

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕНОСА ОСЕЙ И ТОЧЕК С ИЗВЕСТНЫМИ КООРДИНАТАМИ НА МОНТАЖНЫЙ ГОРИЗОНТ

Кирилл Вячеславович Муковский

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, магистрант, тел. (707)625-11-73, e-mail: kirill_gerat@mail.ru

Надежда Михайловна Рябова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: ryabovanadezhda@mail.ru

Рассмотрены способы переноса осей на монтажный горизонт с применением различного геодезического оборудования. Выявлены характерные особенности и проблемы, возникающие при производстве геодезических работ в строительстве.

Ключевые слова: геодезия, строительство, монтажный горизонт, тахеометр, теодолит, ГНСС, перенос осей.

PECULIARITIES OF AXES AND POINTS WITH KNOWN COORDINATES ON THE MOUNTING HORIZON

Kirill V. Mukovskiy

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, phone: (707)625-11-73, e-mail: kirill_gerat@mail.ru

Nadezhda M. Ryabova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Department of Engineering Geodesy and Mine Surveying, phone: (383)343-29-55 e-mail: ryabovanadezhda@mail.ru

The methods of transfer of axes to the mounting horizon with the use of various geodetic equipment are considered. The characteristic features and problems arising in the production of geodetic works in construction are revealed.

Key words: geodesy, construction, installation horizon, total station, theodolite, GNSS, axis transfer.

Современное строительное производство предъявляет особые требования к качеству и скорости выполнения строительно-монтажных работ [17]. Жилые, производственные и общественные здания должны соответствовать геометрическим параметрам, указанным в проекте, а также не должны превышать допустимые значения СНИПов величины отклонений [5, 9]. В то же время темпы строительного производства увеличиваются, растет этажность проектируемых и строящихся зданий и сооружений, а размеры самих строительных площадок, особенно тех, которые расположены в черте крупных го-

родов, уменьшаются и на них практически невозможно разместить и сохранить качественную геодезическую разбивочную основу на весь период строительства. В связи с этим необходимо отказываться от применения традиционного для строительства геодезического оборудования, такого как теодолиты, в пользу современных тахеометров, приборов вертикального проектирования и ГНСС оборудования.

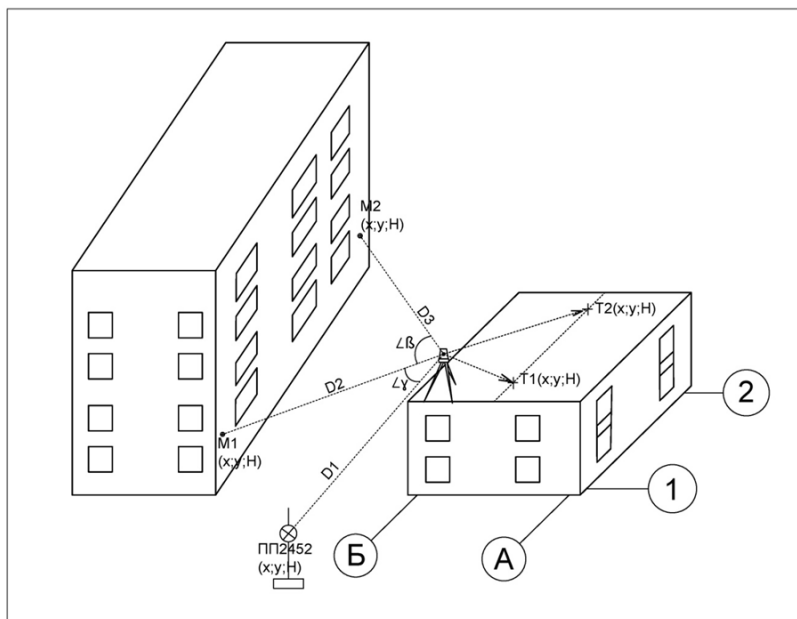
Так как одной из основных задач геодезиста на строительной площадке является вынос проектных осей и точек с известными координатами в натуру. Рассмотрим некоторые особенности применения определенного геодезического оборудования в строительстве различных типов зданий и сооружений.

