

В.Г.ПОТЮХЛЯЕВ, канд. техн. наук, доцент, *spmi – ig@yandex. ru*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

V.G.POTIUCHLIAEV, *PhD in eng. sc., associate professor, spmi – ig @ yandex.ru*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

РАСЧЕТ ТОЧНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РАЗБИВОЧНОЙ СЕТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Приведены сведения о современной технологии производства разбивочных работ при строительстве разнообразных объектов, в том числе в горно-добывающей промышленности, с использованием спутниковых навигационных систем и электронно-оптических тахеометров. Рассмотрен расчет точности построения разбивочной сети стройплощадки, исходя из строительных допусков с последующим переносом исходных пунктов на стенные знаки.

Ключевые слова: геодезические разбивочные работы в строительстве, использование современных электронно-оптических и электронных приборов, расчет точности.

THE CALCULATION OF ACCURACY OF BREAKING THE NETWORK USING SATELLITE NAVIGATION SYSTEMS

Data is expounded about the modern production technology of marking works at building various objects, including those in mining industry with the use of satellite navigating systems and electron-optical devices. There are examples of accuracy calculation on constructing network of a building site proceeding from building admissions with the subsequent moving of starting points on wall signs.

Key words: geodetic marking works in building, using of modern electron-optical and electronic devices, accuracy calculation.

При строительстве разнообразных по назначению, геометрической форме и конструкции зданий и сооружений, в том числе объектов горно-добывающей промышленности, широко используются электронные и электронно-оптические геодезические приборы.

Спутниковые системы позиционирования обычно применяют при построении геодезической разбивочной сети стройплощадки, предназначенной для выноса основных или главных осей объектов генплана, а электронно-оптические или электронные тахеометры, кроме того, используются для построения внешних и внутренних разбивочных сетей, для производ-

ства детальных разбивочных и других видов работ. Геодезическое сопровождение строительства с использованием современных приборов имеет ряд преимуществ: значительно упрощается методика измерений и их обработка, сокращаются затраты времени, а также может быть повышена точность производства геодезических работ. Вместе с тем внедрение новой техники требует соответствующих изменений или дополнений при расчете необходимой точности геодезических измерений.

Приведенные в статье сведения, по мнению автора, могут быть использованы для расчета точности геодезических работ в

строительстве, например при построении разбивочной сети стройплощадки.

С помощью спутниковой аппаратуры принято определять положение нескольких опорных пунктов разбивочной сети стройплощадки, относительно которых производят сгущение этой сети электронно-оптическими тахеометрами. Пункты такой сети закрепляют грунтовыми знаками (опорные пункты) и светоотражательными марками (пункты сгущения), которые наклеивают на стены близлежащих зданий. Указанная технологическая схема построения разбивочной сети часто используется при строительстве встраиваемых объектов, например при реконструкции или расширении предприятия (см. рисунок).

Для расчета необходимой точности построения разбивочных сетей можно воспользоваться данными, приведенными в СНиП 3.01.03-84 [4]. Однако в этом нормативном документе в качестве выходных значений приведены средние квадратические погрешности угловых и линейных измерений, которые отсутствуют при спутниковых наблюдениях. Для расчета необходимой точности наблюдений следует исходить из строительных допусков на разбивку монтажных осей, которые приведены в ГОСТ 21779-82 [1]. В качестве расчетных формул, позволяющих определить средние квадратические погрешности взаимного положения пунктов разбивочных сетей, можно рекомендовать формулы, приведенные в руководстве [2]:

$$\left(\frac{m_{\Gamma}}{L_{\Gamma}}\right)^2 = \frac{1}{8l^2} \left[\delta^2 - 4 \left(1 - \frac{1}{n}\right) m_l^2 \right]; \quad (1)$$

$$\left(\frac{m_0}{L_0}\right)^2 = \frac{1}{4l^2} \left[\delta^2 - 4 \left(1 - \frac{1}{n}\right) m_l^2 \right], \quad (2)$$

где m_{Γ}/L_{Γ} – относительная погрешность стороны геодезической разбивочной сети стройплощадки; l – расстояние между смежными монтажными осями; δ – допуск на межосевой размер; n – количество межосевых интервалов; m_l – средняя квадратическая погрешность измерения (отложения) межосевого размера; m_0/L_0 – относи-

тельная погрешность стороны внешней разбивочной сети здания или сооружения.

