

ГЕОТЕХНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ – ОСНОВА ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Анастасия Викторовна Иванова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, магистрант, тел. (953)858-48-53, e-mail: a.v.ivanova.nsk@mail.ru

Татьяна Александровна Соловьева

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, аспирант, инженер кафедры прикладной информатики и информационных систем, тел. (913)773-55-47, e-mail: tanyasha257@gmail.com

Татьяна Юрьевна Бугакова

Сибирский государственный университет геосистем и технологий, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плеханова, 10, кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой прикладной информатики и информационных систем, тел. (383)343-18-53, e-mail: bugakova-tu@yandex.ru

В статье рассматривается содержание геотехнического мониторинга при строительстве, реконструкции и эксплуатации зданий и сооружений. Показывается его значение не только как средства контроля сохранности городской застройки, но и как профилактического инструмента, позволяющего своевременно обнаружить и диагностировать негативные тенденции и принять адекватные меры по нормализации технического состояния зданий и сооружений.

Ключевые слова: сооружения, геотехнический мониторинг, деформационный процесс.

GEOTECHNICAL MONITORING OF BUILDINGS AND STRUCTURES FOR THE CONTROL AND CONSTRUCTION SAFETY

Anastasia V. Ivanova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Graduate, phone: (953)858-48-53, e-mail: a.v.ivanova.nsk@mail.ru

Tatiana A. Solovieva

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D. Student, Engineer, Department of Applied Informatics and Information Systems, phone: (913)773-55-47, e-mail: tanyasha257@gmail.com

Tatiana Yu. Bugakova

Siberian State University of Geosystems and Technologies, 10, Plakhotnogo St., Novosibirsk, 630108, Russia, Ph. D., Associate Professor, Head of Department of Applied Informatics and Information Systems, phone: (383)343-18-53, e-mail: bugakova-tu@yandex.ru

The article reveals the content of geotechnical monitoring at new construction, reconstruction and operation of buildings and structures. Its value is shown not only as a means of monitoring the safety of urban development, but also as a preventive tool that allows detecting and diagnosing negative trends in a timely manner and taking adequate measures to normalize the technical condition of buildings and structures.

Key words: constructions, geotechnical monitoring, deformation process.

Введение

Наблюдение за состоянием основных несущих конструкций как уже существующих, так и строящихся сооружений является безопасностью эксплуатации, а также сохранность жизни и здоровья людей, находящихся в инженерных зданиях и сооружениях.

С развитием нормативной технической базы, научно-технического сопровождения строительства (НТСС) и геотехнического мониторинга [1] к контролю за техническим состоянием инженерного сооружения предъявляются повышенные требования по безопасности.

Ведение геотехнического мониторинга носит обязательный характер при всем периоде жизненного цикла сооружений (проектирование, строительство и эксплуатация).

