Кафедра інженерної геодезії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до магістерської кваліфікаційної роботи на тему:

Аналіз результатів геодезичних спостережень за деформаціями водозливної греблі

Студент групи ГДІГ-21 Намачинський Назарій Миколайович

Керівник проекту доцент, к.т.н. Заяць О.С.

Консультанти: з економіки та організації геодезичних робіт проф., д.т.н. Церклевич А.Л.

Завідувач кафедри професор, д.т.н. Церклевич А.Л.

“____” _____ 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Інститут __геодезії_____
Кафедра інженерної геодезії_____
Спеціальність 193 Геодезія та землеутрій_____

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Завідувач
кафедри інженерної геодезії
_____Анатолій ЦЕРКЛЕВИЧ_
« __ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу (проект) студента групи ГДІГ-21___**ОКР** ___
_____ Намачинський Назарій Миколайович_____

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи (проекту) Аналіз результатів геодезичних спостережень за деформаціями_____ водозливної греблі_____
(у разі виконання комплексної роботи в дужках вказується "комплексна робота (проект) "

Затверджено наказом по університету від «03_» 11.2024р. № _____

2. Термін подання студентом закінченої роботи (проекту) 02.12.2024_____

3. Вихідні данні для роботи (проекту) 1.Територія об'єкту з Gogle Map; 2.Схеми планово-висотної основи; 3.Результати експериментальних вимірювань _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які належить розробити) Вступ
1. Опис району та об'єкта робіт (Місце проведення інженерно-геодезичних робіт; Фізико-географічна характеристика розміщення дамби; Геологічна та гідрологічна будова; Технічна характеристика об'єкта спостережень; Топографо-геодезична вивченість району) 2. Характеристика планово-висотної геодезичної основи та схеми спостереження за горизонтальними зміщеннями та осіданням водозливної греблі (Планово-висотна геодезична основа в районі греблі Добротвірської ТЕС; Характеристика висотної геодезичної основи та схеми спостереження за осіданнями водозливної греблі; Методика спостережень за горизонтальними зміщеннями водозливної греблі; Методика спостережень та опрацювання осідань водозливної греблі; Обробка результатів спостережень та обчислення осідань марок) 3. Аналіз результатів спостережень за деформаціями водозливної греблі (Аналіз результатів спостережень за осіданнями марок; Дослідження деформаційних процесів водозливної греблі). 4.Організація та економіка геодезичних робіт (Основні етапи організації робіт; Кошторисна частина). Висновки_____

5. Перелік графічного матеріалу

1.Схема планово-висотної основи. _____

2. Таблиці з результатами аналізу визначення осідань та горизонтальних зміщень дамби

3. Графіки відхилення перевищень визначених ЕТ _____

6. Перелік програмних продуктів, які належить використати в процесі розроблення роботи (проекту)

1. Exel , МГ СЕТИ_____

7. Консультування роботи (проекту), із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Завдання видав		Завдання прийняв	
		підпис	дата	підпис	Дата
3	А.Л. Церклевич		16.09.24	16.09.24	

8. Дата, коли видано завдання _____16.09.2024р_____

Керівник _____ Заяць О.С..____
(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____ Намачинський Н. М.._
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи (проекту)	Термін виконання етапів роботи (проекту)	Примітка
1.	Підготовка і написання 1-го розділу	16.09.2024-30.09..2024	
2	Підготовка і написання 2 і 3-го розділу. Виконання обчислень. Проведення аналізу отриманих результатів	01.10.2024-20.11.2024	
3	Підготовка і написання 4-го розділу. Розрахунок кошторисної вартості проведення досліджень	21.11.2024-30.11.2024	
4	Підготовка кінцевої редакції магістерської роботи Оформлення презентації Проходження перевірки на плагіат	01.12.2024-08.12 2024	

Студент _____ Намачинський Н. М.

Керівник _____ __. _ Заяць О.С.
(підпис)

Намачинський Н. М., Заяць О.С. (керівник). Аналіз результатів геодезичних спостережень за деформаціями водозливної греблі. Магістерська кваліфікаційна робота. – Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2024.

Розширена анотація.

Систематичні геодезичні спостереження за деформаціями інженерних споруд мають важливе практичне значення, оскільки отримані в результаті цих спостережень дані, що характеризують технічний стан споруд, дозволяють своєчасно прийняти необхідні заходи щодо усунення причин, які призводять до недопустимих деформацій, і, таким чином, дають можливість для подальшої нормальної експлуатації споруд, а в деяких випадках навіть зберегти споруди від їх зруйнування [1,4,6].

Гідротехнічні споруди займають особливе місце серед об'єктів, за деформаціями яких виконуються геодезичні спостереження. Це обумовлюється технічними труднощами їх проектування та будівництва, що пов'язано з порівняно великими розмірами споруд, різнорідністю грунтів в районі будівництва, а також коливанням тиску на фундамент і споруду в цілому в умовах безпосереднього контакту з водою [2,3,5].

Саме останній фактор обумовлює необхідність виконання в експлуатаційний період геодезичних спостережень в першу чергу за горизонтальними зміщеннями гідротехнічних споруд і особливо водозливної греблі, а також спостережень за її станом у висотному відношенні, тобто за осіданнями.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є огляд методів моніторингових геодезичних спостережень та аналіз отриманих результатів деформацій водозливної греблі водосховища-охолоджувача на прикладі Добротвірської ТЕС (ДТЕС), що наддасть можливість виявити не тільки значення деформацій, але і вжити профілактичних заходів для нормальної експлуатації гідротехнічної споруди.

Об’єктом дослідження є водозливна гребля водосховища-охолоджувача Добротвірської ТЕС (ДТЕС).

Суб’єктом дослідження є аналіз результатів геодезичного моніторингу.

В оглядовій частині наводиться опис району робіт, який включає фізико-географічні умови, геологічну та гідрологічну будову, технічну характеристику об’єкта спостережень і топографо-геодезичну вивченість.

Спостереження за горизонтальними зміщеннями 14-ти контрольних марок, закладених в бетонні блоки водозливної греблі, виконувались комбінованим методом: поєднанням методів мікротріангуляції та створеного [2,4], а спостереження за вертикальними зміщеннями 20-ти марок осідання – методом високоточного геометричного нівелювання за програмою II-го класу [3].

В дослідницькій частині – описуються планова та висотна геодезична основа, створена в районі греблі водосховища, закріплення геодезичної основи та розташування марок. Розглянута методика спостережень за горизонтальними зміщеннями та осіданнями водозливної греблі, виконана обробка результатів спостережень та наводяться у зведених відомостях обчислені значення горизонтальних зміщень для 14-ти контрольних марок в 15-ти циклах спостережень та осідань 20-ти марок для 10-ти циклів спостережень.

Виконані дослідження динаміки горизонтальних зміщень водозливної греблі з метою виявлення причин та закономірностей зміщень греблі. Моделювання динаміки горизонтальних зміщень греблі виконано з використанням рядів Фур’є [7]. В результаті аналізу та дослідження деформацій водозливної греблі зроблено висновок, що гребля знаходиться в такому стані, що реагує на дію факторів зовнішнього середовища і особливо на зміну тиску з боку верхнього б’єфа. Встановлено, що в літній період зміщення марок досягають меншої амплітуди, ніж в зимовий, і тіло греблі нахиляється проти течії, а в зимовий період, навпаки, – за течією ріки. Максимальні зміщення блоків греблі досягають значень 13 мм.

Також в магістерській роботі розглядається організація та економіка геодезичних робіт. В організаційній частині описані геодезичні роботи з точки зору їх організації. В економічній частині складений кошторис на виконання робіт .

В заключній частині магістерської кваліфікаційної роботи наведені основні висновки.

Ключові слова – водозливна гребля, геодезичний моніторинг, горизонтальні зміщення, осідання марок, моделювання зміщень рядами Фур'є

Перелік використаних літературних джерел

1. ГКД 34.03.106-2003. Безпека гідротехнічних споруд і гідромеханічного обладнання електростанцій України. Положення про галузеву систему нагляду. Об'єднання енергетичних підприємств. «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики». Київ.19с.

2. ГКД 34.21.342-2003. Типова технічна програма обстеження гідротехнічних споруд і гідромеханічного обладнання електростанцій. Об'єднання енергетичних підприємств. «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики». Київ. 19с.

3. Сергієнко, М.Т., Буряк, К.О., Поліщук, О.М.,Тіхомірова, Е.С. (2012). Настанова з проведення спостережень за осіданням фундаментів, деформаціями конструкцій будівель і споруд та режимом підземних вод на майданчиках теплових та атомних електростанцій. Київ. 55с.

4. Баран, П. (2012). Інженерна геодезія. К.: ПАТ «ВІПОЛ».

5. ГКД 34.21.542-93. (1999). Гідротехнічні споруди гідроелектростанцій. Інструкція з експлуатації. Науково-інженерний енергосервісний центр. Київ. 25с.

6. СОУ-Н МПЕ 40.1.21.343:2005. Склад і періодичність експлуатаційного контролю за станом ГТС гідравлічних і теплових електростанцій. Методичні вказівки. "ЛьвівОРГРЕС". 24с.

7. Кендалл М.. Стьюарт А. (1976). Многомерный статистический анализ и временные ряды. Москва.

Namachynskyi N.M., Zayats O.S. (supervisor). Analysis of the results of geodetic observations of deformations of the spillway dam. Master's qualification work.– Lviv Polytechnic National University, Lviv, 2024.

Extended abstract.

Systematic geodetic observations of deformations of engineering structures are of great practical importance, since the data obtained as a result of these observations characterizing the technical condition of the structures allow timely taking the necessary measures to eliminate the causes that lead to unacceptable deformations, and thus make it possible to further normalize the operation of the structures, and in some cases even to save the structures from destruction.

Hydraulic structures occupy a special place among the objects whose deformations are monitored by geodetic observations. This is due to the technical difficulties of their design and construction, which is associated with the relatively large size of the structures, the heterogeneity of soils in the construction area, as well as pressure fluctuations on the foundation and the structure as a whole in direct contact with water.

It is the latter factor that necessitates geodetic observations during the operational period, primarily for horizontal displacements of hydraulic structures and especially the spillway dam, as well as observations of its condition in height, i.e., for subsidence.

The purpose of the master's qualification work is to review the methods of monitoring geodetic observations and analyze the results of deformations of the spillway dam of the cooling reservoir on the example of Dobrotvirska TPP (DTES), which will make it possible to identify not only the value of deformations, but also to take preventive measures for the normal operation of the hydraulic structure.

The objects of the study is the spillway dam of the cooling reservoir of Dobrotvirskaya TPP (DTES).

The subject of the study is the analysis of the results of geodetic monitoring.

The overview section provides a description of the work area, which includes physical and geographical conditions, geological and hydrological structure, technical characteristics of the object of observation and topographic and geodetic surveying.

Observations of the horizontal displacements of 14 control marks embedded in the concrete blocks of the spillway dam were performed by a combined method: a combination of microtriangulation [ ] and the created [ ], and observations of the vertical displacements of 20 subsidence marks were performed by the method of high-precision geometric leveling according to the class II program [ ].

The research part describes the plan and elevation geodetic base created in the area of the reservoir dam, the fixing of the geodetic base and the location of the marks. The methodology of observations of horizontal displacements and settlements of the spillway dam is considered, the results of observations are processed and the calculated values of horizontal displacements for 14 control marks in 15 observation cycles and settlements of 20 marks for 10 observation cycles are presented in the summary data.

The dynamics of horizontal displacements of a spillway dam was studied to identify the causes and patterns of dam displacements. The dynamics of horizontal displacements of the dam was modeled using Fourier series. As a result of the analysis and study of the deformations of the spillway dam, it was concluded that the dam is in a state that responds to the action of environmental factors and especially to changes in pressure from the upper side of the reservoir. It was found that in the summer, the displacement of the marks reaches a lower amplitude than in the winter, and the dam body tilts against the current, and in the winter, on the contrary, it tilts upstream. The maximum displacements of the dam blocks reach 13 mm.

The master's thesis also examines the organization and economics of surveying. The organizational part describes the surveying works in terms of their organization. In the economic part, an estimate for the work is made.

The final part of the master's thesis contains the main conclusions.

Keywords: spillway dam, geodetic monitoring, horizontal displacements, sedimentation of marks, modeling of displacements by Fourier series.

References

1. GKD 34.03.106-2003. Safety of hydraulic structures and hydromechanical equipment of power plants of Ukraine. Regulations on the sectoral system of supervision. Association of energy companies. "Sectoral Reserve and Investment Fund for Energy Development". Kyiv. 19p.

2. GKD 34.21.342-2003. Typical technical program of inspection of hydraulic structures and hydromechanical equipment of power plants. Association of energy companies. "Sectoral Reserve and Investment Fund for Energy Development". Kyiv. 19p.

3. Serhiienko, M.T., Buriak, K.O., Polishchuk, O.M.,Tikhomirova, E.S. (2012). Nastanova z provedennia sposterezhen za osidanniam fundamentiv, deformatsiiamy konstruktsii budivel i sporud ta rezhymom pidzemnykh vod na maidanchykakh teplovykh ta atomnykh elektrostantsii. Kyiv.55p.

4. Baran, P. (2012). Engineering geodesy. K.: VIPOL.

5. GKD 34.21.542-93. Hydraulic structures of hydroelectric power plants. Operating instructions. Scientific and Engineering Energy Service Center. Kyiv-1999. 25p.

6. SUS-N IPE 40.1.21.343:2005. Composition and frequency of operational of monitoring the state of GTS of hydraulic and thermal power plants. Methodical instructions. “LvivORGRES. 24c.

7. Kendall M.. Stewart, A. (1976). Multivariate statistical analysis and time series. Moscow.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	12
Розділ 1. Опис району та об'єкта робіт.....	14
1.1. Фізико-географічні опис району робіт.....	14
1.2. Геологічна та гідрологічна будова.....	15
1.3. Технічна характеристика об'єкта спостережень	18
1.4. Топографо-геодезична вивченість району …….....	20
Розділ 2. Характеристика планово-висотної геодезичної основи та схеми спостереження за горизонтальними зміщеннями та осіданням водозливної греблі.....…….....	21
2.1. Планово-висотна геодезична основа в районі греблі Добротвірської ТЕС ....….....	21
2.2.Характеристика висотної геодезичної основи та схеми спостереження за осіданнями водозливної греблі....….....	26
2.3. Закріплення геодезичної основи та розташування марок на об'єкті робіт ……..…	29
2.4. Методика спостережень за горизонтальними зміщеннями водозливної греблі……..	30
2.5.Методика спостережень та опрацювання осідань водозливної греблі……	37
2.5.1. Методика спостережень за осіданням водозливної греблі……	37
2.5.2. Обробка результатів спостережень та обчислення осідань марок……	39
Розділ 3. Аналіз результатів спостережень за деформаціями водозливної греблі…….....	48
3.1. Аналіз результатів спостережень за горизонтальними зміщеннями марок.....	48
3.2. Аналіз результатів спостережень за осіданнями марок ……	49
3.3. Дослідження деформаційних процесів водозливної греблі.....	50
Розділ 4. Економіка та організація геодезичних робіт.....	54
4.1. Структура організації, яка виконує роботи	54

4.2. Основні етапи організації робіт	54
4.3. Організація виконання польових геодезичних робіт ..……..	57
4.4. Організація камеральних робіт.....…….....	62
4.5. Кошторисна частина.....	62
Висновки.....	67
Список літератури.....	69

Вступ

В магістерській кваліфікаційній роботі розглядається методика моніторингових геодезичних спостережень та аналіз отриманих результатів деформацій водозливної греблі водосховища-охолоджувача на прикладі Добротвірської ТЕС (ДТЕС).

Систематичні геодезичні спостереження за деформаціями інженерних споруд мають важливе практичне значення, оскільки отримані в результаті цих спостережень дані, що характеризують технічний стан споруд, дозволяють своєчасно прийняти необхідні заходи щодо усунення причин, які призводять до недопустимих деформацій, і, таким чином, дають можливість для подальшої нормальної експлуатації споруд, а в деяких випадках навіть зберегти споруди від їх зруйнування.

Гідротехнічні споруди займають особливе місце серед об'єктів, за деформаціями яких виконуються геодезичні спостереження. Це обумовлюється технічними труднощами їх проектування та будівництва, що пов'язано з порівняно великими розмірами споруд, різнорідністю грунтів в районі будівництва, а також коливанням тиску на фундамент і споруду в цілому в умовах безпосереднього контакту з водою.