Приведем следующий пример. Требуется определить погрешность взаимного положения пунктов I, II разбивочной сети стройплощадки, предназначенной для выноса основных осей зданий I-й категории ответственности и 3-го класса точности с количеством межосевых интервалов $n = 8$ и расстоянием между смежными осями $l = 6000$ мм. Размер допуска δ определим по ГОСТ 21779-82 [1], где для межосевого интервала в диапазоне от 4000 до 8000 мм и для 3-го класса точности $\delta = 4,0$ мм (см. таблицу).

Этот допуск, как подавляющее число строительных допусков, является симметричным. Это означает, что допустимое смещение промежуточных осей от их проектного положения может быть по двум направлениям, т.е. выбранный допуск, по сути, является предельно допустимым отклонением. Тогда для указанных зданий средняя квадратическая погрешность разбивки промежуточных осей может быть определена из соотношения

$$m_l = \delta / t, \quad (3)$$

где t – нормированный множитель, который для зданий и сооружений I-, 2- и 3-й категории ответственности принимает соответственно значения 3; 2; 1,65.

В нашем случае $m_l = 4,0 : 3 = 1,3$ мм. Тогда по формуле (1) получим $m_{\Gamma}/L_{\Gamma} = 1 : 5300$. Если между пунктами I, II расстояние $L_{\Gamma} = 90$ м, то погрешность взаимного положения этих пунктов не должна превышать 17 мм.

Согласно требованиям Руководства [3] погрешность взаимного положения любых пунктов спутниковых геодезических сетей в любом месте не должна превышать 30 мм. Таким образом, указанные пункты могут быть включены в государственную геодезическую сеть, тем более, что определить положение этих пунктов спутниковым методом будет сложно из-за экранирующих помех, которые появятся по окончании строительства.

