

ОПЫТ РАБОТ ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКОМУ СОПРОВОЖДЕНИЮ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ ОТВЕТСТВЕННОСТИ

Нестеренок М. С.

Введение. В практике строительства не всегда принимаются должные меры по охране пунктов внешней и внутренней геодезической разбивочной основы, необходимых для обеспечения заданной геометрической точности строительства и получения объективной документации исполнительных съемок в соответствии с требованиями нормативно-правового документа ТКП 45-1.03-36-2006 «Геодезические работы в строительстве. Правила проведения» [1], а также конкретного проекта производства геодезических работ (ППГР). Вследствие утраты первоначально заложенных опорных геодезических пунктов чрезмерно усложняются дальнейшие работы по обеспечению геометрической точности строительства и возможно ее снижение.

Практический опыт. Опыт возведения некоторых объектов повышенного уровня ответственности показал, что при утрате первоначально заложенных опорных пунктов разбивочной сети возникает необходимость поддержания необходимой точности разбивочных работ и исполнительных съемок за счет вынужденного создания нетиповой разбивочной сети. Ее построение допускается пунктом 8.1.15 ТКП [1]: «Автоматизация и модернизация работ, предусмотренных 8.1.1 – 8.1.13, обеспечивается электронными тахеометрами при условии обеспечения ими требуемой точности базисной сети».

Нетиповое решение разбивочной сети было реализовано при строительстве сооружения конькобежного стадиона Спортивно-развлекательного комплекса «Минск-Арена» (возводился в период 2007 – 2008 гг.). На рис. 1 приведена принципиальная схема геодезической основы для выноса проекта в натуру и исполнительных съемок фундаментов и несущих колонн. Были рассчитаны проектные прямоугольные координаты осевых точек указанных конструкций. Все измерения по созданию разбивочной сети и разбивкам осевых точек выполнялись электронным тахеометром TCR 1201 (угловая приборная погрешность $m_{\beta} = 1''$, линейная $m_D = 2$ мм). Внутренняя базисная сеть была представлена постоянными пунктами B_1, B_2, \dots, B_5 , закрепленными на опорах, изолированных от силовых воздействий и смещений. Их координаты были определены прямыми угловыми засечками относительно стороны ME тахеометрического хода $NMEK$, проложенного через пункты N и K внешней разбивочной основы.

Непосредственный вынос осевых точек фундаментов и колонн выполнялся по их координатам относительно временных пунктов T_1 и T_2 при помощи электронного тахеометра. Координаты временных пунктов T_1 и T_2 определялись обратной угловой засечкой относительно не менее четырех из пяти названных постоянных пунктов B_1, \dots, B_5 .

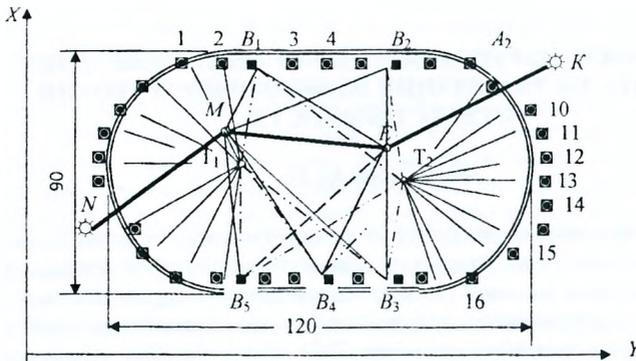


Рисунок 1 – Принципиальная схема нетиповой разбивочной основы на объекте «Конькобежный стадион»

Расчеты необходимой точности координат опорных пунктов и временных тахеометрических станций базируются на допустимом горизонтальном смещении осей фундаментных блоков и стаканов под колонны, основания колонны относительно монтажных осей: $\Delta x = \pm 13$ мм. Поскольку работы выполнялись при помощи электронного тахеометра, то нормативное требование к соотношению «допустимая погрешность δ разбивки оси колонны в плане» / «величина предельного отклонения оси колонны Δx » было принято согласно ТКП 45-1.03-26-2006, пункт 9.9 [1] по формуле $\delta x \leq \Delta x / 3$. При этом условии допустимая погрешность разбивочных работ по выносу в натуре осей несущих колонн

$$\delta x = 4 \text{ мм.} \quad (1)$$

Выбор функции электронного тахеометра (угломерной или дальномерной) при создании разбивочной основы базировался на условном критерии равенства относительных значимостей погрешностей угловых и линейных измерений $\Delta\beta''/\rho'' = m_D/D$, из которого при постоянной погрешности светодальномера m_D получаются расчетные величины соответствующих «равноточных» угловых погрешностей $\Delta\beta''$

$$\Delta\beta'' = \rho'' m_D / D, \quad (2)$$

где $\rho'' = 206265''$ – число секунд в радиане; D – измеряемое расстояние.

