

some qualification, the last four of coordinates of the entered point is scrapped. It is possible, for example, to accept qualification equal to two possible middle quadratic errors. The numeral example of decision of task is resulted.

Keywords: *transformation of coordinates, gross errors diagnostic, processing observed measurements, method of least squares, gross errors, critical values of residuals, parametric adjustment of observed measurements, recursive adjustment, recurrent adjustment, recursive least squares.*

Надійшла до редакції

20.03.2014

УДК 528.7

О.Є. Куліковська

*д-р техн. наук, доцент, професор кафедри геодезії,
ДВНЗ «Криворізький національний університет»*

РЕЗУЛЬТАТИ ГЕОДЕЗИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ОСІДАННЯМИ СПОРУД ДП «КРИВОРІЗЬКА ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ»

Розглянуто особливості деформаційних процесів котлотурбінного цеху, однієї із споруд технологічного комплексу ДП «Криворізька теплоцентраль», та обґрунтовано потребу в систематичному геодезичному моніторингу стану об'єкта. Дослідження виконано шляхом огляду літературних джерел, лабораторних дослідів, натурних вимірювань, обробки й аналізу їх результатів. Для проведення досліджень закладено спостережну станцію. Визначено можливі причини виникнення вертикальних деформацій інженерних споруд котлотурбінного цеху. Виконано розрахунок точності геодезичних спостережень та наведено методику досліджень. У результаті реалізації трьох циклів спостережень визначено відмітки осадових марок і глибинних реперів. Аналіз спостережень дав змогу виявити характер деформування й осідань котлотурбінного цеху. Отримані дані рекомендується використовувати для складання графіків планово-запобіжних ремонтів досліджуваної споруди.

Ключові слова: *деформації, осідання, інженерні споруди, глибинні репери, осадові марки, геометричне нівелювання, інженерно-геологічні умови, гірничі роботи, висотна геодезична мережа.*

Вступ. Нормальна, безаварійна робота ДП «Криворізька теплоцентраль» залежить від стійкості основних будівель і споруд цього технологічного комплексу. Однак внаслідок конструктивних особливостей, природних умов і діяльності людини інженерні

споруди ДП «Криворізька теплоцентраль» в цілому та їх окремі елементи зазнають різноманітних деформацій. Під постійним тиском маси споруд ґрунти в основі фундаменту поступово ущільнюються (стискаються) через що відбувається зміщення у вертикальній площині або осідання об'єкта. Крім тиску власної маси, осідання споруд викликане й іншими причинами: карстовими і зсувними явищами, зміною рівня ґрунтових вод, роботою важких механізмів, рухом транспорту, сейсмічними явищами і т. п. На особливу увагу заслуговує та обставина, що споруди розміщено в безпосередній близькості від гірничодобувних підприємств, на яких провадиться видобуток рудної маси із застосуванням масових вибухів.

Аналіз останніх досліджень. Починаючи з 1986 р., фахівцями Криворізького гірничорудного інституту (нині – ДВНЗ «Криворізький національний університет») були розпочаті дослідження стійкості основних інженерних споруд Криворізької ТЕЦ [2-5], за допомогою високоточних приладів виконано серію спостережень з визначення відміток осадових марок і глибинних реперів. Протягом 1986–1990 рр. в районній котельні (РК) № 1 і впродовж 1992 – 1994 рр. в РК №5 виконано інструментальні спостереження за деформаціями фундаментів цих об'єктів, які стали складовою частиною планово-запобіжних ремонтів. Згодом через фінансові труднощі підприємства геодезичні спостереження були призупинені і майже двадцять років не виконувалися.

© О.Є. Куліковська, 2014 Відповідно до методичних вказівок [1], на підставі договору між адміністрацією ДП «Криворізька теплоцентраль» та ДВНЗ «Криворізький національний університет» навесні 2013 р. поновлено високоточні геодезичні спостереження за осіданням фундаментів будівель котлотурбінного цеху (КТЦ), районної котельні № 5 та газорозподільного пункту № 1 (ГРП-1) районної котельні № 2. З метою виявлення ділянок, на яких може виникнути перерозподіл навантажень, що призведе до критичних деформацій, здатних вплинути на безпечну роботу підприємства, визначено такі завдання: відновити стаціонарні геодезичні полігони для подальших систематичних геодезичних вимірювань; розробити методику визначення швидкості осідання фундаментів інженерних споруд; підготувати моделі їх переміщення; розробити рекомендації щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій на об'єктах спостереження.