Основным инструментом геодезиста на строительной площадке в настоящее время является электронный тахеометр. Некоторые необходимые требования к характеристикам тахеометра для работы в строительной индустрии следующие:

- возможность производить точные измерения в безотражательном режиме;
- среднеквадратическая ошибка измерения горизонтальных и вертикальных углов не более 5";
- наличие в меню прикладных программ разбивки и съемки для ускорения работы;
- высокий уровень влаго-пылезащиты прибора;
- простой, интуитивно понятный интерфейс меню.

Для обеспечения высокой точности в процессе строительства необходимо иметь несколько закрепленных пунктов с известными урванненными координатами на незначительном расстоянии от места будущего строительства. В стесненных условиях строительной площадки зачастую невозможно создать сеть грунтовых реперов планово-высотного обоснования и сохранить их на весь период строительства. Так же не всегда имеется возможность качественного и точного визирования, и установки отражателей на грунтовые пункты из-за складирования материалов, производства параллельных работ по благоустройству. Поэтому нами рекомендуется применять самоклеющиеся светоотражательные марки, которые закрепляют на соседних зданиях и сооружениях. Сейчас можно приобрести светоотражающие пленочные марки различных размеров по невысокой цене практически в любом крупном городе. Светоотражающие марки обеспечивают практически такую же точность измерения расстояний, как и применение призмических отражателей.

Применение таких марок очень упрощает процесс переноса осей и точек с заданными координатами на монтажный горизонт на высоту до 20–30 метров (6–8 этажей), при условии применения тахеометров с максимальной СКО измерения углов не более 5".



Перенос осей и точек с заданными координатами на монтажный горизонт

Необходимо отметить, что для успешного решения обратной линейно-угловой засечки необходимо иметь как минимум три отражательные марки с известными координатами. При этом марки должны располагаться в секторе, как правило, не превышающем 150° . СКО засечки в этом случае будет зависеть от тщательности координирования пленочных отражателей от пунктов разбивочной сети здания [1, 3, 10, 11]. Также на точность будет влиять расстояние от прибора до марок и точность визирования. Плюсами применения метода обратной линейно-угловой засечки электронными тахеометрами является низкая трудоемкость, высокая производительность и высокая точность (СКО выноса точки в натуру 3–5 мм) [20]. Надо сказать, что в данное время существует огромный выбор марок и моделей тахеометров с характеристиками необходимыми для успешного ведения строительства с вполне приемлемой стоимостью, что позволяет оправдать финансовые вложения в развитие материально технической базы строительной монтажной компании за относительно короткий срок. Соответственно, еще одним плюсом применения методов переноса осей на монтажный горизонт электронными тахеометрами в строительстве является их доступность и универсальность [4, 6, 7, 8, 12, 13, 14]. Многофункциональность высокоточного электронного тахеометра обеспечивает выполнение широкого спектра строительной монтажных работ [1, 2, 15, 16]. По этой причине метод активно используется, несмотря на довольно высокую стоимость оборудования.

Способ вертикального проецирования относится к наиболее точным методам передачи осей на монтажный горизонт. В настоящее время приборы вертикального проецирования позволяют производить работы с ошибкой до 2,0 мм на 100 м высоты.

