

ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ДИМАРІВ ДОБРОТВІРСЬКОЇ ТЕС

Ю. Дейнека

Національний університет "Львівська політехніка"

Ключові слова: крен димарів, Добротвірська ТЕЦ.**Постановка проблеми**

На промайданчику Добротвірської ТЕС є декілька інженерних споруд, за технічним станом яких ведуться геодезичні спостереження. Особливе місце займають споруди баштового типу – димарі, забезпечення геодезичного контролю для яких полягає переважно у визначенні їх основної геометричної характеристики – крену (відхилення від вертикалі осі споруди).

У роботі наводяться методика та аналіз результатів геодезичних спостережень за креном чотирьох димарів Добротвірської ТЕС висотою 240, 120, 100 і 100 м. Одержані результати дають підставу зробити необхідні висновки щодо впровадження заходів для підвищення стійкості і, тим самим, безпечної експлуатації димарів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються цієї проблеми

З метою одержання об'єктивних і достовірних результатів сьогодні накопичено великий досвід визначення кренів димарів [3, 6].

На точність спостережень за креном димарів впливають фактори як природного середовища, так і техногенного характеру, а також особливості форми димарів та навантаженість промайданчика. Саме ці обставини спонукають модифікувати наявні та розробляти нові методи і засоби визначення кренів будівель та споруд [1, 4, 7]. Як вказано у нормативних документах, вимоги яких наводяться та аналізуються в літературі [6, 9, 10], допустимі похибки визначення кренів споруд баштового типу не повинні перевищувати $0,0005 H$, де H – висота споруди, що становить, наприклад, 5 см, якщо $H = 100$ м. Майже таку саму точність одержав свого часу і Брайт П.І. [3], посилаючись на чинні тоді нормативні документи. Отже, щодо точності визначення крену димарів необхідно керуватись нормативними документами, зокрема [8].

Детальний аналіз методів і результатів визначення крену димарів наведено в [5].

Виклад основного матеріалу

Взаємне розташування на промайданчику Добротвірської ТЕС димарів і пунктів планової

геодезичної основи, а також інших будівель і споруд спонукало до визначення крену димарів застосувати метод координат, як один із найпоширеніших методів у стислих умовах [7].

Методика визначення крену цим методом [6] полягає у знаходженні координат точок центра низу та верху димаря, за різницями яких обчислюють складові крену

$$Q_x = X_B - X_H; \quad Q_y = Y_B - Y_H, \quad (1)$$

повне значення крену та його напрям (дирекційний кут)

$$Q = \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2}; \quad \operatorname{tg} \alpha_Q = \frac{Q_y}{Q_x}. \quad (2)$$

За різницями координат верхньої точки димаря, знайденими в поточному та початковому циклах спостережень, можна знайти зміну крену за певний проміжок часу, тобто визначити динаміку крену.

Оскільки на димарях, як правило, характерні точки не закріплюють, а точно візувати на центр перерізу в будь-якій частині димарів практично неможливо, то для кожного перерізу візування виконувалось на твірні димарів і з цих двох напрямків обчислювався середній, що збігався з вертикальною віссю димарів, тобто з центром (т. P) кожного перерізу (рис. 1). Горизонтальні кути β і γ вимірювались теодолітом ТНЕО-010В трьома круговими прийомами при двох положеннях візирної труби.

Координати точки, що спостерігається, за цим методом обчислюють за відомими формулами тангенсів

$$X_P = \frac{X_A \cdot \operatorname{tg} \alpha_{AP} - X_B \cdot \operatorname{tg} \alpha_{BP} + Y_B - Y_A}{\operatorname{tg} \alpha_{AP} - \operatorname{tg} \alpha_{BP}}; \quad (3)$$

$$Y_P = (X_P - X_A) \cdot \operatorname{tg} \alpha_{AP} + Y_A, \quad (4)$$

де X_A, Y_A, X_B, Y_B – відомі координати вихідних планових геодезичних пунктів, з яких виконується візування на димар; α_{AP}, α_{BP} – дирекційні кути ліній AP і BP , які обчислюють за відомими дирекційними кутами базисних сторін та кутами β і γ .

