

УДК 528.48

П. И. СОЛОВЕЙ, А. Н. ПЕРЕВАРЮХА, А. А. БЕЛОВА, Е. Д. РАЗМЫСЛОВА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРЕНА ДЫМОВЫХ ТРУБ МЕТОДОМ ЛОКАЛЬНОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация. Предложен способ локального геометрического и гидродинамического нивелирования при определении крена дымовых труб, расположенных в сложных условиях подрабатываемой шахтами территории. Детально рассмотрен способ вывода формул связи неравномерных осадок и крена дымовой трубы. Установлено, что при расположении опорных пунктов на расстоянии от сооружения до нескольких километров применять традиционное высокоточное геометрическое нивелирование неэффективно, а гидростатическое и гидродинамическое – невозможно. Метод локального геометрического и гидродинамического нивелирования, применяемый для определения кренов высотных сооружений, позволил значительно снизить затраты, повысить точность измерений, и он может найти применение при выполнении подобных работ. Предложенный способ прошел апробацию при определении крена железобетонной дымовой трубы при ее подработке и показал свою эффективность и точность.

Ключевые слова: высотные сооружения, локальное нивелирование, крены, геометрическое и гидродинамическое нивелирование.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Применение высокоточных способов геометрического, гидростатического и гидродинамического нивелирования при определении крена дымовых труб в условиях, когда опорные репера можно расположить вблизи сооружения, являются достаточно точными и эффективными. Но на подрабатываемых угольными шахтами территориях найти недеформированную зону для закрепления опорных реперов вблизи наблюдаемых сооружений невозможно. Иногда опорные репера закладывают на расстоянии до нескольких километров, что снижает точность геометрического нивелирования, а применение систем гидронивелирования становится вовсе невозможным. Поэтому разработка локального геометрического и гидронивелирования для определения крена дымовых труб, расположенных в условиях подработки, является актуальной задачей.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Большинство публикаций [2, 3, 4, 5] посвящено определению крена дымовых труб методами высокоточного геометрического нивелирования, а также с применением автоматизированных систем гидронивелирования в условиях, когда имеется возможность закрепить опорные репера и базовые сосуды вблизи сооружения. Применение локального нивелирования для определения крена дымовых труб и других высотных сооружений не рассматривалось.

ЦЕЛИ

Разработать способ локального геометрического и гидронивелирования для определения крена высотных сооружений, расположенных на подрабатываемых территориях.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В связи с подработкой угольной шахтой дымовой трубы возникла необходимость геодезического контроля положения ее вертикальной оси.

Железобетонная коническая дымовая труба имеет высоту 80 метров, а нижний диаметр – 7,5 метров. В качестве конструктивных мер защиты от недопустимых наклонов при подработке, предусмотрена установка в основании кольцевого фундамента шести домкратов для возможного выравнивания сооружения.

До начала подработки угольных пластов наблюдения за осадками фундаментов дымовой трубы не выполнялось, поэтому в цоколе сооружения было заложено четыре осадочные марки A_0 , C_0 , B_0 , D_0 на двух взаимно перпендикулярных направлениях (рис. 1, а). Предполагалось наблюдения за осадками марок выполнять методами локального высокоточного геометрического (нивелир Ni 004) и гидродинамического (система СГДН-10Д) нивелирования.