При $m_D = 2$ мм; $D = 100$ м находим $\Delta\beta'' = 4''$; при $D = 50$ м получаем $\Delta\beta'' = 8''$. Следовательно, электронный тахеометр TCR 1201 (угловая приборная погрешность $m_\beta = 1''$) при расстояниях до 100 – 150 м наиболее точен в функции угломерного прибора. Поэтому координаты пунктов разбивочной сети определялись угловыми засечками.

Погрешность координат опорных пунктов B_1, \dots, B_5 , найденных прямой угловой засечкой относительно стороны ME ($ME = b = 59,812$ м) тахеометрического хода, оценивается по формуле:

$$m_{xy,оп}^2 = \left\{ [(m_\beta / (\rho \sin \gamma))^2 + (m_u / b)^2] \cdot (l_1^2 + l_2^2) + m_u^2 + m_o^2 \right\} \quad (3)$$

где γ – угол засечки; m_u – погрешность центрирования тахеометра; l_1 и l_2 – расстояния от базисных пунктов до определяемой точки; m_u – погрешность вза-

имного линейного положения исходных пунктов; m_0 – погрешность опознавания центра определяемого знака (поверхности головки дюбеля). При $m_\beta = 2''$; $\rho = 206265''$; $\gamma > 30^\circ$; $m_u = 1$ мм; $b = 60$ м; $l_1 \leq 50$ м; $l_2 \leq 100$ м; $m_u = 1,5$ мм; $m_o = 1$ мм, находим $m_{xy\text{оп}} < 2,5$ мм

Координаты x_i и y_i временных станций $T1$ и $T2$ тахеометра определялись обратной угловой засечкой относительно опорных точек B_1, \dots, B_5 не менее чем по четырем направлениям (см. рис.). Оценка точности определения координат x_i и y_i выполнена по формуле однократной обратной угловой засечки, приведенной в справочнике [2], с учетом погрешности планового положения опорных (исходных) знаков $m_{исх} = m_{xy\text{оп}}$,

$$m_{xy\tau}^2 = (m_\beta^2 / 4F^2)(\sigma_1^2 + \sigma_2^2) + m_{исх}^2 \quad (4)$$

где F , σ_1 , σ_2 – соответственно значения площади и размеров двух сторон обращенного (инвертного) треугольника, лежащих против измеренных углов на чертеже засечки.

При максимальном горизонтальном расстоянии от опорного знака до тахеометра $d = 80$ м получены величины $\sigma_1 = \sigma_2 \sim \rho''/d = 2,58$; $F \sim 0,5\sigma_1\sigma_2 = 3,32$. Погрешность планового положения опорных знаков рассчитана по формуле (3), т. е. $m_{исх} \leq 2,5$ мм; при $m_\beta = 2''$ находим $m_{xy\tau} < 2,8$ мм.

Расчетная погрешность полярного способа выноса в натуру осевых точек несущих колонн в плане относительно временных станций электронного тахеометра найдена по формуле:

$$\delta_{r.p} = \sqrt{m_d^2 + (dm_\beta/\rho'')^2 + m_{xy\tau}^2 + m_{ик}^2}, \quad (5)$$

где m_d – погрешность горизонтального расстояния d ; m_β – погрешность горизонтального угла; m_{xy} – погрешность координат временной станции тахеометра; $m_{ик}$ – линейная погрешность фиксации оси колонны.

При $m_d = 2$ мм; $m_\beta = 2''$; $d \leq 80$ м; $m_{xy} = 2,8$ мм; $m_{ик} = 2$ мм по формуле (5) получено расчетное значение $\delta_{r.p} \leq 4$ м, и был сделан **вывод**, что метод выноса осей несущих колонн в натуру электронным тахеометром относительно временных станций, поддерживаемых опорными пунктами B_1, \dots, B_5 , отвечает по точности условию (1).

