

УДК 528.541

Э. А. БОРИСОВ, А. А. ЛИСТОПАДСКИЙ

### НИВЕЛИРНАЯ РЕЙКА СО СЪЕМНОЙ ШКАЛОЙ

При наблюдениях за осадками инженерных сооружений используются стандартные подвесные рейки РН-05 или специальные реечки [2]. Осадочные марки желательно устанавливать на одном уровне. Но условия закладки стенных марок могут быть таковы, что применение указанных реек затруднительно из-за выступающих под маркой деталей поверхности сооружения или оборудования. Не всегда возможно и размещение марок на одном уровне. Для нивелирования марок в неблагоприятных условиях необходимо иметь набор реек различной длины. Однако промышленность выпускает рейки строго определенной длины.

Преодолеть такие затруднения можно, если использовать рейку типа [1], состоящую из корпуса 1 (рис. 1), на котором закреплена металлическая полоса с отверстиями 2, расположенными через 10 или 20 см, и съемной измерительной шкалы 3, снабженной магнитными штифтами 6 для крепления к корпусу (рис. 2).

Основой для корпуса служит часть рейки РН-3 или РН-10. Измерительную шкалу изготавливают из отрезка инварной полосы длиной 30...50 см или полосы фотобумаги, штрихи на которой получены фотомеханическим путем. Шкала наклеивается на планку 5. С нулевым штрихом шкалы 4 совпадает магнитный штифт, который вставляется в отверстие корпуса рейки.

Съемную измерительную шкалу можно использовать с рейками различной длины. Магнитный штифт обеспечивает надежное закрепление шкалы на рейке и быстрое перемещение шкалы по рейке в поле зрения прибора. Шкала малого размера позволяет оперативно определять поправки за неверное нанесение штрихов, она менее подвержена деформационным изменениям и более удобна при переносе и транспортировке. Исследования штрихов и отверстий проводят компарированной контрольной линейкой.

Соединение рейки со стенной маркой аналогично подвесной рейке РН-05. Работа с такой рейкой осуществляется в нескольких вариантах. Нумерация отверстий может быть сверху и снизу.

В первом варианте при измерениях превышений в диапазоне шкалы используют одну рейку. Корпус рейки устанавливают или подвешивают на исходную точку. Реечник прикрепляет шкалу к корпусу так, чтобы она попала в поле зрения измерительного прибора. Наблюдатель берет отсчет по рейке  $N_3$ . Для определения превышений других точек относительно исходной реечник переставляет рейку на эти точки, не меняя положения

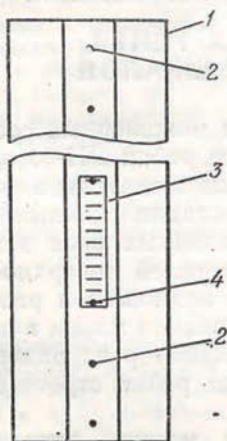


Рис. 1. Рейка со съемной шкалой.

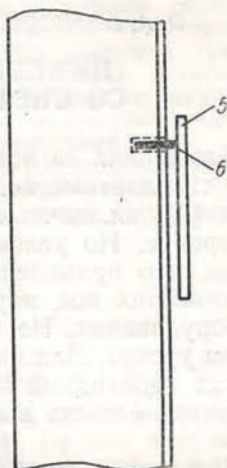


Рис. 2. Крепление съемной шкалы к рейке.

шкалы на рейке, наблюдатель берет отсчеты  $N_n$ . Разности отсчетов по шкале являются искомыми превышениями:

$$h = N_3 - N_n \quad (1)$$

при расположении нуля рейки снизу

$$h = N_n - N_3 \quad (2)$$

и при расположении нуля рейки сверху.

Во втором варианте, когда превышения точек больше диапазона шкалы, можно использовать одну или две рейки.