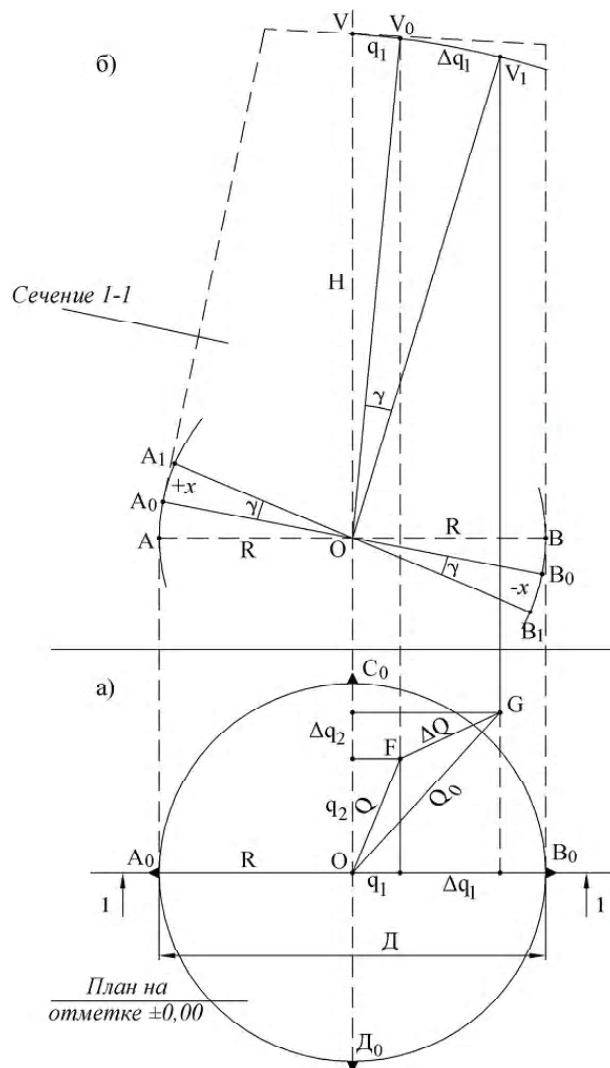


Рисунок – Схема определения крена дымовой трубы методом локального нивелирования: а) в плане; б) в профиле.

Необходимость применения локального нивелирования вызвана тем, что стабильные опорные репера можно было расположить на расстоянии трех километров в здании шахты, под которым оставляли целик (неподрабатываемая территория). Перепад высот между опорными реперами и осадочными марками составлял 12 метров. Применение систем гидронивелирования в таких условиях было невозможным, так как нельзя было установить базовый сосуд системы СГДН-10Д на одном уровне с измерительными сосудами.

Суть локального нивелирования осадочных марок заключается в следующем.

Пусть вертикальная ось OV_0 (рис. 1, б) дымовой трубы занимает по отношению к осадочным маркам A_0, B_0 произвольное положение. Перед подработкой абсолютный линейный крен $Q = OF$ и его составляющие q_1 и q_2 определены методом отдельных направлений [1] из двух пунктов наблюдательной сети.

Локальное нивелирование выполнялось относительно одной из осадочных марок в каждом цикле наблюдений. По результатам нивелирования вычисляют превышения $h_{A_0B_0}, h_{C_0D_0}$ между диаметрально противоположными марками, а также уклоны линий A_0B_0 и C_0D_0 по формулам:

$$i_{A_0B_0} = \frac{h_{A_0B_0}}{D}; i_{C_0D_0} = \frac{h_{C_0D_0}}{D}, \quad (1)$$

где D – диаметр нижнего сечения сооружения.

Рассматривая систему «фундамент – дымовая труба» как жесткую, будем вращать ее вокруг единого центра O нижнего сечения сооружения. Пусть в результате неравномерных осадок марка B_0 переместится по окружности радиусом $R = OB_0$ в точку B_1 на величину $-x = B_0B_1$, а марка A_0 переместится по окружности на величину $+x = A_0A_1$, при этом угол между радиусами OB_0 и OB_1 составит γ . Такие условия возникают при расположении трубы на краю мульды (воронки) сдвижения. В то же время вертикальная ось трубы OV_0 повернется вокруг точки O на тот же угол γ . При этом точка V_0 сместится по окружности радиусом H в точку V_1 на величину Δq_1 . В очередном цикле нивелирования определяют превышения $h_{A_1B_1}$ и $h_{C_1D_1}$, а также уклоны $i_{A_1B_1}$ и $i_{C_1D_1}$. Угол γ вычисляют из выражения:

$$tg\gamma = i_{A_0B_0} - i_{A_1B_1}, \quad (2)$$

в котором следует соблюдать знаки уклонов.

В свою очередь по малости угла γ будем иметь:

$$tg\gamma = \frac{\Delta q_1}{H}, \quad (3)$$

откуда:

$$\Delta q_1 = H \cdot tg\gamma. \quad (4)$$

Общий крен дымовой трубы вычисляют по формуле:

