

УДК 528

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ДЕФОРМАЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УНИКАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

GEODETTIC DEFORMATION MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF THE UNIQUE BUILDINGS AND STRUCTURES

Грибкова Лариса Алексеевна

ассистент, заведующий лабораторией кафедры кадастра и геоинженерии, Кубанский государственный технологический университет
avosen@mail.ru

Скрипкина Ирина Андреевна

Кубанский государственный технологический университет
skripkina.isia@mail.ru

Шабанова Ирина Геннадьевна

Кубанский государственный технологический университет

Лычагин Дмитрий Витальевич

Кубанский государственный технологический университет

Горбенко Владислав Владимирович

Кубанский государственный технологический университет

Сальников Ярослав Олегович

Кубанский государственный технологический университет

Аннотация. Описан геодезический деформационный мониторинг технического состояния высотных и большепролетных зданий и сооружений, приведены основные методы измерения вертикальных и горизонтальных смещений объектов, рассмотрено основное используемое оборудование.

Ключевые слова: геодезический мониторинг, деформации, деформационные процессы, уникальные здания и сооружения, тахеометр, геодезия.

Gribkova Larisa Alekseevna

Assistant, Head of the Laboratory of the Department of cadastre and geo-engineering. Kuban State University of Technology
avosen@mail.ru

Skripkina Irina Andreevna

Kuban State University of Technology
skripkina.isia@mail.ru

Shabanova Irina Gennadievna

Kuban State University of Technology

Luchagin Dmitry Vitalyevich

Kuban State University of Technology

Gorbenko Vladislav Vladimirovich

Kuban State University of Technology

Salnikov Yaroslav Olegovich

Kuban State University of Technology

Annotation. Geodetic deformation monitoring the technical condition of high-rise and large-span buildings and structures and it's description, there are the main methods for measuring vertical and horizontal displacements of objects, the main equipment used is considered.

Keywords: Geodetic monitoring, strains, deformation processes, unique buildings and facilities, total station, surveying.

Геодезический мониторинг представляет собой первостепенное средство в обеспечении безопасности, надежности и своевременно компенсированного негативного воздействия извне. Этот процесс, проводящийся в местах строительства не кустарного характера, – одно из важнейших исследований в период *строительства* и один из главных гарантов, обеспечивающих успешное *эксплуатирование* зданий в будущем.

Мониторинг деформационных процессов различных объектов осуществляется инновационными методами инженерной геодезии. Он применим для зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации, для строящихся объектов и объектов, находя-

щихся в зоне влияния строительства. Наряду с высотными и уникальными зданиями и сооружениями объектами мониторинга могут быть:

- памятники архитектуры и градостроительства;
- транспортные, энергетические, гидротехнические сооружения;
- объекты промышленного и гражданского назначения [1].

«И если целью геодезического мониторинга является своевременное выявление критичных величин деформаций, установление причин их возникновения, то деформационный мониторинг решает задачи сбора, учета, регистрации, хранения и обработки результатов наблюдений за деформациями инженерных объектов, прогнозирование их развития, выработки и принятие мер для устранения нежелательных процессов, разработки рекомендаций по ведению соответствующих мероприятий для предотвращения критических деформаций и т.д.» [2].

Методика организации и проведения мониторинга технического состояния высотных, большепролетных и других уникальных зданий и сооружений разрабатывается с учетом специфики геодезических измерений на основании уже существующей нормативно-технической документации по мониторингу. При экспертизе проектов определяется необходимость проведения мониторинга как в периоде строительства, так и в процессе эксплуатации.

Проведение мониторинга обязательно на всех стадиях строительства и эксплуатации для высотных зданий, большепролетных сооружений с пролетами более 36 м.

Процесс геодезического мониторинга включает в себя непосредственно сами измерения, фиксирование результатов измерений, математическую обработку, вычисление параметров деформаций и формирование заключений.

В процессе геодезического мониторинга осуществляется типовое обоснование объектов, которое включает в себя:

- исходную плановую и высотную основы;
- привязочные ходы;
- плановую деформационную сеть;
- высотную деформационную сеть.

Планово-высотное обоснование осуществляется закреплением на местности глубинных реперов и пунктов полигонометрии вне зоны действия предполагаемых деформаций [2, 3].