Последовательность действий при переносе осей с помощью зенит-прибора следующая. На нулевом этапе строительства закладываются пункты планового обоснования. Обычно это закладные детали, которые размещаются непосредственно в плите пола подвала или цокольного этажа. Также можно размещать эти пункты и недалеко от контура здания, но в дальнейшем необходимо будет передавать точку на выносную площадку, что не совсем удобно. При этом обязательным условием является наличие технологических отверстий во всех перекрытиях для беспрепятственного прохождения визирного луча (таких отверстий должно быть не менее 3-х). Далее, над исходным пунктом на штативе устанавливается зенит-прибор, приводят в рабочее положение и производят визирование на палетку, закрепленную на текущем монтажном горизонте. Значительно упрощает процесс переноса осей наличие в приборе вертикального проецирования лазерного указателя. После переноса как минимум трех точек на текущий монтажный горизонт производится детальная разбивка с помощью тахеометра либо теодолита. Необходимо отметить, что на практике вместо технологических отверстий в плитах перекрытий можно использовать лифтовые шахты и лестничные клетки и прочие отверстия в плитах перекрытия и покрытия. В процессе ведения работ зенит-прибором необходимо учитывать потерю точности передачи координат из-за неравномерного прогрева солнечными лучами тела железобетонных конструкций, и как следствие этого, появление турбулентности воздушных масс. Поэтому важным моментом при передаче координат на монтажные горизонты является выбор времени суток выполнения геодезических работ. Как правило, наиболее благоприятным временем следует считать утренние и вечерние часы, когда солнечная активность минимальна, или же в пасмурную погоду. Отметим тот факт, что в качестве зенит-прибора можно использовать электронный тахеометр с установленной угловой насадкой на окуляр. Точность переноса точек на монтажный горизонт с применением электронного тахеометра в качестве зенит прибора составляет порядка 3–4мм на 100 м высоты. Стоимость приборов вертикального проецирования сопоставима со стоимостью электронных тахеометров, но для обеспечения заданной точности переноса осей и точек на монтажные горизонты высотных зданий (свыше 8-ми этажей) необходимо применять данное оборудование.

Для переноса осей и точек на монтажный горизонт при обеспечении строительства крупных, сложных и массивных инженерных сооружений, таких как опоры мостов, высотные дымовые трубы; зачастую используются приборные комплексы ГЛОНАСС/GPS [18, 19]. Этот метод применим только в условиях беспрепятственного доступа радиосигналов (так называемого «открытого неба»), поступающих от спутников, так как после возведения стен и перекрытий невозможно произвести контрольные повторные измерения. Использование ГНСС приемников исключает ошибки наведения, что, несомненно, является огромным плюсом. Для успешной реализации данного метода необходимо использовать два приемника: первый устанавливается на текущем монтажном горизонте, а второй – на пункте разбивочной сети сооружения. Координаты приемника ГНСС на монтажном горизонте можно определить в режиме реального

времени и с постобработкой полученных данных. В режиме постобработки данные считываются одновременно с двух приемников. В результате многократных уравнивательных операций полученных измерений координаты точки получают с оптимальной точностью, удовлетворяющей условиям нормативных документов, на практике, точность переноса точек с применением ГНСС оборудования составляет 4–8 мм. Итоговое время, необходимое для измерений на реперах, можно рассчитать по формуле

$$t = 10 \text{ мин} + 1 \text{ мин} \times L_{\max},$$

где L_{\max} – длина самой длинной базовой стороны в сети (в км).

При применении этого способа практически полностью исключается влияние человеческого фактора и фактора накопления ошибок другого рода, что связано с усреднением данных, полученных за все время измерений.

Если сравнить все вышеизложенные особенности способов переноса осей и точек на монтажный горизонт, то можно сделать следующие выводы: выбор оборудования для производства геодезических работ обусловлен требуемой точностью, высотой и типом сооружения. Так же сейчас довольно сложно производить работы только одним способом, часто приходится применять комбинированные методы и комплексы геодезического оборудования для обеспечения требуемой точности и соответствия геометрических характеристик здания и сооружения заданным.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Никонов А. В. Опыт применения тригонометрического нивелирования с использованием электронных тахеометров для наблюдения за осадками сооружений // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 1. – С. 78–87.

2. Уставич Г. А., Рахымбердина М. Е. Разработка программ наблюдений тахеометром на нивелирной станции способом из середины // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 1. – С. 163–169.

