

РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГУ ДЕФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ КОТЛОТУРБІНОГО ЦЕХУ ДП «КРИВОРІЗЬКА ТЕПЛОЦЕНТРАЛЬ»

Розглянуто особливості розвитку деформаційних процесів котлотурбінного цеху, однієї із споруд технологічного комплексу ДП «Криворізька теплоцентраль», та обґрунтовано необхідність проведення систематичного геодезичного моніторингу. Отримані дані рекомендується використовувати при складанні графіків планово-попереджувальних ремонтів досліджуваної споруди.

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

Рассмотрены особенности развития деформационных процессов котлотурбинного цеха, одного из сооружений технологического комплекса ГП «Криворожская теплоцентраль», и обоснована необходимость проведения систематического геодезического мониторинга. Полученные данные рекомендуется использовать при составлении графиков планово-предупредительных ремонтов исследуемого сооружения.

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

The features of the development of deformation processes turbine plant, one of the technological complex structures SE «Krivorozhskaya heating plant» and the necessity of a systematic geodetic monitoring. The obtained data is recommended to use in the scheduling of preventive maintenance of the test facilities.

Keywords: deformation, subsidence, engineering structures, deep rappers, high-precision geometric levelling, inzhenerno-geological conditions, altitude geodetic network.

Постановка проблеми. Нормальна, безаварійна робота технологічного комплексу ДП «Криворізька теплоцентраль» залежить від стійкості основних будівель і споруд цього комплексу. Однак внаслідок конструктивних особливостей, природних умов і діяльності людини інженерні споруди ДП «Криворізька теплоцентраль» в цілому та їх окремі елементи зазнають різного виду деформації. Під постійним тиском від маси споруд ґрунти в основі їх фундаменту поступово ущільнюються (стискаються) і відбувається зміщення у вертикальній площині або осідання споруди. Крім тиску від 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. Особливої уваги заслуговує та обставина, що споруди розташовані в

безпосередній близькості від гірничодобувних підприємств, на яких проводиться видобуток рудної маси з використанням масових вибухів.

Тому відповідно до вимог методичних вказівок [1], на підставі договору між адміністрацією ДП «Криворізька теплоцентраль» та ДВНР «Криворізький національний університет» навесні 2013 р. продовжено проведення високоточних геодезичних спостережень осідання фундаментів будівель котлотурбінного цеху (КТЦ), районної котельні (РК) № 5 та газорозподільного пункту № 1 (ГРП-1) районної котельні № 2.

Для досягнення поставленої мети щодо встановлення ділянок, на яких може виникнути перерозподіл навантажень, що призведе до критичних деформацій, які вплинуть на безпечну роботу підприємства, визначені наступні задачі: відновити стаціонарні геодезичні полігони для продовження проведення систематичних геодезичних вимірювань; розробити методику визначення швидкостей осідань фундаментів інженерних споруд; підготувати моделі їх переміщення; розробити рекомендації щодо попередження виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах спостереження.

Аналіз останніх досліджень. Починаючи з 1986 року фахівцями Криворізького гірничорудного інституту були розпочаті роботи щодо дослідження стійкості основних інженерних споруд Криворізької ТЕЦ [2-5], стали застосовуватися високоточні прилади, виконана серія спостережень із визначення відміток осадових марок і глибинних реперів. Протягом 1986–1990 рр. на РК № 1 і 1992–1994 рр. на РК №5 виконано інструментальні спостереження за деформаціями фундаментів цих об'єктів, які стали складовою частиною планово-попереджувальних ремонтів. Згодом, у зв'язку з фінансовими труднощами підприємства, геодезичні спостереження були призупинені, і, майже, двадцять років не виконувалися.

Викладення основного матеріалу. КТЦ розташований на території Жовтневого району міста Кривий Ріг. На півночі ділянка межує з гірничими відводами ПАТ «Суха Балка», на півдні – з ПАТ «Криворізький залізорудний комбінат» (ш. «Батьківщина»), із заходу – з кар'єром «Велика Глеюватка» Центрального ГЗК.

