УДК 528.4

Коваленко Л.О.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
(вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, 61000, Україна; e-mail: rp@khadi.kharkov.ua)

ГЕОДЕЗИЧНІ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЗА ДЕФОРМАЦІЯМИ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

Стаття присвячена визначенню деформацій будівлі за допомогою геодезичних вимірювань. Результати проведених спостережень та вимірювань дають можливість зробити висновок про величину крену споруди.
Ключові слова: геодезичні вимірювання, деформації будівлі, крен споруди, точки спостереження, теодоліт, горизонтальний та вертикальний кут.

Вступ. Деформації споруд виникають у зв'язку з впливом різноманітних природних та техногенних факторів, як на основу, так і на саму споруду. Значні деформації ускладнюють нормальну експлуатацію будівель та споруд, зменшують їх довговічність у зв'язку з появленням недопустимих переміщень окремих елементів [1-3]. Деформації споруд та будівель залежать, як правило, від переміщення ґрунтів в їх основі. Ці переміщення можуть виникати, як у вертикальній, так і в горизонтальній площинах.

Деформації основи в залежності від причин виникнення підрозділяють на два основних види. Перший – це деформації ґрунтів від навантажень, що передаються на основу будівлею або спорудою. Другий – деформації, які не пов'язані з навантаженням від споруди, а виникають у вигляді вертикальних та горизонтальних переміщень поверхні основи: осідання, просадки, набухання, усадки ґрунтів та інші [4-6].

Спільна деформація основи та споруди може характеризуватися абсолютною осадкою фундаментів, середньою осадкою основи будівлі або споруди, нерівномірністю осадок різних точок фундаменту, креном фундаменту або споруди в цілому, горизонтальним переміщенням фундаменту або споруди [7, 8].

Осадки фундаментів або вертикальні переміщення можуть бути рівномірними та нерівномірними. Рівномірні осадки виникають лише у тих випадках, коли тиск від маси споруд та утискання ґрунтів в усіх частинах основи під фундаментом однаковий. Нерівномірні осадки виникають в результаті різного тиску частин споруди та нерівномірним утисканням ґрунтів під фундаментом, що призводить до нерівномірних зміщень в надфундаментних конструкціях будівель та споруд.

В реальних умовах рівномірні осадки зустрічаються дуже рідко, тому що геологічна будова основи у вертикальному та горизонтальному напрямках практично не буває однорідною. Рівномірні осадки практично не знижують міцності та стійкості споруди, хоча мають певний негативний вплив на функціонування споруд та інженерних мереж в цілому. Але нерівномірні осадки є більш небезпечними, і чим більше відрізняються осадки різних частин споруди, тим більш чутливі до них конструкції та технологічні елементи [2, 9].

Геодезичні спостереження за переміщеннями та деформаціями будівель і споруд, відповідно до нормативних документів, проводяться з початку їх будівництва та в перші роки експлуатації до стабілізації деформацій по спеціально розробленому технічному завданню [10, 11].

Методи досліджень. Креном споруди називають відхилення вертикальних вісей або стін споруди від проектного положення в результаті нерівномірного осідання фундаменту та вимірюється в кутовій, лінійній або відносній мірі. Цей вид деформації вимірюється одним з наступних методів – методом візування, вимірюванням кутів за напрямками, механічними способами з використанням висків та кренометрів, методом фотограмметрії та іншими [12, 13].

Метод визначення крену споруди обирають в залежності від конкретних технічних вимог та умов виконання робіт. Крен споруди визначається з геодезичних побудов тоді, коли використання висків є недоцільним або неможливим. Достатньо точно величину крену та зміну її з часом

можна виміряти саме теодолітом, методом вимірювання кутів.

