

## **МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ ПВО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

***Геннадий Геннадьевич Китаев***

ОАО «Сибтехэнерго», 630032, Россия, г. Новосибирск, ул. Планировочная 18/1, главный специалист ЦЗиС, e-mail: ggkit@mail.ru

***Валерий Геннадьевич Сальников***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, аспирант кафедры инженерной геодезии и информационных систем, тел. 8-923-222-61-64, e-mail: [salnikov\\_valera@mail.ru](mailto:salnikov_valera@mail.ru)

***Надежда Михайловна Рябова***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, старший преподаватель кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: [ryabovanadezhda@mail.ru](mailto:ryabovanadezhda@mail.ru)

***Екатерина Леонидовна Соболева***

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела, тел. (383)343-29-55, e-mail: [e.l.soboleva@mail.ru](mailto:e.l.soboleva@mail.ru)

В статье разработана и внедрена в геодезическое производство методика использования строительных конструкций для создания и мониторинга планово-высотной основы на этапе строительства действующего объекта энергетики Няганской ГРЭС. Предлагаемая методика позволяет значительно уменьшить затраты на заложение новых пунктов глубинного заложения, а также выполнить соответствующие геодезические измерения.

**Ключевые слова:** обратная засечка, свайный геодезический пункт, центрировочный столик, строительная конструкция.

## **TECHNIQUES FOR HORIZONTAL AND VERTICAL CONTROL ESTABLISHMENT USING BUILDING STRUCTURES ELEMENTS**

***Gennadja G. Kitaev***

Sibtehenergo, 630032, Russia, Novosibirsk, 18/1 Planirovochnaya, main specialist, e-mail: ggkit@mail.ru

***Valery G. Salnikov***

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, post-graduate student, Department of Engineering Geodesy and Mine Survey, St., tel. 8923-222-61-64, e-mail: [salnikov\\_valera@mail.ru](mailto:salnikov_valera@mail.ru)

***Nadezhda M. Ryabova***

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, senior lecturer, Department of Engineering Geodesy and Mine Survey, tel. (383)343-29-55, e-mail: [ryabovanadezhda@mail.ru](mailto:ryabovanadezhda@mail.ru)

Ekaterina L. Soboleva

Siberian State Academy of Geodesy, 630108, Russia, Novosibirsk, 10 Plakhotnogo, Ph. D., Assoc Prof, Department of Engineering Geodesy and Mine Survey, tel. (383)343-29-55, e-mail: [e.l.soboleva@mail.ru](mailto:e.l.soboleva@mail.ru)

The technique of using building structures for establishment and monitoring of horizontal and vertical control of Nyagan HPP (at the stage of construction) is considered. It was introduced into geodetic production. The given technique makes it possible to considerably reduce the costs of establishing new points of deep locations, and to make relevant geodetic measurements.

**Key words:** intersection, piled geodetic point, centering table, building structure.

Современное строительство промышленных объектов предусматривает плотную компоновку застраиваемого участка выделенной территории. В связи с тем, что здания и сооружения проектируются в непосредственной близости друг от друга, то для их возведения необходимо создать надежную плано-высотную геодезическую основу (ПВО) [3]. При строительстве первого пускового комплекса Няганской ГРЭС в качестве ПВО нами было предложено использовать опорные геодезические пункты (ОГП) конструкции ОАО «Сибтехэнерго», отвечающие стандартам нормативной литературы [1].

Опорный геодезический пункт представляет собой железобетонную сваю, длиной 12 метров (рис. 1), устанавливаемую в выбранном месте на промплощадке.



Рис. 1. Схема свайного опорного геодезического пункта (ОГП)

При создании ОГП необходимо соблюдать следующие требования. Высота сваи должна быть выше планируемой вертикальной планировки благоустройства территории примерно на 1,3 м, с установлением её в вертикальное положение с помощью распорок и домкратных рам. Под