На практике геодезическая точность выноса и первоначального закрепления осевых точек колонн в натуру относительно станций тахеометра составила около 3 мм. Контрольные промеры стальной рулеткой расстояний между соседними вынесенными точками дали отклонения от проектных размеров не более 5 мм. Исполнительная съемка смонтированных колонн показала отклонения в плане некоторых из них до 15 мм, но такие отклонения произошли в процессе строительно-монтажных работ.

Контроль установки стаканов под колонны по высоте частично выполнялся при помощи электронного тахеометра, при этом превышения между строительным репером и определяемой точкой вычислялись по формуле:

$$h = h_1 + h_2 = D_1 \sin v_1 + D_2 \sin v_2, \quad (6)$$

где D_1 и D_2 – расстояния, измеренные светодальномером;
 v_1 и v_2 – соответствующие углы наклона.

Расчетная погрешность определяемой строительной отметки H

$$m_H = \sqrt{2(m_D \sin v_1)^2 + 2(m_v D)^2 / (\rho'' \cos v_1)^2 + m_n^2}, \quad (7)$$

Для тахеометра TCR 1201 при $m_D = 2$ мм; $v_1 = v_2 < 20^\circ$; $m_v = 3''$; $D < 60$ м; линейной вертикальной погрешности визирования на контрольный знак $m'_v = 2$ мм получаем оценку $m_{\Delta H} < 2,2$ мм. Такая погрешность допустима и составляет 22 % от строительного допуска на отклонение отметок опорной поверхности $\Delta H = \pm 10$ мм.

Опыт геодезических работ при возведении высотного здания книгохранилища Национальной Библиотеки Беларуси (высота 73,2 м, строительство 2002 – 2005 гг.) подтвердил, что в процессе строительных работ не всегда обеспечивается сохранность опорных геодезических знаков внешней и внутренней разбивочной основы. В соответствии с ППР, проектная организация УП «МИНСКПРОЕКТ» предусмотрела в междуэтажных перекрытиях высотного здания «геодезические отверстия» для применения оптического прибора PZL, обеспечивающего проецирование осевых точек по вертикали с поперечными отклонением не более ± 2 мм на 100 м высоты. Реальная технология строительства привела к быстрому уничтожению пунктов внутренней разбивочной основы на исходном горизонте (перекрытии коробчатого фундамента) и прекращению оптической видимости сквозь «геодезические отверстия», в частности сквозь наращиваемую поэтажно вертикальную трубу на оси симметрии здания. Разбивочные работы, обеспечивающие вертикальность соответствующих конструкций и сооружения в целом, пришлось переориентировать на трудоемкие, менее точные, способы. Разбивки выполнялись относительно постоянных и временных пунктов внешней геодезической основы при помощи высокоточных теодолитов и электронных тахеометров прямыми угловыми засечками и полярным способом. Контрольными измерениями выявлены горизонтальные отклонения отдельных конструкций высотного здания, достигшие 60 % от допуска $0,001H$, где H – высота над нулевой отметкой.

Заключение. 1. В практике строительства и геодезического обеспечения строительства зданий и сооружений необходимо уделять должное внимание охране пунктов разбивочной геодезической сети и реализации проекта производства геодезических разбивочных работ.

2. В проектах геодезических разбивочных работ следует предусматривать альтернативные варианты способов геодезического обеспечения проектной геометрической точности строительства.

Список цитированных источников

1 ТКП 45-1.03-26-2006. (02250). Геодезические работы в строительстве. Технический кодекс установившейся практики. Правила проведения. Издание Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2006.

2 Справочник геодезиста. 2-е изд. Книга 2. – М.: Недра, 197. – С. 193–195.

УДК 728.8 (511.23)

ПРИМЕНЕНИЕ БЛОК-МОДУЛЬНОГО МЕТОДА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СЕЛЬСКИХ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ В ПРОВИНЦИИ ХЭНАНЬ

Фан Джиннионг

Введение. Провинция Хэнань в Китае – самая густонаселенная территория, где численность только сельского населения составляет около 65 миллионов человек. Это территория древнего заселения, где за тысячелетия сложились устойчивые архитектурно-строительные традиции. В настоящее время в условиях