Саме останній фактор обумовлює необхідність виконання в експлуатаційний період геодезичних спостережень в першу чергу за горизонтальними зміщеннями гідротехнічних споруд і особливо водозливної греблі, а також спостережень за її станом у висотному відношенні, тобто за осіданнями.

В магістерській роботі наведені та проаналізовані дані спостережень за горизонтальними та вертикальними зміщеннями водозливної греблі ДТЕС на протязі п'яти років.

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків та списку літератури.

В першому розділі наводиться опис району робіт, який включає фізико-географічні умови, геологічну та гідрологічну будову, технічну характеристику об'єкта спостережень і топографо-геодезичну вивченість.

В другому розділі описуються планова та висотна геодезична основа, створена в районі греблі водосховища,закріплення геодезичної основи та розташування марок. Розглянута методика спостережень за горизонтальними зміщеннями та осіданнями

водозливної греблі, виконується обробка результатів спостережень та наводяться у зведених відомостях обчислені значення горизонтальних зміщень та осідань марок.

Третій розділ присвячений аналізу результатів спостережень за деформаціями водозливної греблі Добротвірської ТЕС.

В четвертому розділі розглядаються питання організації та економіки геодезичних робіт, складений кошторис на виконання робіт.

В кінці магістерської кваліфікаційної роботи подаються основні висновки.

Список літератури містить 14 джерел.

РОЗДІЛ 1. ОПИС РАЙОНУ ТА ОБ'ЄКТА РОБІТ

1.1. Фізико-географічний опис району робіт

Добротвірське водосховище розташоване поблизу селища Добротвір у Львівській області. Водне угіддя створене на річці Західний Буг. Взимку вода тут не замерзає.

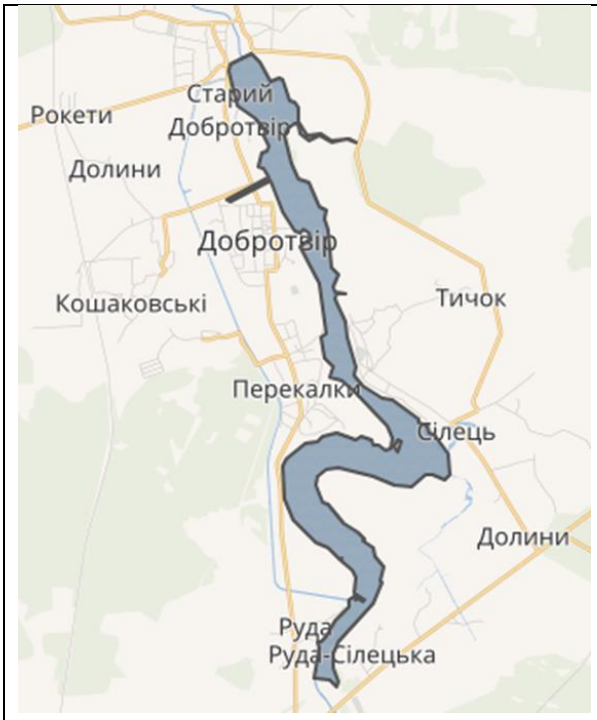

Рис.1.1 Карто-схема розміщення Добротвірського водосховища

Водосховище – штучна водойма (озеро), створена за допомогою греблі з метою регулювання стоку, роботи ГЕС чи з іншої господарської потреби.

Його побудували у 1959 році. Наповнили у 1961 році.

Тип водосховища — руслове. Регулювання стоку — сезонне. Середня глибина — 2,13 м, максимальна — 4 м. Площа — 6,96 км². Об'єм — 14,65 млн м³; корисний об'єм — 12,4 млн м³. Довжина 13 км; найбільша ширина — 0,75 км.

Основним водокористувачем та водоспоживачем є Добротвірська ТЕС, яка використовує акваторію створеного водосховища для охолодження циркуляційної води та інших технологічних потреб.

Рис.1.2 Добротвірське водосховище

В геоморфологічному відношенні Добротвірська ТЕС знаходиться на лівобережній, першій надзаплавній терасі ріки Західний Буг, на віддалі 600 м від неї. Південна частина басейну, де бере свій початок ріка Західний Буг, розташована в системі височин, які є продовженням Кременецьких гір. Система цих височин має дуже розчленований рельєф. Вершини хребтів і окремих пагорбів мають плавні окреслення, округлі, задерновані, але крутизна цих схилів часто досягає 30 градусів. Переважаючі висоти вершин над рівнем моря становлять 300-370 м і лише окремі вершини досягають 400-450 м. Решта частини басейну знаходиться в межах так званої Львівської мульди, рельєф якої порівняно спокійний, представляє собою рівнину з легкими пагорбами, з пологими схилами річкових долин, в наявності також є окремі заболочені низини та озера. Переважаючі висоти над рівнем моря 220-260 м і лише окремі вершини пагорбів досягають 300 м.

Грунти у верхів'ях басейну ріки Західний Буг представлені субпісчаними деградованими чорноземами та лісовидними суглинками, в районі ДТЕС зустрічаються підзолисті піщані грунти. Загальна площа лісистості та заболоченості до замикаючого створу Добротвірської ТЕС налічує відповідно 460 квадратних кілометрів (16% від площі водозабору).

Добротвірська ТЕС входить до складу АТ «ДТЕК ЗАХІДЕНЕРГО», яке є одним з енергогенеруючих об'єднань України, і бере участь в регулюванні частоти та потужності Об'єднаної енергосистеми України. Існуюча частина ДТЕК ДОБРОТВІРСЬКА ТЕС запроектована та побудована в період з 1958 по 1965 р.р. на потужність 700 МВт .

Добротвірська ТЕС розташована у Львівській області в 60 км на північний захід від м. Львова та в 14 км північніше м. Кам'янка-Бузька. В районі ТЕС проходять автомобільні дороги «Львів-Радехів» та с.Старий Добротвір-Великі Мости. В двох кілометрах на північний захід від ТЕС проходить залізнична колія «Львів-Ковель».

1.2. Геологічна та гідрологічна будова

В геологічній будові проммайданчика приймають участь крейдові породи, древньоалювіальні і терасові (аллювіальні) четвертинні утворення.

Алювіальні відкладення першої надзаплавної тераси представлені зверху суглинками, рідше супісками, які переходять на глибині 0,9-3,2 м в дрібнозернисті піски. В деяких випадках піски залягають з поверхні. Потужність шару піску 4,7 - 7,1 м.

Піски підстилаються сірими та голубовато-сірими суглинками, на окремих ділянках супісками, тонкими прошарками та гніздами піску, слабо скріпленими, де-не-де з рослинними залишками, з рідко битим черепашником. Потужність шару 6-8 м.

Древньоаллювіальні відкладення розкриті на глибині 13,5-16,0 м. Вони представлені дрібнозернистими пісками з гравієм. Виявлена потужність піску 0,4-1,6 м.

Крейдові утворення виявлені на глибині 16,4-17,4 м. Вони представлені мергелями, у верхній частині зруйновані до стану пластичної глини, нижче - міцними, тріщиноватими. Потужність виявленого шару 2,6 -8,6 м. Потужність мергелю 300 - 400 м.

Ріка Західний Буг в районі водомірного поста ДТЕС тече в штучно створеному каналі до міста Сокаль, після чого знову тече в природному руслі. Русло ріки майже прямолінійне, шириною в межень 20-30 м, не заростає, береги піщані, висота 0,5-1,0 м, в повінь 4,0-5,0 м, швидкість течії в межень 0,3-0,5 м/с, в повінь досягає 1,0-1,5 м/с.

В період особливо високих весняних і літніх повенів ріка Західний Буг в районі ДТЕС виходить із своїх корінних берегів на заплаву.

Нижче наведена характеристика стоку ріки (табл. 1.1), з якої видно, що найбільш маловодними періодами є VIII, IX, X місяці, коли місячний стік складає не більше 5,5%. В решту місяців, за виключенням весняних III-IV, стік розподіляється порівняно рівномірно і відсотковий його зміст від річного в ці місяці приблизно одного порядку.

Грунтові води мають таку характеристику. Перший водоносний горизонт знаходиться на глибині 1,2-3,6 м (на абсолютних позначках 201,8-204,0 м). Водомісткими породами є дрібнозернисті піски. Відносним водоупором є суглинки сірі і голубовато сірі, пластичні. Живлення цього водоносного горизонту відбувається в основному за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Спостереження за режимом грунтових вод дозволили встановити пряму залежність між коливанням рівня грунтових вод і коливанням рівня води в річці Західний Буг.

Таблиця 1.1. Характеристика стоку ріки

Місяці	Стік, $м^3/с$	% від річного стоку
I	11,1	7,9
II	12,2	8,8
III	24,9	17,7
IV	23,4	16,6
V	10,2	7,2
VI	9,8	7,0
VII	9,3	6,6
VIII	7,8	5,5
IX	5,2	3,7
X	6,1	4,3
XI	9,5	6,7
XII	11,3	8,0
За рік	140,8	100,0

Другий водоносний горизонт виявлений на глибині 14,6-16,0 м в надмергельних дрібнозернистих пісках, з гравієм, відсотковий зміст якого до низу зростає. Перші та другі водоносні горизонти роз’єднані між собою суглинистою слабоводопровідною товщею.

Другий водоносний горизонт володіє напірними властивостями. Величина натиску досягає 8-10 м. Відносним водоупором для другого водоносного горизонту є мергелі, зруйновані до стану пластичної глини.

Живлення другого водоносного горизонту відбувається внаслідок в основному мергельного водоносного горизонту і частково внаслідок інфільтрації з першого водоносного горизонту.

Грунтові води першого водоносного горизонту за хімічним складом відносяться до гідрокарбонатнокальцієвих і по відношенню до всіх марок бетону не агресивні.

1.3. Технічна характеристика об'єкта спостережень

Гребля водосховища-охолоджувача Добротвірської ТЕС відноситься до земляних. Технічні характеристики земляної греблі з залізобетонним водозливом такі.

Тип греблі: земляна глуха.

Матеріал: супіски, суглинки.

Грунти підвалини: лівобережної греблі – супіски, суглинки; правобережної – суглинки, дрібнозернисті піски.

Тиск води на греблю:

- нормальний – 10 м;
- максимальний – 10,5 м, тобто гребля відноситься до низьких.

На рис. 1.3 і 1.4 показана конструкція елементів греблі ДТЕС.

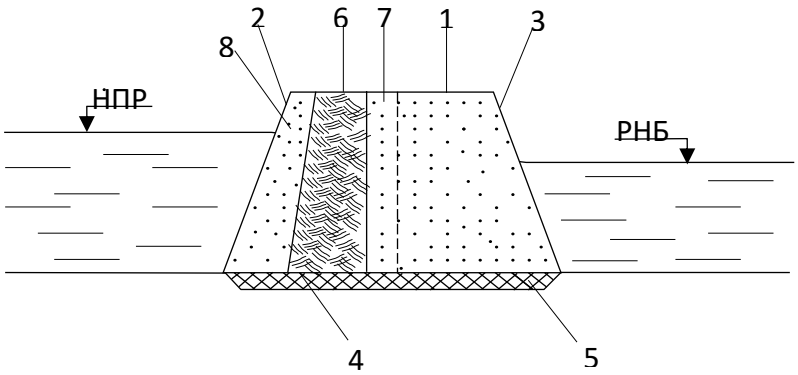

Рис. 1.3. Конструкція елементів греблі:
1 – гребінь; 2 – нижній відкіс; 3 – верхній відкіс; 4 – підошва;
5 – флютбет; 6 – екран; 7 – перехідна зона; 8 – захисний шар

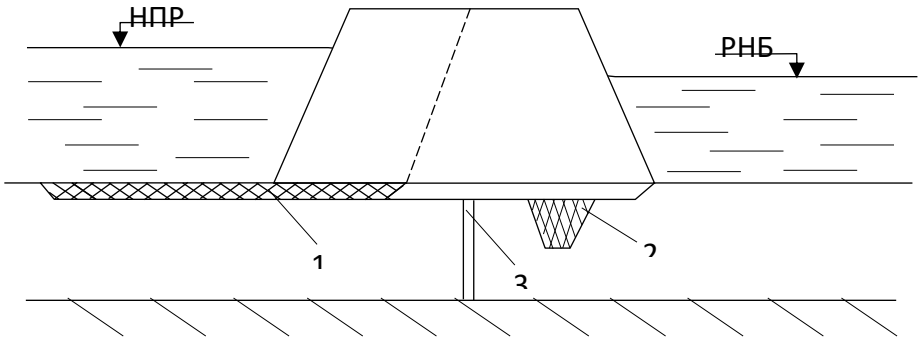

Рис. 1.4. Конструкція елементів греблі:
1 – понур; 2 – зуб; 3– діафрагма

Сумарна пропускна здатність залізобетонної водозливної греблі 551 м^3/с.

Перевищення гребеня над нормальним проектним рівнем (НПР) 2,5 м.

Основні розміри:

- довжина лівобережної греблі 452,0 м;
- довжина правобережної греблі 378,0 м;
- ширина по гребеню 10,0 м;
- ширина по основі 40,0 - 80,0 м;
- висота в створі русла 13,0 м;
- висота в заплавній частині 5,0 - 6,0 м;
- загальна довжина греблі з водозливом 881,0 м;
- позначка гребеня 204,5 м;
- закладення відкосів:

верхнього від гребеня до позначки 201,0 м 1:3;

нижче 1:4;

нижнього 1:2,5.

На гребені греблі побудована автодорога шириною 6,0 м з бетонним покриттям.

Тип земляної греблі прийнятий з екраном із суглинків з навантаженням на нього зі сторони напірного відкосу дрібнозернистим піском. Верхній відкіс греблі в межах коливання рівня води та впливу хвиль закріплений бетонними плитами на гравійній підвалині. Нижній відкіс по всій висоті закріплений

дерном. На позначці 199,0 м зведена дренажна призма. Від позначки 199,0 м до 201,0 м по нижньому відкосу укладений трьохшаровий фільтр.

Залізобетонний водозбір греблі розташований у лівій заплаві ріки. Водозлив практичного профілю з вертикальною передньою гранню. Грунти підвалини: суглинки, крупнозернисті піски, мергелі. Матеріал водозливу: бетон, залізобетон, сталь.

Флютбет греблі товщиною 5,0 м має з верхнього та нижнього б'єфів зуб глибиною 2,0 м. Довжина бетонного флютбета греблі 34,0 м. Для забезпечення статистичної стійкості греблі, а також для попередження фільтраційних деформацій в піщаних грунтах підвалини підземний контур розвинуто за рахунок глиняного понура довжиною 15 м і металевого шпунта, встановленого у верхній зоні фундаменту. Понур закріплений бетонними плитами на гравійній підвалині.

Під флютбетом греблі укладено зворотний фільтр.

Бики греблі розрізні, товщиною 3,5 м з ріжучою гранню зі сторони верхнього б'єфа і відсічною циліндричною поверхнею зі сторони нижнього б'єфа.

1.4. Топографо-геодезична вивченість району

Для проектування Добротвірської ТЕС були проведені такі геодезичні роботи.

Для визначення в першому наближенні межі затоплення та об'єму водосховища була створена топографічна карта річної долини в масштабі 1:25000 з перерізом рельєфу горизонталями через 2 м.

Для вибору оптимального створу та розміщення споруд були складені плани в масштабах 1:2000 і 1:5000 з перерізом рельєфу горизонталями через 0,5-1,0 м та створено детальний профіль на ділянці ріки, що досліджується, в горизонтальному масштабі 1:25000.

Для проектування ДТЕС, греблі, скидних, підвідних і відвідних каналів, насосних станцій, золошлаковідвалів, забудови селища виконувалось топографічне знімання в масштабах 1:5000 і 1:1000 з перерізом рельєфу через 0,5 і 1,0 м.

Для нівелювання рівня води в ріці, передачі висот на водомірні пости, гідрологічних вишукувань, прив'язок інженерно-геологічних виробіток виконувалось магістральне нівелювання III класу.

Для планового обґрунтування та геодезичного забезпечення будівельно-монтажних робіт на промисловому майданчику ДТЕС в свій час була створена будівельна сітка.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАНОВО-ВИСОТНОЇ ГЕОДЕЗИЧНОЇ ОСНОВИ ТА СХЕМИ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ГОРИЗОНТАЛЬНИМИ ЗМІЩЕННЯМИ ТА ОСІДАННЯМ ВОДОЗЛИВНОЇ ГРЕБЛІ

2.1. Планово-висотна геодезична основа в районі греблі Добротвірської ТЕС

Під час вимірювання деформацій гідротехнічних споруд найбільш відповідальними є спостереження за їх зсувами (горизонтальними зміщеннями). Загальна схема цих спостережень може бути представлена таким чином.