установку обсадной трубы вокруг сваи диаметром 0,6 м пробуривается скважина глубиной не менее 3,2 м. С целью обеспечения устойчивости сваи дно скважины необходимо утрамбовать и залить бетоном толщиной примерно 50 мм. После этого на бетон устанавливается обсадная труба диаметром примерно 0,5 м и длиной 3 м, с таким расчетом, чтобы свая находилась в центре данной конструкции. Для исключения влияния температуры и дождевых осадков, сверху укладывается слой теплоизоляции и гидроизоляции с последующим сооружением опалубки и отмостки. Для обеспечения установки геодезического прибора, наверху сваи монтируется столик размером 0,2 × 0,2 м со станковым винтом. С целью обеспечения видимости со всех направлений, на каждой стороне сваи устанавливаются металлические пластины прямоугольной формы, к которым приклеиваются отражающие пластины (ОП-90). Так как на стройплощадке возможно уничтожение ОП, то для его восстановления нами рекомендуется производить кернение центра пластины. Кернение может производиться нанесением перекрестия на продолжении центра ОП или обводкой по этой пластине острым предметом. Если произошло уничтожение отражающей пленки, то она снова приклеивается путем совмещения ее краев с начерченными линиями. Следует отметить, что вначале строительства было заложено восемь таких пунктов.

Для определения планового положения ОГП применяется два способа наблюдений [10]: тахеометрический и спутниковый (рис. 2).

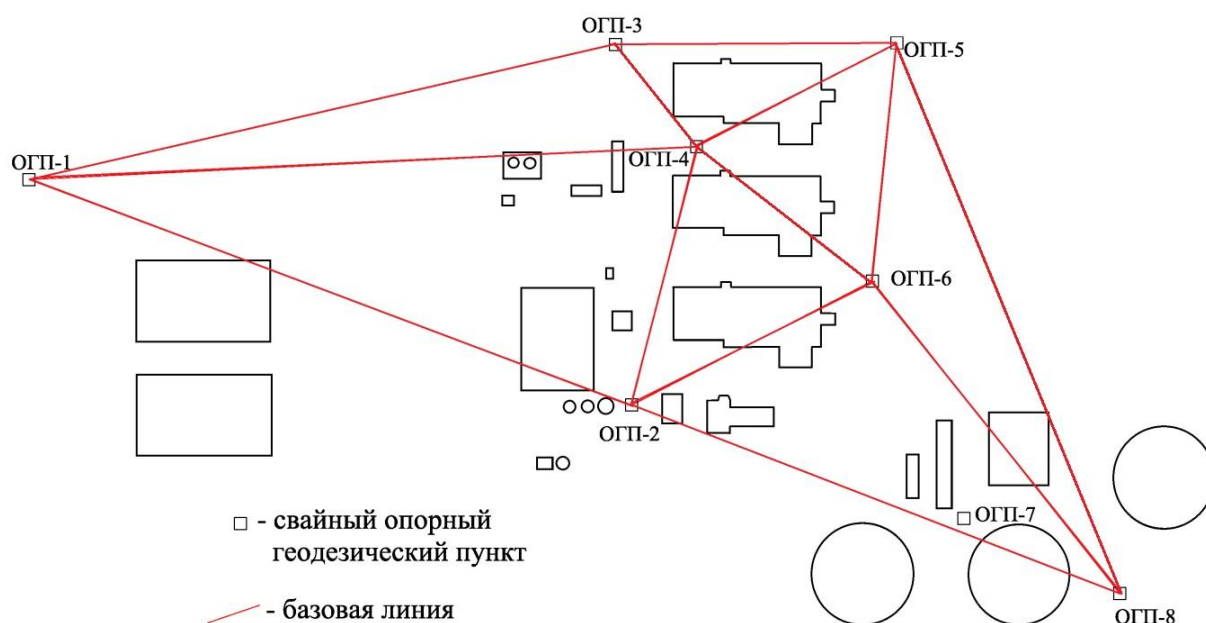


Рис. 2. Схема ГНСС наблюдений сети свайных ОГП

В первом способе применяется электронный тахеометр типа Leica arctic power с ошибкой измерения углов 2". Сущность этого способа состоит в том, что между всеми ОГП прокладывается замкнутый тахеометрический ход, с целью определения планового положения пунктов [5, 6, 8]. Для этого между

всеми ОГП электронным тахеометром измеряются углы и расстояния. В качестве передвижных марок используются светоотражающие призмы с цилиндрическими уровнями [9]. Измерения проводятся с утра и до захода Солнца. Однако, в близ полуденное, полуденное и послеполуденное время измерения не проводятся, с целью уменьшения влияния одностороннего воздействия солнечных лучей. Все измерения выполняются с учетом поправок за давление и температуры окружающей среды.

