

Визначення крену вежових споруд

Важливим завданням експлуатації вежових споруд є періодичні комплексні інженерно-геодезичні дослідження їх деформацій і в першу чергу кренів, які характеризують сукупну деформацію споруд та ґрунтів. У сучасній геодезичній практиці крен вежових споруд визначають одним з таких способів: високоточного нівелювання, зенітних відстаней, напрямків, малих кутів, вертикального проектування, напрямку з одного пункта, стереофотограмметричним та координат [1,2,3,5,6]. Конкретні умови забудови території, характеристики вежових споруд і вимоги до точності вимагають розробки на базі традиційних способів часткових методик визначення кренів.

Запропоновану в цій статті методику визначення крену вежових споруд розроблено та апробовано при виконанні інженерно-геодезичних досліджень двох димових труб Ладжинської ДРЕС. Труби висотою 250 м побудовано в 1970 р. на відстані 150 м одна від одної. Конструктивно їх виконано з монолітного залізобетону у вигляді зрізаного конуса діаметром 22 м унизу і 5 м угорі. В основу методики покладено спосіб координат, який найбільш ефективний для визначення кренів кількох рядів розміщених високих споруд та знаходження місця можливого їх зламу в умовах ущільненої забудови. При способі координат спостереження виконують з трьох-чотирьох пунктів знімального обґрунтування, за результатами яких визначають дирекційні кути α_i на центри труб різних поясів. Обробка результатів вимірювань, отриманих методом прямої кутової засічки, полягає в обчисленні координат фактичної осі споруди на горизонтах, які спостерігаються.

Виходячи з реальних умов ущільненої забудови території промислового майданчика, що дають змогу отримати значення кутів засічки по всіх напрямках у межах $60-120^\circ$ з пунктів спостереження, що знаходяться на відстані $S_i \leq 2H$, середня квадратична помилка вимірювання горизонтальних кутів прямої кутової засічки становить $m_\beta < 4''$ [3,4,5]. Необхідну точність вимірювання кутів забезпечує теодоліт ТБ-1 при трьох спостереженнях способом кругових прийомів.

Для визначення крену труб ДРЕС способом координат довкола них створили пункти спостережень, які були включені в єдину опорну геодезичну мережу. Метод створення опорної геодезичної мережі вибраний з ураху-

ванням висоти труб, точності визначення крену та щільності забудови території. Опорну геодезичну мережу створювали методами полі-гонометрії та мікротріангуляції. Вимірювання горизонтальних кутів виконувалось теодолітом ТБ-1. Спостереження напрямків виконувалось на марки, що дозволило практично виключити похибки за центрування та редукацію. Сторони полігонометричного ходу, прокладені на рівних асфальтованих ділянках, вимірювались сталевією стрічкою полігонометричного комплекту. Орієнтування початкового напрямку сторони полігонометричного ходу виконано за магнітним азимутом. Урівнювання мікротріангуляції та полігонометричного ходу виконано за загальноприйнятими методиками.

У зв'язку з тим що закріплення візирних марок на трубах потребує значних затрат праці і не дає помітного збільшення точності визначення крену, візування виконувалось по двох дотичних, вибраних на перерізах труб. Середнє значення з напрямків по дотичних брали за напрям на пояс. Спостерігали пояси, що чітко визначені фарбою, а саме: пояси 250, 152 та 61 м. З урахуванням умов забудови кутові засічки виконували на трубу №1 з чотирьох пунктів, а на трубу №2 з трьох пунктів знімального обгрунтування.

Висоти поясів визначались через зенітні відстані на верхні Z_{1c} та нижні Z_{2c} пояси:

$$H_i = S_{1c} \operatorname{ctg} Z_{1c} - S_{2c} \operatorname{ctg} Z_{2c}, \quad (1)$$

де S_{1c} , S_{2c} - горизонтальні відстані від пунктів спостережень до поясів труб.

За результатами кутових вимірювань обчислили азимути напрямків на центри поясів труб.

За відомими координатами пунктів знімального обгрунтування та дирекційними кутами на центри поясів згідно з розрахунковими схемами обчислюємо координати центрів поясів (X_c , Y_c) за формулами

$$X_c = \frac{X_{p1} \operatorname{tg} \alpha_{cp1} - X_2 \operatorname{tg} \alpha_{cp2} + Y_{p2} - Y_{p1}}{\operatorname{tg} \alpha_{p1c} + \operatorname{tg} \alpha_{p2c}}, \quad (2)$$

$$Y_c = Y_{p2} + (X_c - X_{p2}) \operatorname{tg} \alpha_{p2c}, \quad (3)$$

$$Y_c = Y_{p1} + (X_c - X_{p1}) \operatorname{tg} \alpha_{p1c}, \quad (4)$$

де $X_{p1}, X_{p2}, Y_{p1}, Y_{p2}$ - координати пунктів знімального обґрунтування; $\alpha_{p1c}, \alpha_{p2c}, \alpha_{cp1}, \alpha_{cp2}$ - прямі та зворотні дирекційні кути пунктів знімального обґрунтування на центри поясів труб.

