

## ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ПРИ НАБЛЮДЕНИИ ЗА ОСАДКАМИ И ДЕФОРМАЦИЯМИ СООРУЖЕНИЙ

*И. П. ДРАЛОВА, Н. С. СЫРОВА*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Недооценка деформационных процессов может привести к необратимым последствиям. Чтобы свести к минимуму риск, необходим постоянный мониторинг осадочно-деформационных процессов. Технология мониторинга деформаций основана на последовательном накоплении и обработке данных наблюдений – отметок и плановых координат специальных осадочных и осадочно-деформационных марок, закрепляемых на объекте. Данные поступают через примерно равные интервалы времени, длительность которых зависит от конкретного объекта. Фрагмент данных, содержащий информацию об измерениях на определенный фиксированный момент времени, составляет цикл наблюдений. В качестве методов определения осадок фундаментов рассматриваются геометрическое, тригонометрическое и гидростатическое нивелирования.

Сущность геометрического нивелирования сводится к определению превышения одной точки над другой горизонтальным лучом визирования, используя нивелир и рейки. Нивелир – геодезический прибор, у которого в момент отсчета по рейке визирная ось устанавливается в горизонтальное положение. Визирная ось зрительной трубы – это мнимая линия, соединяющая перекрестие нитей сетки и оптический центр объектива. Таким образом, в нивелире должна быть зрительная труба для точного визирования на рейку и уровень, обеспечивающий горизонтальное положение визирной оси.

Тригонометрическое нивелирование – один из способов определения превышения в вертикальной плоскости между разными точками местности или сооружений. Для этого применяются геодезические приборы – теодолиты и тахеометры, – обладающие конструктивными способностями наклонного визирования. В самом его названии заложена сущность метода, основанная на применении части математического аппарата вычислений с использованием набора тригонометрических функций после выполнения полевых линейных и угловых измерений.

Гидростатическое нивелирование – определение высот точек земной поверхности относительно исходной точки с помощью сообщающихся сосудов с жидкостью. Гидростатическое нивелирование основано на том, что свободная поверхность жидкости в сообщающихся сосудах находится на одном уровне. Гидростатический нивелир состоит из двух стеклянных трубок, вставленных в рейки с делениями, соединенных резиновым или металлическим шлангом и заполненных жидкостью. Разность высот определяют по разности уровней жидкости в стеклянных трубках, причем учитывают различие температуры и давления в различных частях жидкости гидростатического нивелира. Погрешности определения разности высот этим методом составляют 1–2 мм. Гидростатическое нивелирование применяют для непрерывного изучения деформаций инженерных сооружений, высокоточного определения разности высот точек, разделенных широкими водными преградами и др.

При этом основная роль отводится нивелированию горизонтальным лучом (геометрическое нивелирование) способом «совмещения», а тригонометрическое нивелирование предлагается применять в трудных условиях.

Повсеместное применение в геодезическом производстве высокоточных приборов позволяет выполнять геометрическое нивелирование с автоматическим получением отсчетов по рейке, а также увеличить область применения тригонометрического нивелирования. Применение таких приборов имеет свои особенности и требует установления определенного алгоритма действия на станции [1].

Процесс определений осадок с использованием геодезических приборов сопровождается воздействием ряда отрицательных факторов. К таким воздействиям необходимо отнести: недостаточную освещенность объекта, вибрационные колебания, температурные воздействия и т. п.

Значительное влияние на процесс взятия отсчетов играет освещение. При его недостатке или избытке взятие отсчетов затрудняется и скорость измерений заметно снижается.

Воздействие вибраций на процесс выполнения геометрического нивелирования зависит от частоты вибрации и амплитуды колебаний, строения фундамента оборудования, расположения ножек штатива, расстояния между прибором и источником вибрации и пр.

Тепловое излучение, а также потоки теплого воздуха – это явления, схожие с воздействием вертикальной рефракции на визирный луч. Кроме устойчивого искривления луча свойственны сильные колебания штрихов рейки и их расплывчатость.