У сейсмічному відношенні район ділянки, згідно Сніп П-7-81, відноситься до IV району. У геолого-структурному відношенні має своєрідне положення у структурі Українського щита. Вона розташована у південній насувній частині Саксаганського рудного поля. Його геологічна будова є типовою для даного рудного поля. У будові ділянки беруть участь метаморфічні породи криворізької серії та осадових порід кайнозою (рис. 1).

Слід зазначити, що на території розташування КТЦ великі розривні порушення не встановлені. На цій ділянці спостерігається змінання пластів у складки, що ускладнені дрібними тектонічними порушеннями. У результаті проведених гідрогеологічних досліджень встановлено, що на сьогодні у

межах ділянки КТЦ породи висушені, завдяки працюючим дренавальним комплексам. Про це свідчать дані свердління та режимних спостережень, отриманих по свердловинах родовища «Велика Глеуватка» і родовищ, які відпрацьовуються фахівцями КЖРК, які до глибини 350 – 500 м виявились безводними [6].

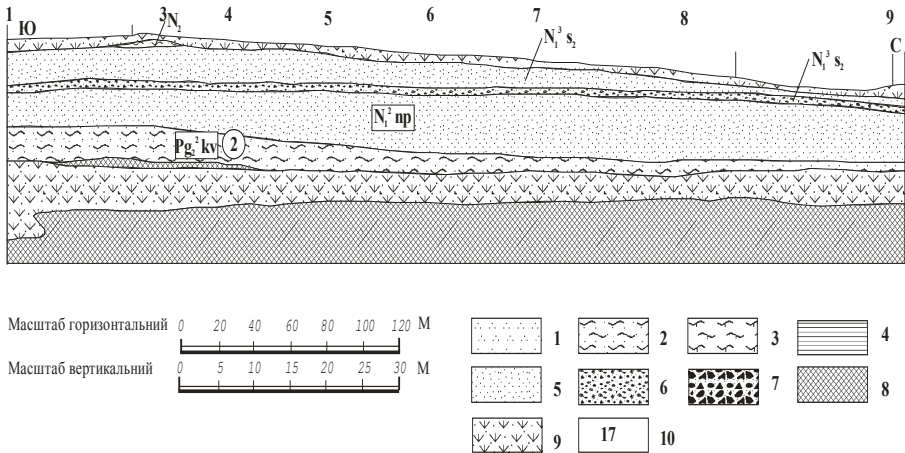


Рис. 1. Геологічний розріз кайнозойських відкладів ділянки КТЦ:
 1 – алеврити гравійно-піщанисті; 2 – глини піщанисті; 3 – породи глинисто-піщанисто-карбонатні; 4 – глини окремененні; 5 – піски; 6 – породи піщано-гравійні; 7 – алювіальні відклади; 8 – породи залізисто-кременистої формації; 9 – задерновані ділянки розрізу; 10 – номера профілів

Існуюча система осадових марок і реперів на території інженерних споруд ДП «Криворізька теплоцентраль» була закладена у період післявоєнної відбудови [3]. При цьому застосовувалася система висот, основою якої була будівельна сітка. Пізніше відмітки реперів і марок було скоординовано з державною системою координат, у результаті чого їх позначки стали обчислюватися у Балтійській системі висот. Розгляд раніше виконаних фахівцями виробничо-технічного відділу робіт показав, що всі вимірювання проводилися нівелірами технічної точності [5]. У зв'язку з цим, середні квадратичні похибки визначення висотного положення осадових марок в окремих випадках могли значно перевищувати величини осідань фундаментів будівель і споруд. Отже, результати спостережень були недостатньо достовірні, а самі вимірювання не дозволяли забезпечити точність, пропоновану до них 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 основ фундаментів, мм; n – кількість визначень. Підставивши у вищезазначену формулу значення ± 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] дозволили визначитися із їх методикою та обрати відповідні інструменти: а саме, застосовувався метод високоточного геометричного нівелювання короткими візирними променями [11] із використанням оптичного нівеліра АТ-G2 [12].