В районі забудови створюється тріангуляційна мережа, яка є основою для спостережень. В цю мережу включені кінцеві точки створу, розміщеного на споруді, яка досліджується.

Положення проміжних точок створу відносно кінцевих визначається створними спостереженнями. В залежності від конкретних умов і характеру споруди під час вимірювання горизонтальних зміщень можуть зустрічатись такі випадки їх визначення.

1. Зміщення точок споруди визначається по створу, кінцеві точки якого надійно закріплені; в цьому випадку потреба в загальній мережі тріангуляції відпадає; за кінцевими точками створу можна організувати спостереження з малих локальних геодезичних побудов, в яких за цими точками можна спостерігати по всіх трьох осях координат: продовжені створи, групові знаки, обернені виски тощо (рис. 2.1).

2. Зміщення точок визначається по створу, кінцеві точки якого включаються в тріангуляційну мережу; створ розташовується на верхніх гранях споруд (рис. 2.2).

3. Зміщення точок визначається по створу, розміщеному в потерні (оглядовій галереї, розташованій при фундаменті споруди); координати кінцевих точок створу зверху споруди визначаються з тріангуляції і зносяться в потерну висками або іншими геодезичними методами (рис. 2.3); інколи в цьому випадку з тріангуляції можливе визначення лише допоміжних точок, від яких виконується координування кінцевих точок створу та винесення їх в потерну.

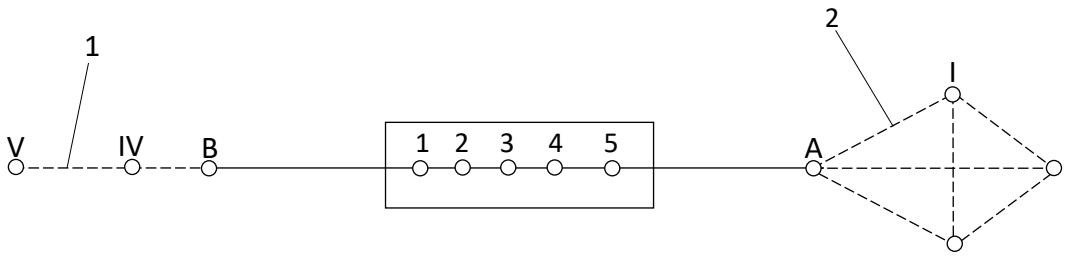

Рис. 2.1. Схема визначення горизонтальних зміщень:
1 – продовжений створ; 2 – груповий знак
(Випадок перший)

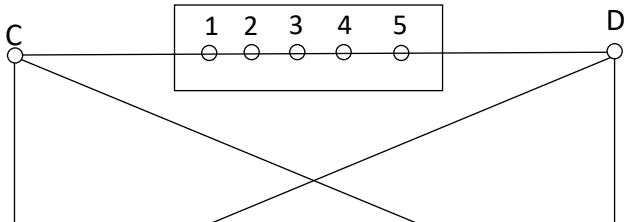

Рис. 2.2. Схема визначення горизонтальних зміщень
(Випадок другий)

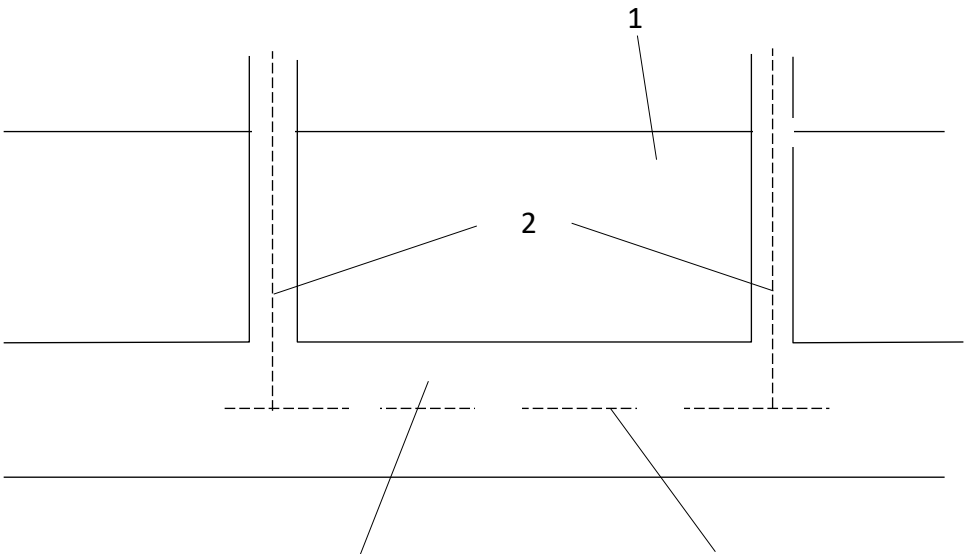

Рис. 2.3. Схема визначення горизонтальних зміщень:
1 – теплоелектростанція;2 – висок; 3 – потерна; 4 – створ
(Випадок третій)

4. Зміщення точок споруд, де важко задати створи (наприклад, арочні греблі), визначаються переважно тріангуляцією (рис. 2.4).

Спостережні (опорні) планові пункти розташовуються поза спорудою по можливості в стійких місцях [11]. Для контролю ці пункти орієнтують по стійкій основі, в кожному циклі спостережень перевіряють стійкість спостережних пунктів. Якщо при цьому виявиться, що їх положення змінилось на величину, більшу за допустиму помилку їх визначення, то у виміряні зміщення вводять відповідні поправки.

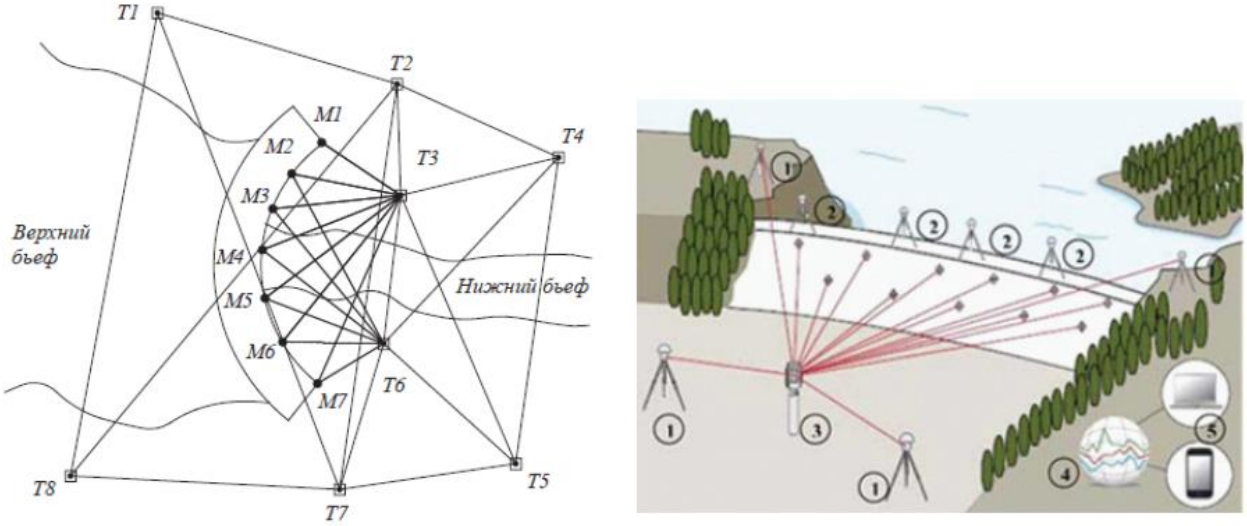

Рис. 2.4. Схема визначення горизонтальних зміщень
(Випадок четвертий)

Для спостереження за горизонтальними зміщеннями водозливної греблі водосховища ДТЕС в бетонній частині її закладено 14 контрольних марок – в кожному блоці по дві марки, які розташовані близько температурно-осадових швів.

Особливість спостережень полягає в тому, що оскільки пряма видимість між створними пунктами I і II відсутня, то зафіксовано два створи: на правій частині греблі створ задається створними пунктами I та I *а* і відносно нього визначаються нестворності контрольних марок 1^{H}, 1, 2, 2^{H}, 3, 3^{H}, 4, а на лівій частині – створними пунктами II та II *а* і відносно нього визначаються нестворності контрольних марок 8^{H}, 8, 7^{H}, 7, 6^{H}, 6, 5.

На рис. 2.5 наведена схема спостережень за горизонтальними зміщеннями контрольних марок, закладених в бетонні блоки греблі. Це схема так званого комбінованого методу, який є найбільш доцільним для даного об’єкта.

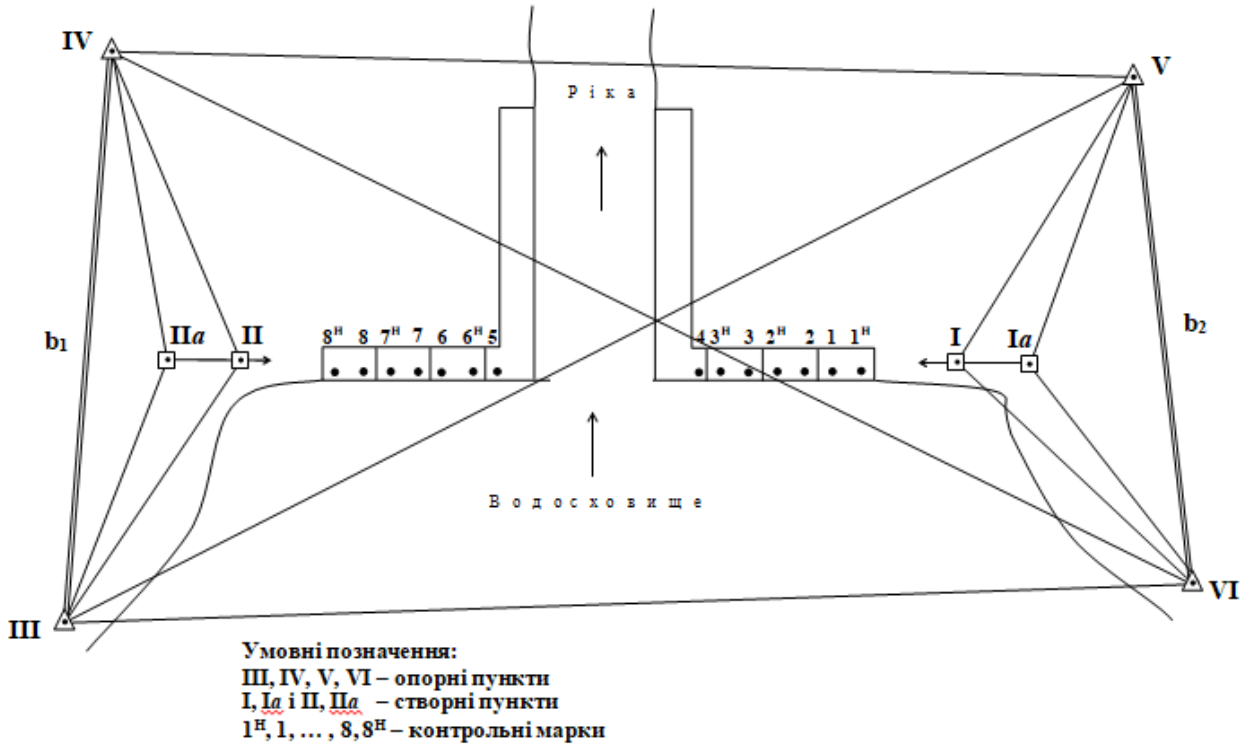

Рис. 2.5. Схема спостережень за горизонтальними зміщеннями водозливної греблі Добротвірської ТЕС

Умовні позначення:
III, IV, V, VI – опорні пункти обґрунтування; I, I*a* і II, II*a* – створні пункти; $1^{н}$, 1, … , 8, $8^{н}$ – контрольні марки

Сутність методу полягає в наступному [11]: відхилення від створу (нестворності) контрольних марок визначаються створним методом зі створних пунктів, що фіксують створ; можливі зміщення створних пунктів визначаються методом мікротріангуляції; накінець, повне зміщення контрольної марки визначається графо-аналітичним методом [1].

2.2. Характеристика висотної геодезичної основи та схеми спостереження за осіданнями водозливної греблі

Згідно з вимогами [12] опорна висотна мережа складається з глибинних або фундаментальних реперів, які закладаються в стійкі грунти за межами можливої лійки осідання, і робочих реперів в нижньому б'єфі греблі, закладених в бетон на доступних поверхнях і в галереях споруди. Вихідні репери розташовують переважно на відстані 1-2 км від греблі і тому вони можуть опинитися в області, на яку поширюється осідання від маси греблі і води водосховища. Для контролю положення вихідних реперів доцільно закласти додаткові репери на такій віддалі від греблі, яка забезпечує отримання заданої точності вимірювання осідання.

Точність вимірювання осідання характеризується середньою квадратичною похибкою і в залежності від допустимої величини цієї похибки призначається клас геометричного нівелювання.

Осідання греблі на скельній підвалині повинно визначатись з середньою квадратичною похибкою ± 1,0 мм. Цій точності відповідає нівелювання I-го класу. Осідання греблі на нескельній підвалині повинно визначатись з середньою квадратичною похибкою, яка не перевищує ± 2,0 мм, якій відповідає нівелювання II-го класу.

Гребля Добротвірської ТЕС належить до греблі другого типу – на нескельній основі. Для спостереження за її осіданнями створена висотна мережа, схема якої наведена на рис. 2.6.

Мережа закріплена чотирма вихідними реперами (III, IV – на лівому березі та V, VI – на правому березі), які розташовані поза зоною

розповсюдження можливого впливу маси води у водосховищі. Як робочі репери використовувались створні пункти I, I*a*, II і II*a*. Визначались осідання 20-ти марок: 14-ти контрольних марок, закладених в бетонній частині греблі, 4-ох марок осідання (С9,С10,С11,С12), закладених в земляній її частині, а також 2-ох марок осідання (δ1 і δ2), які розташовані на крайніх биках греблі.

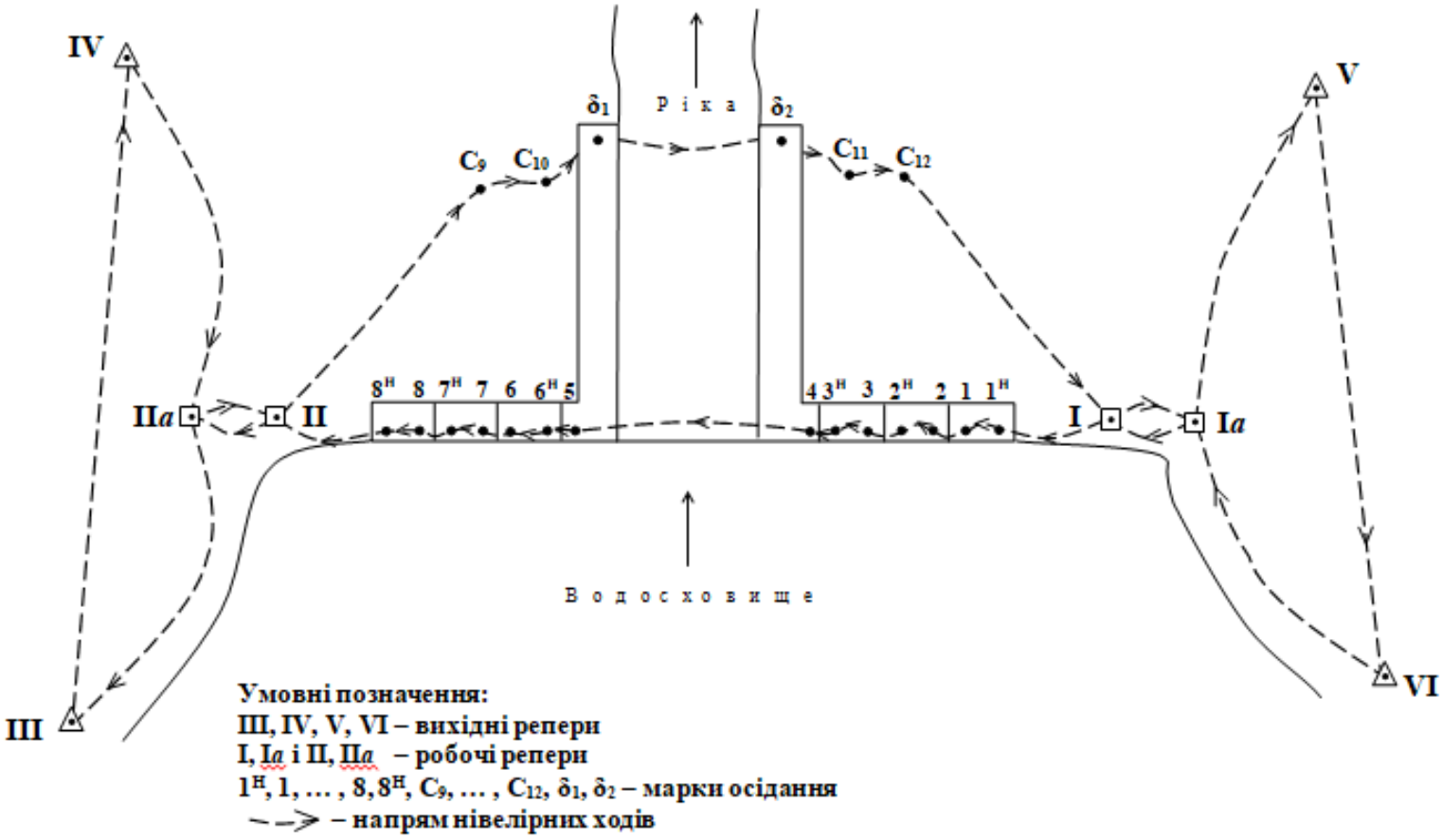

Рис. 2.6. Схема спостереження за осіданнями водозливної греблі Добротвірської ТЕС

Умовні позначення:
III, IV, V, VI - вихідні репери; I, I*a*, II, II*a*, 1^{H}, 1,… $8,8^{H}$, C, … , C, δ_1, δ_2 – марки осідання;

– – – → – напрямок нівелірних ходів

2.3. Закріплення геодезичної основи та розташування марок на об’єкті робіт

На Добротвірській ТЕС в якості центрів знаків I - VI використовувались конструкції типу 3 г.р., а пунктів I*а* і II*а* – конструкції типу 3 г.р.-а (рис. 2.7). На пунктах I *а* і II *а*, як і на марках $1^{н}$,1,2,$2^{н}$, …, $7,7^{н}$,$8,8^{н}$, було передбачено примусове центрування.