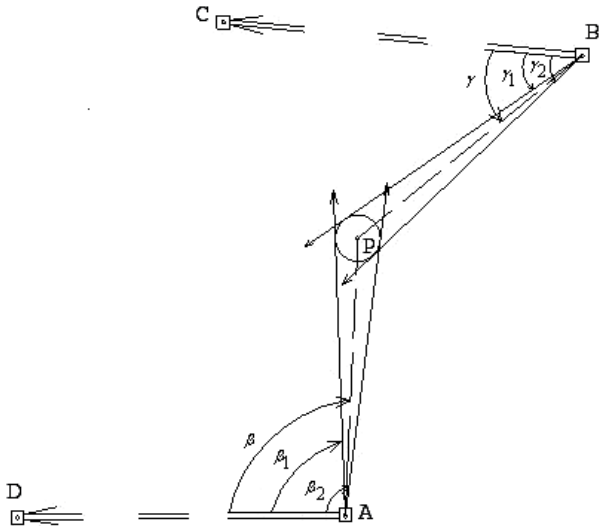


Рис. 1. Схема визначення крену димарів методом координат

Коли один з дирекційних кутів близький до 90° або 270° , застосовувати формули (3) і (4) недоцільно внаслідок великих значень тангенсів. У такому разі застосовують формули котангенсів

$$Y_P = \frac{Y_A \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{AP} - Y_B \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{BP} + X_B - X_A}{\operatorname{ctg} \alpha_{AP} - \operatorname{ctg} \alpha_{BP}}; \quad (5)$$

$$X_P = (Y_P - Y_A) \cdot \operatorname{ctg} \alpha_{AP} + X_A. \quad (6)$$

На проммайданчику ДТЕС як вихідні (т.т. А, В, С, D) використовувались пункти полігонометрії, планове розташування яких контролю-

валось повторним визначенням їх координат. Ці пункти розміщені від димарів на віддалі 500–600 м, тобто на віддалі, не меншій від двох їх висот. Оскільки визначення крену кожного димаря у всіх циклах спостережень виконувалось з одних і тих самих вихідних пунктів, то поправки у виміряні напрямки для приведення їх до центрів перерізів не вводились [2].

Для визначення крену димаря № 4 висотою 240 м виконано 12 чергових і 2 контрольні цикли спостережень. Крен визначався відносно центральної точки нижньої частини димаря для п'яти перерізів, де встановлені кільцеві помосты, розташовані з висотою приблизно через 50 м. П'ятий переріз практично відповідає верху димаря. Оскільки на час виконання початкового циклу спостережень (12.06.1991 р.) було споруджено приблизно 150 м димаря, то крен його визначався тільки для перших трьох перерізів, а починаючи з першого циклу (16.05.1992 р.), – для всіх п'яти перерізів.

У табл. 1 наведено повні значення крену димаря та його напрям для всіх циклів спостережень. В кожному циклі крен знаходили за різницею координат центрів низу та послідовно кожного з п'яти перерізів, тобто фактично визначалось відхилення центра кожного вищого перерізу від вертикальної осі, яка збігається з центром низу димаря. При цьому координати центральної точки низу димаря у всіх циклах звичайно приймали однаковими.

Таблиця 1

Величина крену (Q) та його напрям (α_Q) у димаря № 4 ДТЕС в 1991–2007 роках

№ циклу	Низ – 1-й переріз		Низ – 2-й переріз		Низ – 3-й переріз		Низ – 4-й переріз		Низ – 5-й переріз	
	Q , см	α_Q^0	Q , см	α_Q^0	Q , см	α_Q^0	Q , см	α_Q^0	Q , см	α_Q^0
П–12.06.91	5	337	6	9	6	2	-	-	-	-
I–16.05.92	4	256	4	194	6	219	4	76	6	39
II–01.10.92	3	252	6	225	6	222	1	270	3	259
III–06.04.95	18	137	29	149	37	154	42	153	52	150
K ₁ –21.09.95	20	160	32	164	46	171	51	160	60	162
K ₂ –06.10.95	41	94	45	111	56	113	63	114	70	116
IV–09.04.96	29	151	41	157	54	165	61	158	71	158
V–03.04.97	32	162	45	163	54	167	60	161	66	158
VI–10.04.98	28	157	42	150	57	168	64	165	76	166
VII–22.04.99	24	132	35	172	50	167	57	163	70	165
VIII–05.07.00	27	172	35	164	52	167	58	162	73	165
IX–12.12.01	32	196	42	188	59	188	59	177	69	177
X–28.10.05	30	178	42	175	56	174	62	162	71	172
XI–03.09.07	27	176	40	168	54	169	58	167	68	167
Середнє	28	156	39	160	52	164	58	158	68	160