Основна частина. КТЦ розміщено на території Жовтневого району міста Кривий Ріг. На півночі ділянка межує з гірничими відводами ПАТ «Суша Балка», на півдні – з ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (шахта «Батьківщина»), із заходу – з кар'єром «Велика Глеюватка» Центрального ГЗК.

У сейсмічному відношенні ділянка, згідно зі СНиП П-7-81, належить до IV району, а з геологічного погляду – до структури Українського щита. Розташована у південній насувній частині Саксаганського рудного поля, має типову для нього геологічну будову. Ділянка складається з метаморфічних порід криворізької серії та осадових порід кайнозою (рис. 1).

Слід зазначити, що на території КТЦ великих розривних порушень не виявлено. На ділянці спостерігається зминання пластів у складки, ускладнені дрібними тектонічними порушеннями. У результаті гідрогеологічних досліджень з'ясовано, що нині в межах ділянки КТЦ породи висушені завдяки роботі дренажних комплексів. Про це свідчать дані свердління та режимних спостережень, отримані зі свердловин родовища «Велика

Глеюватка»; родовища, які відпрацьовують фахівці КЖРК, до глибини 350 – 500 м виявились безводними [6].

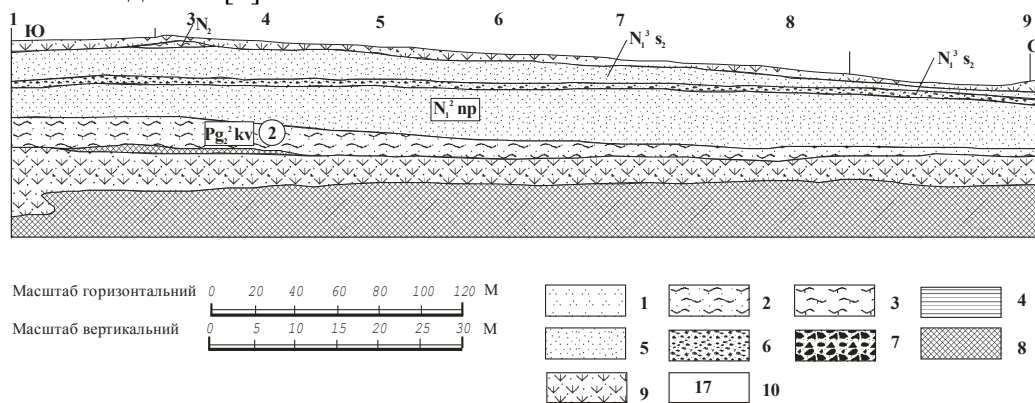


Рис. 1. Геологічний розріз кайнозойських відкладів ділянки КТЦ:

1 – алеврити гравійно-піщаністі; 2 – глини піщаністі; 3 – породи глинисто-піщанисто-карбонатні; 4 – глини окремененні; 5 – піски; 6 – породи піщано-гравійні; 7 – алювіальні відкладення; 8 – породи залізисто-кременистої формації; 9 – задерновані ділянки розрізу; 10 – номери профілів

Система осадових марок і реперів на території інженерних споруд ДП «Криворізька теплоцентраль» була закладена у період післявоєнної відбудови [3]. При цьому застосовано систему висот, основу якої становила будівельна сітка. Пізніше відмітки реперів і марок були узгоджені з державною системою координат, у результаті чого їх позначки почали обчислювати у Балтійській системі висот. Розгляд робіт, раніше виконаних фахівцями виробничо-технічного відділу, засвідчив, що всі вимірювання проводилися нівелірами технічної точності [5]. У зв'язку з цим середні квадратичні похибки визначення висотного положення осадових марок в деяких випадках могли значно перевищувати величини осідань фундаментів будівель і споруд. Отже, результати спостережень були недостатньо достовірні, а самі вимірювання не давали змоги забезпечити точність, пропоновану відповідними інструкціями та рекомендаціями [1; 6].

Відповідно до вимог [1] допустима похибка визначення вертикальних деформацій основ фундаментів інженерних споруд теплоцентралі (ТЦ) дорівнює ± 1 мм. Тоді величина граничної похибки визначення абсолютної відмітки m_H може бути знайдена з виразу

$$m_H \leq \frac{m_{H\text{доп}}}{\sqrt{n}},$$

де $m_{H\text{доп}}$ – допустима похибка визначення вертикальних деформацій в основах фундаментів, мм; n – кількість визначень.