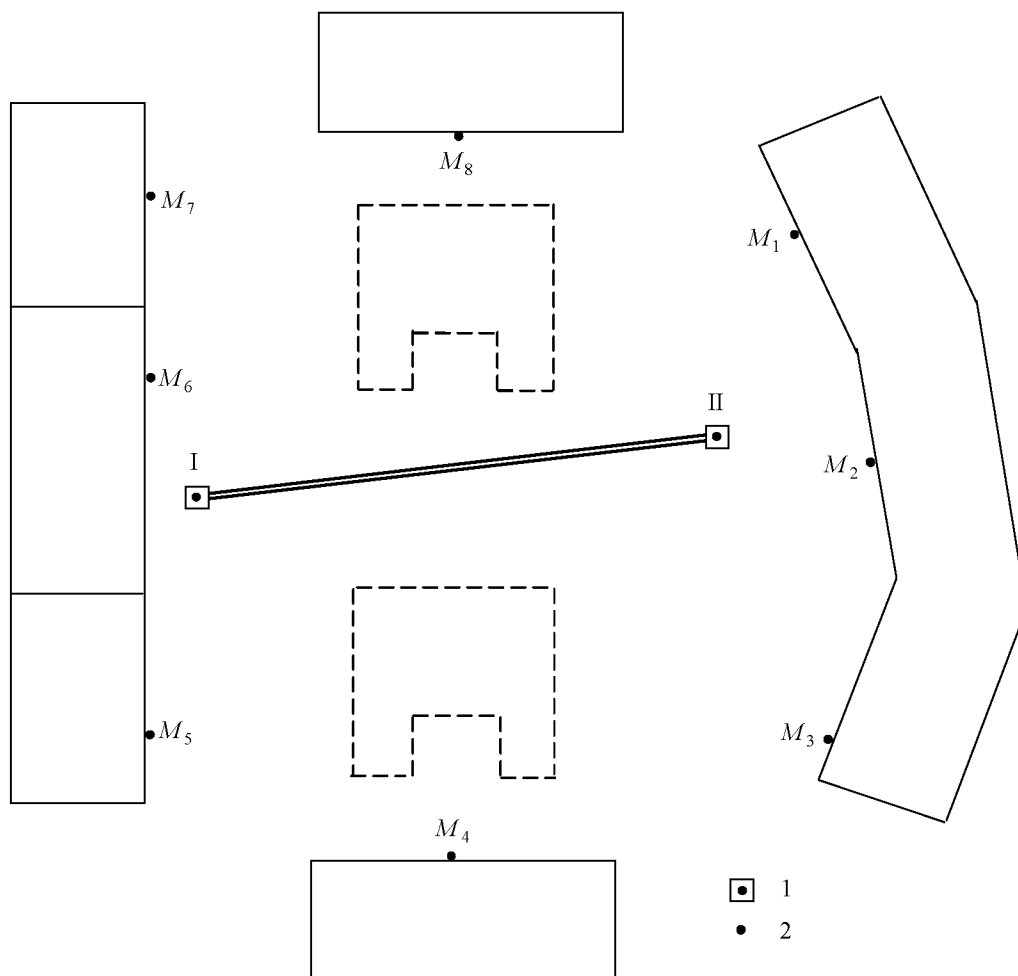


Схема построения разбивочной сети стройплощадки
1 – пункты спутниковой сети; 2 – светоотражательные марки

Допуски разбивки точек и осей в плане, мм

Интервал номинального размера, мм	Класс точности					
	1	2	3	4	5	6
2500	0,6	1,0	1,6	2,4	4	6
2500-4000	1,0	1,6	2,4	4,0	6	10
4000-8000	1,6	2,4	4,0	6,0	10	16
8000-16000	2,4	4,0	6,0	10,0	16	24
16000-25000	4,0	6,0	10,0	16,0	24	40
25000-40000	6,0	10,0	16,0	24,0	40	60
40000-60000	10,0	16,0	24,0	40,0	60	100
60000-100000	16,0	24,0	40,0	60,0	100	160
100000-160000	24,0	40,0	60,0	100,0	160	–
К	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5

Для большей сохранности и удобства дальнейшего использования пунктов I, II по завершении строительства (спустя два го-

да) их можно закрепить стенными знаками. Перенос координат можно осуществить, например, способом полярных координат.

Для расчета точности передачи координат этим способом воспользуемся известной формулой

$$m_P = \sqrt{m_S^2 + \left(\frac{m_\beta}{\rho} S\right)^2}. \quad (4)$$

Пусть максимальное расстояние до стенового знака $S_{\max} = 100$ м, средние квадратические погрешности угловых и линейных измерений примем равными соответственно $m_\beta = 5''$ и $m_S = 10$ мм. Тогда при передаче координат с каждого грунтового знака получим $m_P = 10$ мм. Если положение каждого стенового знака будет определено дважды (с пунктов I и II), то потери точности на передачу координат во взаимном положении стеновых знаков составят $10\sqrt{2}/\sqrt{2} = 10$ мм. В этом случае погрешность взаимного положения пунктов, обозначенных стеновыми знаками, окажется равной $\sqrt{17^2 + 10^2} = 20$ мм.

Таким образом, на данном примере можно сделать следующие выводы:

1. Исходя из допусков на разбивку промежуточных осей, можно легко определить относительную погрешность исходной стороны разбивочной сети стройплощадки и, следовательно, выбрать соответствующую приемную аппаратуру и методику спутниковых наблюдений.

2. Из расчетных данных следует, что исходные пункты могут быть включены в государственную геодезическую сеть даже после переноса их на стеновые знаки.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 21779-82. Нормы точности в сборном строительстве. Технологические допуски. М.: Госстандарт, 1983. 26 с.
2. Руководство по расчету точности геодезических работ в промышленном строительстве / Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. М.: Недра, 1979. 55 с.
3. Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS / ЦНИИГАиК. М., 2003. 62 с.
4. СНиП 3.01.03-84. Геодезические работы в строительстве / Госстрой СССР; ЦИТП Госстроя СССР. М., 1985. 28 с.

REFERENCES

1. GOST 21779-82. Norms of accuracy in modular building. Technological admissions. Moscow: Gosstandart, 1983.
2. A management by calculation of accuracy of geodetic works in industrial building / Central administrative board of a geodesy and cartography at Ministerial council of the USSR. Moscow: Nedra, 1979. 55 p.
3. A management on creation and reconstruction of city geodetic networks with use of satellite systems GLONASS/GPS / CNIIGAiK. Moscow, 2003. 62 p.
4. SNiP 3.01.03-84. Geodetic works in building / Gosstroy of the USSR; CITP Gosstroy of the USSR. Moscow, 1985. 28 p.