1. В ходе *геодезического мониторинга высотных объектов* определяют следующие виды деформаций:

- для основания и фундаментов:
 - абсолютная осадка S_i ;
 - средняя осадка S_{cp} ;
 - неравномерная осадка ΔS ;
 - относительная неравномерная осадка $\Delta S/l$;
 - крен фундамента i ;
 - относительный прогиб i/L ;
 - горизонтальные смещения;
- для надземной части здания:
 - отклонение от вертикали отдельных конструкций или самого здания;
 - усадка/сжатие колонн и бетонных конструкций;
 - раскрытие трещин при появлении и динамика их развития [4].

Типовая схема геодезического мониторинга высотного здания на всех стадиях его создания приведена на рисунке 1.

2. В ходе *геодезического мониторинга большепролетных уникальных объектов* определяют следующие виды деформаций:

- для несущих колонн и фундамента:
 - абсолютная осадка S_i ;
 - средняя осадка S_{cp} ;
 - неравномерная осадка ΔS ;
 - относительная неравномерная осадка $\Delta S/l$;
 - горизонтальные смещения;

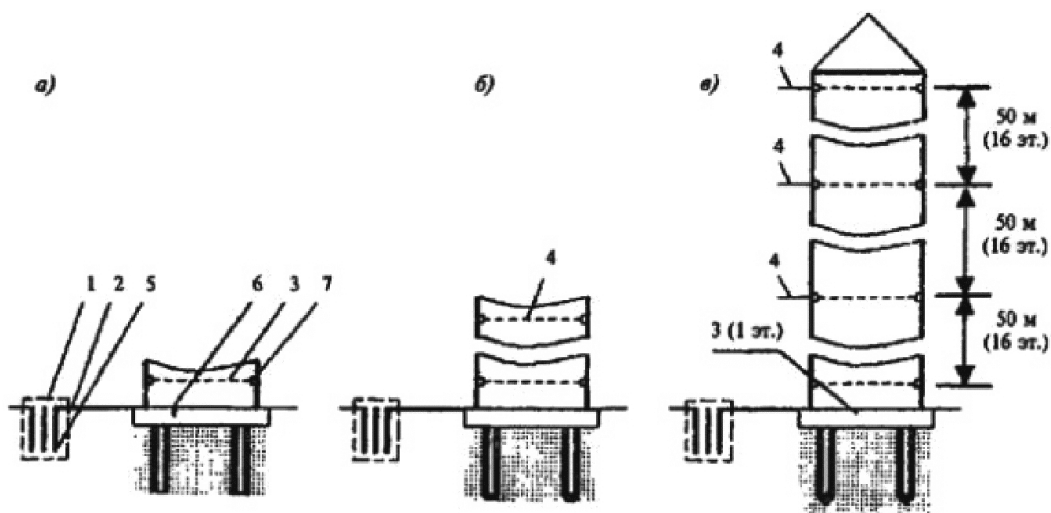


Рисунок 1 – Типовая схема геодезического мониторинга высотного здания на всех стадиях:

а – стадия возведения фундамента; б – стадия возведения здания; в – построенное здание;
 1 – исходная высотная основа; 2 – привязочный ход; 3 – деформационная сеть; 4 – деформационная сеть на монтажном горизонте; 5 – глубинный репер; 6 – осадочная марка в полу; 7 – осадочная марка на колонне

- для опорного контура (ОК) пространственных конструкций:
 - абсолютные и относительные планово-высотные деформации в характерных точках ОК;
 - определение геометрических характеристик контура в плане (длины сторон, главных осей, диаметр, т.д.);
 - прогибы несущих элементов ОК;
- для несущих конструкций пролетной части пространственного покрытия (оболочки):
 - изменение прогиба в характерных точках, в том числе расположенных по основным осям [2, 4].

Кроме того, учитывается возможность деформаций от неравномерных осадок фундаментов, постоянных нагрузок, изменения температур, ветровых нагрузок, веса снега, одностороннего солнечного нагрева и др.

При мониторинге фундаментов высотных объектов применяют геометрическое нивелирование коротким визирным лучом.

3. Согласно стандарту [5], геометрическое, тригонометрическое и гидростатическое нивелирования используются как основные методы измерения **вертикальных перемещений**. Осадочные марки устанавливаются в нижней части несущих конструкций на фундаментной плите или отметке 0,00 м в строительной системе высот по всему периметру сооружения и внутри. Передача высоты с внутренней высотной основы исходного горизонта на монтажный может осуществляться методом геометрического нивелирования, – для этого используются два нивелира и стальная (компарированная) рулетка 20, 50 или 100 м в длину. Превышения между исходным и монтажным горизонтами производят двумя нивелирами с одновременным взятием отсчетов по рулетке. Контроль осуществляется лазерными рулетками или ручными лазерными дальномерами [3, 6].

