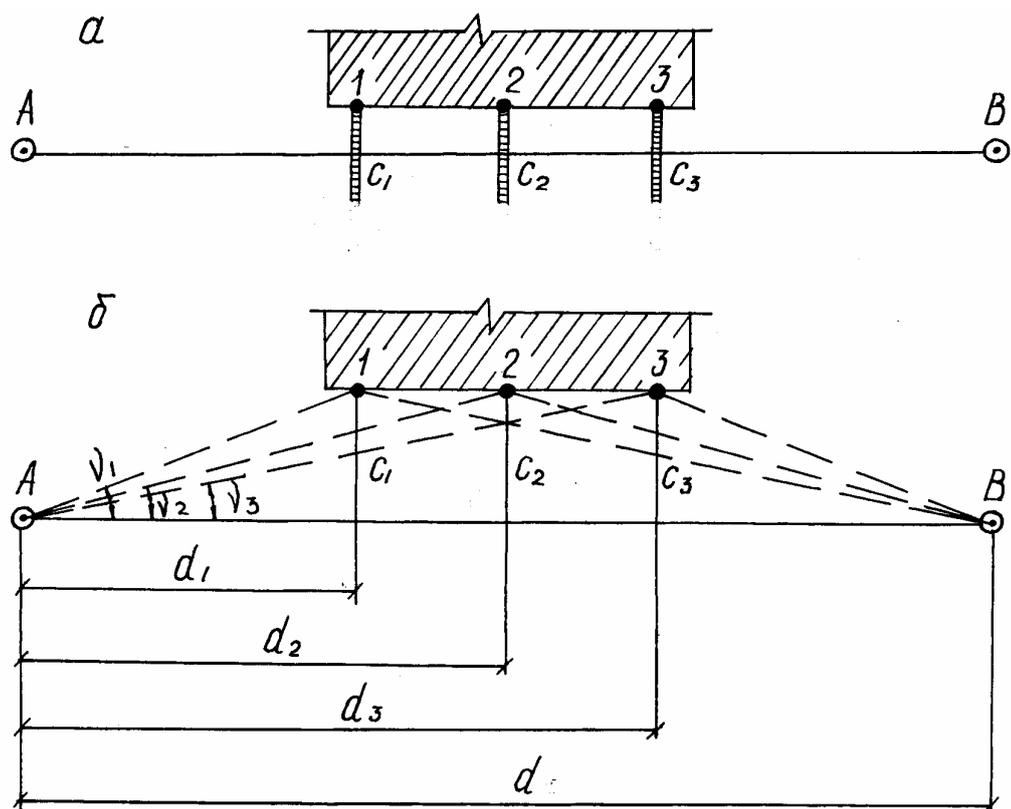


Рис.73. Схема наблюдения за смещениями створным методом:
 а – с помощью измерительной рейки;
 б – путём измерения малых углов

Т а б л и ц а 7

Ведомость горизонтальных смещений

Номер марки	Периоды наблюдения				
	10.05.10	5.09.10		16.04.11	
	отсчет по рейке, мм	отсчет по рейке, мм	смещение, мм	отсчет по рейке, мм	смещение, мм
1	403,5	410,0	-6,5	414,0	-10,5
2	388,0	392,5	-4,5	396,5	-8,5
3	396,0	391,0	+5,0	387,0	+9,0

При небольшой длине створов (до 250 м) можно использовать горизонтальные шашечные или штриховые реечки и прибор с плоскопараллельной пластинкой. Прибор, установленный в одном конце створа, наводится на марку другого конца створа, а в промежуточных точках ставится реечка, по которой определяется величина отклонения точки от створа.

Для повышения точности измерений линию створа закрепляют от наблюдаемых точек на расстоянии до 0,6 м. С этой же целью для точности взятия отсчета используют подвижную визирную марку. В этом случае отсчеты берут по шкале марки, установленной на наблюдаемых точках, а

величиной отклонения считают разность отсчетов по индексу при установке марки в створе AB и в наблюдаемых точках 1, 2, 3.

Иногда отклонение C_i определяют путем измерений малых углов ν_i и расстояния d_i (рис. 73,б) по формуле

$$C_i = d_i \operatorname{tg} \nu_i \approx d_i \frac{\nu_i''}{\rho''}. \quad (52)$$

При измерении малых углов ν_i в контрольных точках устанавливают неподвижную марку. Измерения углов, близких к 180° , выполняют оптическими теодолитами Т1, Т2 и др.

Надежность определений в последнем случае зависит от точности измерения малого параллактического угла ν_1 , а расстояние d_1 может быть измерено нитяным дальномером. При расчете необходимой точности измерения параллактического угла ν_1 нужно учитывать, что ошибка в $1''$ вызывает ошибку в величине поперечного смещения (0,5 мм на каждые 100 м расстояния).

Результаты наблюдений по створам, расположенным по верху сооружений, искажаются из-за изменения температуры воздуха, поэтому наблюдения следует вести по нескольким створам на верху сооружения, расположенным симметрично оси верхней его грани или на разных горизонтах сооружения.

Наблюдения створным методом отличаются удобством, простотой, производительностью и достаточной точностью результатов измерений. Этому методу присущи недостатки в том, что смещения определяются только в одном направлении (по оси X), перпендикулярном к створу AB , а близкое к наблюдаемым точкам расположение опорных пунктов не дает полной уверенности в их неподвижности, а значит, и надежности результатов измерений.

