

УДК 528.48

МОДИФІКАЦІЯ КОМБІНОВАНОГО МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ЗМІЩЕНЬ СПОРУД

Ю. Дейнека, О. Заяць

Національний університет “Львівська політехніка”

Ключові слова: горизонтальні зміщення, комбінований метод, створ, Добротвірська ТЕС.

Постановка проблеми

Із практики відомо багато прикладів, коли в результаті своєчасних і систематичних спостережень за технічним станом будівель та споруд визначалися недопустимі величини деформацій цих об'єктів. Завдяки цьому своєчасно було вжито запобіжних заходів щодо підвищення їх міцності та стійкості, що, своєю чергою, давало змогу в одних випадках продовжити експлуатацію інженерного об'єкта, в других – підвищити його проектну потужність, в третіх – правильно вирішити конструктивне завдання і тим самим здешевити будівництво. І, навпаки, відсутність спостережень або погана їх організація призводили до аварій і руйнувань споруд, а інколи і до великих катастроф. Звичайно, виникає питання застосування в конкретних умовах того чи іншого методу визначення деформацій, його модифікації або навіть розроблення нового методу. Тому питання вимірювання деформацій споруд геодезичними методами потребують подальшого дослідження та удосконалення.

Зв'язок із важливими науковими і практичними завданнями

Дослідження та удосконалення відомих, а також розроблення нових методів спостереження за деформаціями і, зокрема, за горизонтальними зміщеннями будівель і споруд дасть можливість визначити достовірніші їх значення, що важливо з господарського і природоохоронного аспектів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Геодезичні методи спостережень за горизонтальними зміщеннями будівель та споруд добре викладені в класичній [1, 2] та сучаснішій [3, 6, 7] літературі. Застосування цих методів на конкретних інженерних об'єктах описано в наукових статтях. За останні 30 років особливого прогресу в розробленні нових та удосконаленні відомих методів визначення горизонтальних зміщень не відзначено. Наприклад, у [8] розглянуто методи і засоби високоточних створних вимірювань на рівні 1986 р.

Невирішені частини загальної проблеми

Будівництво та експлуатація сучасних промислових і цивільних об'єктів вимагає дослідження та удосконалення наявних, а також розроблення нових геодезичних методів контролю їхнього технічного стану.

Постановка завдання проблеми

Одним із методів визначення горизонтальних зміщень є комбінований метод – поєднання створного

методу та методу триангуляції або методу окремих напрямків [1, 2, 7]. У цьому випадку, якщо положення опорних (створних) кінцевих пунктів створу змінюється, то у зміщення контрольних марок вводяться поправки за нестабільність положення цих пунктів. Тоді так зване повне зміщення контрольних марок визначається графоаналітичним способом – графічними побудовами та відповідними обчисленнями [1, 2]. Виникає питання щодо ефективності такого підходу і можливості знайти повне зміщення контрольних марок простіше і з необхідною точністю.

Виклад основного матеріалу проблеми

Комбінований метод застосовують тоді, коли є передумови переміщення опорних пунктів, з яких задається створ і які повинні бути нерухомими протягом усього часу спостережень. Опорні пункти переміщуються, коли вони перебувають у мобільній зоні, тобто у зоні впливу деформацій від об'єкта, який спостерігається. Якщо форма споруди непрямолінійна в плані або має велику довжину, то опорні пункти доводиться закладати або досить близько до споруди, або безпосередньо на бетонних чи земляних її частинах.

У практиці вимірювання горизонтальних зміщень споруд комбінованим методом у зв'язку з переміщеннями опорних пунктів можливі три випадки зміни положення створу. У кожному з них контрольна марка може зайняти одне з чотирьох положень відносно початкового та переміщеного створів. Усі ці 12 комбінацій взаємного розташування контрольної марки і створу розглядаються в літературі [1, 2].