Кожна контрольна марка, що спостерігається, представляє собою забетоновану в тіло греблі круглу в розрізі бронзову болванку, яка у верхній частині має різьбу з таким кроком, щоб можна було нагвинтити трегер.

На контрольні марки $1^{н}$,1,2,$2^{н}$, …, $7,7^{н}$,$8,8^{н}$ почергово встановлювалась спеціально сконструйована нерухома марка, по якій за допомогою теодоліта брались відліки по лінії перетину марки зі створом. Нерухома марка представляє собою горизонтально розташовану лінійку з інварною смужкою. Лінійка закріплювалась до вертикальної стійки, яка встановлювалась в трегер. Трегер нагвинчувався на верхню частину контрольної марки.

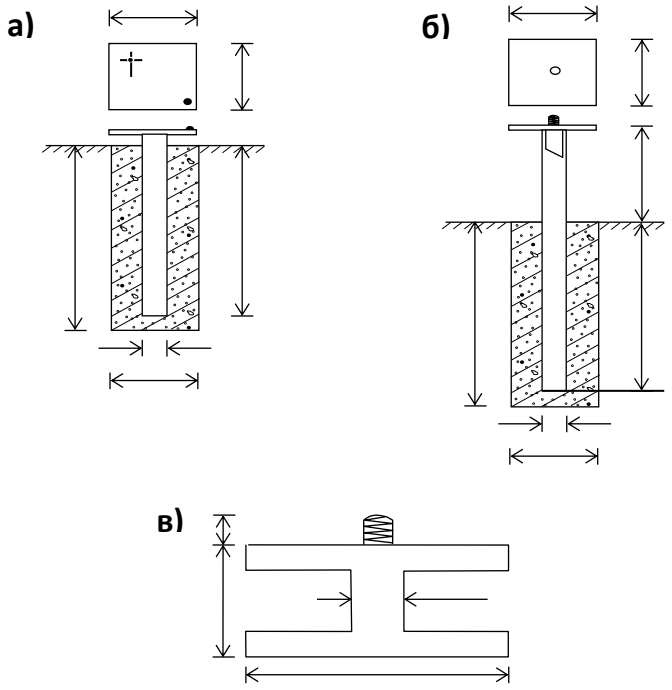

Рис. 2.7. Типи знаків (розміри наведені в мм):
а) центр типу 3 г.р.; б) центр типу 3 г.р.-а; в) марка осідання (створний знак)

Інварна смужка має дві шкали (основну і додаткову) з ціною поділки 5 мм. Відліки по інварній смужці брали з точністю 0,5 мм.

Згідно з [11] при розташуванні контрольних марок і марок осідання рекомендується виконувати такі вимоги.

Марки осідання закладають на гребені греблі, на нижньому відкосі через 15-30 м по висоті. Один створ марок розташовують в нижньому б'єфі на віддалі 10-30 м від греблі (для визначення зміщення грунту).

Контрольні марки розташовують створами. При висоті греблі до 50 м влаштовують лише створ на гребені, а при більшій висоті також на нижньому відкосі (через 30-50 м по висоті). Контрольні марки розташовують на тих місцях, що і марки осідання, суміщаючи їх.

Деформаційні марки на греблі водосховища Добротвірської ТЕС закладені по гребеню греблі як з боку верхнього, так і з боку нижнього б'єфів, в земляній частині греблі і в бетонній, а також на крайніх биках греблі З боку верхнього б'єфа розташовані марки 1^{H}, 1, … , 8, 8^{H}, які утворюють два створи. Ці марки використовувались і для вимірювання горизонтальних поперечних зміщень, і для вимірювання осідань.

В земляній частині греблі в нижньому б'єфі закладені марки C_9, C_{10}, C_{11}, C_{12}. В нижньому б'єфі на крайніх биках закладені марки δ_1 і δ_2 використовувались лише для визначення осідань греблі.

Таким чином, під час геодезичних вимірювань враховувались можливі зміщення як водозливної греблі, так і її земляної частини (в районі водозливної греблі), причому як в плані, так і з висотою.

2.4. Методика спостережень за горизонтальними зміщеннями водозливної греблі

Горизонтальні зміщення греблі зумовлені гідростатичним навантаженням, температурними змінами і нерівномірним осіданням. Під дією гідростатичного навантаження може мати місце зміщення греблі в бік нижнього б'єфа разом з деякою його зоною, а також згин греблі в бік нижнього б'єфа.

Наслідком нерівномірного осідання є крен греблі з нахилом горизонтальних розрізів секцій в цей бік і на цей же кут (різкий поворот).

Зміна температури бетону греблі супроводжується деформаціями подовження і вкорочення, які змінюють розміри елементів греблі (стовпів, секцій) і які викликають їх взаємні зміщення (розкриття міжстовпових і міжсекційних швів). Крім цього температурні зміни викликають вигин тіла греблі, який з часом приймає сезонний характер, відповідно до чого вигнута вісь греблі знаходиться в стані постійної зміни.

Горизонтальні зміщення, окрім зворотної складової, яка також входить в її стійку частину. Останнє виникає під час наповнення водосховища до рівня "мертвого об'єму" і внаслідок збільшення пластичних деформацій бетону та порід підвалини. З часом це збільшення зупиняється, і наступні коливання горизонтальних зміщень набирають на довший час зворотний стійкий характер.

Для визначення горизонтальних зміщень контрольних марок 1^{H}, 1, ... , 8, 8^{H}, закладених в бетонні блоки водозливної греблі, спочатку контролювали планове положення створних пунктів I*а*, I та II*а*, II. З цією метою в районі водозливної греблі створена мережа мікротріангуляції у вигляді геодезичного чотирикутника, в яку входять опорні пункти III, IV, V, VI (рис. 2.5). В цій мережі вимірювались усі кути та два базиси III - IV, V – VI. Кути вимірювались електронним тахеометром Leica TC403L способом кругових прийомів. Довжини базисів також визначались електронним тахеометром Leica TC403L. Отже в геодезичному чотирикутнику (рис. 2.8) на пунктах III, IV, V, VI виміряні всі напрямки та базиси b1 і b2. Обчислені значення кутів наведені в табл. 2.1. Базис b1 = 729,486 м; базис b2 = 650,452 м.

Вирівнювання геодезичного чотирикутника виконувалося в програмному забезпечені МГ СЕТІ. Координати пунктів мережі визначались в умовній системі. Для цього координати пункту III прийняті такими: XIII = 0,000 м; YIII = = 0,000 м, а дирекційний кут сторони III-IV $\alpha_{вих} = 0^{o}00'00''$ (рис. 2.8). З вихідних пунктів III і IV визначалось планове положення створних

пунктів II і IIа, а з пунктів V і VI – планове положення створних пунктів I і Iа за результатами вимірювання всіх кутів у відповідних трикутниках (див. рис. 2.5).

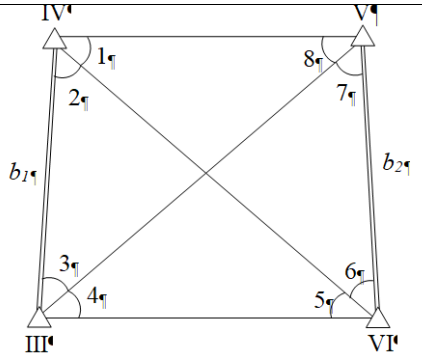

Рис.2.8. Схема геодезичного чотирикутника

Таблиця 2.1. Обчислені значення кутів

Кут	Значення	Кут	Значення
1	29029′43,2″	5	33 49 00,2
2	61 01 26,4	6	51 51 51,3
3	54 35 47,7	7	63 45 02,8
4	30 34 40,9	8	34 53 52,0

Основною метою спостережень в плановій мережі є визначення стабільності положення створних пунктів I, Iа та II, IIа. Для цього необхідно знайти координати цих пунктів. Для визначення координат пунктів I, Iа та II, IIа у відповідних трикутниках (див. рис.2.5) вимірювались всі елементи – три кути і три сторони. Так, наприклад, для визначення координат пункту IIа в трикутнику III-IV-IIа (рис. 2.9) були виміряні кути і сторони, значення яких наведені нижче.

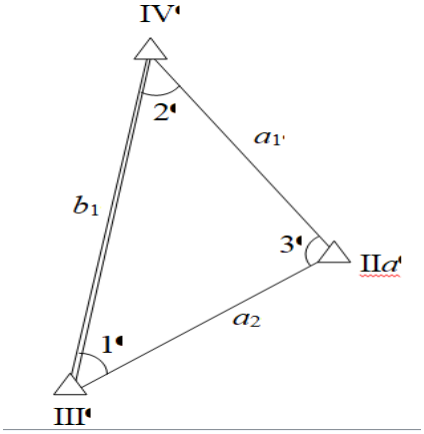

Рис. 2.9 Схема визначення координат пункту IIа

$\angle 1 = 44^0 42'35,7''$;	b_1 = 729,486 м;
$\angle 2 = 49\ 42\ 10,7$;	a_1 = 558,086 м;
$\angle 3 = 85\ 36\ 02,4$;	a_2 = 514,769 м;
$\alpha_{III\text{-}IV} = 0^0 00'00,00''$	

Вирівнювання трикутника III-IV-IIа.

Кут	Значення
1	$44^0 42'35,7''$

2	49 42 10,7
3	85 36 02,4
Σ	180 00 48,8
W	+48,8

Таблиця 2.2. Розв'язування трикутника

№ кутів β	$\beta_{вим}$	V	$\beta_{випр}$	Довжини сторін S, м
1	$44^0 42' 35,7''$	+12,17	$44^0 42' 47,87''$	514,769
2	49 42 10,7	+19,48	49 42 30,18	558,086
3	85 36 02,4	-80,45	85 34 41,95	729,486
Σ	180 00 48,8	-48,80	180 00 00,00	
W	+48,8			

Таблиця 2.3. Визначення координат пункту II*a*

№№ пунктів По-значення	1.III	1.IV
	2.II*a*	
$\alpha_{вих}$	$0^0 00' 00,00''$	$180^0 00' 00,00''$
$\pm\beta$	+44 42 47,87	-49 42 30,18
$\alpha_{1.2}$	+44 42 47,87	130 17 29,82
S	558,086	514,769
X_1	0,000	729,486
Y_1	0,000	0,000
X_2	396,596	396,596
Y_2	392,647	392,647

Аналогічно були вирівняні інші три трикутники та одержані координати точок: II, I, Ia. Якщо координати чотирьох точок (IIa, II, I і Ia), отримані нами в останньому 87-му циклі (табл. 2.4), порівняти з координатами попереднього 86-го циклу, зробленого раніше (табл. 2.5), то побачимо, що суттєвих змін в плановому положенні точок немає, а це значить, що точки IIa, II і Ia, I в плановому положенні не зміщуються.

Таблиця 2.4. Координати створних пунктів в 87-му циклі спостережень

X_{IIa} = 396,596 м Y_{IIa} = 392,647 м	X_{II} = 396,565 м Y_{II} = 419,273 м	X_{I} = 396,613 м Y_{I} = 628,146 м	X_{Ia} = 396,682 м Y_{Ia} = 664,724 м

Таблиця 2.5. Координати створних пунктів в 86-му циклі спостережень

X_{IIa} = 396,589 м Y_{IIa} = 392,652 м	X_{II} = 396,569 м Y_{II} = 419,267 м	X_{I} = 396,618 м Y_{I} = 628,140 м	X_{Ia} = 396,687 м Y_{Ia} = 664,718 м

В результаті періодичних спостережень мікротріангуляції та порівняння між собою координат створних пунктів IIа, II та I, Ia, одержаних в попередніх циклах спостережень, встановлено, що всі ці пункти практично не змінюють своє планове положення. Тому точність визначення горизонтальних зміщень контрольних марок в основному залежить від точності виконання створних вимірювань. Методикою робіт передбачалось спочатку визначити відхилення від створу, тобто нестворність кожної контрольної марки у відповідному циклі спостережень. Таким чином, для всіх контрольних марок в кожному циклі вимірювань одержані відліки (в мм), значення яких характеризують відхилення кожної марки від створу (нестворність).

За період від 2000 р. до 2004 р. виконано 15 циклів спостережень (від 73-го циклу до 87-го циклу). Значення нестворностей (в мм), одержані в цих циклах, наведені у відомості результатів нестворностей контрольних марок (табл. 2.6).

Оскільки внаслідок примусового центрування нерухома марка в кожному циклі вимірювань встановлювалась над відповідною маркою завжди в одне і те ж положення, то різниця відліків, зроблених по марці в двох суміжних циклах, дає значення горизонтального зміщення контрольної марки за час, що пройшов між цими циклами. В табл. 2.7 наведені значення горизонтальних зміщень кожної контрольної марки, які знайдені відносно положення цих марок в 2-му

циклі спостережень 03.10.1984р., а для нових марок – в 19-му циклі 15.09.1986 р.