Як показали дослідження 2013 р. на території КТЦ збереглися тільки два куша реперів висотної основи, що викликало необхідність закладки додаткових кушів реперів. Розміщення осадових марок на території промислового майданчика КТЦ відображено на рис. 2. Осадкові марки представляють собою металеві штирі, які виготовлені з бурової сталі завдовжки 150-200 мм, що забетоновані у несучих конструкціях споруди на висоті 0,3-1,0 м від поверхні землі. Місця їх закладки вибиралися таким чином, щоб не тільки забезпечувалась можливість вільного підходу до марок, але і співпадали 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 склала в 1986 – 1987 рр. $\pm 0,40 \dots \pm 0,75$ мм при гранично допустимій $\pm 0,95$ мм [8].

У 2013 р. закладено репер, який отримав назву Реп 3 новий. Виконано 3 цикли високоточного нівелювання між реперами висотного обґрунтування. Обчислення зрівняних відміток вихідних реперів реалізовано у програмному комплексі Digitals [18].

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.

Так як зміна висот 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 зробити висновок про те, що всі

репери основи можуть слугувати вихідною висотною основою під час визначення вертикальних деформацій марок.

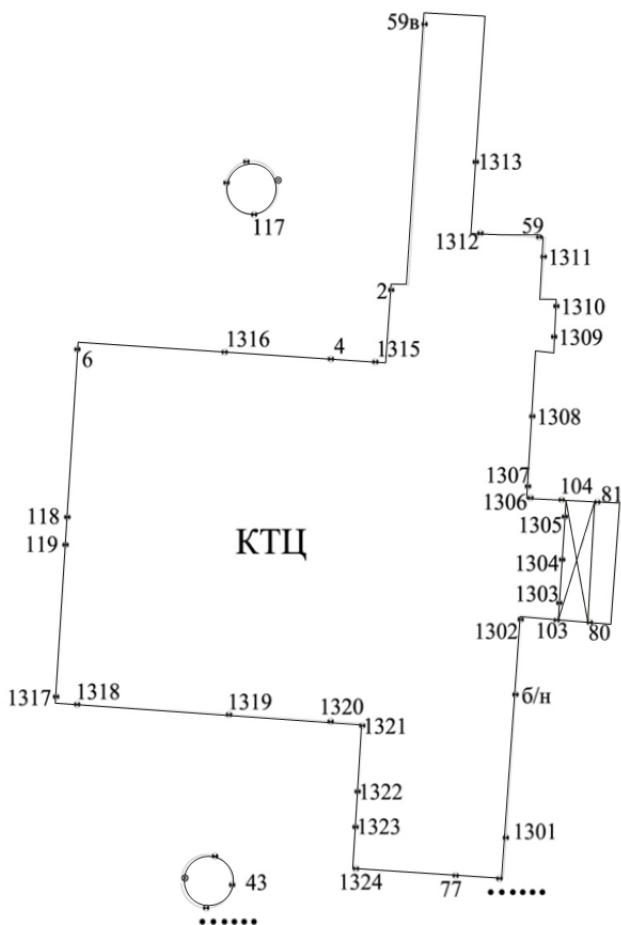


Рис. 2. Розміщення осадкових марок на території промислового майданчика КТЦ

У 2013 р. було проведено три цикли спостережень за осадковими марками. Перед початком робіт виконана фотозйомка (рис. 3), у місцях виявлення тріщин було прийняте рішення про закріплення додаткових марок у таких особливо небезпечних місцях.



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

У результаті виконаних спостережень будівлі встановлено, що осідання осадкових марок за період з вересня 1987 р. по червень 2013 р. перебували у межах від $-0,9$ до $+0,9$ мм, а швидкість осідання складала від $-0,5$ до $+0,4$ мм/міс. При цьому максимальні швидкості вертикальних деформацій, що перевищують граничні, мали місце у районі марок 81, 1324, 77, 7а, 1316 (рис. 4). Однак критичних деформацій і тріщин на момент виконання спостережень відзначено не було.