На рис. 1 показана одна з 12 можливих схем визначення повного зміщення контрольної марки P комбінованим методом, коли переміщуються обидва опорні пункти, причому в один бік, а контрольна марка внаслідок зміщення займає місце з різних боків стосовно початкового створу та переміщеного створу.

Із графічної побудови видно, що повне зміщення d_p контрольної марки P дорівнює

$$d_p = q + q_1 + \xi_I + d,$$

де q і q_1 – відхилення (нестворність) контрольної марки P відносно початкового та переміщеного створів відповідно; ці відхилення знаходять будь-яким відомим створним методом, наприклад, методом малих кутів, рухомої або нерухомої марки, їхні знаки залежать від положення відносно створу; ξ_I , ξ_{II} – величини переміщення опорних пунктів I і II відповідно; $d = (\xi_{II} - \xi_I) / L \cdot l_1$ – величина переміщення створу біля контрольної марки P ; L – довжина створу; l_1 – віддаль від опорного знака I до контрольної марки P .

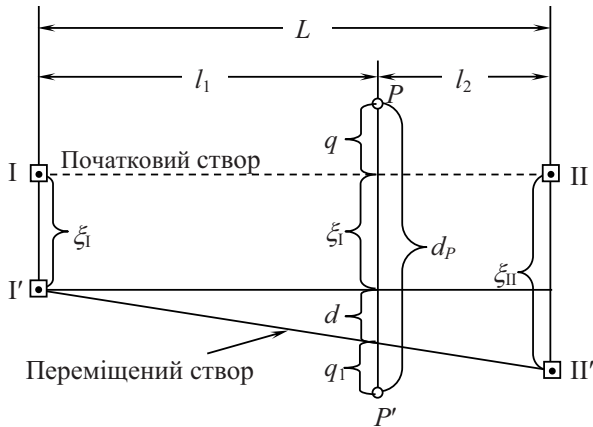


Рис. 1. Схема визначення горизонтального зміщення комбінованим методом

Як бачимо, для того, щоб знайти величину повного горизонтального зміщення комбінованим методом, необхідно в першому циклі визначити створним методом відхилення q контрольної марки від початкового положення створу, а методом триангуляції або окремих напрямків чи GPS-методом – координати X , Y опорних пунктів. Такі самі спостереження треба виконати в другому циклі. За різницями координат опорних пунктів обчислити за відповідними формулами [2] їхні поперечні зміщення ξ . Відповідно до одержаних результатів побудувати схему на зразок рис. 1 і, нарешті, знайти повне значення d_p горизонтального зміщення контрольної марки.

Ми пропонуємо підхід, за яким можна уникнути графічних побудов та обчислень і простіше знайти не тільки повне зміщення контрольної марки, а також і його напрям. Для цього із опорного пункту I з відомими координатами в циклах спостережень знаходимо координати контрольної марки, вимірюючи із опорного пункту I кут між напрямками I–II і I–P та віддаль I–P. Для контролю такі самі вимірювання можна виконати і з опорного пункту II. Практично це такі самі вимірювання, як і у створному методі паралактичних кутів, коли в циклах спостережень знаходять відхилення q контрольної марки. Тільки у цьому випадку використовуємо як вихідні координати опорних пунктів, визначені на момент спостережень вказаними вище методами.

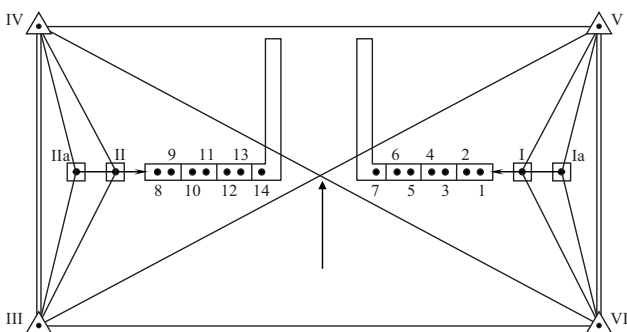


Рис. 2. Схема спостережень за горизонтальними зміщеннями бетонних блоків водозливної греблі Добротвірської ТЕС: III, IV, V, VI – опорні пункти планової основи; Ia, I та Pa, II – створні пункти; 1, 2, ..., 14 – контрольні марки

Точність визначення координат контрольної марки буде такою, як і точність визначення її нестворності методом паралактичних кутів. В обох випадках вона залежатиме передусім від точності вимірювання паралактичних кутів.