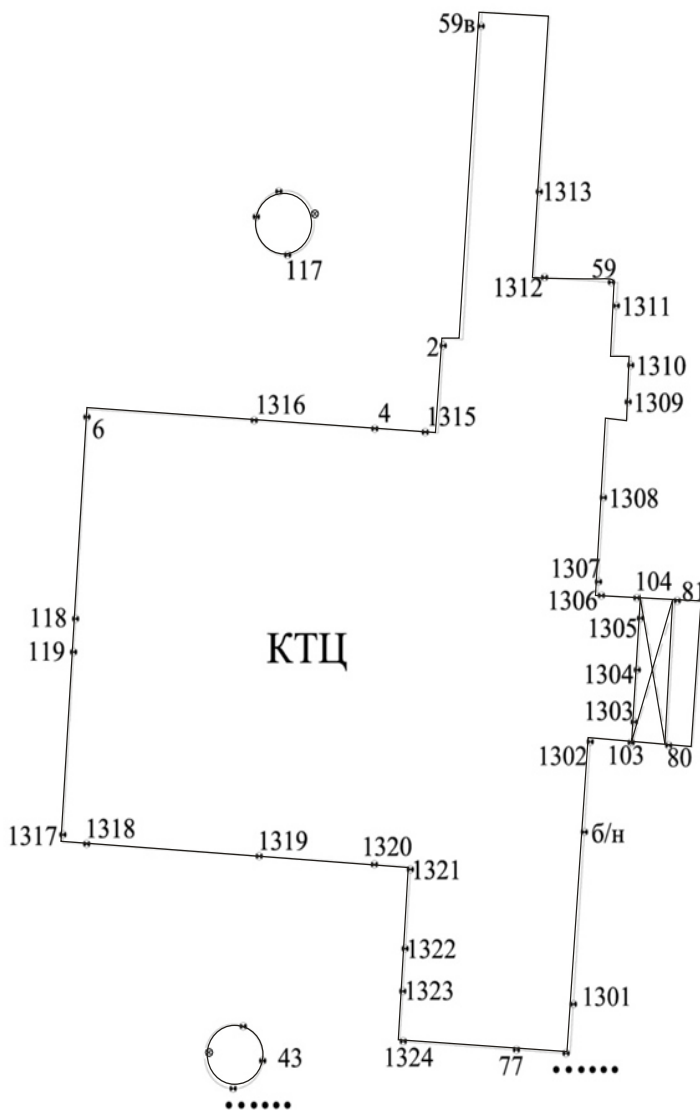


Рис. 2. Розміщення осадових марок на території промислового майданчика КТЦ

відстані 0,3-1,0 м від поверхні землі. Місця їх закладання обрано так, щоб не тільки була можливість вільного підходу до марок, а й вони збігалися з основними осями споруди.

Для забезпечення необхідної точності спостережень за вертикальними деформаціями досліджуваної споруди контролювалася стійкість висотної основи [13-17]. Похибка визначення перевищень у замкнутому полігоні між вихідними глибинними реперами 1, 4, 5 за програмою I класу становила в 1986 – 1987 рр. $\pm 0,40 \dots \pm 0,75$ мм за гранично допустимої $\pm 0,95$ мм [8].

Оскільки зміна висоти реперів між поточним і початковим спостереженнями не перевищує подвійної середньої квадратичної похибки визначення різниці висот, то це свідчить про відносну стабільність реперів висотної основи. Таким чином, можна дійти висновку, що всі реperi основи можуть слугувати вихідною висотною основою під час визначення вертикальних деформацій марок.

У 2013 р. проведено три цикли спостережень за осадовими марками. Перед початком робіт виконано фотозйомку (рис. 3), у місцях виявлення тріщин вирішено закріпити додаткові марки.

Підставивши у наведену формулу значення $m_{\text{Доп}} = \pm 1$ мм і $n = 2$, отримаємо величину граничної похибки нівелювання точки, яка буде дорівнювати $\pm 0,7$ мм.

Розрахунки обґрунтування точності спостережень із застосуванням рекомендацій [7 – 10] дали можливість визначити їх методику та обрати відповідні інструменти, а саме метод високоточного геометричного нівелювання короткими візирними променями [11] за допомогою оптичного нівеліра АТ-G2 [12].