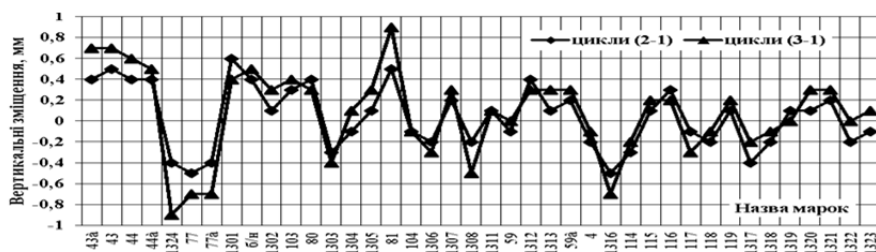
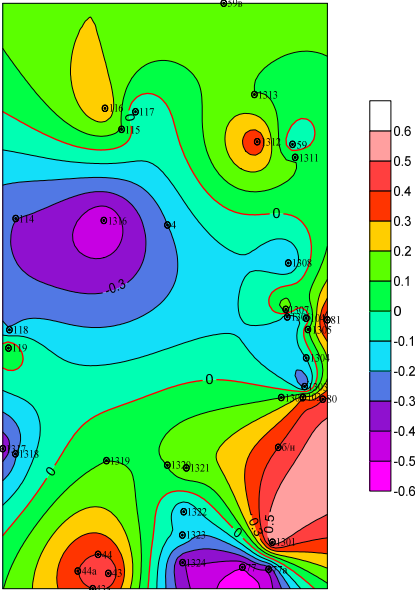


Рис. 4. Вертикальні деформації осадкових марок у фундаменті КТЦ

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

Побудова каркасної моделі зміщень шляхом використання можливостей 3-D Wireframe із нанесенням векторів зміщень, яка представлена на рис. 6, дозволила більш наочно визначити найбільш небезпечні ділянки на об'єкті дослідження; пояснити наявність тріщин як у стінах будови КТЦ, так і на підлозі, всередині споруди.

а)



б)

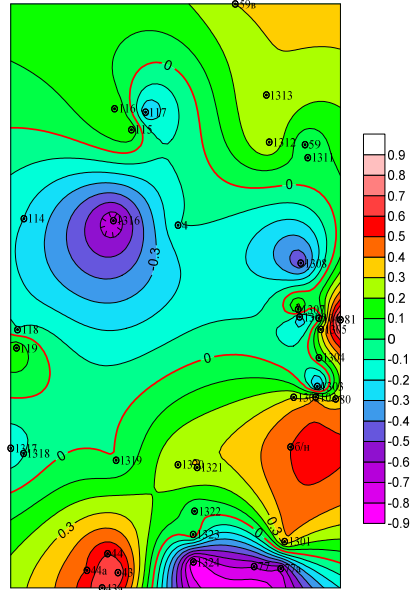


Рис. 5. Контурна карта розвитку вертикальних деформаційних процесів осадових марок КТЦ у 2013 році: а) цикли 2-1; б) цикли 3-1

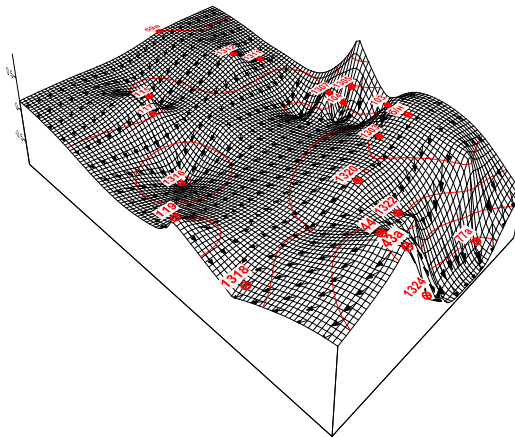


Рис. 6. Каркасна модель зміщень з використанням можливостей 3-D Wireframe

Висновки. Одержані значення вертикальних деформацій дозволили встановити, що деформаційні процеси на промисловому майданчику КТЦ протікають досить інтенсивно, у зв'язку з чим рекомендується здійснювати моніторингові спостереження 1 раз на півроку. Таким чином, представлена система організації моніторингу за стійкістю даного інженерного об'єкту надасть право своєчасно, під час його експлуатації, розробляти заходи щодо попередження та усунення неприпустимих для конструкції споруди деформацій, здійснювати планово-попереджувальні ремонти.