Таблиця 2.6 Відомість результатів нестворностей контрольних марок (мм)

Цикл, № дата марки	2 03.10. 1984	19 15.09. 1986	73 16.03. 2000	74 15.06. 2000	75 07.09. 2000	76 26.04. 2001	77 20.06. 2001	78 11.10. 2001
1^{H}	*	8,5	8,5	6,5	8,0	8,0	8,0	8,0
1	25,0	* *	24,0	24,0	25,0	24,0	24,0	25,0
2	33,5	* *	31,0	30,5	31,0	30,0	31,0	30,5
2^{H}	*	11,0	10,0	8,5	10,0	7,0	10,0	9,5
3	29,0	* *	28,0	28,5	29,0	26,0	28,0	27,5
3^{H}	*	30,5	29,5	26,5	28,0	26,5	29,0	30,0
4	58,5	* *	58,0	55,0	57,5	55,0	59,0	57,0
5	-5,5	* *	4,0	3,5	4,0	5,0	2,0	3,0
6^{H}	*	-17,0	-15,5	-16,0	-16,0	-16,0	-16,0	-15,5
6	31,5	* *	39,5	39,0	40,0	38,5	38,5	39,5
7	16,5	* *	20,0	20,5	21,0	20,5	20,5	21,5
7^{H}	*	6,0	8,0	6,0	8,5	7,0	7,0	7,5
8	-31,5	* *	-26,0	-27,0	-26,0	-25,0	-28,0	-27,0
8^{H}	*	2,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0

Цикл, № дата марки	79 29.03 2002	80 11.06. 2002	81 28.10. 2002	82 26.04. 2003	83 19.06. 2003	84 26.09. 2003	85 22.03. 2004	86 17.06. 2004	87 06.09. 2004
1^{H}	8,0	9,0	10,0	6,5	8,0	9,0	9,0	9,0	9,0
1	25,0	24,5	24,0	25,0	24,0	25,0	24,5	24,5	25,0
2	31,0	32,5	32,0	30,0	30,0	32,0	32,0	32,5	32,0
2^{H}	7,5	9,5	11,0	6,5	9,0	10,0	11,0	11,5	10,0
3	27,5	25,5	29,0	25,5	27,5	28,0	31,0	31,5	28,0
3^{H}	28,0	27,5	28,0	27,0	25,0	29,0	28,0	27,5	29,5
4	54,5	56,0	60,0	57,0	56,5	57,0	57,0	55,0	59,0
5	2,5	5,5	1,0	4,0	3,0	4,5	7,5	7,5	2,5

6^{H}	-15,5	-14,0	-18,5	-14,0	-15,5	-16,5	-11,0	-10,5	-15,0
6	38,0	40,5	35,0	39,0	38,5	38,5	41,0	41,5	39,0
7	20,5	21,0	20,5	21,5	22,5	24,0	25,0	23,5	22,0
7^{H}	7,0	7,5	9,5	8,0	6,5	8,0	9,0	9,5	7,0
8	-27,0	-27,0	-28,5	-26,5	-27,5	-27,5	-26,0	-27,0	-28,0
8^{H}	1,0	1,0	1,5	1,0	1,0	1,5	1,0	2,0	0,5

Примітка:

* - дані вимірювань відсутні;

* * - дані вимірювань є, але для обчислення горизонтальних зміщень марок брались дані циклу № 2.

Таблиця 2.7. Відомість результатів горизонтальних зміщень контрольних марок (мм)

Цикл, № дата марки	2 03.10. 1984	19 15.09. 1986	73 16.03. 2000	74 15.06. 2000	75 07.09. 2000	76 26.04. 2001	77 20.06. 2001	78 11.10. 2001
1^{H}	-	0	0,0	-2,0	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5
1	0	-	-1,0	-1,0	0,0	-1,0	-0,5	0,0
2	0	-	-2,5	-3,0	-2,5	-3,5	-2,5	-3,0
2^{H}	-	0	-1,0	-2,0	-1,0	-3,5	-1,0	-1,5
3	0	-	-1,0	-0,5	0,0	-3,0	-1,0	-1,5
3^{H}	-	0	-1,5	-4,5	-2,5	-4,5	-1,5	-0,5
4	0	-	-0,5	-3,5	-1,5	-3,5	0,5	-1,5
5	0	-	9,5	9,0	9,5	10,5	7,5	8,5
6^{H}	-	0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5
6	0	-	8,0	7,5	8,5	7,0	7,0	8,0
7	0	-	3,5	4,0	4,5	4,0	4,0	5,0
7^{H}	-	0	2,0	0,0	2,5	1,0	1,0	1,5
8	0	-	5,5	4,5	5,5	6,5	3,5	4,5
8^{H}	-	0	-1,5	-1,0	-1,0	-1,0	-1,0	0,0
Цикл, № дата марки	79 29.03 2002	80 11.06. 2002	81 28.10. 2002	82 26.04. 2003	83 19.06. 2003	84 26.09. 2003	85 22.03. 2004	86 17.06. 2004	87 06.09. 2004

1^{H}	-0,5	0,5	1,5	-2,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5
1	0,0	-0,5	-1,0	0,0	-1,0	0,0	-0,5	-0,5	0,0
2	-2,5	-1,0	-1,5	-3,5	-3,5	-1,5	-1,5	-1,0	-1,5
2^{H}	-3,5	-1,5	0,0	-4,5	-2,0	-1,0	0,0	0,5	-1,0
3	-1,5	-3,5	0,0	-3,5	-1,0	-1,0	2,0	2,5	-1,0
3^{H}	-2,5	-3,5	-2,5	-3,5	-5,5	-1,5	-2,5	-3,0	-1,0
4	-4,0	-2,5	1,5	-1,5	-2,0	-1,5	-1,5	-3,5	0,5
5	8,0	11,0	6,5	9,5	8,5	10,0	13,0	13,0	8,0
6^{H}	1,5	3,0	-1,5	3,0	1,5	0,5	6,0	6,5	2,0
6	6,5	9,0	3,5	7,5	7,0	7,0	9,5	10,0	7,5
7	4,0	4,5	4,0	5,0	6,0	7,5	8,5	7,0	5,5
7^{H}	1,0	1,5	3,5	2,0	0,5	2,0	3,0	3,5	1,0
8	4,5	4,5	3,0	5,5	4,5	4,5	5,5	4,5	3,5
8^{H}	-1,0	-1,0	-0,5	-1,0	-1,0	-0,5	-1,0	0,0	-1,5

2.5. Методика спостережень та опрацювання осідань водозливної греблі

2.5.1. Методика спостережень за осіданням водозливної греблі

Спостереження за осіданнями греблі Добротвірської ТЕС виконувались методом високоточного геометричного нівелювання короткими променями за програмою II-го класу. При цьому враховувались рекомендації, які даються в [2,8].

Для успішного вимірювання осідань високоточним нівелюванням короткими променями необхідно виконувати ряд умов.

Висота опорних реперів повинна бути незмінною на протязі всього періоду спостережень. При цьому висотна основа повинна включати в себе глибинні та фундаментальні репери. Знаки державного нівелювання включають в нівелірну мережу лише в тому випадку, коли вони зручно розташовані відносно об’єкта спостережень. Грунтові репери, які безпосередньо використовуються під час спостережень, закладають групами по три знаки з обох боків споруди. Марки осідання закладають приблизно на одному рівні, що

послаблює вплив помилок в поділках рейок. Довжина візирного променя складає 4-25 м при середній його довжині 10-15 м.

Нівелювання виконується зімкнутими або подвійними ходами, змінюючи горизонт приладу, строго зі середини, методом суміщення.

Для виключення помилок за різницю нулів рейок при другому горизонті приладу рейки міняють місцями, якщо використовують дві рейки, і вимірювання виконують за першою програмою. Під час нівелювання однією рейкою зі встановленням приладу на тверду поверхню застосовують другу програму.

Горизонт приладу	Перша програма	Друга програма
перший	$З_о$, $П_о$, $П_д$, $З_д$;	$З_о$, $З_д$, $П_о$, $П_д$;
другий	$П_о$, $З_о$, $З_д$, $П_д$;	$П_о$, $П_д$, $З_о$, $З_д$;

Позначення: $З_о$ і $З_д$ – відліки по основній і додатковій шкалах задньої рейки;

$П_о$ і $П_д$ – відліки по основній і додатковій шкалах передньої рейки.

Під час нівелювання одним горизонтом приладу повинна бути така послідовність спостережень

непарна станція $З_д$, $П_д$, $П_о$, $З_о$;

парна станція $П_д$, $З_д$, $З_о$, $П_о$.

Розходження в перевищеннях, котрі отримані з різних шкал, не повинні перевищувати 0,10 - 0,15 мм. Найбільша різниця перевищень з прямого та зворотного ходів не повинна перевищувати значення, яке розраховується за формулою $\pm 0{,}3\ мм\sqrt{n}$, де n – кількість станцій в ході.

На об’єкті робіт нівелювання марок осідання в кожному циклі виконувалось за однією і тією ж схемою ходів (див. рис. 2.6) та однаковій програмі вимірювань. Висота візирного променя не допускалась меншою ніж 0,5 м над поверхнею землі. Довжини візирних променів були в межах від 6 м до 27 м при середній їх довжині 12-15 м. Різниця довжин плечей на станціях нівелювання не перевищувала 0,4 м. Оскільки на об’єкті робіт система нівелірних ходів, прокладених по всіх марках, утворює п’ять полігонів (див. рис. 2.6), то нев’язки обчислювались по кожному полігону. Ці нев’язки не

перевищували допустимих, які обчислювались за формулою $f_{h_{доп}} = \pm 1{,}5\ мм\sqrt{n}$, де n – кількість станцій в полігоні.

Спостереження за осіданнями греблі ДТЕС виконувались нівеліром Н-05 № 00786 з використанням пари 3-иметрових односторонніх штрихових рейок типу РН2 № 9024 і № 9025 з інварною смужкою. Нівелір і рейки перед початком робіт досліджувались в лабораторії та перевірялись в польових умовах згідно з вимогами інструкції [8].

2.5.2. Обробка результатів спостережень та обчислення осідань марок

Нівелювання реперів і марок на греблі виконувалось зімкнутими ходами, які утворюють п’ять полігонів. Для такої мережі вирівнювання результатів нівелювання доцільно виконувати способом полігонів. Спосіб полігонів запропонований В.В. Поповим. Для вирівнювання нівелірної мережі цим способом нормальні рівняння отримують безпосередньо за схемою мережі, не складаючи таблиць умовних рівнянь. Тому вирівнювання починають зі складання схеми мережі та визначення кількості умовних рівнянь.

Напрямок ходів у мережі показують стрілками. Відповідно до цих напрямків складають нормальні рівняння для кожного полігону та підраховують у них нев’язки. Ці рівняння складають, користуючись таким правилом. Для складання нормальних рівнянь довжину периметру кожного полігона треба помножити на свій поправочний коефіцієнт і вирахувати добуток поправочних коефіцієнтів суміжних полігонів на довжини відповідних ланок, після цього додати нев’язку полігону і все це прирівняти до нуля. Це правило діє лише у тому випадку, коли суміжні ланки сусідніх полігонів мають протилежний напрямок. Якщо напрямок суміжної ланки сусідніх полігонів буде однаковим, то в нормальних рівняннях значення неквадратичних коефіцієнтів, котрі відповідають цій загальній ланці, матимуть знак плюс.

Складемо систему нормальних рівнянь для нівелірної мережі в районі греблі ДТЕС (рис. 2.10). В результаті розв’язку цієї системи була вирівняна дана нівелірна мережа і отримані значення висот реперів (табл. 3.21).

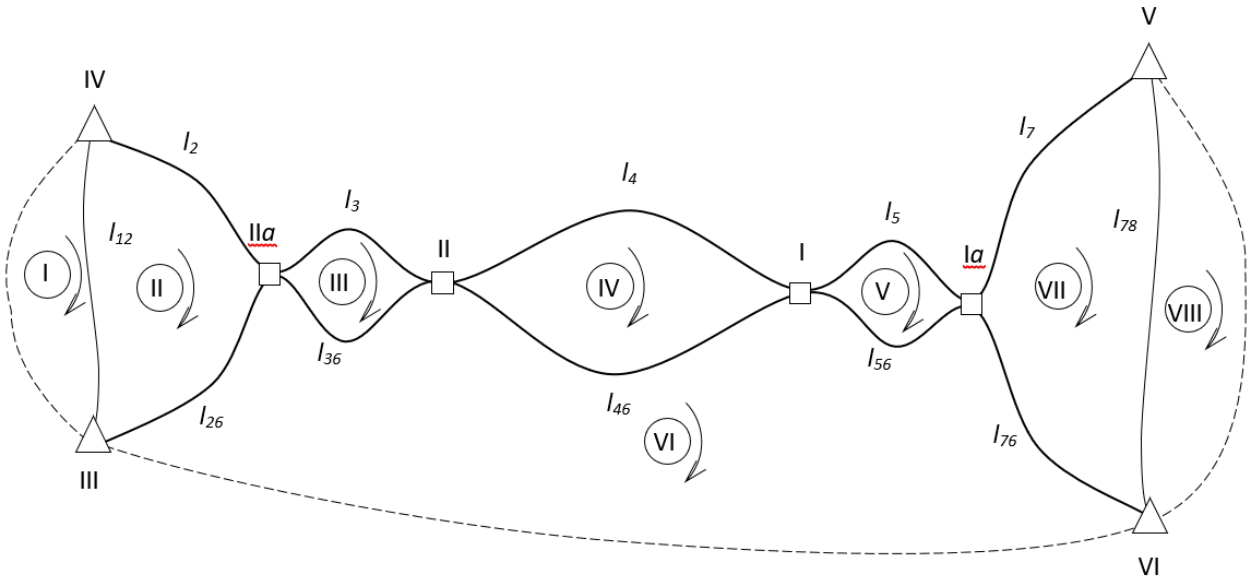

Рис. 2.10. Схема нівелірної мережі в районі греблі ДТЕС
(для складання системи нормальних рівнянь)

Таблиця 2.8. Висоти вихідних реперів

№ репера	IV	III	II*a*	II	I	I*a*	V	VI
H, м	10,000	10,627	10,954	9,965	11,160	11,006	9,930	10,864

Для одержання висот марок осідання після кожного циклу вимірювань виконувалось вирівнювання строгим способом. Якщо в якомусь циклі отримані нев'язки не перевищували 1-2 мм, то вирівнювання виконувалось способом порівняння нев'язок. Висоти марок обчислювались з точністю 0,1 мм, а потім заокруглювались до 1 мм. Осідання кожної марки визначалось як зміна її висотного положення за період між біжучим та 3-ім циклом спостережень 15.10.1984 р., а для нових марок – 13-им циклом спостережень 15.10.1986 р. Дані початкових спостережень не взяті за вихідні, оскільки носять попередній характер.

За період від 2000 р. до 2004 р. виконано 10 циклів спостережень (від 43 циклу по 52 цикл), результати яких наведені: в табл. 2.9 – відомість перевищення по лініях нівелірної мережі, в табл. 2.10 – відомість висот марок осідання, а в табл. 2.11 – відомість осідання цих марок.

Система нормальних рівнянь для нівелірної мережі
в районі греблі Добротвірської ТЕС

$$
\left.
\begin{array}{rrrrrrrrrr}
+l_{12}k_1 & -l_{12}k_2 & -0k_3 & -0k_4 & -0k_5 & -0k_6 & -0k_7 & -0k_8 & +f_1 & =0;\\
-l_{12}k_1 & +(l_2+l_{26}+l_{12})k_2 & -0k_3 & -0k_4 & -0k_5 & -l_{26}k_6 & -0k_7 & -0k_8 & +f_2 & =0;\\
-0k_1 & -0k_2 & +(l_3+l_{36})k_3 & -0k_4 & -0k_5 & -l_{36}k_6 & -0k_7 & -0k_8 & +f_3 & =0;\\
-0k_1 & -0k_2 & -0k_3 & +(l_4+l_{46})k_4 & -0k_5 & -l_{46}k_6 & -0k_7 & -0k_8 & +f_4 & =0;\\
-0k_1 & -0k_2 & -0k_3 & -0k_4 & +(l_5+l_{56})k_5 & -l_{56}k_6 & -0k_7 & -0k_8 & +f_5 & =0;\\
-0k_1 & -l_{26}k_2 & -l_{36}k_3 & -l_{46}k_4 & -l_{56}k_5 & +(l_{26}+l_{36}+l_{46}+l_{56}+l_{76})k_6 & -l_{76}k_7 & -0k_8 & +f_6 & =0;\\
-0k_1 & -0k_2 & -0k_3 & -0k_4 & -0k_5 & -l_{76}k_6 & +(l_7+l_{76}+l_{78})k_7 & -l_{78}k_8 & +f_7 & =0;\\
-0k_1 & -0k_2 & -0k_3 & -0k_4 & -0k_5 & -0k_6 & -l_{78}k_7 & -l_{78}k_8 & +f_8 & =0;
\end{array}
\right\} \qquad (2.1)
$$

В системі нормальних рівнянь прийняті такі позначення:

f_i – вільні члени; k_i – корелати; l_{ij} – довжини ходів.