Наряду с нивелированием, к технологиям по учету деформаций высотных зданий и сооружений относятся методы определения плановых смещений и кренов [3, 7], фотограмметрические методы [8].

4. Согласно [9], основными способами измерения **горизонтальных смещений** сооружений, зданий и их конструктивных элементов являются линейно-угловые измерения и боковое нивелирование [3, 10].

Использование электронных тахеометров невероятно распространено в производстве топографических и геодезических работ [3, 11]. Они нашли свое применение и при ведении геодезического мониторинга инженерных объектов, в том числе при учете деформационных процессов [12]. Это обусловлено значительной точностью приборов:

угловые измерения достигают $0^{\circ}00'0,5''$, расстояния – $0,5 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$ ($1 \text{ мм} + 1 \text{ мм/км}$ в безотражательном режиме) [13, 14, 15]. Приборный ряд данного оборудования, в том числе и в нашей стране, массово представлен следующими производителями: Leica, Sokkia, Trimble, Foif.

Таким образом, деформационный мониторинг является контролем стабильности и неотъемлемой частью системы обеспечения безопасности в период «строительного бума» в городах и мегаполисах.

Литература:

1. <http://specgeodesy.ru/deformacionnyu-monitoring> (Дата обращения 01.07.16).
2. Хорошилова Ж.А., Хорошилов В.С. Деформационный мониторинг инженерных объектов как составная часть геодезического мониторинга // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2012. – Т. 1.
3. Желтко Ч.Н., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Олейникова Л.А. Учебная геодезическая практика : Справочное пособие по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 – Землеустройство и кадастры, 270800 – Строительство, 130500 – Нефтегазовое дело, 271101 – Строительство уникальных зданий сооружений / ФГБОУ ВПО «КубГУ». – Краснодар : Издательский Дом – Юг, 2014.
4. Шевченко Г.Г., Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А. Определение смещений и осадок сооружений с использованием поискового метода уравнивания // Новый университет. Серия: Технические науки. – 2013. – № 7 (17). – С. 37–40.
5. ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений. – введ. 2013–07–01. Москва : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – М. : Стандартинформ, 2014.
6. Желтко Ч.Н., Бердзенишвили С.Г., Корелов С.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Пастухов М.А. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики для студентов всех форм обучения направлений: 120700 Землеустройство и кадастров, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2013. – Ч. 3 «Решение геодезических задач».
7. Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Желтко Ч.Н. Определение крена инженерного сооружения с использованием безотражательного тахеометра // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России. материалы III Научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – 2009. – С. 147–149.
8. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Фотограмметрия и дистанционное зондирование территорий : Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов заочной, дистанционной форм обучения и МИППС специальности 120303 Городской кадастр. – Краснодар, 2010.
9. Методическая документация в строительстве: МДС 13-22. 2009. Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений / Утв. Департаментом градостроительной политики, развития и реконструкции города. – М., 2009.
10. Вальков В.А. Геодезические наблюдения за процессом деформирования высотных сооружений с использованием технологии наземного лазерного сканирования. Специальность 25.00.32 – Геодезия. – СПб., 2015
11. Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г., Гура Д.А., Желтко С.Ч., Желтко Ч.Н. Учебная геодезическая практика : Методические указания по организации и контролю учебной практики студентов всех форм обучения направлений 120700 Землеустройство и кадастры, 130500 Нефтегазовое дело, 270800 Строительство, 271101 Строительство уникальных зданий и сооружений. – Краснодар, 2012. – Ч. 2 «Топографические съемки».
12. Гура Д.А., Гура Т.А. Обзор инженерно-геодезических задач, решаемых с использованием современных электронных тахеометров // В сборнике: Науки о земле на современном этапе. Материалы IV Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 110–113.
13. Желтко Ч.Н., Пастухов М.А., Гура Д.А., Шевченко Г.Г. Оценка погрешности измерения горизонтальных углов при геодезическом сопровождении высотного строительства // В сборнике: Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия. Научные чтения памяти профессора В.Б. Федосенко. – 2015. – С. 389–394.
14. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Бердзенишвили С.Г. Экспериментальные исследования погрешностей измерений горизонтальных углов электронными тахеометрами // Метрология. – 2014. – № 2. – С. 17–20.
15. Желтко Ч.Н., Гура Д.А., Пастухов М.А., Шевченко Г.Г. Исследования влияния внецентренности алидады электронных тахеометров // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2015. – № 6. – С. 18–23.