При нивелировании «из середины» необходимо учитывать отстояние нуля шкалы от нуля рейки. Так как расстояния  $l$  между отверстиями равны, то превышение определяется по формуле

$$h = (nl + o_{ш})_3 - (nl + o_{ш})_n \quad (3)$$

где  $n$  — число интервалов отверстий между нулями рейки и шкалы;  $o_{ш}$  — отсчет по шкале (при этом нуль на шкале должен располагаться со стороны нуля рейки).

При необходимости в (1) — (3) учитывают поправку за эталонирование. Она будет равна разности поправок  $\Delta l$  за эталонирование для соответствующих отсчетов:

$$\Delta l = \Delta l_i + \Delta l_k,$$

где  $\Delta l_i$ ,  $\Delta l_k$  — поправки за эталонирование для  $i$ -го отверстия и  $k$ -го штриха. Поправки  $\Delta l_i$ ,  $\Delta l_k$  определяются относительно нулевого отверстия и нулевого штриха.

Для вычисления превышения с учетом поправок за эталонирование составлена программа для микрокалькулятора «Электроника МК-52».

↑ 1 0 ÷ ↑ K[x] — FBx ↑ Fx ≠ 0  
 19 1 0 + ПА FQ 4 x КИПА +  
 ≠ 1 0 x ↑ K[x] ПА FQ + ИПА  
 Fx ≠ 0 34 FQ КИПА + ИПО Fx ≠ 0 43 — 0  
 ИО ≠ с/п + ПО с/п

Поправки  $\Delta l_i$  для первого, второго, третьего и четвертого отверстий заносятся соответственно в регистры  $b$ ,  $c$ ,  $d$ ,  $e$ ; поправки полудециметровых делений — в регистры 1, 2, ... 9. По адресу 16 в программе записано расстояние между отверстиями в полудециметрах (в программе для интервала 20 см занесено 4).

Вычисление превышений применительно к (1) выполняется в следующем порядке: ввод  $N_n$ , в/о, с/п; после останова — ввод  $N_a$ , в/о, с/п. На табло высвечивается измеренное превышение в полудециметрах.

Пример:  $N_n = 12,515$  (номер отверстия 1, отсчет по шкале 2,515),  $N_a = 30,685$ . Поправки за эталонирование для отверстий:  $0,001 \Rightarrow \text{ПВ}$ ,  $0,003 \Rightarrow \text{ПД}$ ; полудециметровых делений шкалы: —  $0,002 \Rightarrow \text{П2}$ . В результате счета по программе получим 6,174 полудециметров.

Выполним предрасчет удлинения рейки  $\Delta l$  вследствие теплового расширения  $\Delta l = \alpha \Delta T$ . Подставляя коэффициент теплового расширения для стали  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$  град $^{-1}$ , длину рейки  $l = 1$  м, разность температур  $\Delta T = 10^\circ$ , получаем  $\Delta l = 0,12$  мм.

Таким образом, поправку за тепловое расширение следует вводить при разности температур, превышающей  $5^\circ$ .

Экспериментальные работы по наблюдению осадочных марок, расположенных по периметрам зданий, выполняли нивелиром Н05. Для невязок  $\omega$  ходов с числом станций  $n$  получены значения, меньшие  $0,5$  мм  $\sqrt{n}$ ; средняя квадратическая ошибка наблюдений на станции из  $N = 75$  полигонов, определенная по формуле

$$m = \sqrt{\frac{\frac{\omega^2}{n}}{N}},$$

составляет 0,27 мм.

Применение рейки при наблюдениях за осадками и деформациями сооружений позволяет использовать стенные марки практически в любом диапазоне превышений с точностью нивелирования II класса.

1. А. с. 254128 СССР. *Томшин А. А.* Рейка для оптического определения ординат // Открытия. Изобретения. Промышленные образцы. Товарные знаки. 1969. № 31. 2. *Левчук Г. П.* Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. М., 1981.

Статья поступила в редколлегию 22.02.89