Таблиця 2.9. Відомість перевищень по лініях нівелірної мережі (м)

Цикл, дата / Назва лінії	3 15.10. 1984	13 15.10. 1986	43 22.03. 2000	44 18.10. 2000	45 14.03. 2001	46 28.09. 2001
1	2	3	4	5	6	7
I*a*-I	-0,846	-0,846	-0,846	-0,846	-0,847	-0,847
I-1^{H}	*	-0,340	-0,339	-0,337	-0,337	-0,338
1^{H}-1	*	0,010	0,009	0,009	0,010	0,010
1-2	0,075	0,075	0,076	0,074	0,075	0,075
2-2^{H}	*	-0,032	-0,033	-0,032	-0,032	-0,033
2^{H}-3	*	0,040	0,042	0,041	0,041	0,040
3-3^{H}	*	-0,110	-0,111	-0,110	-0,110	-0,109
3^{H}-4	*	0,124	0,125	0,124	0,123	0,124
4-5	-0,021	-0,020	-0,021	-0,021	-0,021	-0,020
5-6^{H}	*	-0,034	-0,034	-0,034	-0,035	-0,032
6^{H}-6	*	-0,042	-0,042	-0,041	-0,041	-0,042
6-7	0,058	0,058	0,057	0,057	0,057	0,057
7-7^{H}	*	0,134	0,134	0,134	0,133	0,135
7^{H}-8	*	-0,069	-0,068	-0,069	-0,068	-0,069
8-8^{H}	*	-0,188	-0,189	-0,189	-0,189	-0,188
8^{H}-II	*	0,198	0,199	0,199	0,199	0,197
II-II*a*	0,990	0,990	0,989	0,989	0,988	0,990
II-C_9	0,022	0,021	0,023	0,021	0,021	0,021
C_9-C_{10}	0,477	0,477	0,475	0,478	0,477	0,478
C_{10}-δ_1	-0,430	-0,431	-0,428	-0,429	-0,430	-0,430
δ_1-δ_2	0,018	0,018	0,017	0,018	0,018	0,018
δ_2-C_{11}	0,041	0,041	0,039	0,038	0,038	0,038
C_{11}-C_{12}	-0,063	-0,063	-0,064	-0,064	-0,064	-0,064
C_{12}-I	0,134	0,133	0,134	0,137	0,133	0,134

Продовження таблиці 2.9

Цикл, дата / Назва лінії	47 10.04. 2002	48 24.09. 2002	49 18.03. 2003	50 21.10. 2003	51 25.03. 2004	52 28.10. 2004
1	2	3	4	5	6	7
I*a*-I	-0,846	-0,846	-0,847	-0,847	-0,849	-0,847
I-1^{H}	-0,339	-0,337	-0,338	-0,339	-0,336	-0,335
1^{H}-1	0,010	0,009	0,010	0,009	0,009	0,009
1-2	0,075	0,076	0,075	0,076	0,075	0,075
2-2^{H}	-0,031	-0,033	-0,031	-0,032	-0,033	-0,032
2^{H}-3	0,041	0,041	0,041	0,040	0,041	0,041
3-3^{H}	-0,109	-0,109	-0,109	-0,110	-0,110	-0,110
3^{H}-4	0,124	0,124	0,124	0,124	0,124	0,125
4-5	-0,020	-0,021	-0,021	-0,021	-0,021	-0,022
5-6^{H}	-0,034	-0,034	-0,033	-0,032	-0,033	-0,033
6^{H}-6	-0,042	-0,042	-0,043	-0,038	-0,039	-0,042
6-7	0,056	0,057	0,057	0,058	0,057	0,057
7-7^{H}	0,135	0,135	0,134	0,130	0,131	0,134
7^{H} -8	-0,069	-0,069	-0,068	-0,071	-0,072	-0,068
8-8^{H}	-0,189	-0,187	-0,189	-0,183	-0,184	-0,189
8^{H}-II	0,198	0,197	0,197	0,198	0,198	0,197
II-II*a*	0,989	0,990	0,990	0,990	0,989	0,989
II-C_9	0,021	0,020	0,020	0,022	0,022	0,021
C_9-C_{10}	0,475	0,478	0,477	0,476	0,477	0,478
C_{10}-δ_1	-0,428	-0,428	-0,429	-0,434	-0,430	-0,431
δ_1-δ_2	0,019	0,019	0,018	0,022	0,020	0,022
δ_2-C_{11}	0,035	0,035	0,035	0,034	0,035	0,037
C_{11}-C_{12}	-0,063	-0,063	-0,063	-0,060	-0,060	-0,064
C_{12}-I	0,133	0,133	0,134	0,131	0,129	0,131

Примітка: * – дані вимірювань відсутні.

Таблиця 2.10. Відомість висот марок (м)

Цикл, дата / № марки	3 15.10. 1984	13 15.10. 1986	43 22.03. 2000	44 18.10. 2000	45 14.03. 2001	46 28.09. 2001
1	2	3	4	5	6	7
I*a*	11,005	* *	11,006	11,006	11,006	11,006
I	10,159	* *	10,160	10,160	10,159	10,159
1^{H}	*	9,822	9,823	9,821	9,821	9,821
1	9,828	* *	9,830	9,830	9,891	9,831
2	9,903	* *	9,906	9,904	9,906	9,906
2^{H}	*	9,875	9,873	9,872	9,874	9,874
3	9,911	* *	9,915	9,912	9,915	9,914
3^{H}	*	9,805	9,803	9,804	9,805	9,805
4	9,925	* *	9,929	9,928	9,928	9,929
5	9,904	* *	9,908	9,907	9,907	9,909
6^{H}	*	9,875	9,874	9,873	9,873	9,876
6	9,828	* *	9,832	9,831	9,832	9,834
7	9,886	* *	9,889	9,888	9,889	9,891
7^{H}	*	10,025	10,023	10,022	10,022	10,024
8	9,950	* *	9,955	9,953	9,954	9,955
8^{H}	*	9,768	9,765	9,764	9,765	9,767
II	9,961	* *	9,964	9,963	9,964	9,963
II*a*	10,951	* *	10,953	10,952	10,952	10,953
C_9	9,983	* *	9,987	9,984	9,984	9,985
C_{10}	10,460	* *	10,462	10,462	10,462	10,463
δ_1	10,030	* *	10,034	10,033	10,033	10,033
δ_2	10,048	* *	10,051	10,051	10,051	10,051
C_{11}	10,089	* *	10,090	10,089	10,089	10,089
C_{12}	10,026	* *	10,026	10,025	10,025	10,025

Продовження таблиці 2.10

Цикл, дата / № марки	47 10.04. 2002	48 24.09. 2002	49 18.03. 2003	50 21.10. 2003	51 25.03. 2004	52 28.10. 2004
1	2	3	4	5	6	7
I*a*	11,006	11,006	11,006	11,006	11,006	11,006
I	11,160	11,160	10,160	10,160	10,157	10,159
1^{H}	9,821	9,823	9,821	9,821	9,821	9,824
1	9,831	9,832	9,832	9,830	9,830	9,833
2	9,906	9,908	9,907	9,906	9,905	9,908
2^{H}	9,875	9,875	9,875	9,874	9,872	9,876
3	9,916	9,916	9,916	9,915	9,913	9,917
3^{H}	9,807	9,807	9,807	9,804	9,803	9,807
4	9,931	9,931	9,932	9,929	9,927	9,932
5	9,911	9,910	9,911	9,908	9,906	9,910
6^{H}	9,877	9,876	9,878	9,875	9,873	9,876
6	9,835	9,834	9,835	9,837	9,834	9,834
7	9,891	9,891	9,892	9,895	9,891	9,891
7^{H}	10,026	10,026	10,026	10,025	10,022	10,025
8	9,957	9,957	9,958	9,954	9,950	9,957
8^{H}	9,769	9,770	9,769	9,771	9,766	9,768
II	9,967	9,967	9,966	9,969	9,964	9,965
II*a*	10,956	10,957	10,956	10,958	10,953	10,954
C_9	9,987	9,987	9,987	9,991	9,986	9,986
C_{10}	10,462	10,464	10,464	10,467	10,463	10,464
δ_1	10,035	10,036	10,035	10,033	10,033	10,033
δ_2	10,054	10,055	0,053	10,055	10,053	10,055
C_{11}	10,090	10,090	10,088	10,089	10,089	0,092
C_{12}	10,027	10,027	10,025	10,029	10,028	10,028

Примітка:

* – дані вимірювань відсутні;

* * – дані вимірювань є, але для обчислення осідань марок брались дані циклу №3.

Таблиця 2.11. Відомість осідань марок (мм)

Цикл, дата / № марки	3 15.10. 1984	13 15.10. 1986	43 22.03. 2000	44 18.10. 2000	45 14.03. 2001	46 28.09. 2001
1	2	3	4	5	6	7
I*a*	0	-	1	1	1	1
I	0	-	1	1	0	0
1^{H}	-	0	-1	-1	-1	-1
1	0	-	2	2	3	3
2	0	-	3	1	3	3
2^{H}	-	0	-2	-3	-1	-1
3	0	-	4	1	4	3
3^{H}	-	0	-2	-1	0	0
4	0	-	-4	3	3	4
5	0	-	4	3	3	5
6^{H}	-	0	-1	-2	-2	1
6	0	-	4	3	4	6
7	0	-	3	2	3	5
7^{H}	-	0	-2	-3	-3	-1
8	0	-	5	3	4	5
8^{H}	-	0	-3	-4	-3	1
II	0	-	3	2	3	2
II*a*	0	-	2	1	1	2
C_9	0	-	4	1	1	2
C_{10}	0	-	2	2	2	3
δ_1	0	-	4	3	3	3
δ_2	0	-	3	3	3	3
C_{11}	0	-	1	0	0	0
C_{12}	0	-	0	-1	-1	-1

Продовження таблиці 2.11

Цикл, дата / № марки	47 10.04. 2002	48 24.09. 2002	49 18.03. 2003	50 21.10. 2003	51 25.03. 2004	52 28.10. 2004
1	2	3	4	5	6	7
I*a*	1	1	1	1	1	1
I	1	1	1	1	-2	0
1^{H}	-1	1	-1	-1	-1	2
1	3	4	4	2	2	5
2	3	5	4	3	2	5
2^{H}	0	0	0	-1	-3	1
3	5	5	5	4	2	6
3^{H}	2	2	2	-1	-2	2
4	6	6	7	4	2	7
5	7	6	7	4	2	6
6^{H}	2	1	3	0	-2	1
6	7	6	7	9	6	6
7	5	5	6	9	5	5
7^{H}	1	1	1	0	-3	0
8	7	7	8	4	0	7
8^{H}	1	2	1	3	-2	0
II	6	6	5	8	3	4
II*a*	5	6	5	7	2	3
C_9	4	4	4	8	3	3
C_{10}	2	4	4	7	3	4
δ_1	5	6	5	3	3	3
δ_2	6	7	5	7	5	7
C_{11}	1	1	-1	0	-1	3
C_{12}	1	1	-1	3	2	2

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ДЕФОРМАЦІЯМИ ВОДОЗЛИВНОЇ ГРЕБЛІ

3.1. Аналіз результатів спостережень за горизонтальними зміщеннями марок

Оскільки основну інформацію про стійкість гідротехнічних споруд і, зокрема, водозливної греблі дають геодезичні спостереження за їх горизонтальними зміщеннями, то при вивчені поведінки водозливної греблі ДТЕС особлива увага приділялась саме її горизонтальним зміщенням. Відомо також, що стан греблі вважають задовільним, якщо її коливання в горизонтальній площині незначні і не носять випадковий характер, тобто гребля періодично повертається у своє початкове положення.

Виконаємо аналіз натурних спостережень за останні роки. З цією метою звернемося до даних таблиць 2.6 і 2.7. В результаті можна зробити такі висновки.

1. Всі блоки водозливної греблі мають горизонтальні зміщення, причому відхилення відбуваються то в один, то в інший бік (тобто як за течією, так і проти течії ріки). Амплітуда цих коливань дещо перевищує амплітуду вертикальних зміщень (див. табл. 2.11). Максимальні зміщення кожної з 14-ти контрольних марок, зареєстровані на протязі 2000 – 2004 р.р., відносно перших спостережень за греблею складають (див. табл. 2.7):

н а п р а в о м у б е р е з і

для марки 1^{H} – не перевищують 2,0 мм;

для марки 1 – не перевищують 1,0 мм;

для марки 2 – не перевищують 3,5 мм;

для марки 2^{H} – 4,5 мм в циклі 82;

для марки 3 – 3,5 мм в циклах 80 та 82;

для марки 3^{H} – 5,5 мм в циклі 83;

для марки 4 – 4,0 мм в циклі 79,

н а л і в о м у б е р е з і

для марки 5 – 13,0 мм в циклах 85 та 86;

для марки 6^{H} – 6,5 мм в циклі 86;

для марки 6 – 10,0 мм в циклі 86;

для марки 7 – 8,5 мм в циклі 85;

для марки 7^{H} – 3,5 мм в циклах 81 та 86;

для марки 8 – 6,5 мм в циклі 76;

для марки 8^{H} – 1,5 мм в циклах 73 та 86.

2. Можна говорити про задовільний стан щодо стійкості бетонних блоків правої частини греблі, оскільки горизонтальні зміщення марок 1-4 не тільки не носять випадковий характер, але й мають порівняно невеликі значення (максимум 5,5 мм).

3.Горизонтальні зміщення бетонних блоків лівої частини греблі характеризуються значеннями в 2-3 рази більшими, ніж блоків правої частини (особливо це характерно для марок 5, 6^{H}, 6, 7, 8), причому за останні півтора року має місце тенденція до збільшення зміщення деяких марок (напр., 5, 6^{H}, 6, 7). Максимального горизонтального зміщення досягла марка 5 –13,0 мм. У зв'язку з цим надалі особливу увагу треба звернути на ліву частину водозливної греблі.

3.2. Аналіз результатів спостережень за осіданнями марок

Метою даного аналізу є загальна характеристика осідань водозливної греблі, а також визначення характеру взаємних вертикальних переміщень суміжних блоків греблі.

Як видно з табл. 2.11, вертикальні зміщення марок осідань носять коливний характер (за виключенням марок 1^{H}, C_{11} та C_{12}, які практично не змінюють своє положення з вистою. Максимальну амплітуду коливань у вертикальній площині має марка 4 – 5,5 мм (між циклами 43 і 49 та 43 і 52), а максимальну зміну положення з висотою – марки 6 і 7 (за період від жовтня 1984 р. до жовтеня 2003 р. Ці марки піднялись на 9 мм, але потім за півроку кожна з цих марок опустилась відповідно на 3 і 4 мм). Марки, які закладені в бетонні блоки правої частини греблі, мають вертикальні зміщення, які

характеризуються в основному значеннями 1 – 4 мм (зміщення 5-7 мм зустрічаються нечасто). Для марок, що знаходяться в блоках лівої частини греблі, характерні дещо більші зміщення (3-6 мм), а такі марки як 6, 7, C_{10} та δ_2 мають в деяких циклах зміщення 7-9 мм.

Аналізуючи результати максимальних перевищень між марками, розміщеними в суміжних блоках як правої (1-2, 2^{H}-3, 3^{H}-4), так і лівої (5-6^{H}, 6-7, 7^{H}-8) частин греблі (табл. 2.11), бачимо, що зміна перевищень між цими марками в основному не перевищує 2 мм і знаходиться в межах точності вимірювань [2, 8]. Це говорить про наявність незначних взаємних переміщень всіх бетонних блоків водозливної греблі.

Таким чином, вертикальні зміщення марок осідання носять коливний характер, але оскільки значення цих зміщень виходять за межі точності вимірювань, то бажано продовжувати геодезичний контроль за станом водозливної греблі у висотному відношенні.

3.3. Дослідження деформаційних процесів водозливної греблі

Гідротехнічні споруди займають особливе місце серед об’єктів, за деформаціями яких виконують геодезичні спостереження. Це обумовлено технічними труднощами їх проектування та будівництва, що пов’язано, в свою чергу, з великими розмірами споруд, різнорідністю ґрунтів, а також коливанням тиску на фундамент та споруду в цілому в умовах безпосереднього контакту з водою.

Аналіз результатів вимірювань горизонтальних зміщень та осідань є одним із важливих заходів, які сприяють доцільному використанню капітальних вкладень в гідротехнічне будівництво, а правильне використання даних матеріалів вимірювань деформацій гідроспоруд призводить до збільшення строку їх експлуатації.

Одне з найважливіших і найскладніших завдань під час дослідження причин і закономірностей деформаційних характеристик водозливних гребель полягає у вивченні взаємозв'язків між цими характеристиками та різними факторами навколишнього середовища, а також механізму самих деформацій.

У таких випадках зазвичай вдаються до імітаційних моделей, які інтерпретують явище деформацій греблі і пов'язують параметри зовнішнього середовища з результатами спостережень зміщень греблі. У зв’язку з цим для нормальної експлуатації гідротехнічних споруд досить важливе значення набуває прогноз зміщень цих споруд в залежності від різних параметрів.

В даній роботі виконано прогноз стану водозливної греблі на основі результатів спостережень за її горизонтальними зміщеннями. Оскільки числові дані циклів спостережень за горизонтальними зміщеннями є типовим часовим рядом, то для виявлення причин та закономірностей зміщень греблі природно використати відомий апарат аналізу часових рядів. Враховуючи, що послідовність горизонтальних зміщень греблі періодично змінюється в часі, апроксимацію (згладжування) виміряних зміщень греблі доцільно виконати за допомогою ряду Фур’є.