Проанализируем воздействие вышеперечисленных факторов на процесс геометрического нивелирования цифровыми нивелирами. В период эксплуатации средняя квадратическая погрешность определения осадки в слабом месте хода не должна превышать 1 мм. Обеспечить такую высокую точность способен цифровой нивелир DINI 22, для которого средняя квадратическая погрешность на 1 км двойного хода не превышает 0,3 мм при использовании инварных реек.

Нивелир DINI 22 фирмы «Trimble» (Германия) состоит из водонепроницаемого корпуса, с размещенной в нем оптикой, электронно-измерительным и регистрирующим модулем. Корпус нивелира соединен с несъемной подставкой для установки нивелира на штатив. На верхней части корпуса нивелира имеется ручка для его переноски. Управление нивелиром и его настройка обеспечивается посредством клавиатуры и жидкокристаллического экрана, расположенных на задней панели нивелира, точное наведение на рейку осуществляется с помощью рукоятки наводящего устройства. Нивелир снабжен круглым уровнем для быстрого его приведения в рабочее положение. Автоматическое выставление визирной оси в горизонтальное положение обеспечивается с помощью компенсатора. Взятие отсчета может выполняться визуальным способом по стороне с традиционными шашечными делениями или электронным способом по стороне с кодовыми делениями, при этом прибор автоматически выполняет измерение и выводит на экран отсчет по рейке и дальность до нее. Имеется встроенная память для сохранения 2200 измерений и последовательный порт RS-232C для передачи данных на компьютер. Нивелир снабжен встроенным аккумулятором емкостью 1,1 А·ч и напряжением 6,0 В. Полной зарядки аккумулятора хватает для работы в течение 6 дней. Рабочий диапазон температур от –20 до +50 °С [2].

Благодаря автоматическому выводу результатов измерения значительно повышается производительность, точность геометрического нивелирования и исключается ошибка наблюдателя. Перед началом измерений наблюдателем задаются допуски в расхождениях между отсчетами, при превышении которых прибор выдает предупреждающий сигнал [2]. Важным преимуществом цифрового нивелира является возможность автоматического ввода ряда поправок в отсчет по рейке (за кривизну Земли, рефракцию) и, что особенно важно, ввод поправки за нарушение главного условия нивелира пропорционально измеряемым длинам плеч. Это позволяет допускать значительное неравенство плеч на станции при условии регулярного проведения поверки.

Результаты геодезических измерений деформаций являются одним из основных материалов, характеризующих устойчивость и надежность оснований фундаментов. Данные измерений вертикальных и горизонтальных деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений могут быть использованы с целью: определения скорости и неравномерности деформаций и сравнения их с расчетными (прогнозируемыми); проектирования мероприятий по устранению деформаций или их предупреждению; выявления причин возникновения и степени опасности деформаций для нормальной эксплуатации зданий и сооружений; предупреждения и устранения аварийных ситуаций; своевременного проведения ремонтных работ, изменения условий эксплуатации.

Полученные результаты наблюдений за деформациями зданий и сооружений отражаются в техническом заключении или отчете. Там же описываются сценарии развития событий, даются рекомендации по предотвращению нежелательных ситуаций.

На сегодняшний момент цифровые нивелиры не могут полностью заменить оптические. Нивелир Н-05 более неприхотлив в работе, чем DINI 22. Нивелирование способом «совмещения» возможно производить в условиях плохой освещенности, вибраций и при наличии видимости небольшого участка рейки (менее 30 см). Сегодня не представляется возможным полностью отказаться от оптико-механических геодезических приборов и заменить их на электронные. Это связано с ограниченностью использования электронных приборов при большом влиянии внешней среды.

#### Список литературы

1 Жарников, В. Б. О классах геометрического нивелирования для контроля деформаций / В. Б. Жарников, Б. Н. Жуков // Геодезия и картография. – 1990. – № 9. – С. 22–26.

2 Руководство пользователя. Цифровой нивелир Trimble Dini /Trimble Navigation Limited, 2006.

3 Ворошилов, А. П. Измерение осадок зданий и сооружений электронными тахеометрами / А. П. Ворошилов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – Вып. 3. – 2005. – № 13. – С. 37–39.