Результати початкового і перших двох циклів спостережень показують, що димар практично крену не має. Велика різниця напрямку α_Q крену в I та II циклах для 4-го і 5-го перерізів пояснюється тим, що значення координат центральних точок зазначених перерізів у цих циклах мало відрізняються від значень координат центральної точки низу димаря, тобто складові крену не тільки малі за абсолютною величиною, але й можуть змінювати знак на протилежний що, своєю чергою, істотно впливає на зміну величини тангенса кута напрямку.

Із табл. 1 чітко видно, що починаючи з III циклу спостережень, крен димаря різко зростає як з часом, так і з висотою і для кожного з п'яти перерізів набуває відповідно таких значень: 18, 29, 37, 42 і 52 см. Причому, якщо граничну похибку визначення крену розрахувати за формулою $0,0005 H$, то $m_H = 12$ см. Одержане для верхньої точки димаря абсолютне значення крену 52 см відповідає обчисленому за формулою $Q_{від} = Q_{abc}/H$ відносному значенню 0,0022, яке практично дорівнює допустимому значенню 0,0021, отриманому за формулою [8] $Q_{від.дон} = 1/(2H)$.

Оскільки результати спостережень за креном димаря, починаючи з III циклу, дуже відрізняються від результатів попередніх циклів спостережень, то це викликало необхідність детального аналізу. В результаті зроблено припущення, що основними причинами різкого зростання крену димаря є випадкове заповнення водою котловану поблизу димаря на південь від нього під будівництво нового корпусу станції, а також спорудження сіркоочищувальної споруди (сорбера) біля димаря, на південний схід від нього. Тим більше, що саме в цьому напрямі спостерігається крен димаря.

Враховуючи ці обставини, в 1995 р. виконано два контрольні цикли спостережень за креном димаря (див. табл. 1). Крен димаря визначався не тільки способом координат, а для контролю ще й прямою кутовою засічкою, тобто візування на димар виконувалось з усіх чотирьох вихідних пунктів полігонометрії (рис. 1). Разом з цим, крен верхньої точки (5-го перерізу) димаря визначався не тільки відносно низу, але й відносно 1-го перерізу. Такий підхід запроваджено з метою уникнення можливих похибок визначення координат центральних точок і особливо низу димаря.

Ці всі заходи тільки підтвердили одержані в III циклі результати. Більше того, контрольні вимірювання показали, що крен димаря продовжує зростати. Таке зростання крену практично продовжувалось протягом всього 1995 р.

Подальші визначення крену димаря протягом 1996–2007 рр. показали, що крен існує і періодично змінюється: то збільшується, то зменшується, причому на всіх перерізах. Динаміку крену добре видно із даних табл. 1 та рис. 2, на якому показана зміна крену верхньої точки димаря впродовж усіх років спостережень.

Для визначення величини крену та його динаміки для димарів № 1, № 2 і № 3 відповідно висотою 100 м, 100 м і 120 м виконано сім циклів геодезичних спостережень.

Згідно зі схемою спостережень (рис. 1) з вихідних пунктів полігонометрії спостерігались верх та середина зазначених вище димарів, а координати центра їх низу брались із попередніх визначень прокладенням теодолітного ходу по чотирьох діаметрально протилежних точках нижнього перерізу димарів.

Після виконання польових вимірювань та попереднього опрацювання результатів за формулами (1)–(6) обчислено характеристики крену трьох димарів. У табл. 2 ці характеристики наведені для верхньої точки відносно низу, а також відносно середнього перерізу димарів на основі даних спостережень у семи циклах (одного контрольного і шести запланованих в 1994 – 2008 рр.).