Измерения выполняются следующим образом. По известным координатам двух точек вычисляются дирекционные углы и расстояния, после чего измеряются углы (по десять приемов при КЛ и КП). Уравнивание полученных результатов полевых измерений производится в программном продукте CREDO. По результатам выполненных исследований установлено, что в замкнутом полигоне ошибка измерения угла не превышает 2-3<sup>''</sup>.

Во втором способе применяются двухчастотные спутниковые приемники типа Javad Triumph. Сеанс спутниковых измерений начинается с установки базовой станции. Для этого поочередно используются пункты строительной сетки. Рабочая станция совершает переходы по всем пунктам ОГП с продолжительностью каждого приема 40 - 60 минут в режиме быстрой статики. За этот отрезок времени набирается от 25 до 100 эпох. Полученные результаты спутниковых измерений обрабатываются в ТВС (Trimble Business Center). После этого сравниваются полученные результаты спутниковых и тахеометрических измерений. Расхождение в плановом положении ОГП не превышает 3-4 мм. Затем переходят к определению высоты пунктов.

Определение высотного положения ОГП выполняется с помощью высокоточного нивелира Trimble Dini 12 и комплекта двухметровых инварных штрих-кодовых реек. Для этого прокладывается нивелирный ход II класса, между всеми ОГП в прямом и обратном направлениях. Взятие отчета производится при двух горизонтах инструмента с соблюдением разности плеч на станции, не превышающей 0,5 метра [2, 4, 7]. При выполнении измерений регулярно вводится поправка в результаты измерений за влияния угла  $i$ . По фактическим невязкам в замкнутых полигонах, вычисляется средняя квадратическая случайная ошибка нивелирования по формуле:

$$m_{\text{ст}} = \pm \sqrt{\frac{\sum \frac{f_h^2}{n}}{N}}, \quad (1)$$

где  $f_h$  – невязка полигона в мм;  $n$  – число штативов полигона;  $N$  – число полигонов.

В нашем случае полученная невязка в каждом полигоне не превышала 0,8 – 1,0 мм.

В связи с тем, что в процессе строительства половина ОГП была уничтожена, то возникла необходимость в заложение дополнительных пунктов. Для этого использовались центрировочные столики

принудительного центрирования конструкции ОАО «Сибтехэнерго» (рис. 3). Они имеют квадратную форму  $200 \times 200$  мм и изготовлены из нержавеющей стали толщиной 8 мм. Для установки тахеометра в центре столика имеется отверстие под становой винт.



Рис. 3. Внешний вид центрировочного столика

Рекогносцировка и установка выполняется на эстакадах технологических трубопроводов, т.к. они имеют надежную конструкцию [1]. Возведение эстакад производится на свайных фундаментах. Заложённые две пары свай под каждую колонну придают им прочность, а также обеспечивают их стабильное положение и сохранность. Предварительно колонна механически очищается от огнезащитного покрытия. Это необходимое условие для выполнения огневых работ – сварки. При сварочных работах используются переходные электроды. После установки столиков огнезащитное покрытие восстанавливается. С помощью строительного уровня столик приводится в горизонтальное положение. Столики располагают на колоннах таким образом, чтобы после установки тахеометра можно было обеспечить максимальную видимость в трех направлениях. Для проверки надежности конструкции столиков, в частности величины их прогиба под весом прибора, используется груз весом примерно 30 - 40 кг. Этот груз вместе с трегером и цилиндрическим уровнем устанавливается сверху на столик таким образом, чтобы пузырек был в нуль-пункте. После этого подвешивается груз весом примерно 30 - 40 кг и производится наблюдение за его отклонением. Если отклонения пузырька уровня не превосходит одного деления, то, следовательно, конструкция центрировочного столика надежна и неподвержена прогибу от веса геодезического прибора.

Такое расположение столиков позволяет замкнуть ОГП в единую систему. Наблюдения проводятся аналогично первому способу. В результате полученных наблюдений, замыкание полигона и ошибка измерения угла не превышает  $2-3''$ . Координаты каждого центрировочного столика определяются в единой системе с помощью программного продукта CREDO.