Значення координат в умовній системі центрів поясів двох труб Ладжинської ДРЕС, що обчислені за формулами (2-4), зведено в табл. 1.

Таблиця 1. Координати центрів поясів

Пояс	Труба №1		Труба №2	
	X, м	Y, м	X, м	Y, м
Верхній	1039,492	986,070	1124,586	855,076
Середній	1039,442	986,099	1124,589	855,175
Нижній	1039,447	986,106	1124,587	855,175
Підшва	1039,358	986,043	1124,454	855,266

Величини часткових кренів g'_i та їхні дирекційні кути α_i обчислюємо за формулами оберненої геодезичної задачі, використовуючи значення координат центрів поясів, наведені в табл. 1.

$$g'_i = \sqrt{(X_{c_b} - X_{c_h})^2 + (Y_{c_b} - Y_{c_h})^2}, \quad (5)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_i = (Y_{c_b} - Y_{c_h}) / (X_{c_b} - X_{c_h}), \quad (6)$$

де $X_{c_b}, Y_{c_b}, X_{c_h}, Y_{c_h}$ - координати відповідно верхнього та нижнього поясів.

За кінцеве значення крена беруть середнє вагове із значень кренів, визначене з різних пунктів геодезичного обґрунтування:

$$g_i = (g'_{i1} p_{i1} + g'_{i2} p_{i2}) / (p_{i1} + p_{i2}), \quad (7)$$

де p_{i1}, p_{i2} - вага значень абсолютних кренів, які обчислюють за формулами

$$p_{i_1} = \rho^2 \sin^2 \gamma_{i_1} / (S_{1c}^2 + S_{2c}^2), \quad (8)$$

$$p_{i_2} = \rho^2 \sin^2 \gamma_{i_2} / (S_{2c}^2 + S_{3c}^2), \quad (9)$$

де $\gamma_{i_1}, \gamma_{i_2}$ - кути прямої кутової засічки з пунктів знімального обгрунтування; S_{1c}, S_{2c}, S_{3c} - горизонтальні відстані від пунктів спостереження до центра верхнього поясу. Результати обчислення зміщень центрів поясів відносно центру підшов труб наведено в табл. 2.

Таблица 2. Зміщення центрів поясів

Труба	Пояс	Дирекційний кут напрямку крену			Величина повного крену, мм
		градуси	хвилини	секунди	
№ 1	Верхній	11	28	32	136
	Середній	33	41	24	101
	Нижній	35	17	36	109
№2	Верхній	300	57	50	257
	Середній	318	67	48	181
	Нижній	339	14	30	132

Дані табл. 2 свідчать, що повний крен першої труби становить 136 мм, дирекційний кут $11^{\circ}28'32''$, а другої - відповідно 257 мм та $360^{\circ}57'50''$. Ці значення крену не перевищують допустимих для даного класу вежових споруд.

Література

1. Буш В.В., Калугин В.В., Саар А.И. Геодезические работы при строительстве сооружений башенного типа.-М.: Недра, 1995.
2. Зеленский А.М. Об определении крена высоких сооружений башенного типа // Геодезия и картография.-1974.-№ 12.-С.30-33.
3. Пискун В.С. Методика геодезических наблюдений за деформациями сооружений.- М.: Недра, 1980.

4. Полищук Ю.В. Высотные разбивочные работы в строительстве.-К.: Будівельник, 1980.

5. Практическое руководство по геодезическому обеспечению строительства зданий повышенной этажности.-М.: Недра, 1984.

6. Руководство по определению кренов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами.-М.: Стройиздат, 1981.

7. Справочник по инженерной геодезии / Под общ. ред. Н.Г.Видуева.-К.: Вища шк. Головное изд-во, 1978.

Г.С.Ратушняк

Определение крена башенных сооружений

Резюме

Приводится методика определения крена башенных сооружений, которая апробирована при выполнении инженерно-геодезических исследований двух дымовых труб Ладыжинской ГРЭС. Величины частных кренов и их дирекционные углы рассчитаны по формулам обратной геодезической задачи. За конечный результат взято среднее весовое из значений кренов, которые определены с различных пунктов геодезического обоснования.

G.S.Ratushnjak

Definition of tower constructions' list

Summary

Methods of tower constructions' list are adduced. They are approbated by realization of engineering-geodetic investigations of two smoke chimneys on Ladyginskaya hydro-electric power station. The values of quotient lists and their azimuths are calculated with formulas of inverse geodetic sum. Average weight of list values, determined on different points of geodetic framework is assumed as a final result.

Вінницький державний технічний
університет

Надійшла 31.08.93