За координатами контрольної марки, одержаними у двох сусідніх циклах, розв'язавши обернену геодезичну задачу, отримаємо віддаль між початковим і "зміщеним" положенням марки (її повне горизонтальне зміщення) та дирекційний кут (напрямок цього зміщення).

За класичним підходом у комбінованому методі враховується, зрозуміло, тільки поперечна складова ξ переміщення опорних пунктів, оскільки поздовжня складова η не впливає на визначення положення контрольної марки. При цьому ξ та η треба розраховувати за координатами опорних пунктів, які визначають положення цих пунктів на момент спостереження.

Запропонований підхід застосований для визначення горизонтальних зміщень бетонних блоків водозливної греблі Добротвірської ТЕС [4]. Схема спостережень показана на рис. 2. На об'єкті прямої видимості між крайніми опорними пунктами немає і тому зафіксовано два створи: Ia–I і Pa–II. Зміщення контрольних марок на правому березі водосховища визначається відносно продовження створу Ia–I, а на лівому березі – стосовно продовження створу Pa–II. Практично це не вносить будь-яких змін у графічні побудови комбінованого методу.

У початкових [4] і наступних [5] циклах спостережень за горизонтальними зміщеннями 14 контрольних марок, закладених у бетонні блоки водозливної греблі ДТЕС, використовувався класичний підхід визначення повного горизонтального зміщення контрольних марок комбінованим методом.

В останні два роки на цьому об'єкті запроваджено модифікований комбінований метод визначення повного горизонтального зміщення контрольних марок. Координати створних пунктів Ia, I та Pa, II у всіх циклах визначались двочастотними GPS-приймачами Trimble 5700 з тривалістю сесії 3 години та дискретизацією відліків 10 секунд, що дало змогу отримувати координати цих пунктів з точністю до 3 мм.

Паралактичні кути і довжини ліній до контрольних марок вимірювали електронним тахеометром SET 330R: кути – з точністю 3", а лінії – $(2+2 \cdot 10^{-6}S)$ мм.

Оскільки на точність визначення поперечних горизонтальних зміщень впливають переважно похибки кутових вимірювань, то ці вимірювання дають змогу отримувати ці зміщення з точністю ± 1 мм.

Отже, за допомогою описаних вище вимірювань одержують величини горизонтальних зміщень, співвимірні з результатами попередніх визначень.

Висновки

Запропонована модифікація комбінованого методу визначення горизонтальних зміщень, яка не містить графоаналітичного аспекту камеральних робіт, дає змогу знаходити повні значення горизонтальних зміщень з урахуванням переміщень опорних пунктів за результатами визначення положення контрольних марок полярною засічкою та з розв'язанням надалі оберненої геодезичної задачі.

Література

1. Справочное руководство по инженерно-геодезическим изысканиям при проектировании и строительстве электростанций / Е.Ф. Беликов, В.А. Воронин и др. – М.: Геодезиздат, 1960. – 448 с.
2. Брайт П.И. Геодезические методы измерения деформаций оснований и сооружений / П.И. Брайт. – М.: Недра, 1965. – 298 с.
3. Болгов И.Ф. Геодезические измерения деформаций сооружений в природных условиях / И.Ф. Болгов // Монография деп. в ВИНТИ, № 6768-83 Деп. Куйбышев, 1983. – 78 с.
4. Дейнека Ю.П. Анализ результатов наблюдений плотности Добротворского водохранилища / Ю.П. Дейнека, Н.Ф. Шапиро // Геодезия, картография и аэрофотосъемка. – Львов: “Вища школа”. – 1987. – Вып. 46. – С. 18–23.
5. Дейнека Ю.П. Геодезичний моніторинг будівель та споруд Добротвірської ТЕС / Ю.П. Дейнека // Інженерна геодезія. – 1998. – Вип. 40. – С. 44–48.
6. Донских Н.Е. Створный метод измерения смещения сооружений / Н.Е. Донских. – М.: Недра, 1974. – 192 с.
7. Левчук Т.П. Прикладная геодезия. Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ / Т.П. Левчук, В.Е. Новак, В.Г. Конусов. – М.: Недра, 1981. – 438 с.
8. Ямбаев Х.К. Геодезический контроль прямолинейности и соосности в строительстве / Х.К. Ямбаев. – М.: Недра, 1986. – 264 с.