Часовий ряд на деякому часовому інтервалі можна записати таким виразом

$$Z(t) = \tilde{Z}(t) + U(t), \tag{3.1}$$

де ряд Фур’є як сума періодичних складових має вигляд

$$\tilde{Z}(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{j=1}^{\infty} \left(a_j \cos \frac{j\pi t}{l} + b_j \sin \frac{j\pi t}{l} \right), \tag{3.2}$$

або у фазовій формі

$$Z(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{j=1}^{\infty} A_j \cos \left(\frac{j\pi t}{l} + \Phi_j \right) + U(t), \tag{3.3}$$

де

$$A_j = \sqrt{a_j^2 + b_j^2}, \quad \Phi_j = \frac{180^0}{\pi} arctg \frac{b_j}{a_j}, \tag{3.4}$$

а *U(t)* – випадковий залишок.

Коефіцієнти ряду Фур’є a_j і b_j знаходяться з виразів

$$\left.\begin{aligned} a_j &= \frac{1}{l}\int_{-l}^{l} Z(t)\cos\frac{j\pi t}{l}\,dt, \qquad j = 0,1,2,... \\ b_j &= \frac{1}{l}\int_{-l}^{l} Z(t)\sin\frac{j\pi t}{l}\,dt, \qquad j = 0,1,2,... \end{aligned}\right\}. \tag{3.5}$$

В обчисленнях, пов’язаних з прогнозом стану водозливної греблі на основі даних її горизонтальних зміщень, часовий інтервал *t* брався однаковим і дорівнював 4 місяці, порядок ряду Фур’є *j* = 5. В обробку було взято 15 циклів вимірювань за горизонтальними зміщеннями греблі. Для обчислення коефіцієнтів ряду Фур’є використовували спосіб найменших квадратів. За одержаними коефіцієнтами обчислювали значення функції на дату спостережень і разом з даними вимірювань горизонтальних зміщень греблі наносили на графік. В результаті були отримані виміряні та згладжені криві горизонтальних зміщень марок, які закладені на водозливній греблі.

Для прикладу на рис. 3.1 показані ці криві для марки 5. На основі обчислених низькочастотних складових встановлено, що в літній період зміщення марок досягають меншої амплітуди, ніж в зимовий, і тіло греблі нахиляється проти течії, а зимою, навпаки, – за течією ріки.

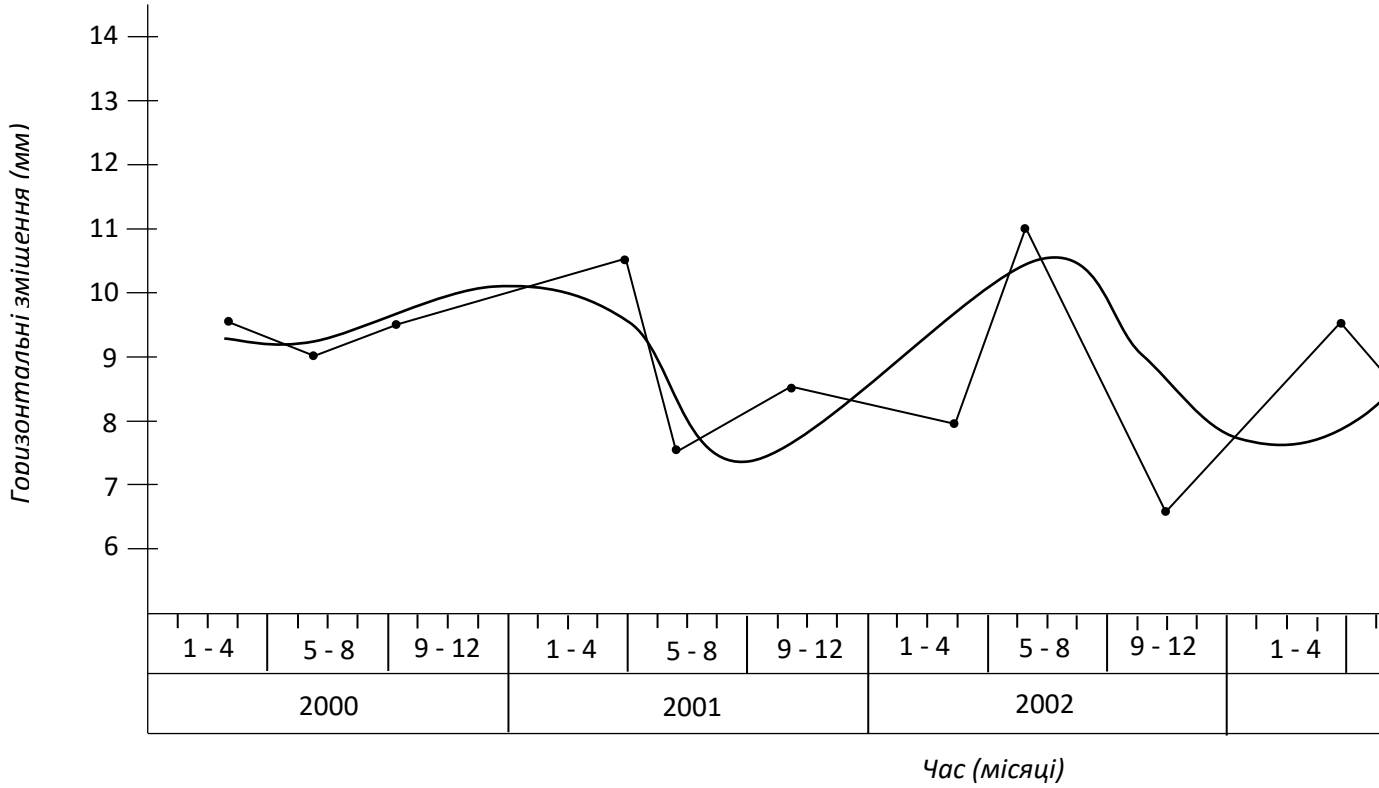

Рис. 3.1. Зміна горизонтальних зміщень марки №

Розділ 4. ЕКОНОМІКА ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ РОБІТ

4.1.Структура організації, яка виконує роботи

Інженерно-геодезичні роботи зі спостережень за деформаціями водозливної греблі водосховища-охолоджувача Добротвірської ТЕС виконувались галузевою науково-дослідною лабораторією № 102 (НДЛ-102) Національного університету "Львівська політехніка".

Організаційна структура науково-дослідної частини НУ "Львівська політехніка" наведена на рис. 4.1.

Усіма науково-дослідними роботами, які виконуються в університеті, керує ректор навчального закладу. Йому підпорядковується проректор з наукової роботи. Наступною ланкою організаційної структури є заступники проректора з наукової роботи. В їх підпорядкуванні знаходяться бухгалтерія та науково-дослідна частина. В склад науково-дослідної частини входять науково-дослідні та галузеві науково-дослідні лабораторії НУ "Львівська політехніка". Роботу кожної з цих лабораторій координує науковий керівник. Окрім цього в склад науково-дослідної лабораторії входять: керівник теми, відповідальний виконавець та виконавці робіт.

4.2.Основні етапи організації робіт

В процесі виконання геодезичних робіт головну роль відіграє організація цих робіт. Від того, як організовані ці роботи залежить термін їх виконання, витрати праці та грошові витрати. Тому в технічному проекті організації робіт надають особливу увагу.

Організація робіт складається з трьох таких основних етапів: підготовчий, виробничий і завершальний.

Підготовчий етап.

Основою для виконання геодезичних робіт є технічний проект. Необхідність складання технічного проекту встановлюється технічним завданням у відповідності до вказівок (інструкції)

Технічний проект – це документ, який визначає зміст, об'єм, витрати праці, кошторис, основні технічні умови, строки та організацію виконання робіт.

Технічний проект складається з текстової, графічної та економічної частин. В текстовій частині проекту висвітлені такі питання: обґрунтування створення вихідної

основи; організація і строки виконання робіт: заходи з техніки безпеки та охорони праці; перелік топографо-геодезичних, картографічних та інших матеріалів. В графічній частині проекту представлений проект планової та висотної мереж. В економічній частині зроблено розрахунок необхідних витрат на виконання робіт, які проектуються. Розробка технічного проекту виконана з врахуванням робіт, зроблених раніше.

Перед роботою з теодолітом, світловіддалеміром та нівеліром обов'язково виконувались перевірки приладів.

Виробничий етап.

Під час виробничого періоду при виконанні геодезичних робіт головне – це правильно організувати бригаду та сам процес виконання роботи в бригаді. Від організації робіт залежить виконання об'єму робіт, які заплановані згідно з нормами [3,4].

Бригада є первинним виробничим підрозділом. Організація робіт в бригаді залежить головним чином від технології виконання виробничого процесу. Керівник бригади отримує завдання на необхідні технічні характеристики та матеріали. Під керівництвом головного інженера керівник бригади розробляє робочий проект. Потім бригадир комплектує бригаду робітниками, забезпечує транспортними засобами та приладами і разом з бригадою виконує їх перевірки.

Завершальний етап.

Після завершення польових і камеральних робіт з визначення деформацій водозливної греблі водосховища ДТЕС складається технічний звіт, який містить такі матеріали: пояснювальну записку, технічне завдання, зміст звіту, оцінку точності виконуваних робіт, акт перевірки та приймання польових і камеральних робіт.

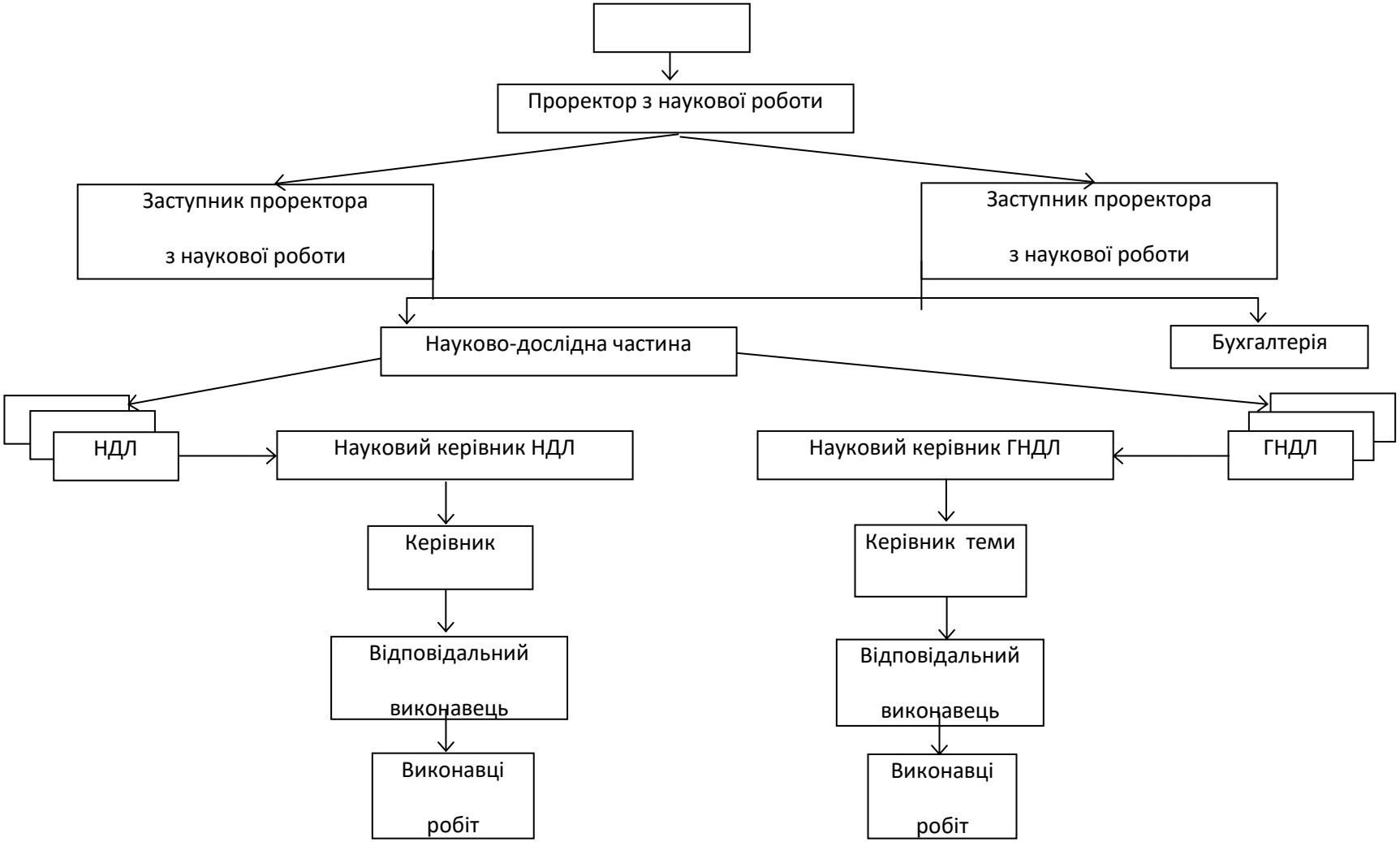

Рис. 4.1. Організаційна структура науково-дослідної частини НУ “Львівська політехніка”

4.3.Організація виконання польових геодезичних робіт

Спостереження за деформаціями, а саме за горизонтальними зміщеннями та осіданнями водозливної греблі Добротвірської ТЕС виконувались геодезичними методами з метою:

- встановлення абсолютних значень деформацій споруди та її динаміки;
- отримання вихідних даних для проектування об'ємних змін грунтів і вибору методів проектування;
- контролю споруди для попередження появи небезпечних деформацій;
- аналізу стійкості планових та висотних пунктів.

Комплекс робіт зі спостережень за деформаціями водозливної греблі виконувався в такій послідовності (етапами):

- складання проекту спостережень;
- розрахунок кошторисної вартості проектних робіт;
- складання календарного графіка виконання робіт;
- закладка на об'єкті спостережень пунктів планово - висотної геодезичної основи;
- закладка на греблі контрольних марок і марок осідання;
- геодезичні вимірювання в мікротріангуляційній мережі;
- створні вимірювання;
- нівелювання II класу;
- камеральна обробка результатів спостережень та складання звітних документів.

Для виконання робіт зі спостережень за горизонтальними зміщеннями та осіданнями були використані такі прилади та приладдя: електронний тахеометр Leica TC403L , нівелір Н-05, комплект 3-иметрових штрихових рейок №9024 і №9025 з інварною смугою, підкладини рейки, рулетка, топографічна парасоля.

Для визначення горизонтальних зміщень водозливної греблі виконувались створні вимірювання з використанням теодоліта ОТ-02М і нерухомої марки. Положення вихідних пунктів, з яких задавалися створи, контролювалось періодичними (в циклах) вимірюваннями усіх кутів і двох базисів в мережі мікротріангуляції, яка включала ці пункти. Кути і довжини ліні вимірювались електронним тахеометром Leica TC403L.

Праця робітників організовується таким чином: бригадою в складі трьох чоловік в мікротріангуляційній мережі, що має форму геодезичного чотирикутника, виконуються вимірювання усіх кутів і двох базисів. Спочатку над усіма опорними пунктами III, IV, V і VI центруються штативи. На пункті спостереження встановлюється тахеометр, а на інших – марки. Бригадир вимірює способом кругових прийомів кути довжини ліній. В такій же послідовності і за такою ж програмою та методикою виконуються вимірювання на всіх опорних пунктах мережі, а потім і на всіх створних пунктах I, I*а*, II і II*а*.

Після тріангуляційних вимірювань виконуються створні вимірювання. Нестворність кожної контрольної марки у відповідному циклі визначається шляхом завдання двох незалежних створів між пунктами I*а* та I, II*а* та II, на продовженні яких беруться відліки по інварній смузі нерухомої марки, яка послідовно встановлюється (нагвинчується) на контрольні марки 1^{H}, 1, ... , 8, 8^{H}. З тахеометром працює бригадир, помічник записує та обробляє результати, а робітник встановлює нерухому марку.

Осідання водозливної греблі визначалось періодичним нівелюванням II-го класу вихідних реперів та марок осідання з використанням високоточного нівеліра Н-05 та пари 3-иметрових штрихових рейок з інварною смугою

Нівелірні роботи виконувались бригадами, склад яких встановлювався в залежності від класу нівелювання [4]. Бригадир (інженер або технік) виконує спостереження під час нівелювання і керує діяльністю всієї бригади. В бригадах для нівелювання I, II та III класів призначається помічник (технік), в обов’язки якого входить запис результатів спостережень та обчислення.