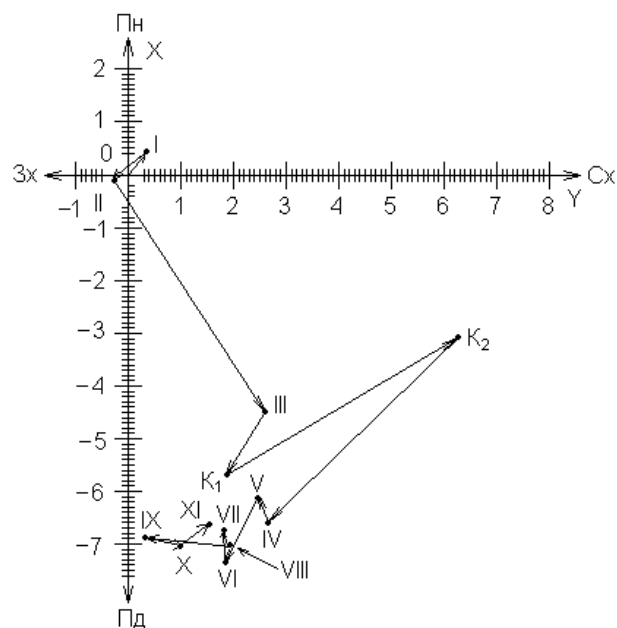


Рис. 2. Графік динаміки крену димаря в 1991–2007 роках

**Величина крену (Q) та його напрям (α_Q) димарів № 1, № 2, № 3 ДТЕС
в 1990–2008 роках**

№ циклу	Номер труби, назва перерізу та характеристики крену					
	димар № 1		димар № 2		димар № 3	
	низ – верх		низ – верх		низ – верх	
	Q, см	α_Q°	Q, см	α_Q°	Q, см	α_Q°
К – 18.10.90	36	148	17	166	34	182
I – 20.06.94	33	140	20	131	35	183
II – 24.09.97	34	142	23	139	37	183
III – 23.04.99	36	138	28	138	40	177
IV – 17.07.01	38	137	30	139	43	175
V – 27.06.03	40	136	31	138	43	172
VI – 23.05.08	40	140	29	139	41	173
Середнє	37	140	25	141	39	178
№ циклу	середина – верх		середина – верх		середина – верх	
	Q, см	α_Q°	Q, см	α_Q°	Q, см	α_Q°
К – 18.10.90	25	138	21	149	19	148
I – 20.06.94	21	137	23	128	22	162
II – 24.09.97	22	141	23	124	23	162
III – 23.04.99	23	140	25	127	23	165
IV – 17.07.01	24	142	26	127	25	166
V – 27.06.03	25	138	26	127	25	171
VI – 23.05.08	24	138	25	130	24	168
Середнє	23	139	24	130	23	163

Із табл. 2 видно, що для всіх димарів простежується тенденція зростання крену.

Висновки

Максимальні абсолютні значення крену димаря висотою 240 м на всіх перерізах відповідно становлять: 32, 45, 59, 64 і 76 см, а середні значення крену та його напрям, починаючи з 1995 р., дорівнюють: 28 см і 156°; 39 см і 160°; 52 см і 164°; 58 см і 158°; 68 см і 160°. З початку 1995 р. крен верхньої точки зріс від 52 до 76 см. Остання величина у відносній мірі становить 0,0032 і перевищує допустиме відносне значення, яке для димаря заввишки 240 м становить 0,0021. Середнє значення дирекційного кута крену на всіх 5 перерізах вказує на те, що димар має нахил на південний схід.

Результати геодезичних спостережень за станом димарів заввишки 100 м, 100 м і 120 м показали, що протягом дев'яти років (від 1994 до 2003 р.) величина крену димарів (верхньої точки відносно низу) зростає: димаря № 1 на 7 см, димаря № 2 на 11 см і димаря № 3 на 8 см.

Зміщення центральної точки верху димарів відносно центральної точки середини димарів підтверджують зроблені вище висновки – вели-

чина крену також зростає приблизно пропорційно до висоти від середини до верху кожного димаря: димаря № 1 на 4 см, димаря № 2 на 3 см і димаря № 3 на 3 см. І лише результати останнього циклу спостережень дещо порушують загальну тенденцію зростання крену димарів № 2 і № 3 – він зменшився на 2 см.