Як засвідчили дослідження 2013 р. на території КТЦ збереглися тільки два куца реперів висотної основи, через що виникла потреба в закладанні додаткових куців реперів. Розміщення осадових марок на території промислового майданчика КТЦ відображено на рис. 2. Осадкові марки являють собою виготовлені з бурової сталі металеві штирі завдовжки 150 – 200 мм, забетоновані у несучих конструкціях споруди на



Рис. 3. Фотоматеріал про наявність рушення фундаменту та конструкцій споруди

У тому ж році закладено репер, який дістав назву «Реп 3 новий». Виконано три цикли високоточного нівелювання між реперами висотного обґрунтування. Обчислення зрівняних відміток вихідних реперів реалізовано у програмному комплексі «Digitals» [18] (таблиця).

Таблиця

Висотні відмітки вихідних реперів на промисловому майданчику КТЦ

Назва репера	Відмітки реперів за циклам, м					
	1	2	3	4	5	6
	1986-1987 рр.			2013 р.		
	Цикл 1	Цикл 2	Цикл 3	Цикл 1	Цикл 2	Цикл 3
	ХІІ, 1986	УІІІ, 1987	ХІ, 1987	26.04.13 р.	16.05.13 р.	25.06.13 р.
1	71,5265	71,5265	71,5265	71,5265	71,5265	71,5265
1	71,6002	71,6003	71,6000	71,6007	71,6008	71,6007
4	73,1828	73,1830	73,1827	знищено		
Реп 3 новий				72,7429	72,7431	72,7430

Гранично допустимі різниці в перевищеннях між глибинними реперами не перевищували для ходу 1-4 – $\pm 0,48$ мм, для ходу 4–Реп 3 новий – $\pm 0,51$ мм, а для ходу Реп 3 новий – 1 $\pm 0,64$ мм. У результаті виконаних спостережень будівлі виявлено, що осідання осадкових марок за період з вересня 1987 р. до червня 2013 р. перебувало у межах від $-0,9$ до $+0,9$ мм, а швидкість осідання становила від $-0,5$ до $+0,4$ мм/міс. При цьому максимальні швидкості вертикальних деформацій, що перевищують граничні, виявлено в районі марок 81, 1324, 77, 7а, 1316 (рис. 4). Однак під час виконання спостережень критичних деформацій і тріщин не зауважено.

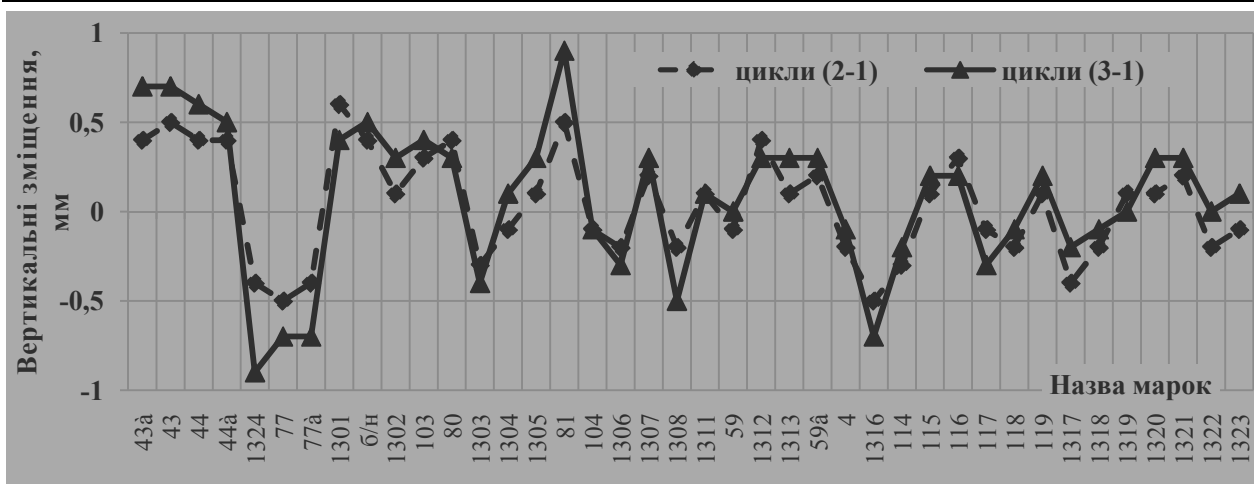


Рис. 4. Вертикальні деформації осадкових марок у фундаменті КТЦ

За обчисленими значеннями вертикальних зміщень створено моделі динаміки вертикальних деформаційних процесів із часом у пакеті «Surfer» (рис. 5). Аналіз контурних карт свідчить про активізацію деформаційних процесів. Вертикальні зміщення мають як додатний знак, так і від'ємний.