3. Никонов А. В. К вопросу о точности обратной линейно-угловой засечки на малых расстояниях // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск : СГГА, 2013. Т. 1. – С. 93–101.

4. Сальников В. Г. Геодезические работы при возведении градирен большой высоты // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2012. VIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 3 т. (Новосибирск, 10–20 апреля 2012 г.). – Новосибирск : СГГА, 2012. Т. 1. – С. 72–77.

5. СП 126.13330.2012. Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84 / Технический комитет по стандартизации ТК 465 «Строительство» ; Департамент архитектуры, строительства и градостроительной политики ; Министерство регионального развития Российской Федерации // Техэксперт. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200095523> (дата обращения 16.01.19).

6. Василюк Т. С. Исследование методов передачи точек планового обоснования на монтажный горизонт на открытой местности // Молодой исследователь Дона. – 2018. – № 6. – С. 14–15.
7. Никонов А. В. Способы передачи координат на монтажные горизонты // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. XIII Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 17–21 апреля 2017 г.). – Новосибирск : СГУГиТ, 2017. Т. 1. – С. 3–9.
8. Ковхаев Г. А. Перенос точек плановой основы на монтажные горизонты // Геодезия и картография. – 1978. – № 6. – С. 42–43.
9. СП 126.13330.2012. Геодезические работы в строительстве, актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84. – М., 2012. – 79 с.
10. Нестеренок М. С., Рак И. Е., Вексин В. Н. Эффективность вертикального проецирования осевых точек электронным тахеометром при строительстве зданий и сооружений // Наука и техника. – 2014. – № 5. – С. 35–39.
11. Никонов А. В., Чешева И. Н., Лифашина Г. В. Исследование влияния стабильности положения геодезической основы на точность обратной линейно-угловой засечки // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 1. – С. 63–70.
12. Моисеев А. Г. Технологическая схема передачи координат на монтажные горизонты // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 1. – С. 35–38.
13. Сергеев О. П. О точности передачи координат на высокие сооружения // Геодезия и картография. – 1983. – № 9. – С. 22–24.
14. Ворошилов А. П., Щукин И. Ю. Передача осей на монтажные горизонты по координатам точек // Наука ЮУрГУ : материалы 65-й науч. конф. Секции техн. наук : в 2 т. – Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2013. Т. 1. – С. 51–54.
15. Никонов А. В. Особенности применения современных геодезических приборов при наблюдении за осадками и деформациями зданий и сооружений объектов энергетики // Вестник СГГА. – 2013. – Вып. 4 (24). – С. 12–18.
16. Лукин А. С., Портнов А. М. Геодезические засечки и их точность при производстве кадастровых работ // Вестник СГГА. – 2011. – Вып. 3 (16). – С. 53–59.
17. Инженерная геодезия : учебник для вузов ж.-д. трансп. / А. А. Визгин, В. Н. Ганьшин, В. А. Коугия и др. ; под ред. проф. Л. С. Хренова. – М. : Высш. шк., 1985. – 352 с.
18. Определение координат пунктов сети базовых станций Новосибирской области в общеземной системе координат / А. П. Карпик, А. П. Решетов, А. А. Струков, К. А. Карпик // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 3–8.
19. Гашев Г. Г. Организация измерений методом «обратного» RTK при геодезическом обеспечении высотного строительства // Геопрофи. – 2014. – № 2. – С. 44–47.
20. Никонов А. В., Чешева И. Н., Лифашина Г. В. Исследование влияния стабильности положения геодезической основы на точность обратной линейно-угловой засечки // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2014. X Междунар. науч. конгр. : Междунар. науч. конф. «Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия» : сб. материалов в 2 т. (Новосибирск, 8–18 апреля 2014 г.). – Новосибирск : СГГА, 2014. Т. 1. – С. 63–70.

© К. В. Муковский, Н. М. Рябова, 2019