Разом з тим, з метою подальших досліджень, рекомендується також продовжити роботи щодо визначення стабільності реперів висотної основи, так як період між моментом закладання нових реперів та початком виконання циклів спостережень складає менше трьох місяців, як того вимагає Інструкція [14].

Список використаних джерел

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 (промежуточный): отчет НИР // № 7–54–86. – № ГР 01860077781. – Кривой Рог, 1988. – 52 с.

3. Исследование устойчивости инженерных сооружений Криворожской ТЭЦ им. Ильича (промежуточный): отчет НИР // № 7–54–86. – № ГР 01860077781. – Кривой Рог, 1987. – 71 с.

4. Исследование устойчивости инженерных сооружений Криворожской ТЭЦ им. Ильича (промежуточный): отчет НИР // № 7–54–86. – № ГР 01860077781. – Кривой Рог, 1988. – 71 с.

5. Исследование устойчивости инженерных сооружений Криворожской ТЭЦ им. Ильича (промежуточный): отчет НИР // № 7–54–86. – № ГР 01860077781. – Кривой Рог, 1989. – 75 с.

6. Геодезичні спостереження за осіданнями споруд ДП «Криворізька теплоцентраль»: отчет НИР // № 9-951-13. – Кривой Рог: КНУ, 2013. – 83 с.

7. Уставич Г.А. Геодезические работы при строительстве и эксплуатации крупных энергетических объектов // Г.А. Уставич, Г.Д. Костина. – М.: Недра, 1983. – 132 с.

8. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам / под редакцией Большакова В.Ф., Левчука Г.П. – М.: Недра, 1980. – 781с.

9. Жуков Б.Н. Геодезический контроль сооружений и оборудования промышленных предприятий: Монография. – Новосибирск: СГГА, 2003. – 356 с.

10. Михелев Д. Ш. Геодезические измерения при изучении

деформаций крупных инженерных сооружений / 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 / Геодезия и картография. – 1976. – № 2. – С. 27–31.

12. <http://www.topcon.ua/>

13. Черников В.Ф. Создание высотной опорной сети для наблюдения за осадками промышленных сооружений // В.Ф. Черников / Известия вузов. Геодезия и аэрофотосъемка, 1963. – № 3. – С. 37–42.

14. Нивелирование I и II классов. – М.: Недра, 1982. – 264 с.

15. Зайцев А.К. Геодезические методы исследования деформаций сооружений / А.К. Зайцев, П.В. Марфенко, Д.Ш. Михелев и др. – М.: Недра, 1991. – 272 с.

16. Luccio M. The concrete and the clay: monitoring large structure deformation // GPS World, Vol. 13, No. 8. – 2002. – P. 16.

17. Костецька Я. Дослідження методів визначення нестабільності висот реперів у нівелірних мережах / Я. Костецька, Р. Озімбловський, Н. Турчин // Сучасні досягнення геодезичної науки і техніки. – Львів, 2011. – №1(121). – С. 121–125.

18. <http://www.geosystema.net/digitals/>

Рукопис надійшов 16.09.2013 г.

УДК 622.625.28-83

О.Н.Синчук, докт. техн. наук, профессор,

ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

Ф.И.Караманич, председатель правления

«ПАО Криворожский железорудный комбинат»

Э.С.Гузов, канд. техн. наук, доцент, **И.О.Синчук**, канд. техн. наук, доцент,

В.Н.Колотилин, канд. техн. наук, доцент,

ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО И БЕЗОПАСНОГО В ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОВОЗА ДЛЯ РУДНЫХ ШАХТ

В статье приведены результаты исследований по поиску и созданию энергоэффективного и безопасного в эксплуатации электровоза для рудных шахт – контактно-аккумуляторного. Приведен разработанный закон и алгоритм управления тяговым электротехническим комплексом, его структура для данного вида электровоза.

Ключевые слова: энергоэффективность, контактно-аккумуляторный электровоз, электробезопасность, тяговый асинхронный электропривод.