

Условные уравнения запишем следующим образом:

$$\begin{aligned} 1,100820[(a) - 0,41134403(c) - 0,66121455(b)] - (\alpha) + 1,54'' &= 0; \\ 1,101044[(b) - 0,41172008(c) - 0,66121455(a)] - (\beta) - 1,46'' &= 0; \\ 0,906177[(c) - 0,41172008(b) - 0,4113443(a)] - (\gamma) &= 0. \end{aligned}$$

Решая эти уравнения по методу наименьших квадратов, получаем значения поправок в измеренные углы и стороны:

$$\begin{aligned} (\alpha) &= -1'',362, & (\beta) &= -1'',343, & (\gamma) &= -0'',294, \\ (a) &= 0,378 \text{ дц}, & (b) &= 0,411 \text{ дц}, & (c) &= 0,000. \end{aligned}$$

Окончательные значения углов будут: $\alpha = 65^\circ 41' 05'',638$; $\beta = 65^\circ 42' 38'',657$; $\gamma = 48^\circ 36' 15'',706$.

Для контроля просуммируем углы: $\sum_{i=1}^3 i = 180^\circ 00' 00'',001$.

Условные уравнения тоже удовлетворяются.

Таким образом, имея данные измеренных сторон, вычисляем углы в треугольниках α_0 , β_0 , γ_0 и свободные члены. Затем определяем высоты в треугольниках и коэффициенты условных уравнений. Неизвестные поправки по размерности отличаются. Необходимо ввести веса. При этом важно, чтобы коэффициенты в условных уравнениях при поправках формально имели один порядок. В данном примере поправки в углы даны в секундах, а поправки в длины сторон — в дециметрах. Веса получились равными единице, а коэффициенты при поправках в углы и стороны имеют примерно одинаковый порядок. Далее, решая условные уравнения по методу наименьших квадратов, находим поправки в углы и стороны. Оценка точности выполняется обычным способом. Предложенный прием составления условных уравнений представляется нам наиболее естественным: он отражает реальную сущность линейно-угловой триангуляции.

Статья поступила 11 апреля 1980 г.

УДК 528.024.1.06

П. В. ПАВЛИВ, П. И. ПНЕВСКИЙ

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ НАТЯЖЕНИЯ ИНВАРНЫХ ПОЛОС НИВЕЛИРНЫХ РЕЕК НА ЗНАЧЕНИЕ ДЛИНЫ ИХ СРЕДНЕГО МЕТРА

Известно [1], что для высокоточного нивелирования применяют штриховые инварные рейки, погрешности метровых интервалов и положения всех штрихов шкалы которых при нивелировании в равнинных районах не должны превышать $\pm 0,10$ мм и $\pm 0,05$ мм при нивелировании в горных районах. Натяжение инварных полос таких реек должно составлять 20 ± 1 кг. Кроме

того, известно, что при изменении натяжения меняется длина инварной полосы. Предел пропорциональности инвара $\sigma_{ин}$ составляет 12 кг/мм^2 . Так как площадь поперечного сечения инварной полосы F с учетом ее ширины, равной 25 мм, и толщины, равной 0,6 мм, составляет 15 мм^2 , то предел пропорциональности будет $12 \text{ кг} \cdot 15 \text{ мм}^2$, т. е. 180 кг. В свою очередь, предел прочности древесины рамы рейки (ели) при сжатии вдоль волокон составляет 423 кг/см^2 . Учитывая ширину рейки (86 мм) и толщину (40 мм) получаем предел прочности рамы рейки, который составляет 16 666,2 кг. Следовательно, изменение силы натяжения инварной полосы в пределах нескольких десятков килограмм не может ощутимо влиять на изменение длины рамы рейки.

Рассмотрим другой аспект этого вопроса, т. е. степень влияния изменений длины рамы рейки на изменение силы натяжения инварной полосы. Учитывая коэффициент линейного расширения древесины ели (вдоль волокон), составляющий $5,4 \cdot 10^{-6}$, длину рамы рейки 3,0 м и изменение температуры на 10° , получаем $\Delta l_p = 3,0 \cdot 5,4 \cdot 10^{-6} \cdot 10^\circ \text{ C} = 0,162 \text{ мм}$.

Изменение длины инварной полосы при той же температуре соответственно составит $\Delta l_n = 3,0 \text{ м} \cdot 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^\circ \text{ C} = 0,048 \text{ мм}$.

Следовательно, несоответствие в изменении длин рамы рейки и инварной полосы будет в таком случае 0,114 мм. Эту разность температурных изменений длин рамы рейки и инварной полосы компенсирует пружина. Как показали исследования, это происходит за счет изменения натяжения на десятые доли килограмма и соответственно изменения длины инварной полосы на десятые доли микрона, что находится далеко за пределами ощутимого влияния.

Известно [2], что из-за изменения силы натяжения ΔP на 1 кг один метр инварной полосы изменит свою длину на

$$\Delta L = \Delta P \left(\frac{\delta^2 \cdot S^3}{12P^3} + \frac{S}{EF} \right) = 0,0043 \text{ мм}.$$

Здесь $S = 1,0$ м — длина полосы; $P = 20$ кг — натяжение инварной полосы; $F = 25 \text{ мм} \cdot 0,6 \text{ мм} = 15 \text{ мм}^2$ — площадь поперечного сечения инварной полосы; $\delta = 0,15 \text{ см}^2 \cdot 8,11 \text{ г/м}^3 = 1,22 \text{ г/см}$ — удельное натяжение; $E = 1,6 \cdot 10^6 \text{ кг/м}$ — модуль пружинистости Юнга.