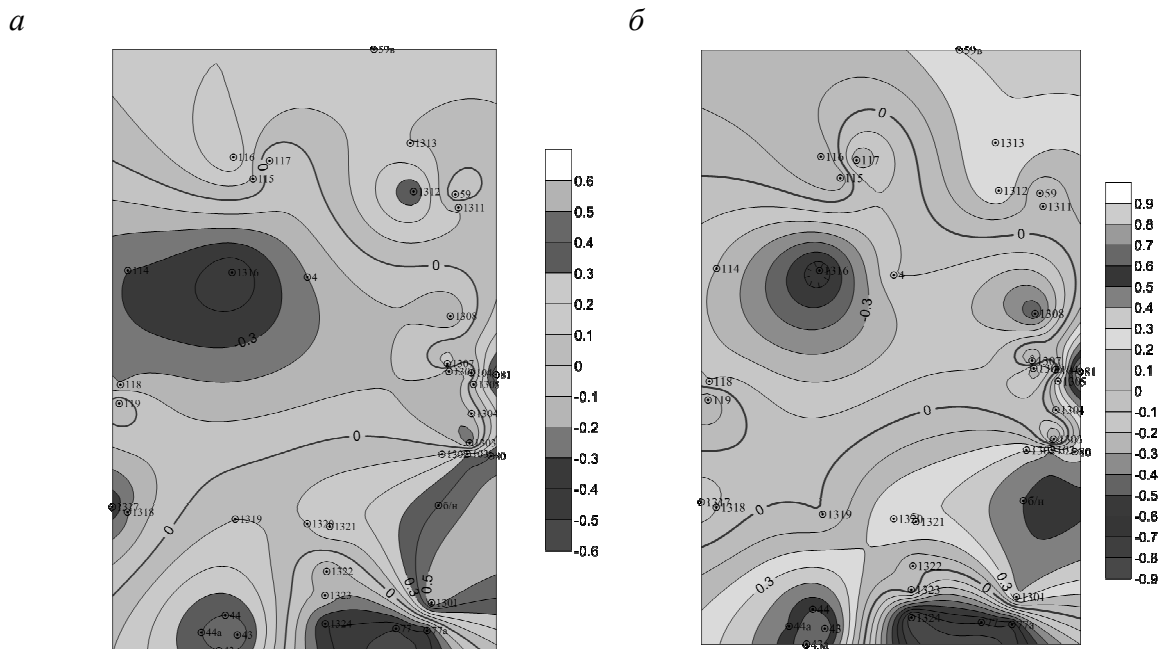


Рис. 5. Контурна карта розвитку вертикальних деформаційних процесів осадкових марок КТЦ у 2013 році: а– цикли 2-1; б– цикли 3-1

Побудова каркасної моделі зміщень шляхом використання можливостей «3DWireframe» із позначенням векторів зміщень (рис. 6), дала змогу більш наочно визначити найнебезпечніші ділянки на об'єкті дослідження; пояснити наявність тріщин як у стінах будови КТЦ, так і на підлозі, всередині споруди.