При цьому спостереження за креном виконують шляхом періодичного вимірювання теодолітом кутів між досліджуваною верхньою точкою споруди та заданим напрямком. Спостереження необхідно виконувати з двох станцій, розташованих на взаємно перпендикулярних вісях споруди. Лінійну величину «S» крену визначають за формулою [14]:

$$S = \frac{d \cdot \Delta\beta}{\rho}, \qquad (1)$$

де $\Delta\beta=\beta_1-\beta_2$; β_1,β_2 – значення вимірюваного в різні періоди часу кута β, сек; d – горизонтальна відстань від станції інструмента до точки візування; ρ – кількість секунд в радіані.

Відношення величини крена «S» до висоти споруди «H» показує значення крену в кутовій мірі:

$$\mathrm{V}_{\text{кр}} = \frac{S}{H} \cdot \rho . \qquad (2)$$

Результати досліджень. Спостереження за деформаціями дев'ятиповерхової будівлі, розташованій на Журавлівському схилі м. Харкова проводились на кафедрі вишукувань та проектування доріг і аеродромів ХНАДУ [15, 16]. Для аналізу стану бокової поверхні будівлі були обрані характерні точки та закріплені в її стінах металевими штирами. Оцінка ступеню деформації споруди визначається за всіма площинами її стін (рис. 1).

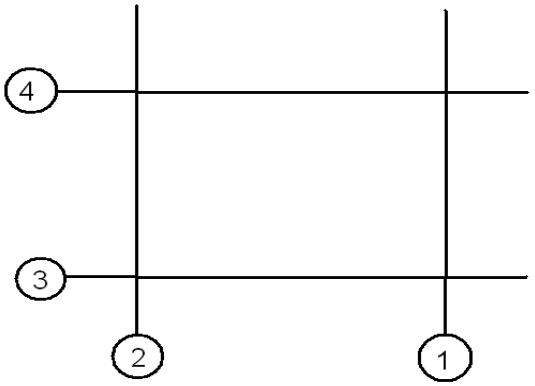

Рис. 1. Схема розташування головних напрямків стін будівлі

При виконанні робіт теодоліт встановлюється на продовженні тієї стіни будови, стан якої контролюється. У нижній частині стіни була обрана добре визначена точка, на яку візували. Далі труба теодоліта підіймалась до кожної зафіксованої на стіні точки та брались відліки на горизонтальному та вертикальному кругах. Кути визначались при двох положеннях теодоліта – круг ліво ($\beta_{кл}, \nu_{кл}$) та круг право ($\beta_{кп}, \nu_{кп}$) та визначались середні значення кутів.

Перевищення нижньої точки стіни відносно горизонту приладу визначається за формулою [1, 17]:

$$h_1 = d \cdot tg\nu_1 , \qquad (3)$$

де ν_1 – кут нахилу візирного променю на п`ятку рейки біля стіни; d – горизонтальна відстань від станції до точки відліку.

Загальна висота будівлі визначається [17]:

$$H = d(tg\nu_1 + tg\nu_2), \qquad (4)$$

де ν_2 – кут нахилу візирного променю на верхню точку стіни будівлі.

Висотне розташування кожної точки стіни відносно її низу визначалось:

$$H_i = d \cdot tg\nu_i + h_1, \qquad (5)$$

де h_1 – перевищення нижньої точки стіни відносно горизонту приладу; ν_2 – вертикальний кут при погляді на *i*-ту точку стіни.

Після цього підраховується похила відстань L_i від теодоліту до *i*-ї точки стіни:

$$L_i = \frac{d}{\cos\nu_i}, \qquad (6)$$

що дозволяє визначити горизонтальне зміщення Δ кожної точки стінки від вертикалі, що проходить через її нижню точку:

$$\Delta_i = L_i \cdot \sin\beta_{iccc}, \qquad (7)$$

Результати вимірів та обрахування відхилень контрольних точок від вертикалі наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Журнал вимірювання відхилень контрольних точок будівлі