Чтобы проверить полученные результаты расчета, нами было произведено экспериментальное исследование изменения метровой длины инварной полосы при изменении ее силы натяжения на 1 кг. Для этого были проэталонированы две инварные рейки и одновременно измерена сила натяжения их инварных полос. После чего сила натяжения полос изменена на 13 и 14 кг, и снова проэталонированы рейки.

Эталонирование производили на компараторе МИИГАиК с эталоном № 541 при одной и той же температуре. Результаты измерений и вычислений приведены в таблице.

Как показали исследования, рейка №1669 при изменении силы натяжения на 1 кг меняет свою длину в среднем на 0,0056 мм, в рейке № 1670 — соответственно на 0,0041 мм. Среднее значение такого изменения для длины одного метра пары реек составляет 0,0048 мм, что очень близко к его расчетному значению, т. е. 0,0043 мм.

Влияние натяжения инварных полос реек на значение длины их среднего метра

	Отклонение метровых интервалов (мм)		Разности		Изменение длины инварной полосы при изменении натяжения на 1 кг	Отклонение метровых интервалов		Разности		Изменение длины инварной полосы при изменении натяжения на 1 кг		
	при натяжении 33 кг	при натяжении 20 кг	отклонений метровых интервалов	натяжения инварных полос		при натяжении 34 кг	при натяжении 20 кг	отклонений метровых интервалов	натяжения инварных полос			
Основная шкала	Рейка № 1669					Рейка № 1670						
	10—30	+0,06	-0,02	0,08	13	0,0058	+0,04	-0,01	0,05	14	0,0039	
30—50	+0,07	0,00	0,07	13		+0,02	-0,04	0,06	14			
Дополнительная шкала	70—90	+0,03	-0,03	0,06	13	0,0054	0,00	-0,06	0,06	14	0,0043	
	90—110	+0,05	-0,03	0,08	13		+0,03	-0,03	0,06	14		
Среднее						0,0056						0,0041

Учитывая результаты выполненных экспериментальных исследований, можно сделать вывод, что, изменяя силу натяжения инварных полос нивелированных реек, можно регулировать длину их среднего метра и, таким образом, сохранять в требуемых пределах допуски в отклонениях длины среднего метра от его номинального значения.

Список литературы: 1. Инструкция по нивелированию I, II, III, IV классов. — М.: Недра, 1974. 2. Kalinowska B. Niektóre problemy komparacji i badania precyzyjnych lat niwelacyjnych. — Geodezja i kartografia. 1978, № 3.

Статья поступила 17 марта 1980 г.

УДК 528.69.051

В. Н. ПРОЦЕНКО

ПОСТРОЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ СЕТКИ В УСЛОВИЯХ ЗАВОДСКОЙ ТЕРРИТОРИИ

Строительство новых и реконструкция старых цехов в условиях прежней территории действующего завода обуславливают методы подготовительных геодезических работ. Проект рекон-

струкции и строительства, как правило, составляют на топосное и заводской системе координат, что вызывает необходимость построения в этой системе строительной сетки. Размеры сетки 50×50 м². В условиях загроможденности территории и ограниченной видимости целесообразно выполнять эту работу в три этапа:

1. По наиболее удобным для измерений участкам прокладывают полигонометрический ход с точностью порядка 1 : 25 000. Для ориентирования используют две-три точки существующего обоснования. Вычисляют координаты точек хода.

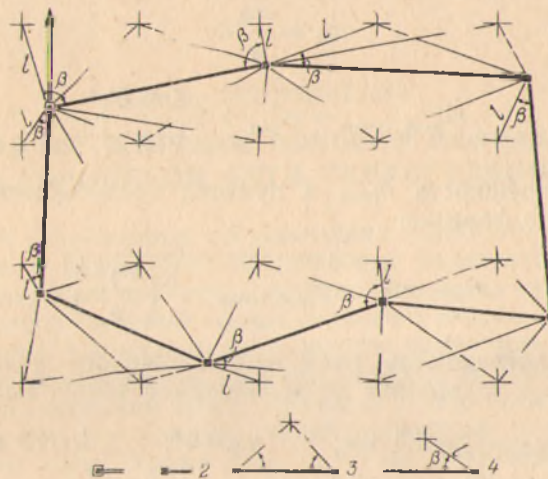


Схема построения строительной сетки:

1 — существующее обоснование; 2 — прокладываемая полигонометрия точки закрепления строительной сетки; 3 — угловая засечка; 4 — способ полярных координат.

II. Решают обратные геодезические задачи и вычисляют разбивочные элементы для разбивки точек строительной сетки от ближайших пунктов полигонометрии.

III. С пунктов полигонометрического хода способом угловых засечек или полярных координат намечают места закрепления точек строительной сетки.

В намеченных местах закладывают грунтовые знаки.

С пунктов полигонометрического хода выносят центры на знаки и делают насечки.

Предрасчет точности. При построении строительной сетки (рисунок) с точностью 1 : 10 000 [2] и длине сторон сетки 50 м погрешность в длину стороны составит

$$m_{S_c} = f_{\text{отн}} S_c. \quad (1)$$

В нашем случае

$$m_{S_c} = \frac{1 \cdot 50000}{10000} = 5 \text{ мм.}$$