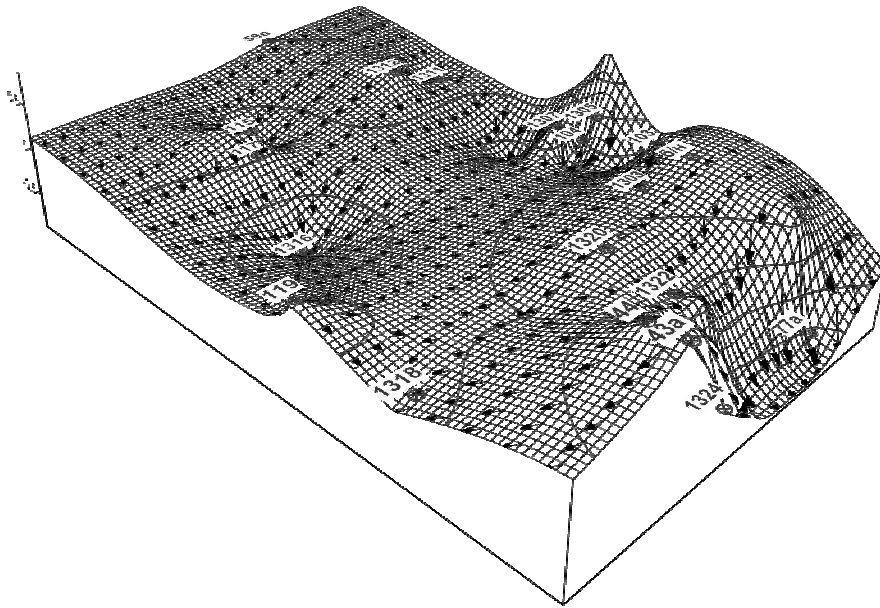


Рис. 6. Каркасна модель зміщень з використанням можливостей «3DWireframe»

Висновки. Одержані значення вертикальних деформацій дали можливість виявити, що деформаційні процеси на промисловому майданчику КТЦ відбуваються досить інтенсивно, через що рекомендується здійснювати моніторингові спостереження раз на півроку. Таким чином, представлена система організації моніторингу за стійкістю інженерного об'єкта дає підстави своєчасно в процесі його експлуатації розробляти заходи для запобігання та усунення неприпустимих для конструкції споруди деформацій, виконувати планово-запобіжні ремонти.

З метою подальших досліджень рекомендується не припиняти робіт з визначення стабільності реперів висотної основи, оскільки період між моментом закладання нових реперів та початком виконання циклів спостережень відповідно до інструкції [14] не перевищує трьох місяців.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Методические указания по наблюдениям за осадками фундаментов, деформациями конструкций зданий и сооружений и режимом грунтовых вод на тепловых и атомных электростанциях.* – М.: Союзэнерго, 1985. – 72 с.
2. *Исследование устойчивости инженерных сооружений Криворожской ТЭЦ им. Ильича [Текст]: отчет НИР (промежуточный);* рук. Сазонов В.А. – № 7–54–86; ГР 01860077781. – Кривой Рог, 1986. – 52 с.
3. *Исследование устойчивости инженерных сооружений Криворожской ТЭЦ им. Ильича [Текст]: отчет НИР (промежуточный);* рук. Сазонов В.А. – № 7–54–86; ГР 01860077781. – Кривой Рог, 1987. – 71 с.
4. *Исследование устойчивости инженерных сооружений Криворожской ТЭЦ им. Ильича [Текст]: отчет НИР (промежуточный);* рук. Сазонов В.А. – № 7–54–86; ГР 01860077781. – Кривой Рог, 1988. – 71 с.

5. *Исследование устойчивости инженерных сооружений Криворожской ТЭЦ им. Ильича* [Текст]: отчет НИР (промежуточный); рук. Сазонов В.А. – № 7–54–86; ГР 01860077781. – Кривой Рог, 1989. – 75 с.
6. *Геодезичні спостереження за осіданнями споруд ДП «Криворізька теплоцентраль»* [Текст]: звітНДР; кер.Куліковська О.Є.– № 9-951-13; ГР 02860057897.– Кривой Рог: КНУ, 2013. – 83 с.
7. *Уставич Г.А.* Геодезические работы при строительстве и эксплуатации крупных энергетических объектов [Текст]: / Г.А. Уставич, Г.Д. Костина. – М.: Недра, 1983. – 132 с.
8. *Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам* [Текст]: справочник / под редакцией Большакова В.Ф., Левчука Г.П. – М.: Недра, 1980. – 781с.
9. *Жуков Б.Н.* Геодезический контроль сооружений и оборудования промышленных предприятий[Текст]: монография. – Новосибирск: СГГА, 2003. – 356 с.
10. *Михелев Д. Ш.* Геодезические измерения при изучении деформаций крупных инженерных сооружений [Текст]: учеб. пособие/ Д. Ш. Михелев, И. В. Рунов, А. И. Голубцов. – М.: Недра, 1977. – 152 с.
11. *Перепечкин А.А.* Об оптимальной длине визирного луча при измерении осадок сооружений [Текст]/ А.А. Перепечкин // Геодезия и картография. – 1976. – № 2. – С. 27–31.
12. *TopconCorporationHeadquarters* [Електронний ресурс].– Режим доступу:<http://www.topcon.ua/>.– 13.11.2014 р. – Загол. з екрана.
13. *Черников В.Ф.* Создание высотной опорной сети для наблюдения за осадками промышленных сооружений [Текст] / В.Ф. Черников // Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. – 1963. – № 3. – С. 37–42.
14. *Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов* [Текст: ГКИНП (ГНТА)-03-010-02].– Изд. офиц. – М.: Недра, 2003. – 136 с.
15. *Геодезические методы исследования деформаций сооружений* [Текст]: учеб. пособ. / А.К. Зайцев, П.В. Марфенко, Д.Ш. Михелев [и др.] – М.: Недра, 1991. – 272 с.
16. *Luccio M.*Theconcreteandtheclay: monitoringlargestructuredeformation [Текст] / M. Luccio // GPSWorld, Vol. 13. – 2002. –№ 8. – Р. 16.
17. *Костецька Я.* Дослідження методів визначення нестабільності висот реперів у нівелірних мережах [Текст] / Я. Костецька, Р. Озімбловський, Н. Турчин // Сучасні досягнення геодезичної науки і техніки. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2011. – №1(121). – С. 121–125.
18. *Программное обеспечение для цифровой картографии и землеустройства* [Электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://www.geosystema.net/digitals/>.– 13.11.2014 г. – Загл. с екрана.