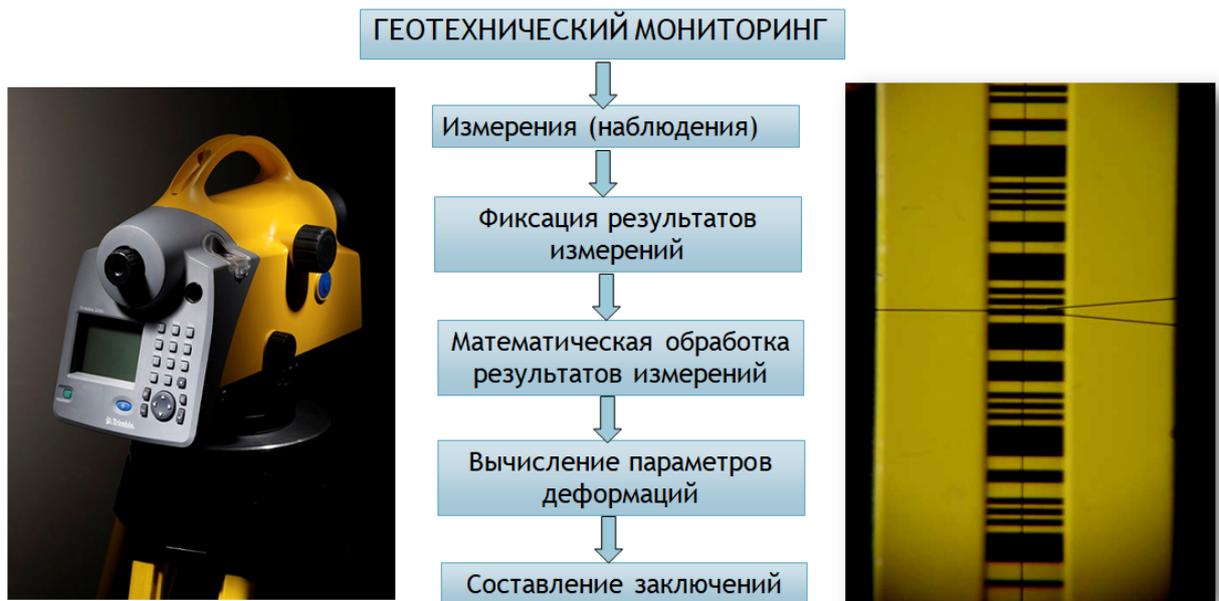
В настоящее время повысился уровень современного геодезического оборудования предназначенного, в том числе и для измерения пространственного положения объекта. Появление автоматизированных и сканирующих тахеометров, способных определять координаты отдельных точек без участия оператора и выполнять сканирование сооружений, получая их объемные высокоточные пространственные модели. Все это позволило оценивать динамику перемещений не по отдельным деформационным маркам, а в целом, опираясь на смещения инженерного сооружения.

Во время проведения ремонтных, реконструкционных и любых других строительных работ важно следить за различными деформационными процессами, которые могут происходить при возводимых сооружениях. Это необходимо для обеспечения безопасности возведения и дальнейшей эксплуатации объекта. В данном случае главным способом контроля является геотехнический мониторинг зданий и сооружений, который позволяет выявить возможные дефекты на всех этапах строительства, а также после его завершения.

Геотехническим мониторингом называют комплекс инженерно-геодезических измерений, которые проводятся с целью выявления деформаций, строящихся или сданных в эксплуатацию объектов. Предметами изучения являются несущие конструкции, фундаменты, грунты, находящиеся в зоне строительства зданий или сооружений. Жизненный цикл здания или сооружения – это период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения

Измерения проводят периодически, на каждом значимых этапах строительства, а также в течение года по его завершении (рисунок) [2].

На сегодняшний день геотехнический мониторинг является основным средством наблюдения за деформационными процессами. Он позволяет обеспечить безопасность строительства, а также избежать необратимых процессов, которые могут возникать в самих конструкциях или в грунтовых основаниях.



Геотехнический мониторинг

Для обеспечения безопасности эксплуатации здания важно учесть существующую геологическую обстановку еще на этапе проектирования. Учитывая тот факт, что она может меняться в процессе строительства, необходимо проводить комплексные мероприятия по анализу различных геологических процессов. Все это усложняется также плотностью застройки в городах, наличием большого количества подземных коммуникаций и сооружений. Соответственно, без профессионального геотехнического мониторинга попросту не обойтись. Его целью является установление состояния грунтовых, природных и техногенных условий, которые возникают в пределах исследуемого объекта.

Методы и методики

Процесс проведения геотехнического мониторинга регулируется соответствующими нормативными документами, которые разработаны с учетом требований СНиП. Так, согласно действующим нормам, наблюдения проводятся за следующими объектами:

- подземными и наземными конструкциями, как самих строящихся объектов, так и попадающих в зону влияния строящихся или реконструируемых объектов;
- массивами грунта, в том числе и подземными водами, которые прилегают к подземной части здания или сооружения.

Задачей геотехнического мониторинга является не только установление условий на конкретный момент времени, но также прогноз возможных изменений. Кроме того, в процесс входит разработка требуемых мер для обеспечения безопасности зданий, находящихся вблизи исследуемого объекта [3].