Напрямок	Висота теодоліта b, м	Відстань до вертикалі d, м	Номер точки на вертикалі *i*	Вертикальний кут $v_i^{0\,'}$	Кут зсуву точки з вертикалі $\beta_i^{'\,''}$	Висота точки H_i, м	Відстань до точки під кутом, L_i, м	Відхилення точки від вертикалі Δ_i, мм
1	1,58	35,0	1 2 3 4 5 6	1º49' 0º52' 2º57' 6º40' 13º25' 29º10'	0'00" 0'00" 1'30" 0'30" 3'55" 4'50"	0,00 0,57 2,90 5,19 9,45 20,63	35,00 35,00 35,00 35,20 36,00 40,10	0 0 15 5 41 56
2	1,57	33,5	1 2 3 4 5 6	4º20' 1º20' 9º50' 21º35' 31º25' 37º10'	0'00" 0'00" 3'30" 8'05" 10'00" 10'00"	0,00 1,76 8,35 15,79 23,00 27,94	33,60 33,5 34,0 36,00 39,30 42,00	0 0 35 85 114 122
3	1,57	30,0	1 2 3 4 5 6 7	3º10' 2º11' 4º22' 15º02' 24º29' 32º45' 41º23'	0'00" 0'00" 1'10" 4'50" 15º15' 9'50" 10'30"	0,00 0,52 3,95 9,72 15º32' 21,05 28,09	30,0 30,00 30,10 31,10 33º00' 35,70 40,00	0 0 10 44 146 102 122
4	1,58	28,0	1 1' 2 3 4 5 6	2º52' 1º57' 0º20' 8º12' 16º30' 35º17' 44º00'	0'00" 0'00" 0'00" 0'00" 2'05" 4'20" 9'10"	0,00 0,45 1,56 5,43 9,69 21,21 28,44	28,00 28,00 28,00 28,30 29,20 34,30 38,90	0 0 0 0 18 49 104

Висновки. Обчислення результатів проведених спостережень та вимірювань дають можливість зробити висновки про напрямок та величину крену будівлі, наявність або відсутність стабілізації деформацій і просадок фундаменту. Сукупність зміщень Δ_i всіх точок стін будівлі дає можливість побудувати її абрис і порівняти його з одержаними раніше для аналізу можливих змін стану будівлі в ході її подальшої експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Николаев С.А. Статистические исследования осадок инженерніх сооружений [Текст] / С.А. Николаев – М.: Недра, 1983. – 112 с.
2. Шаповал В.Г. Закономерности развития во времени кренов фундаментов с прямоугольной формой подошвы на грунтовом водонасыщенном основании [Текст]/ Шаповал В.Г., Бабич Ф.В., Капустин В.В., Шаповал А.В., Андреев В.С.//Будівельні конструкції: Збірник наукових праць. – К.:НДІБК, 2004 – Вип. 61. – 193 – 200 с.
3. Лучковский И.Я. Взаимодействие конструкции с основанием [Текст]/И.Я. Лучковский. – Бібліотека журналу ІТЕ. Том 3. – Харків: ХДАГХ, 2000. – 264 с.
4. Заценко М.Л. Інженерна геологія, механіка ґрунтів, основи і фундаменти[Текст]: Підручник/ М.Л. Заценко, В.І. Коваленко, В.Г. Хілобок, Н.В. Яковлєв – К.: Вища школа, 1992. – 408 с.
5. Шутенко Л.Н. Механика грунтов, основания и фундаменты [Текст]: Учебник / Л.Н. Шутенко, А.Г. Рудь, О.Г. Кичаева; под. ред. Л.Н. Шутенко. – Харьков: ХНУГХ им. А.Н. Бекетова, 2015. – 501 с.
6. Малышев В.М. Прочность грунтов и устойчивость оснований сооружений [Текст] / В.М. Малышев – 2 – е узд. М.: Стройиздат, 1994. – 228 с.
7. Кожушко В.П. Основи і фундаменти [Текст]/ В.П. Кожушко: Підручник для вузів. – Харків: ХНАДУ, 2002. – 500 с.
8. Бабич Ф.В. Особенности развития крена прямоугольных фундаментов на водонасыщенном основании для слоя конечной толщины [Текст]: автореферат дис. на соискание учен. степени канд. техн. наук/ Ф.В. Бабич – Днепропетровск, 2006. – 21 с.

