

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СТРОИТЕЛЬСТВА СТАДИОНА ФК «СПАРТАК» В Г. МОСКВЕ

Н.В. Канашин (ПГУПС, Санкт-Петербург)

В 2006 г. окончил Петербургский государственный университет путей сообщения (ПГУПС) по специальности «строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство». После окончания университета работает в ПГУПС на кафедре «Инженерная геодезия», в настоящее время — доцент. Кандидат технических наук.

А.А. Никитчин (ПГУПС, Санкт-Петербург)

В 2006 г. окончил Петербургский государственный университет путей сообщения (ПГУПС) по специальности «строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство». После окончания университета работает в ПГУПС на кафедре «Инженерная геодезия», в настоящее время — доцент. Кандидат технических наук.

Одним из необходимых видов работ при возведении инженерных сооружений является геодезический мониторинг их строительства. Актуальность выполнения этих работ подтверждается тем, что в современных нормативных документах им уделено особое внимание [1]. Однако виды применяемых приборов, периодичность наблюдений, методика выполнения измерений и представление результатов зависят от множества условий и, как правило, в каждом случае индивидуальны. В рамках данной статьи показан один из возможных вариантов геодезического мониторинга смещений и деформаций возводимых конструкций на примере строящегося стадиона ФК «Спартак» в г. Москве — «Открытие Арена».

Вместимость стадиона 44 тыс. мест, высота 52 м, размер поля 105x68 м. Специалисты кафедры «Инженерная геодезия» Петербургского государственного университета путей сообщения с июля 2013 г. выполняют работы по геодезическому мониторингу строи-

тельства его кровли. Она представляет собой металлоконструкцию ферменного типа, предназначенную для комфорта зрителей (без укрытия игрового поля). Общий вид строя-

щегося стадиона показан на рис. 1.

Для выполнения геодезического мониторинга на объекте закреплялись пункты, которые образовывали независимые

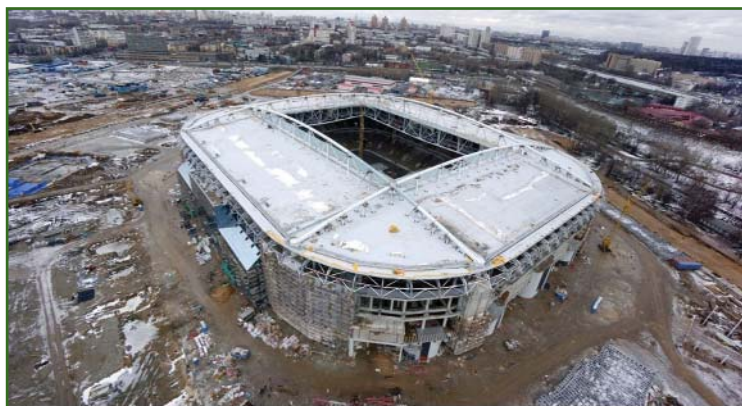


Рис. 1

Общий вид строящегося стадиона

плановую и высотную мониторинговые сети. Учитывая, что на момент начала измерений бетонные работы на объекте были полностью завершены, эти пункты были закреплены на бетонных конструкциях внутри стадиона. Координаты и высоты пунктов по мере осуществления геодезического мониторинга периодически контро-



Рис. 2
Места закрепления пунктов мониторинговых сетей на объекте

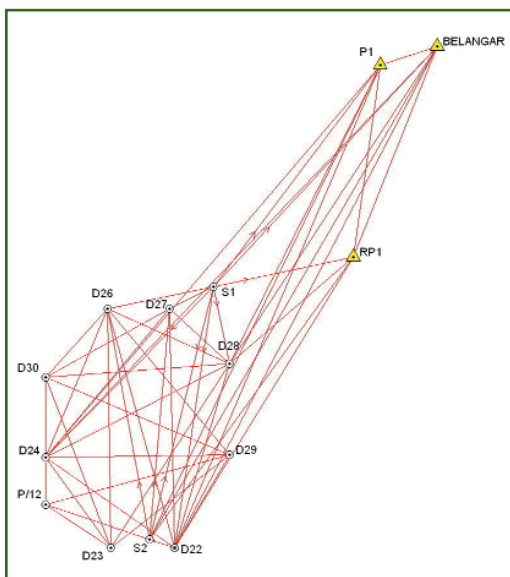


Рис. 3
Схема плановой мониторинговой сети на объекте

лировали. Пункты плановой сети были закреплены пленочными отражателями типа «ОП 50» на бетонном поясе между нижним и верхним ярусами зрительных трибун, а пункты высотной сети — анкерными болтами, расположенными в бетонном поясе по периметру нижнего яруса (рис. 2). Для измерения координат пунктов плановой сети использовался электронный тахеометр SOKKIA SET 550RX, а отметок пунктов высотной сети — цифровой нивелир DINI-07.