Праця робітників організовується таким чином: в бригадах для нівелювання II класу двоє робітників виконують обов’язки реєчників, двоє – вимірюють відстані від приладу до рейок і позначають місця їх встановлення. Ще один робітник під час спостережень парасолею захищає нівелір від сонячних променів і дощу.

Перед виконанням обох видів робіт в районі греблі водосховища-охолоджувача ДТЕС була створена єдина вихідна геодезична основа, пункти якої використовувались як для визначення горизонтальних, так і вертикальних зміщень водозливної греблі. Таким чином, першими видами робіт в польових умовах на даному об’єкті були виготовлення та закладання вихідних пунктів планово-висотної

основи в районі греблі, а також контрольних марок (для визначення горизонтальних зміщень) і марок осідання (для визначення вертикальних зміщень).

Для того щоб закладання вихідних пунктів (грунтових реперів) і марок було виконано якісно та в необхідних місцях, треба виконати рекогностування як місцевості в районі греблі, так і ліній нівелювання II-го класу.

Рекогностування ліній нівелювання II-го класу

Організаційно-технічні умови

Рекогностування ліній нівелювання виконують згідно з раніше складеним проектом. Очолює бригаду інженер-геодезист; інженер-геолог обстежує грунт, а також обстежує умови залягання скельних порід.

Зміст роботи

Отримання завдання. Вибір на місцевості остаточного напрямку запроектованих ліній нівелювання. Перевірка стану знаків, закладених на трасі нівелювання. Складання звіту та схеми відрекогностованих ліній. Здавання робіт.

Склад бригади

Інженер-геодезист – 1

Робітник на топографо-геодезичних роботах 2 розряду – 1

Централізоване виготовлення залізобетонних пілонів для грунтових реперів

Організаційно-технічні умови

Пілони для реперів виготовляють у відповідності до “Інструкції про типи центрів геодезичних пунктів” (ГКНТА-2.01.02-01-93. Київ, 1994). Репери відливають на рівному майданчику місцевості, неподалік джерел води, за допомогою простих інструментів.

Зміст роботи

Одержання завдання. Підготовка майданчика та установлення форм для відливання пілона та якоря. Встановлення арматури для пілона. Перенесення щебеню, піску і води. Бітумне покриття труби. Заповнення труби цементним розчином. Приготування бетонної маси. Відливка репера. Зняття форм. Зачищення поверхні пілона. Здавання робіт.

Склад бригади

Технік – 1

Реперщик 3 розряду – 1

Робітник на топографо-геодезичних роботах 2 розряду – 3

Закладання грунтових реперів

Організаційно-технічні умови

Закладання реперів та їх зовнішнє оформлення виконують у відповідності до “Інструкції про типи центрів геодезичних пунктів” (ГКНТА-2.01.02-01-93. Київ, 1994). Репери закладають в котловані за допомогою простих інструментів.

Зміст роботи

Одержання завдання. Остаточний вибір місця для закладання реперів. Розмічування котловану. Копання котловану. Встановлення репера в котловані. Засипання репера та його зовнішнє оформлення. Складання опису місцезнаходження репера. Здавання закладеного репера на збереження. Складання опису закладених реперів. Здавання робіт.

Склад бригади

Технік – 1

Реперщик 3 розряду або землекоп 3 розряду – 4

Закладання стінних марок і реперів

Організаційно-технічні умови

Стінні марки і репери закладають в кам’яні, цегляні та бетонні споруди. Отвір для марки або репера розробляють за допомогою шлямбура та молотка. Цементний розчин приготовляють на місці закладання.

Зміст роботи

Одержання завдання та матеріалів. Остаточний вибір місця закладання знака. Пробивання отвору в стіні та промивання його. Приготування розчину. Закладання та фарбування знака. Опис і зарис місцезнаходження знака. Складання списку закладених знаків. Здавання знаків на збереження. Здавання робіт.

Склад бригади

Технік – 1

Реперщик 3 розряду – 1

Вимірювання напрямків на пунктах тріангуляції

Організаційно-технічні умови

Вимірювання напрямків по пунктах тріангуляції виконують електронним тахеометром способом кругових прийомів.

Зміст роботи

Огляд центра пункту. Відшукування напрямків. Перевірки та юстування приладу. Вимірювання горизонтальних напрямків. Перевірка та оформлення журналів вимірювань. Складання зведень результатів вимірювань горизонтальних напрямків. Здавання робіт.

Склад бригади

Старший технік –	1
Технік –	1
Робітник на топографо-геодезичних роботах 2 розряду –	1

Створні вимірювання

Організаційно-технічні умови

Напрямок створу задається теодолітом. Візирною ціллю є нерухома марка, яка по черзі встановлюється на контрольні марки.

Зміст роботи

Одержання завдання. Інструктаж робітників. Перевірки та юстування приладу. Орієнтування напрямку створу. Встановлення нерухомої марки. Визначення нестворностей контрольних марок. Здавання роботи.

Склад бригади

Технік –	1
Робітник на топографо-геодезичних роботах 2 розряду –	2

Нівелювання II-го класу на промислових майданчиках

Організаційно-технічні умови

Нівелювання виконують нівелірами типу Н-05, Н-1, Ni-007 та іншими їм рівноцінними, за допомогою штрихових триметрових рейок способом суміщення, по одній парі костилів в прямому і зворотному напрямках.

Зміст роботи

Отримання завдання та необхідних матеріалів. Ознайомлення з проектом нівелювання. Перевірки приладів і рейок. Нівелювання. Запис та обчислення на

станції. Прив’язка стінних знаків. Контрольні обчислення. Оформлення журналу. Складання відомості перевищень, опису знівельованих знаків, схеми ходів. Переходи і переїзди по ділянці робіт. Виправлення зауважень і здавання робіт.

Склад бригади

Інженер –	1
Технік –	1
Робітник на топографо-геодезичних роботах 2 розряду –	5

4.4.Організація камеральних робіт

Камеральні роботи починаються з вивчення виконання технічного проекту та редакційних вказівок. В результаті вивчення виконавець повинен чітко вияснити завдання з камеральних робіт, вимоги до точності робіт та повноту польової інформації [4].

Безпосередніми організаторами камерального виробництва на робочих місцях є бригадири. Камеральні роботи повинні виконуватись з обов’язковим контролем [7]. У підготовчий період бригада отримує завдання з зазначеними строками здавання закінченої роботи. При видачі завдання виконавцю враховується його кваліфікація, досвід, схильність до виконання тієї або іншої роботи.

4.5.Кошторисна частина

У топографо-геодезичному виробництві застосовується проектно-кошторисний метод визначення вартості виконаних робіт. На всі роботи, які виконані в польових та камеральних умовах, складаються проекти та кошториси.

Проектно-кошторисний метод планування складається з того, що на кожен об’єкт з врахуванням його специфічних особливостей, попередньо розробляється найбільш економічно вигідний технічний проект виконання робіт, розраховується потрібна для виконання кількість грошових, трудових та матеріальних витрат.

Кошторис – це документ, в якому у грошовому вигляді визначена загальна вартість виконання встановленого об’єму робіт на об’єкті, яка називається кошторисною вартістю. В ньому враховується кошторисна ціна пошукових робіт, яка включає в себе витрати Як на польові, так і на камеральні роботи, витрати на внутрішній та зовнішній транспорт, на організацію та ліквідацію проведених топографо-геодезичних робіт, витрати на матеріальне забезпечення.

Для складання кошторису в процесі розробки технічної частини проекту повинні бути встановлені: об'єм тріангуляційних (полігонометричних), нівелірних, знімальних, картографічних робіт, об'єми виконання робіт по роках; потреба основних матеріалів в натуральному вираженні та їх вага; категорії складності, норми виробітку тощо [7].

Для складання кошторису використано Збірник укрупнених кошторисних розцінок (ЗУКР) на топографо-геодезичні та картографічні роботи [5] та Сборник цен на изыскательские работы для капитального строительства [13]. Останній містить єдині ціни на інженерно-геодезичні та інші вишукування, а також ціни на комплексні інженерні вишукування для промислового, сільськогосподарського та житлово-цивільного будівництва. Ціни на роботи в обох збірниках дані в гривнях у вигляді дробу: в чисельнику – вартість польових робіт; в знаменнику – камеральних.

В цінах враховані витрати на отримання технічного завдання, підготовку вихідних даних, дослідження приладів і обладнання, проведення необхідних погоджень, пов'язаних з виконанням польових робіт, контроль і приймання матеріалів вишукувань, складання пояснювальних записок з окремих видів робіт, оформлення, розмноження і випуск матеріалів вишукувань, видачу матеріалів замовнику та організації, що дала дозвіл на вишукування.

Для тих робіт, які представлені в Сборнике цен [13], кошторисна вартість розрахована з врахуванням коефіцієнтів до різних видів робіт (таблиць), які наведені в Державних будівельних нормах України "Правила визначення вартості проектно-вишукувальних робіт для будівництва, що здійснюється на території України" – ДБН Д.1.1-7-2000, Київ, 2001. Це, в основному, коефіцієнти 1,21 та 1,5, а також загальний коефіцієнт до інженерно-геодезичних робіт 2,06 згідно з доповненням до ДБН Д.1.1-7-2000.

Кошторис на виконання інженерно-геодезичних робіт зі спостережень за деформаціями водозливної греблі Добротвірської ТЕС (табл. 5.1) складений за формою, яка запропонована в [7].

Таблиця 4.1. Кошторис
на виконання інженерно-геодезичних робіт на об’єкті
“Добротвірська ТЕС”

№ з/п	Назва роботи	Одиниця виміру	Категорія складності	Обсяг робіт	Обгрунтування вартості	Вартість одиниці виміру (з коефіц.)	Вартість робіт, грн.
1	Складання технічного проекту та кошторису	проект		1	ЗУКР[5] т.6.1 №141617	3952,00×0,2	790,40
2	Рекогностування ліній нівелювання II класу	км	I	2,86	т.1.23 №03209	5,71	16,33
3	Виготовлення та закладання: реперів марок	репер марка	II I	12 16	т.1.26 №03251 №03256	318,82 49,54	3825,84 792,64
4	Нівелювання II класу	км	III	2,86	т.1.30 №03294	196,44	561,82
5	Складання технічного звіту	звіт		1	т.6.1 №141640	1525,00	1525,00
А	Всього по кошторису (ЗУКР)						7512,03
1	Збір та систематизація матеріалів	км		2,86	Сб.цен [13] т.85, §7	0,5×1,21	1,73
2	Мікротріангуляційні вимірювання	пункт	II	8	т.14, §1	$\frac{45,00}{14,00}\times 1,21$	$\frac{435,60}{135,52}$
3	Створні вимірювання	пункт	II	14	т.14, §3	$\frac{13,00}{8,00}\times 1,21$	$\frac{22,22}{135,52}$
I	Польові роботи						655,82
II	Камеральні роботи						272,77
III	Внутрішній транспорт (7% від I)				т.4, §1		45,91
IV	Зовнішній транспорт (10% від I+III)				т.5, §1		70,17
V	Оргліки (6% від I+III+IV)				т.6, §5		46,31
VI	Метрологічне забезпечення (5% від I+II)				загальні вказівки		46,43
VII	Всього по кошторису (Сб. цен)						1137,41
Б	З врахуванням к=2,06				Доп.до ДБН Д.1.1-7-2000		2343,06
В	Всього по кошторисах А + Б						9855,09
Г	ПДВ 20 %						1971,02

Д	Всього						11826,11

ВИСНОВОК

В магістерській кваліфікаційній роботі описано комплекс геодезичних робіт, які виконуються з метою визначення деформацій водозливної греблі водосховища-охолоджувача Добротвірської ТЕС.

Спостереження за горизонтальними зміщеннями 14-ти контрольних марок, закладених в бетонні блоки водозливної греблі, виконувались комбінованим методом: поєднанням методів мікротріангуляції та створного, а спостереження за вертикальними зміщеннями 20-ти марок осідання – методом високоточного геометричного нівелювання за програмою II-го класу.

В роботі виконані обчислення для визначення планових координат створних пунктів, з яких спостерігались нествоності контрольних марок, а потім обчислювались горизонтальні зміщення цих марок.

З цією метою спочатку була вирівняна мережа мікротріангуляції у вигляді геодезичного чотирикутника та одержані в умовній системі координати опорних пунктів, з яких визначалось планове положення створних пунктів, тобто пунктів, з яких задавались два незалежні створи. Координати створних пунктів визначались в результаті вирівнювання відповідних трикутників, у вершинах яких знаходились ці пункти.

Порівняння координат створних пунктів з аналогічними їх значеннями, одержаними в попередньому циклі вимірювань, дало підставу зробити висновок про незмінність в часі планового положення цих пунктів (розходження координат пунктів в циклах спостережень не перевищує 7 мм, що задовольняє вимоги нормативного документа).

Вирівнювання нівелірної мережі, в якій нев’язки в полігонах не перевищували 4 мм, виконувалось методом полігонів. В результаті отримані висоти всіх пунктів мережі та марок осідання в умовній системі висот.

В магістерській роботі складені зведені відомості нествоностей та горизонтальних зміщень 14-ти контрольних марок для 15-ти циклів спостережень, а також зведені відомості перевищень, висот та осідань 20-ти марок для 10-ти циклів спостережень.

Виконано аналіз результатів горизонтальних зміщень та осідань кожної марки і зроблено висновки щодо технічного стану водозливної греблі в цілому.

В магістерській роботі виконані дослідження динаміки горизонтальних зміщень водозливної греблі з метою виявлення причин та закономірностей зміщень греблі. Моделювання динаміки горизонтальних зміщень греблі виконано з використанням ряду Фур'є.

В результаті аналізу та дослідження деформацій водозливної греблі зроблено висновок, що гребля знаходиться в такому стані, що дуже реагує на дію факторів зовнішнього середовища і особливо на зміну тиску з боку верхнього б'єфа. Встановлено, що в літній період зміщення марок досягають меншої амплітуди, ніж в зимовий, і тіло греблі нахиляється проти течії, а в зимовий період, навпаки, – за течією ріки. Максимальні зміщення блоків греблі досягають значень 13 мм.

В даній роботі розглянуті питання організації та економіки геодезичних робіт. Кошторисна вартість робіт за розрахунками на один цикл спостережень становить 11826 грн.

Список літератури

1. Баран, П. (2012). Інженерна геодезія. К.: ПАТ «ВІПОЛ».
2. ГКД 34.21.542-93. (1999) Гідротехнічні споруди гідроелектростанцій. Інструкція з експлуатації. Науково-інженерний енергосервісний центр. Київ. 25с.
3. СОУ-Н МПЕ 40.1.21.343:2005. Склад і періодичність експлуатаційного контролю за станом ГТС гідравлічних і теплових електростанцій. Методичні вказівки. "ЛьвівОРГРЕС". 24с.
4. Сергієнко, М.Т., Буряк, К.О., Поліщук, О.М.,Тіхомірова, Е.С. (2012) Настанова з проведення спостережень за осіданням фундаментів, деформаціями конструкцій будівель і споруд та режимом підземних вод на майданчиках теплових та атомних електростанцій. Київ. 55с.
5. Збірник укрупнених кошторисних розцінок (ЗУКР) на топографо-геодезичні та картографічні роботи. Міністерство екології та природних ресурсів України. Державна служба геодезії, картографії та кадастру. К., 2003.
6. ГКД 34.21.542-93. Гідротехнічні споруди гідроелектростанцій. Інструкція з експлуатації. Науково-інженерний енергосервісний центр. Київ-1999. 25с.
7. ГКД 34.21.342-2003. Типова технічна програма обстеження гідротехнічних споруд і гідромеханічного обладнання електростанцій. Об’єднання енергетичних підприємств. «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики». Київ. 19с.
8. Иванова В.А. и др. Организация, планирование и управление геодезическим производством. – М., Недра, 1986.
9. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. – М., Недра, 1990.
10. ГКД 34.03.106-2003. Безпека гідротехнічних споруд і гідромеханічного обладнання електростанцій України. Положення про галузеву систему нагляду. Об’єднання енергетичних підприємств. «Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики». Київ.19с.
11. Руководство по натурным наблюдениям за деформациями гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами. М., Энергия, 1980.
12. Рекомендации по наблюдениям за напряженно-деформированным состоянием бетонных плотин. ВНИИГ. – Л., 1982.

13. Сборник цен на изыскательские работы для капитального строительства. – М., Стройиздат, 1982.