$$Q_o = \sqrt{(q_1 + \Delta q_1)^2 + (q_2 + \Delta q_2)^2}. \quad (5)$$

ВЫВОДЫ

Таким образом, локальное геометрическое и гидродинамическое нивелирование позволило установить базовый сосуд системы СГДН-10Д в здании котельной, расположенной вблизи дымовой трубы, на одном уровне с измерительными сосудами. Кроме того, отпала необходимость прокладки высокоточного нивелирного хода, что позволило повысить точность определения превышений между осадочными марками и креном дымовой трубы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баран, П. И. Определение крена дымовых труб с изолированных опорных пунктов / П. И. Баран, П. И. Соловей. – Текст : непосредственный // Геодезические работы на подрабатываемых территориях : сборник научных трудов. – Москва, 1987. – С. 81–85.
2. Васютинский, И. Ю. Гидростатическое нивелирование / И. Ю. Васютинский. – Москва : Недра, 1976. – 167 с. – Текст : непосредственный.
3. Геодезические методы измерения вертикальных смещений и анализ устойчивости реперов / В. Н. Ганьшин, А. Ф. Стороженко, Н. А. Буденков [и др.]. – Москва : Недра, 1991. – 190 с. – Текст : непосредственный.
4. Геодезические методы исследования деформаций сооружений / А. К. Зайцев, С. В. Марфенко, Д. Ш. Михелев [и др.]. – Москва : Недра, 1991. – 272 с. – Текст : непосредственный.
5. Левчук, Г. П. Прикладная геодезия: Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ : учебник для вузов / Г. П. Левчук, В. Е. Новак, В. Г. Конусов. – Москва : Недра, 1981. – 438 с. – Текст : непосредственный.

Получена 05.05.2022

П. І. СОЛОВЕЙ, А. М. ПЕРЕВАРЮХА, А. О. БЕЛОВА, К. Д. РАЗМИСЛОВА
ВИЗНАЧЕННЯ КРЕНУ ДИМОВИХ ТРУБ МЕТОДОМ ЛОКАЛЬНОГО
НІВЕЛЮВАННЯ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Запропоновано спосіб локального геометричного і гідродинамічного нівелювання щодо крену димових труб, розташованих у складних умовах підроблюваної шахтами території. Детально розглянуто спосіб виведення формул зв'язку нерівномірних осідань і крену димової труби. Встановлено, що при розташуванні опорних пунктів на відстані від споруди до кількох кілометрів застосовувати традиційне високоточне геометричне нівелювання неефективно, а гідростатичне та гідродинамічне – неможливо. Метод локального геометричного та гідродинамічного нівелювання, що застосовується для визначення кренів висотних споруд, дозволив значно знизити витрати, підвищити точність вимірювань, і він може знайти застосування під час виконання подібних робіт. Запропонований спосіб пройшов апробацію при визначенні крену залізобетонної димової труби при її підробці і показав свою ефективність і точність.

Ключові слова: висотні споруди, локальне нівелювання, крени, геометричне та гідродинамічне нівелювання.

PAVEL SOLOVEJ, ANATOLY PEREVARJUHA, ALINA BELOVA,
EKATERINA RAZMYSLOVA
DETERMINING THE SLOPE OF CHIMNEYS BY LOCAL LEVELING
Donbas national academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. A method for local geometric and hydrodynamic leveling is proposed for determining the heel of chimneys located in difficult conditions of the territory undermined by mines. A method for deriving formulas for the connection between uneven draft and chimney roll is considered in detail. It has been established that when strong points are located at a distance of up to several kilometers from the structure, traditional high-precision geometric leveling is not effective, and hydrostatic and hydrodynamic leveling is impossible. The method of local geometric and hydrodynamic leveling, used to determine the rolls of high-rise structures, has significantly reduced costs, improved the accuracy of measurements and it can find application when performing such work. The proposed method has been tested in determining the roll of a reinforced concrete chimney during its side work and has shown its effectiveness and accuracy.

Key words: high-rise structures, local leveling, rolls, geometric and hydrodynamic leveling.

Соловей Павел Илларионович – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций высотных зданий и сооружений.

Переварюха Анатолий Николаевич – кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций колеблющихся и вращающихся объектов.

Белова Алина Александровна – ассистент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезический мониторинг металлических высотных сооружений башенного типа.

Размыслова Екатерина Дмитриевна – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезический мониторинг деформаций высотных сооружений башенного типа.

Соловей Павло Іларіонович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної геодезії ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій висотних будівель і споруд.

Переварюха Анатолій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент; завідувач кафедри інженерної геодезії ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій коливних і обертових об'єктів.

Белова Аліна Олександрівна – асистент кафедри інженерної геодезії ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: геодезичний моніторинг металевих висотних споруд баштового типу.

Размислова Катерина Дмитрівна – студентка ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: геодезичний моніторинг деформацій висотних споруд баштового типу.

Solovej Pavel – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of high-rise buildings.

Perevarjuha Anatoly – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Head of the Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of varying and rotating objects.

Belova Alina – assistant, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: geodetic monitoring of high-rise metal structures of the tower type.

Razmyslova Ekaterina – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: geodetic monitoring of deformations of high-rise tower structures.