REFERENCES

1. *Metodicheskie ukazaniya po nablyudeniya za osadkami fundamentov, deformatsiyami konstrukcij zdaniy i sooruzhenij i rezhimom gruntovykh vod na teplovykh i atomnykh e'lektrostanciyax* [Guidelines for the control for the foundations, deformations of buildings and structures and the groundwater regime in thermal and nuclear power plants]. (1985). – М.: SoyuzEnergo [in Russia].

2. *Issledovanie ustojchivosti inzhenernyx sooruzhenij Krivorozhskoj TE'C im. Il'icha* [Investigation of the stability of engineering structures Krivoy Rog TPP them. Ilyich]. № 7–54–86; GR 01860077781. (1986). KrivoyRog: KNU[in Ukrainian].
3. *Issledovanie ustojchivosti inzhenernyx sooruzhenij Krivorozhskoj TE'C im. Il'icha* [Investigation of the stability of engineering structures Krivoy Rog TPP them. Ilyich]. № 7–54–86; GR 01860077781. (1987). KrivoyRog: KNU[in Ukrainian].
4. *Issledovanie ustojchivosti inzhenernyx sooruzhenij Krivorozhskoj TE'C im. Il'icha* [Investigation of the stability of engineering structures Krivoy Rog TPP them. Ilyich]. № 7–54–86; GR 01860077781. (1988). KrivoyRog: KNU[in Ukrainian].
5. *Issledovanie ustojchivosti inzhenernyx sooruzhenij Krivorozhskoj TE'C im. Il'icha* [Investigation of the stability of engineering structures Krivoy Rog TPP them. Ilyich]. № 7–54–86; GR 01860077781. (1989). KrivoyRog: KNU[in Ukrainian].
6. *GeodezychnisposterezhennjazaosidannjamysporudDP «Kryvoriz'kateplocentral'»* *Geodezichni sposterezhennyaforosidannyamysporudDP «Krivorizkaheatingplant»*. № 9–951–13 (02860057897). (2013). KryviyRih:KNU [inUkrainian].
7. Ustavich G.A., & Kostin, G.D.(1983). *Geodezicheskie raboty pri stroitelstve i ekspluatatsii krupnyh energeticheskikh obektov* [Geodetic works in the construction and operation of large power plantst]. Moscow: Nedra [in Russia].
8. Bolshakov V.F., Levchuk, G.P. (Eds.). (1980). *Spravochnoe rukovodstvo po ynzhenerno-geodezycheskym rabotam* [Reference engineering and geodetic works]. Moscow: Nedra [in Russia].
9. Zhukov B.N. (2003) *Geodezicheskiy kontrol sooruzheniy i oborudovaniya promyshlennyh predpriyatij* [Geodetic control facilities and equipment of industrial enterprises]. Novosibirsk: SSGA [in Russia].
10. Mikhelev D. Sh. Rounov, I. V., & Golubtov, A. I. (1977). *Geodezicheskie izmereniya pri izuchenii deformatsiy krupnyh inzhenernyh sooruzheniy* [Geodetic measurements in the study of deformations of large engineering structures]. Moscow: Nedra [in Russia].
11. Perepechkin A.A. (1976). Ob optimal'noj dlyne vyzyrnogo luchu pry yzmerenyy osadok sooruzheniy [On the optimal length of the sight line in the measurement of sediment structures].*Geodezyja i kartografyja – Geodesy and Cartography*, 2, 27–31[in Ukrainian].
12. *Sajt kompanii Topcon Corporation Headquarters* [The company's website Topcon Corporation Headquarters].www.topcon.ua/. Retrieved from <http://www.topcon.ua/> [in Ukrainian].
13. Chernikov V.F. (1963). *Sozdanie vysotnoy opornoy seti dlya nablyudeniya za osadkami promyshlennyh sooruzheniy* [Creating a high-rise core network to monitor precipitation industrial structures]. *Izvestiya vuzov. Geodeziya i aerofotosemka – Proceedings of the universities. Surveying and aerial photography*, 3, 37–42 [in Russia].
14. *INSTRUKCIYa po nivelirovaniyu I, II, III i IV klassov* [INSTRUCTIONS for leveling I, II, III and IV classes]. (2003). GKNP (GNTA) –03–010–02. Moscow: Nedra [in Russia].
15. Zaitsev A.K., Marfenko P.V.& Mikhelev D.Sh. (1991). *Geodezicheskie metody issledovaniya deformacij sooruzhenij* [Geodetic methods of research deformation structures]. Moscow: Nedra [in Russia].
16. Luccio M. (2002). The concrete and the clay: monitoring large structure deformation [The concrete and the clay: monitoring large structure deformation]. *GPS World – GPS World*, Vol. 13, 8, 16 [in USA].