Модифікація комбінованого методу визначення горизонтальних зміщень споруд

Ю. Дейнека, О. Заяць

Пропонується за комбінованим методом визначення горизонтальних зміщень споруд знаходити повне зміщення контрольних марок не графоаналітичним способом, як це роблять тепер, а тільки розв'язанням прямої та оберненої геодезичних задач.

Модификация комбинированного метода определения горизонтальных смещений сооружений

Ю. Дейнека, А. Заяц

Предлагается в комбинированном методе определения горизонтальных смещений сооружений находить полное смещение контрольных марок не графоаналитическим способом, как это принято, а из решения прямой и обратной геодезических задач.

Modification of the combined method for the determination of horizontal displacements of buildings

Yu. Deyneka, A. Zayats

A combined method for determining horizontal displacements of building to find the total displacement control marks not by graph-analytical method only, but by the solution of direct and inverse geodetic tasks.

Видавництво Львівської політехніки пропонує



ЗМІСТ

1. Відомості з геометричної оптики. Оптичні деталі геодезичних приладів. 2. Оптичні системи геодезичних приладів. 3. Відлікові пристрої геодезичних приладів. 4. Рівні. Компенсатори нахилу. 5. Осьові системи та інші механічні пристрої. 6. Теодоліти. 7. Нівеліри. 8. Загальні відомості про прилади для вимірювання віддалей і визначення положення точок. 9. Тахеометри і кіпрегелі. 10. Наземні лазерні сканери. Список літератури. Додатки.

За заг. ред. проф. Т. Г. Шевченка
ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ. ПРАКТИКУМ

Навчальний посібник / За заг. ред. Т. Г. Шевченка. Друге видання, доповнене.

Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. 236 с.

Формат 145 x 215 мм. Тверда обкладинка. ISBN 978-966-553-906-3

Рекомендувало Міністерство освіти і науки України

Зміст

1. Короткі відомості з геометричної оптики, про оптичні деталі та оптичні системи геодезичних приладів. 2. Будова точних оптичних теодолітів. 3. Відлікові пристрої геодезичних приладів. 4. Приклади роботи електронними тахеометрами. 5. Відлікові пристрої нівелірів. 6. Дослідження відлікових пристроїв. 7. Дослідження рівнів та компенсаторів нахилу. 8. Дослідження і деякі перевірки кутотвірних приладів. 9. Дослідження і деякі перевірки нівелірів. Список літератури.

Викладено основи досліджень геодезичних оптичних і електронних приладів. Описано конструкцію сучасних теодолітів, відлікові пристрої геодезичних приладів. Докладно подані дослідження відлікових пристроїв, рівнів та компенсаторів нахилу. Описано прийоми роботи сучасними електронними тахеометрами та нівелірами. У дослідженнях і перевірках кутотвірних приладів та нівелірів достатньо уваги приділено електронним приладам, виділено особливості їхніх перевірок.

Для студентів і викладачів геодезичних спеціальностей, а також працівників геодезичних виробництв.

Книги можна замовити за адресою: вул. Ф. Колесси, 2, корп. 23А, м. Львів, 79000
тел. +38032 2582146, факс +38032 2582136, ел. пошта: vmr@vlp.com.ua, <http://vlp.com.ua>

