

П. И. ПНЕВСКИЙ, С. В. РОМАНЧУК

МЕТОДИКА НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ СООРУЖЕНИЙ

При определении осадок фундаментов зданий и сооружений требуется высокая точность геодезических измерений. Для достижения такой точности на практике наибольшее применение находит метод геометрического нивелирования.

Общепринятая методика измерения превышений между осадочными марками по программе нивелирования II класса не устраняет погрешности, возникающие в процессе наблюдения на станции. Поэтому не случайно данному вопросу уделяется много внимания учеными в нашей стране и за рубежом [1—4]. Это свидетельствует о том, что вопрос учета и устранения погрешностей актуален.

В своих исследованиях авторы определяют погрешность, дают рекомендации по ее введению в измеренные превышения. Такой подход к данному вопросу, на наш взгляд, является неубедительным.

Нами предложена новая методика измерения превышений, которая позволяет исключить полностью или частично систематические и ослабить влияние случайных погрешностей без определения их значения.

Разработанная методика заключается в следующем.

В каждом нивелированном ходе принимают четное количество станций. Местоположение ножек штатива и центра прибора на местности закрепляют металлическими трубками. Расстояние от нивелира до переходных точек (костыли, марки) на станции измеряют рулеткой, поэтому предельная погрешность разности плеч не превышает 10 см. Если станцию нужно закреплять на асфальтовой или бетонной подготовке, то в соответствующих местах при помощи перфоратора или отбойного молотка делают отверстия, в которые вставляют металлические трубки диаметром 20...30 мм и длиной 5...10 см заподлицо подготовки. Положение трубок фиксируется цементным раствором. Если станции нужно закреплять на грунтах, то длина трубок составляет 30...50 см в зависимости от плотности грунта.

При выполнении наблюдений на станции, вследствие стабильности равенства плеч, исключается погрешность в превышении, вызванная углом i . Такая конструкция закрепления станций позволяет исключить погрешность из-за осадки штатива, поскольку штатив, установленный на металлических трубках, обеспечивает надежную устойчивость прибора. Изменение высоты нивелира на станции во всех циклах в пределах 5 мм исключает погрешность из-за нанесения штрихов реек (наведения биссектора выполняется на один и тот же штрих). Постоянно закрепленные костыли для всех ходов и циклов исключают погрешность из-за оседания (выпучивания) переходных точек. Костыли имеют различную конструкцию в зависимости от особенностей грунтов [3]. Погрешность, вызванная разностью пяток реек, исключается тем, что во всех циклах наблюдений каждая рейка соответствует постоянной конкретной переходной точке (костылю, марке). При данной методике значительно сокращается продолжительность измерений на станции в ходе, что сводит до минимума влияние температурного изменения реек.

Указанная методика внедрена при наблюдениях за деформациями действующих сооружений Ровенской атомной электростанции. Повышение производительности труда составило 25%. Увеличилась точность измерений.

Оценку точности выполняли следующим образом.

В нивелирных сетях, предназначенных для измерения деформаций сооружений, каждое превышение между парой смежных точек прямого и обратного ходов определяется только с одной станции, поэтому среднюю квадратическую погрешность на станции вычисляют по формуле

$$m_{ст} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{n}}, \quad (1)$$

где Δ — разность двойных измерений превышений на станции;
 n — общее число равноточных разностей в нивелирном ходе
(сети).

Средняя квадратическая погрешность определения превышения
в нивелирном ходе составляет

$$m_x = \sqrt{\frac{[\Delta\Delta]}{N}}, \quad (2)$$

где N — количество ходов (прямо и обратно).

Погрешности измерения деформаций, мм

Обозна- чение	Цикл	Ходы						
		1	2	3	4	5	6	7
$m_{ст}$	1	0,34	0,23	0,20	0,26	0,24	0,23	0,21
	2	0,18	0,15	0,17	0,23	0,13	0,16	0,15
	3	0,24	0,28	0,34	0,28	0,21	0,27	0,23
	4	0,29	0,22	0,22	0,20	0,24	0,16	0,24
	5	0,25	0,21	0,15	0,21	0,20	0,16	0,19
	6	0,18	0,18	0,16	0,18	0,18	0,11	0,17
	Ср.	0,15	0,21	0,21	0,23	0,20	0,18	0,20
n		10	12	8	8	12	12	14
$L_{км}$		0,858	0,995	0,558	0,740	0,739	0,634	0,825
$m_{сл}$		0,56	0,51	0,42	0,46	0,49	0,44	0,53
M			0,34	0,32	0,31	0,34	0,33	0,34
$\Delta_{пр}$			1,02	0,96	0,93	1,02	0,99	1,02

Среднюю квадратическую погрешность среднего превышения на
1 км нивелирного хода вычисляют по формуле

$$m_{км} = m_x / \sqrt{L_{км}}, \quad (3)$$

где $L_{км}$ — длина нивелирного хода в километрах.

Средняя квадратическая погрешность высоты марки хода в
наиболее слабом месте имеет вид

$$m_{сл} = m_{ст} \sqrt{k}, \quad (4)$$

где k — число станций в ходе от исходного репера до данной
марки.

Погрешность определения деформаций из двух циклов вы-
числяют по формуле

$$M = \frac{m'_{сл} \cdot m''_{сл}}{\sqrt{m'^2_{сл} + m''^2_{сл}}}, \quad (5)$$

где $m'_{сл}$ и $m''_{сл}$ — погрешности высоты марки в наиболее слабом
месте хода соответственно в первом и последующем циклах наблю-
дений.

Предельная погрешность определения деформаций в самом слабом месте нивелирного хода составляет

$$\Delta_{\text{пр}} = 3M. \quad (6)$$

Результаты оценки точности приведены в таблице.

Из анализа результатов таблицы следует:

средняя квадратическая погрешность на станции во всех ходах и циклах примерно одинакова и значительно меньше нормативного допуска 0,36 мм;

предельная погрешность определения деформаций в самом слабом месте нивелирного хода вычислена по средним значениям в ходах среднеквадратической погрешности на станции и равна 1 мм;

разработанная методика измерений превышений между марками по программе нивелирования II класса позволяет увеличить точность в два раза по сравнению с установленным допуском 2 мм.

1. Ганьшин В. Н., Стороженко А. Ф., Ильин А. Г. и др. Измерение вертикальных смещений сооружений и анализ устойчивости реперов. М., 1981. 2. Пискунов М. Е. Методика геодезических наблюдений за деформациями сооружений. М., 1980. 3. Пневский П. И. Исследование устойчивости винтовых костылей // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. 1984. Вып. 39. С. 87—90. 4. Gostächel A. Einige neue Aspekte bei Präzisionsnivellements zur Bestimmung der Senkung von Bauten // Vermessungstechnik. 1967. Bd. 15. N 7. S. 250—257.