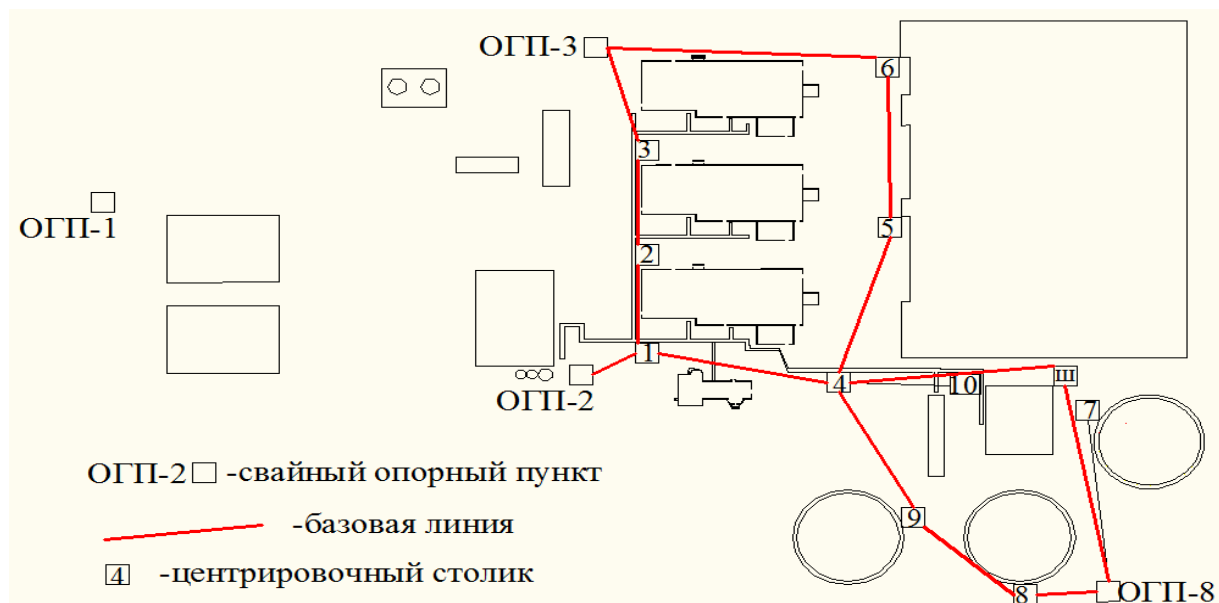


Рис. 4. Схема расположения ПВО НГРЭС

Вывод.

Использование центрировочных столиков конструкции ОАО «Сибтехэнерго» позволяет:

- своевременно проводить мониторинг системы плано-высотного обоснования на территории Няганской ГРЭС;
- уменьшить стоимость установки новых пунктов;
- выбирать удобные места заложения пунктов;
- сохранить эстетический вид строительных конструкций;
- применять пункты для развития локального обоснования, включая решение обратно-угловой засечки.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции – М.: Госстрой СССР, 1987. – 90 с.
2. Рябова Н. М., Сальников В. Г. Методика исследования влияния рефракции на цифровые нивелиры // 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. 12–18.
3. Сальников В. Г. Технология геодезических работ при строительстве фундамента турбоагрегата мощностью 420 МВт // 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. 18–24.

4. Рябова Н. М. Исследование влияния различной освещенности на отчеты по рейке // 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. 42–46.

5. Никонов А. В., Бабасов С. А.. Исследование тригонометрического нивелирования в полевых условиях // 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. 71–78.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. Олейник А. М. Выбор мест закладки грунтовых реперов с учетом прогнозного изменения геокриологической обстановки от техногенной деятельности // 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. 37–40.

11. Каленицкий А.И. Ким Э.Л. О комплексной интерпритации данных геодезическо – гравиметрического мониторинга техногенной геодинамики на месторождениях нефти и газа // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 3–13.

12. Колмогоров В. Г. К вопросу о возможности изучения деформационного состояния земной поверхности по результатам повторного высокоточного нивелирования // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 9–14.

13. Учет коррелятного показателя преломления атмосферы в результатах измерений современными дальномерами и электронными тахеометрами / А. В. Кошелев, А. П. Карпик, С. С. Овчинников, А. А. Дубинина // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 1 (17). – С. 67–71.