17. Kostetska J., Ozimblovsky, R. & Turchin, N. (2011). Doslidzhennya metodiv viznachennya nestabilnosti visota reperiv in nivelirnih trammel [Research methods for the determination of the instability of the heights of the reference points in levelling networks]. *Suchasni dosyagnennya geodezichnoï science i tehniki. – Recent advances in geodetic science and technology*. Lviv: VidavniststvoLvivskoï politehniki, №1 (121), 121–125.

18. *Programmnoe obespechenie dlja cifrovoj kartografii i zemleustrojstva [Software for digital cartography and land management]*. www.geosystema.net/digitals/. Retrieved from <http://www.geosystema.net/digitals/> [in Ukrainian].

О.Е. Куликовская

РЕЗУЛЬТАТЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОСАДКАМИ СООРУЖЕНИЙ ГП «КРИВОРОЖСКАЯ ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ»

Рассмотрены особенности деформационных процессов котлотурбинного цеха, одного из сооружений технологического комплекса ГП «Криворожская теплоцентрaль», и обоснована необходимость систематического геодезического мониторингa состояния объекта. Исследования выполнено путем обзора литературных источников, лабораторных опытов, натурных измерений, обработки и анализа их результатов с использованием современного программного обеспечения. Для проведения исследований заложена наблюдательная станция. Определены возможные причины образования вертикальных деформаций инженерных сооружений котлотурбинного цеха. Выполнен расчет точности геодезических наблюдений и приведена методика исследований. В результате реализации трех циклов наблюдений определены отметки осадочных марок и глубинных реперов.

Полученные значения вертикальных деформаций позволили установить, что деформационные процессы на промышленной площадке котлотурбинного цеха протекают достаточно интенсивно, в связи с чем рекомендуется осуществлять мониторинговые наблюдения один раз в полгода. Представленная система организации мониторинга за устойчивостью инженерного объекта предоставит право своевременно, во время его эксплуатации, разрабатывать меры по предупреждению и устранению недопустимых для конструкции сооружения деформаций, осуществлять плано-предупредительные ремонты. С целью дальнейших исследований, рекомендуется продолжить работы по определению стабильности реперов высотной основы.

Ключевые слова: деформации, оседания, инженерные сооружения, глубинные реперы, осадочные марки, геометрическое нивелирование, инженерно-геологические условия, горные работы, высотная геодезическая сеть.

O.Ye. Kulikovskaya

RESULTS OF GEODETIC OBSERVATIONS OF PRECIPITATION STRUCTURES SE «KRIVOROZHSKAYA TEPLOCENTRAL»

The features of deformation processes and turbine plant, one of the technological complex structures SE «Krivorozhskaya teplocentral» and the necessity of a systematic geodetic monitoring. The studies were conducted by analyzing the literature, laboratory studies, field measurements, process and analyze their results using modern software. For research laid the observation station. The possible causes of the vertical deformation of engineering structures boiler-turbine plant. Made a miscalculation precision geodetic observations and describes a