При большом уклонении наблюдаемых точек от створа, больших разностях их высот или при расположении точек в различных местах сооружения горизонтальные смещения определяют методами триангуляции и направлений, а также комбинированным методом (рис. 74).

В каждом цикле наблюдений относительно опорных пунктов A и B методом триангуляции (рис. 74,а) определяют координаты наблюдательных столбов I, II, III, закрепленных на сооружении (например плотине). По разности координат вычисляют горизонтальное смещение столбов I, II, III по направлениям осей X и Y . Длину базиса AB измеряют с высокой точностью (например светодальномером).

Вектор смещения вычисляют как диагональ прямоугольника (рис. 74,б) со сторонами ΔX и ΔY , то есть $\Delta = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$.

При наблюдениях за смещением наблюдаемых точек методом отдельных направлений (рис. 74,в) выполняют повторные измерения горизонталь-

ных углов в опорных пунктах A и B , а координаты точек 1, 2 и 3 вычисляют угловыми засечками.

При отклонении направлений $A1$ и $B1$, $A2$ и т.д. от здания до 8° ошибка в определении смещения не будет превышать 1:100 её значения.

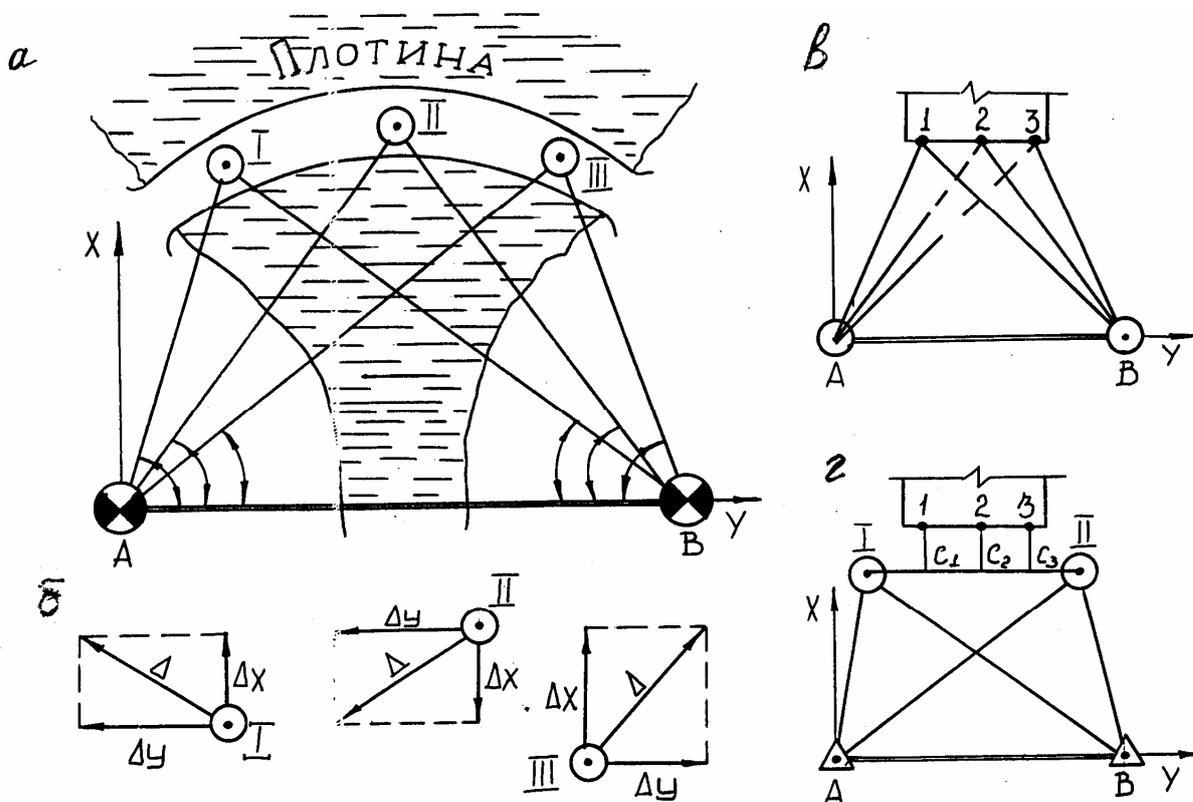


Рис.74. Схема наблюдений за горизонтальными смещениями: а – метод триангуляции; б – схема смещения наблюдательных столбов; в – метод отдельных направлений; г –комбинированный метод

Метод отдельных направлений применяют в тех случаях, когда на здании или сооружении невозможно закрепить створ. Этот метод не такой точный, как метод триангуляции, но он менее трудоёмок. Оба метода позволяют определять смещения точек по осям X и Y с высокой достоверностью, но по сравнению с методом створов они отличаются большим объемом измерений и их обработкой.

Если концевые точки створа включают в триангуляционную сеть, то применяют комбинированный метод наблюдения за смещениями (рис.74,г). Этот метод совмещает в себе надежность метода триангуляции и простоту створного метода. Каждый цикл створных наблюдений сопровождается определением координат концевых точек вспомогательного створа I–II и измерением отклонения C_1 , C_2 и C_3 от него наблюдаемых точек 1, 2 и 3.

Если смещения концевых точек створа по оси X не превышают погрешностей определения координат в триангуляции, то смещения наблюдаемых точек находят створным методом по формуле (52). В противном