Плановая мониторинговая сеть создана как линейно-угловая, где расстояния между пунктами являлись недоступными для прямых измерений и определялись по методике, изложенной в работе [2].

Рассмотрим последовательность определения пространственных координат пунктов на примере одного из циклов геодезического мониторинга (рис. 3). Исходными являлись пункты разбивочной сети строительной площадки (RP1, P1 и BELANGAR), расположенные вне зоны территории строительства и закрепленные пленочными отражателями. Первоначально тахеометр (S1) устанавливали с тем расчетом, чтобы обеспечить видимость на исходные пункты, на часть пунктов плановой мониторинговой сети (D-24-D30, P/12), а

также на отражатель (S2), установленный на штативе, для передачи координат внутрь стадиона. Линейно-угловые измерения выполняли двумя полными приемами с определением недоступных расстояний между исходными пунктами и пунктами мониторинговой сети. После этого отражатель и прибор меняли местами и таким же образом выполняли измерения на пункты плановой мониторинговой сети с определением недоступных расстояний между ними. При этом, для повышения избыточности измерений, описанные выше измерения частично повторяли в ходе геодезического мониторинга кровли.

Математическую обработку измерений проводили в программе CREDO_DAT версии 3.12. Результаты уравнивания сети показали, что средние квадратические погрешности определения координат пунктов во всех выполненных циклах геодезического мониторинга не превысили 2 мм.

Отметки пунктов высотной мониторинговой сети (Pn7-Pn10, рис. 4) получали по результатам измерений в нивелирных ходах, проложенных по методике геометрического нивелирования II класса от грунтовых реперов (RP1 и RP2), расположенных вне зоны территории строительства. Невязки в

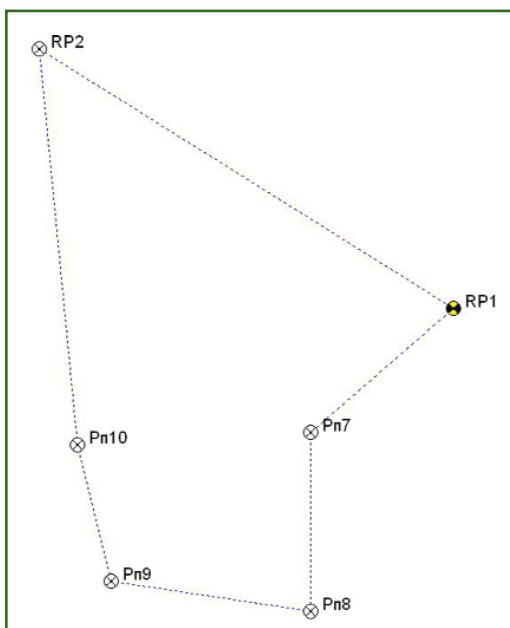


Рис. 4
Схема высотной мониторинговой сети на объекте

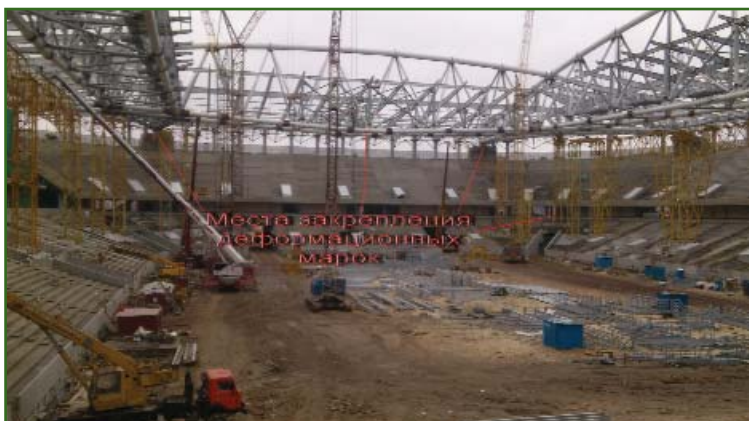


Рис. 5
Места закрепления деформационных марок



Рис. 6
Передача отметки на ось вращения зрительной трубы тахеометра

ходах не превысили 1 мм. Математическую обработку измерений выполняли в программе CREDO НИВЕЛИР.

Для определения смещений и деформаций кровли во время строительства заказчиком были определены контрольные точки, которые закрепили пленочными отражателями, выполнявшими роль деформационных марок. Всего было установлено 32 марки, из которых 16 находились на временных опорах, 8 — на металлоконструкциях кровли и 8 — в точках опирания кровли на стены стадиона (рис. 5).