Геотехнический мониторинг зданий и сооружений необходимо производить для определения эксплуатационной пригодности объекта, контроля строительства. Можно выделить несколько самых распространенных случаев, когда требуется проводить мониторинг:

- строительство высотного или сложного объекта, а также при проблемных геофизических условиях, например, при наличии неоднородных грунтов;
- для выявления возможных деформаций проводится наблюдение за кренами и осадками зданий и сооружений, а также силами, которые возникают в фундаментах или несущих конструкциях. Для получения требуемых данных используют геодезические или тензометрические методы;
- наличие угрозы окружающим объектам от текущего строительства. Мониторинг позволит предотвратить негативные последствия, в том числе различные деформации зданий и сооружений;
- обнаружение деформаций в уже построенных или сданных в эксплуатацию зданий, например, при выявлении кренов, разрушений, трещин, осадок и пр. Геотехнический мониторинг позволит зафиксировать появление дефектов. Также с его помощью могут быть проведены расчеты и обследования, которые помогут выявить причины деформации и предотвратить их усугубление [4].

Кроме геотехнического мониторинга самих конструкций, также часто необходим контроль состояния грунта. Он может потребоваться в следующих случаях:

- в процессе устройства котлована для нового строительства. Для проведения исследования используют специальные марки, которые устанавливают в ограждении котлована;
- при наличии деформации фундамента или несущих конструкций в процессе строительства в сложных геофизических условиях;
- для наблюдения за земляной частью уникальных строительных объектов, к примеру, гидротехнических плотин;

Чтобы определить, какие именно мероприятия потребуются для геотехнического мониторинга, специалисты проводят сбор данных об объекте и его первичный осмотр. Проще всего это сделать при наличии подробной документации, поэтому от заказчика требуются следующие схемы и заключения:

- геоподоснова;
- данные об уже проведенных мониторингах, если они были;
- информация об инженерных изысканиях;
- градостроительный план земельного участка;
- генеральный строительный план в виде схемы;
- чертежи границ и мест расположения различных элементов здания или сооружения, которые находятся ниже нулевой отметки.

Геотехнический мониторинг – это общее понятие, которое включает в себя разные виды исследований. В зависимости от особенностей объекта и различных природных факторов, в программу изучения могут входить следующие виды наблюдения и измерения:

– визуальный мониторинг деформаций. В рамках него проводится осмотр объекта, в процессе которого фиксируются обнаруженные дефекты, устанавливаются маяки на трещины и другие деформации;

– вибродинамический анализ. Его задачей является измерение значения динамических ускорений, которые возникают в процессе строительства или же связаны с окружающими условиями жизни. Например, это может быть связано с работой линий метро, строительной техники, наличием вблизи объекта оживленных автострад и пр. Анализ проводится при помощи компьютера, чувствительных датчиков и виброметра;

– геодезический мониторинг. Для его проведения используют современное высокоточное оборудование: лазерные сканеры, тахеометры, нивелиры. Также активно применяются фотограмметрические методы и GPS-системы. Геодезический мониторинг, включает в себя измерения осадок, просадок, кренов, сдвигов строящихся объектов и объектов окружающей застройки. Также проводится измерение уровня подземных вод;

– геофизические измерения – заключаются в установке сейсмических и электромагнитных датчиков;

– тензометрический анализ – необходим для получения данных об уровне напряжения в фундаментах, несущих конструкциях, сваях и пр. Для проведения измерений требуются специальные датчики и компьютер для обработки полученных данных.

При составлении программы геотехнического мониторинга может быть использован весь комплекс доступных исследований или же только некоторые из них. Также каждый вид мероприятий может применяться по отдельности. Независимо от количества и типа измерений, процесс все равно будет называться геотехническим мониторингом [9, 10].

Многих застройщиков волнует вопрос, как часто необходимо проводить геотехнический мониторинг в процессе возведения или реконструкции зданий и сооружений, а также после ввода их в эксплуатацию. Периодичность таких мероприятий зависит от скорости строительных и монтажных работ, конфигурации отдельных конструкций, этапов строительства и пр. Кроме того, есть определенные требования, обозначенные в нормативной документации, которые определяют сроки проведения мониторинга для отдельных объектов контроля – фундаменты, основания и несущие конструкции контролируют с помощью геотехнического мониторинга во время всего строительного процесса, а также в течение одного года после сдачи объекта в эксплуатацию. Измерения проводят не реже одного раза в месяц или же при возведении каждых 3–5 этажей.