References:

1. <http://specgeodesy.ru/deformacionnyy-monitoring> (Date of the application 01.07.16).
2. Khoroshilova Zh.A., Khoroshilov V.S. // Engineering structures deformation monitoring as a component geodetic monitoring // Interexpo Geo-Siberia. – 2012. – book 1.
3. Zheltko Ch.N., Shevchenko G.G., Berdzenishvilli S.G., Gura D.A., Oleynikova L.A. Educational geodetic practice : Handbook on the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the directions: 120700 – Land management and inventories, 270800 – construction, 130500 – oil and gas case, 271101 – construction of unique buildings of constructions / FGBOU VPO «KUBGTU». – Krasnodar : Publishing House – South, 2014.
4. Shevchenko G.G., Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A. Determination of shifts and a deposit of constructions with use of a search method og equalization // New university. Series: Technical science. – 2013. – No. 7 (17). – P. 37–40.
5. GOST 24846-2012. Soils. Methods for measuring the deformation bases of buildings and structures. – Enter. 2013–07–01. – Moscow: Mezhgos. Council for Standardization, Metrology and Certification. – M. : Standartinform, 2014.
6. Zheltko Ch.N., Berdzenishvilli S.G., Korelov S.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Pastuhov M.A. Educational geodetic practice // Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2013. – Chast 3 «Resheniye of geodetic tasks».
7. Shevchenko G.G., Gura D.A., Zheltko Ch.N. Definition of a list of an engineering construction with use of the bezotrazhatelny tacheometer // In the collection: Youth and scientific and technical progress in road branch of the South of Russia. materials III of Scientific and technical conference of students, graduate students and young scientists. – 2009. – P. 147–149.
8. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G. Fotogrammetriya and remote sensing of territories // Methodical instructions on performance of examination for students of the correspondence, remote forms of education and MIPPS of specialty 120303 City inventory. – Krasnodar, 2010.
9. Methodical documentation for construction: MDS 13-22.2009. Methods of geodetic monitoring of a technical condition of high-rise and unique buildings and sooruzheniy. – approved. Department of urban planning policy, development and reconstruction of Moscow, 2009.
10. Valkov V.A. Geodetic monitoring of the process of deformation of high-rise buildings using terrestrial laser scanning technology. Speciality 25.00.32 – Geodesy. – St. Petersburg, 2015.
11. Shevchenko G.G., Berdzenishvilli S.G., Gura D.A., Zheltko S.Ch., Zheltko Ch.N. Educational geodetic practice : Methodical instructions for the organization and control of educational practice for students of all forms of education of the Land management directions 120700 and inventories, 130500 Oil and gas case, 270800 Construction, 271101 Construction of unique buildings and constructions. – Krasnodar, 2012. – Chast 2. «Surveys».
12. Gura D.A., Gura T.A. The overview of the engineering and geodetic tasks solved with use of modern electronic tacheometers // In the collection: Sciences about the earth at the present stage. Materials IV of the International scientific and practical conference. – 2012. – P. 110–113.
13. Zheltko Ch.N., Pastuhov M.A., Gura D.A., Shevchenko G.G. Otsenk of an error of measurement of horizontal corners in case of geodetic maintenance of high-rise construction // In the collection: Regional aspects of development of science and education in the field of architecture, constructions, land management and inventories at the beginning of the III millennium. Scientific readings memory of professor V.B. Fedosenko. – 2015. – P. 389–394.
14. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Shevchenko G.G., Berdzenishvilli S.G. Pilot studies of errors of measurements of horizontal corners electronic tacheometers // Metrology. – 2014. – No. 2. – P. 17–20.
15. Zheltko Ch.N., Gura D.A., Pastuhov M.A., Shevchenko G. G. Researches of influence of a vnetsentrennost of an alidade of electronic tacheometers // News of higher educational institutions. Geodesy and aerial photography. – 2015. – No. 6. – P. 18–23.