Целью геодезического мониторинга являлось получение информации о пространственном перемещении марок по мере строительства кровли, для чего в ходе каждого цикла наблюдений определяли их пространственные прямоугольные координаты. В ходе полевых работ в каждом цикле наблюдений с точек стояния тахеометра выполняли линейно-угловые измерения одним полным приемом на 3–4 пункта плановой мониторинговой сети и на все видимые деформационные марки. Во время измерений следили за углом падения ви-

зирного луча к плоскости марки. Согласно выполненным в работе [3] исследованиям, этот угол не должен превышать 65° для линий длиной 100 м (что являлось максимальным расстоянием до марок). Отметки деформационных марок определяли методом тригонометрического нивелирования электронным тахеометром. При этом высотное положение оси вращения зрительной трубы прибора на каждой станции измерялось методом геометрического нивелирования от реперов высотной мониторинговой сети с помощью цифрового нивелира (рис. 6).

Электронный тахеометр в каждом цикле измерений устанавливали на новых точках, координаты каждой точки стояния определяли обратной линейно-угловой засечкой на пункты плановой мониторинговой сети. Учитывая небольшое количество деформационных марок, для повышения точности

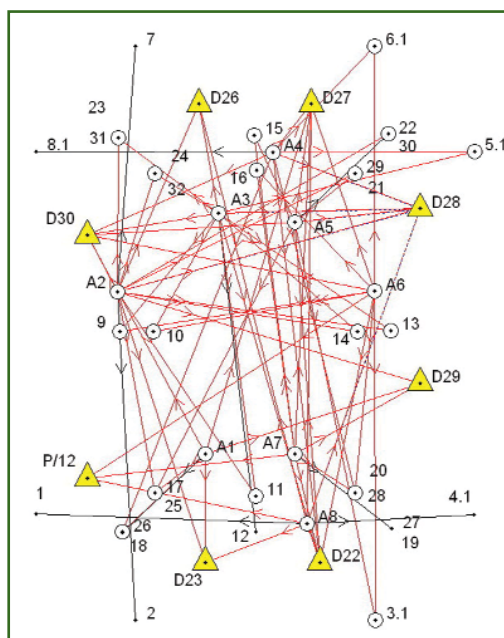


Рис. 7
Схема измерений при геодезическом мониторинге кровли стадиона:
D26-D30, P/12 — пункты плановой мониторинговой сети;
A1-A8 — точки стояния тахеометра;
1-32 — деформационные марки

наблюдений и надежности получения конечных результатов точки стояния тахеометра имели между собой общие деформационные марки с выполненными на них измерениями.

Математическая обработка полученных результатов проводилась в программе CREDO_DAT, по результатам которой получали урванненные координаты не только точек стояния тахеометра, но и деформационных марок с оценкой их точности. Средние квадратические погрешности определения координат деформационных марок в каждом цикле наблюдений не превысили 3 мм. Схема измерений, выполненных в одном из циклов геодезического мониторинга, приведена на рис. 7.

Для анализа полученных результатов в программе Microsoft Excel были составлены ведомости, в которые заносились следующие сведения:

— координаты деформационных марок и их отклонения между предыдущим и начальным циклами наблюдений;

— величины крена временных опор и их приращения относительно предыдущего и начального циклов наблюдений;

— вспомогательная информация (дата наблюдений, метеоусловия и др.).

Кроме того, для улучшения наглядности результатов формировались графики смещений в формате DXF, на которых ломаными линиями показывали величины отклонений деформационных марок по трем осям координат относительно начального цикла наблюдений. Ведомости и графики являлись одной из составляющих технического отчета.

В заключение отметим, что изложенная последовательность работ обеспечила надежность и достоверность результатов геодезического мониторинга кровли, не требуя при этом существенного увеличения трудозатрат исполнителей.

▼ Список литературы

1. СП 126.13330.2012 Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84.

2. Толстов Е.Г., Крашеницин Д.В. Оперативный контроль исходной разбивочной сети (на примере строительства второй сцены Мариинского театра) // Современные проблемы инженерной геодезии: труды международной научно-практической конференции. — СПб: ПГУПС, 2009. — С. 144–150.

3. Афонин Д. А. Построение геодезической разбивочной сети, закрепляемой пленочными отражателями // Записки Горного института. — СПб: РИЦ Горного ун-та, 2012. — Т. 199. — С. 301–308.

RESUME

One of the essential types of work in the construction of buildings is the geodetic monitoring of displacements and deformations in the being constructed structures. The monitoring methodology, instruments used and the frequency of observation and presentation of the results depend on a variety of conditions and are individual in each case. The article describes an experience of the work when the geodetic monitoring was conducted during the construction of the roof of the stadium of the football club «Spartak» in Moscow.

geometer-center.ru
(495)955-28-51

Комплексные инженерные изыскания
Поставка оборудования и ПО
Обучение, консультации, поддержка

ГЕОМЕТР  **Центр**