

2 СН 4.02.03-2019. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Введ. 2019-12-16. – Минск : Минстройархитектуры, 2020. – 69 с.

3 Методы исследования и гигиеническая оценка параметров микроклимата жилых помещений и общественных зданий : учеб.-метод. пособие / Т. И. Борщевская [и др.]. – Минск : БГМУ, 2021. – 30 с.

4 СН 2.02.05-2020 Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Введ. 2020-11-12. – Минск : Минстройархитектуры, 2021. – 65 с.

5 Ческис, В. Ю. Минимизация теплотерь при организации вентиляции в зданиях с малой инфильтрацией [Электронный ресурс] / В. Ю. Ческис // Молодой ученый. – 2022. – № 50 (445). – С. 52–55. – Режим доступа : <https://moluch.ru/archive/445/97634/>. – Дата доступа : 30.08.2024.

6 Инженерное оборудование высотных зданий / под общ. ред. М. М. Бродач. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : АВОК-ПРЕСС, 2011. – 458 с.

УДК 528.4:69

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ НАБЛЮДЕНИЯХ ЗА ОСАДКАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Е. К. АТРОШКО, И. П. ДРАЛОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В процессе строительства и эксплуатации высотных зданий и промышленных сооружений возникает необходимость в наблюдениях за их стабильностью в плане и по высоте. Под давлением веса сооружения происходит оседание подстилающих фундаменты грунтов и осадка сооружения.

Для определения числовых характеристик величин осадок сооружений выполняют геодезические измерения и наблюдения, целью которых является получение данных по предотвращению возможных недопустимых катастрофических последствий.

При наблюдениях за осадкой типовых промышленных сооружений основным является способ геометрического нивелирования, который позволяет при помощи одного комплекта инструментов проводить измерения для любого количества доступных точек на сооружении, в любых погодных условиях, с высокой точностью.

Общая схема определения осадок состоит из следующих этапов:

1 Создание геодезической сети, состоящей из точек (осадочных марок), закреплённых на сооружении, и исходного репера с постоянной высотой, от которого определяют высоты осадочных марок.

2 Периодическое (по циклу) измерение превышений между точками сети способом геометрического нивелирования. При этом прокладывают нивелирные ходы между репером и осадочными марками. Длина визирного луча при измерении превышений составляет в среднем 5–30 м.

3 Определение величины абсолютных осадок точек

$$S = H_{\text{тек}} - H_{\text{нас}}; \quad (1)$$

$$\Delta S = S_1 - S_2, \quad (2)$$

где $H_{\text{тек}}$ – высоты точек в текущем цикле наблюдений; $H_{\text{нас}}$ – высоты точек в начальном цикле наблюдений.

Аналогично можно вычислить осадки точек между предыдущим и последующими циклами.

Рассмотрим вопрос точности измерений превышений нивелиром на станции исходя из нормативных требований. Для этого определяется средняя квадратическая погрешность для первой станции нивелира (станции):

$$m_{\text{ст}} = m_{\text{км}} / (n)^{0,5}, \quad (3)$$

где $m_{\text{км}}$ – средняя квадратическая погрешность на 1 км хода; $m_{\text{ст}}$ – средняя квадратическая погрешность определения превышения на станции; n – число станций на 1 км хода.

Число стоянок нивелира связано с длиной луча визирования на станции при нивелировании из середины следующим соотношением

$$n = 1000_{\text{м}} / 2D. \quad (4)$$

Подставив (4) в (3), получаем

$$m_{ст} = m_{км} (2D)^{0,5} / (1000)^{0,5}. \quad (5)$$

Отсюда видно, что средняя квадратическая ошибка определения превышения на станции прямо пропорциональна корню квадратному из длины луча визирования (D) на станции.

Средняя квадратическая погрешность $m_{км}$ определяется исходя из нормативных требований

$$m_{км} = d_{км} / (2)^{0,5}, \quad (6)$$

где $d_{км}$ – расхождение между двумя превышениями, полученными по левой и правой линиям хода длиной 1 км.

Подставляя выражение (6) в (5) и задаваясь значениями длины луча визирования D , получаем значения средних квадратических погрешностей на станции для методики нивелирования I, II и III классов. Результаты расчетов приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Класс нивелирования	$d_{км}$, мм	$m_{км}$, мм	$m_{ст}$, мм $D = 10$ м	$m_{ст}$, мм при 2 ГН	$m_{ст}$, мм при 4 ГН
I	3	2,1	0,30	0,21	0,15
II	5	3,5	3,50	0,35	0,24
III	10	7,1	7,10	0,71	0,50

Таблица 2

Длина луча визирования D , м	Число станций n	$m_{ст}$, м		
		I класс нивелирования	II класс нивелирования	III класс нивелирования
5	100	0,21	0,35	0,71
10	500	0,30	0,49	1,00
15	33	0,36	0,61	1,23
20	25	0,42	0,70	1,42
25	20	0,47	0,78	1,59
30	16	0,52	0,88	1,78

Результаты, полученные в таблицах, соответствуют превышениям, определённым при одном горизонте нивелира, в ходе одного направления. Однако для повышения точности определения осадок точек и их разностей превышения могут измеряться при двух горизонтах нивелира и в ходе прямого и обратного направлений. Тогда средняя квадратическая погрешность уменьшается в первом случае в $\sqrt{2}$ раза, а во втором случае в $\sqrt{4}$ раза, что показано в таблице 1 для расстояния $D = 10$ м.

Точность измерения осадок (абсолютных и относительных) рассчитывается для промышленных сооружений, которые относятся к каркасному типу зданий, где нагрузка воспринимается системой колонн. Поскольку все колонны являются несущими, то при наблюдениях за их состоянием необходимо определить осадку каждой колонны. При этом допустимые значения абсолютной осадки составляют 2–12 см, а относительная разность осадок

$$\Delta S_{доп} = 0,001 L_{мин}. \quad (7)$$

где $L_{мин}$ – минимальное расстояние между осадками колонн ($L_{мин} = 6$ мм).

Тогда $\Delta S_{доп} = 0,001 \cdot 6 = 6$ мм, а средняя квадратическая погрешность по отношению к предельной составит $m_{\Delta S_{доп}} = 6$ мм / 3 = 2 мм. Для выявления средней квадратической ошибки в превышениях необходимо определить в $\sqrt{2}$ раза меньше в каждом из цикла, то есть $m_{ст} = 2$ мм / $(2)^{0,5} = 1,41$ мм.

Как видно из таблицы 2, такую точность обеспечивают все превышения, измеренные по методикам нивелирования I и II классов, а для III класса необходимо измерять превышение при двух горизонтах нивелира, что повысит точность измерения в $\sqrt{2}$ раза.

Таким образом, для наблюдений за осадками промышленных сооружений достаточно использовать методики нивелирования по программам I, II и III классов государственной нивелирной сети при расстояниях с коротким лучом визирования до 30 м.