Ограждающие конструкции строительного котлована должны быть исследованы дважды в месяц с момента начала земляных работ и до момента строительства всей подземной части здания.

Грунт, окружающий объект строительства, а также близлежащие здания и сооружения необходимо проверять один раз в месяц с начала строительства и еще один год после его завершения.

Также на сроки и периодичность проведения мониторинга влияют категории ответственности строящегося сооружения и сложности геофизических условий, тип и высота постройки, категория технического состояния окружающих зданий и других объектов.

Рассмотрим составляющие геотехнического мониторинга.

Проект мониторинга разрабатывается на основе геотехнического обоснования на стадии «Проектная документация». Он состоит из схемы расстановки марок, датчиков, измерительного оборудования на объекте строительства или реконструкции и окружающих зданиях, попадающих в зону риска строительства. Для того чтобы определить, в каких местах их следует устанавливать, используют математическую модель взаимодействующей системы «объект – основание – окружающая застройка», которая разрабатывается с помощью метода конечных элементов в рамках геотехнического обоснования.

При необходимости проект мониторинга может содержать опытные (пионерные) участки, на которых устанавливается измерительное оборудование, для отработки щадящих режимов производства работ. Эти участки могут быть предназначены для апробации новых проектных решений. Например, в Санкт-Петербурге до недавнего времени отсутствовал опыт расчетов, проектирования и устройства глубоких котлованов в условиях плотной застройки. Институт «Геореконструкция» выполнил натурные исследования поведения массива грунта при устройстве опытных котлованов [5, 7]. Эти исследования позволили разработать расчетные модели грунта, методологию расчетов и проектные решения, адаптировать современные геодезические технологии к специфическим инженерно-геологическим условиям региона [6, 8].

Результаты

Подводя итоги, можно сказать, что геотехнический мониторинг зданий и сооружений является необходимым условием качественного и безопасного строительства. Он позволяет вовремя выявить деформации различных конструкций и грунтов, организовать работы с учетом состояния объектов окружающей застройки, прохождения коммуникационных сетей, природных и техногенных условий. Для сложных строительных объектов и высотных зданий проведение периодического контроля средствами геотехнического мониторинга является обязательным. При этом геотехнический мониторинг потребует не только в процессе строительства, но и после сдачи здания в эксплуатацию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений / НИИОСП им. Н. М. Герсеванова и НИЦ «Строительство». – М., 2013.
2. Свод правил СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* Москва – 2011 Министерство регионального развития Российской Федерации. – М., 2011.

3. Свод Правил СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. Министерство регионального развития Российской Федерации. – М., 2012.
4. ГОСТ Р 22.1.13-2013. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мероприятия по гражданской обороне, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Требования к порядку создания и эксплуатации.
5. Улицкий В. М., Шашкин А. Г. Натурные исследования как основа для разработки методологии расчета напряженно-деформированного состояния массива грунта при устройстве подземных сооружений // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2011. – № 4. – С. 2–9.
6. Улицкий В. М., Шашкин А. Г., Шашкин К. Г. Геотехническое сопровождение развития городов. – СПб. : Стройиздат Северо-Запад, Геореконструкция. – 2010. – 551 с.
7. Шашкин А. Г. Натурные исследования развития деформаций слабых глинистых грунтов при устройстве котлованов // Инженерная геология. – 2011. – № 2. – С. 18–24.
8. Шашкин А. Г. Основы расчета подземных сооружений в условиях городской застройки на слабых глинистых грунтах // Жилищное строительство. – 2011. – № 6. – С. 39–46.
9. Бугакова Т. Ю. К вопросу оценки риска геотехнических систем по геодезическим данным // ГЕО-Сибирь-2011. VII Междунар. науч. конгр. : сб. материалов в 6 т. (Новосибирск, 19–29 апреля 2011 г.). – Новосибирск : СГГА, 2011. Т. 1, ч. 1. – С. 151–157.
10. Вовк И. Г., Бугакова Т. Ю. Математическое моделирование пространственно-временного состояния систем по геометрическим свойствам и оценка техногенного риска методом экспоненциального сглаживания // Вестник СГГА. – 2012. – Вып. 4 (20). – С. 47–58.

© А. В. Иванова, Т. А. Соловьева, Т. Ю. Бугакова, 2019