Максимальні абсолютні значення крену димарів № 1 ($H = 100$ м), № 2 ($H = 100$ м) і № 3 ($H = 120$ м) відповідно дорівнюють 40 см, 31 см і 43 см, що у відносній мірі становить 0,004, 0,003 і 0,004. Якщо відносне значення крену димарів № 1 і № 2, що мають висоту 100 м, менше від допустимого значення – 0,005 [9], то для димаря № 3 висотою 120 це значення дорівнює допустимому $1/(120 \times 2) = 0,004$ [9].

Середні значення дирекційного кута крену трьох димарів вказують на те, що всі димарі мають нахил на південний схід.

Геодезичні спостереження за креном всіх чотирьох димарів ДТЕС показують, що стан їх потребує постійної уваги різних технічних служб і, особливо, геодезистів та будівельників – необхідно виконувати візуальний контроль за станом димарів та продовжувати систематичні спостереження за їх креном.

Література

1. Баран П.І., Сушко В.Г., Чорнокінь В.Я., Гречановський В.О., Цветков Л.Й. Датчик вертикалі ДВ-1 // Інженерна геодезія. – 2000. – Вип. 44. – С. 98–100.

2. Баран П.І., Чорнокінь В.Я. До визначення крену веж, шогл та інших просторових споруд з позаосьових станцій спостережень // Інженерна геодезія. – 1998. – Вип. 39. – С. 11–16.

3. Брайт П.И. Геодезические методы измерения деформаций оснований и сооружений. – М.: Недра, 1965. – 298 с.

4. Грузинов В.В., Малковский О.Н., Николаев А.Ф. Определение крена дымовых труб редуцированием направлений на различные пояса // Промышленное строительство. – 1975. – № 7. – С. 41–43.

5. Дейнека Ю. Визначення крену димаря в промислових умовах // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2006. – Вип. 1(11). – С. 74–82.

6. Левчук Г.П., Новак В.Е., Конусов В.Г. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ: Учебник // Под. ред. Г.П. Левчука. – М.: Недра, 1981. – 438 с.

7. Литвин Г.М. Створний метод визначення кренів будівель і споруд при їх реконструкції // Інженерна геодезія. – 2004. – Вип. 50. – С. 120–124.

8. СНиП 2.02.01-83. Основания зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1985. – 41 с.

9. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам // Под. ред.

В.Д. Большакова и Г.П. Левчука. – М.: Недра, 1980. – 781 с.

10. Староверов В.С., Егоров А.И. К обоснованию точности наблюдений за деформациями башенных сооружений на основе физической модели, построенной методом конечных элементов // Інженерна геодезія. – 2000. – Вип. 42. – С. 195–201.

Геодезичний моніторинг димарів Добротвірської ТЕС

Ю. Дейнека

Описано визначення кренів чотирьох димарів Добротвірської ТЕС методом координат, виконано аналіз результатів цих геодезичних спостережень і зроблено відповідні висновки.

Геодезический мониторинг дымовых труб Добротворской ТЭС

Ю. Дейнека

Описаны определения кренов четырёх дымовых труб Добротворской ТЭС методом координат, выполнен анализ результатов этих геодезических наблюдений и сделаны соответствующие выводы.

Geodetic monitoring of funnels of Dobrotvorska HES

Yu. Deyneka

Determinations of tilts of four funnels of Dobrotvorska HES using method of coordinates are described, the analysis of results of these geodetic observations and proper conclusions are made.



11–16 квітня 2010
Сідней, Австралія XXIV FIG

INTERNATIONAL CONGRESS 2010

XXIV КОНГРЕС МІЖНАРОДНОЇ
ФЕДЕРАЦІЇ ГЕОДЕЗИСТІВ (FIG)

Тематика: доповіді, презентації за напрямками роботи всіх десяти комісій FIG (стандартизація, професійна освіта, геопросторові дані, гідрографія, геодезичні вимірювання та позиціонування, інженерна геодезія, кадастр та землевпорядкування, територіальне планування тощо).

Виставка обладнання та програмного забезпечення

Більше інформації на <http://www.fig2010.com>