9. Гольдштейн М.Н. Расчеты осадок и прочности оснований зданий и сооружений [Текст]/ М.Н. Гольдштейн, С.Г. Кушнер, М.И. Шевченко. – К.: Будівельник, 1977. – 208 с.
10. ДБН В.1.1 – 5 – 2000 «Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих грунтах. Частина І. – К.: Держкомітет будівництва архітектури та житлової політики України, 1999. – 65 с.
11. ДБН В.2.1 – 10 – 2009. – Основи та фундаменти будинків і споруд. Основні положення проект проектування. – К. Міжрегіонбуд України, 2009. – 104 с.
12. Островський А.Л. Геодезія [Текст]: підручник/ А.Л. Островський, О.І. Мороз, В.Л. Тарнавський; за заг. ред. Н.Л. Островського. – 2 – ге вид., випр.. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 564 с.
13. Кузьмін В.І. Інженерна геодезія в дорожньому будівництві [Текст]: Навч. посіб. / В.І. Кузьмін, О.А. Білятинський. – К.: Вища школа, 2006. – 278 с.
14. Большаков В.Д. Справочное руководство по инженерно – геодезическим работам [Текст] / В.Д. Большаков, Г.П. Левчук, В.Е. Новак и др.; под. ред. В.Д. Большакова, Г.П. Левчука. – М.: Недра. – 781 с.
15. Звіт про науково – дослідну роботу «Спостереження за деформаціями будівлі геодезичними методами» [Текст] – Харків; ХНАДУ, 2014. – 33 с.
16. Звіт про науково – дослідну роботу «Спостереження за деформаціями будівлі геодезичними методами» [Текст] – Харків; ХНАДУ, 2016. – 32 с.
17. Данилевич Б.Б. Практикум по инженерной геодезии [Текст]: Учебное пособие для вузов / Б.Б. Данилевич, В.Ф. Лукьянов, Б.С. Хейфец и др.; под. ред. В.Е. Новака. – 3-е изд. перераб. доп. – М.: Недра, 1987. – 334 с.

Коваленко Л.А. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ. Статья посвящена определению деформаций здания при помощи геодезических измерений. Результаты проведенных наблюдений и измерений дают возможность сделать вывод о величине крена сооружения.
Ключевые слова: геодезические измерения, деформации здания, крен сооружения, точки наблюдения, теодолит, горизонтальный и вертикальный угол.

Kovalenko L.A. GEODESIC OBSERVATIONS FOR DEFORMATIONS OF BUILDINGS AND STRUCTURES. The article is devoted to the definition of building deformations using geodetic measurements. The results of the observations and measurements make it possible to draw a conclusion about the size of the structure roll.
Key words: geodetic measurements, building deformation, building roll, observation points, theodolite, horizontal and vertical angle.

УДК 628.979

Кононенко А.Ю.
Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова
(ул. Маршала Бажанова, 13, Харьков, 61000, Украина; e-mail: anndis13@gmail.com)

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ОСВЕЩЕНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Статья посвящена проблеме проектирования наружного освещения архитектурных объектов. Автор анализирует способы использования искусственных источников света, выявляет принципы формирования светового образа архитектурного объекта, достижения его визуальной экологичности.
Ключевые слова: наружное искусственное освещение, архитектурное освещение, световая композиция, светотехнические характеристики, визуальная экология.

В настоящее время активно формируется сфера профессиональной деятельности, связанная с решением искусственного наружного освещения в архитектурных и градостроительных проектах. Проблема комфортной световой среды входит в ряд вопросов устойчивого развития современного города.

Проектирование искусственного освещения архитектурных объектов требует комплексного подхода и привлечения специалистов различной направленности. Только в этом случае концепция светового решения получит максимально полную и грамотную реализацию, учитывающую все аспекты формирования светового образа