

ВВЕДЕНИЕ

Термин «геотехнический мониторинг» появился в практике отечественного строительства в 90-х гг. XX в. в ряде нормативных документов [1–3], обобщающих накопленный к тому времени опыт по реконструкции и новому строительству объектов в историческом центре таких мегаполисов, как Москва и Санкт-Петербург [4–6]. Дальнейшее развитие вопросы геотехнического мониторинга получили с выходом в свет региональных [7; 8] и федеральных [9–11] нормативных документов.

Из анализа этих документов следует, что суть геотехнического мониторинга заключается в организации регулярных наблюдений и контроля над состоянием системы *основание — фундамент — каркас здания* как строящихся (реконструируемых), так и попадающих в зону влияния нового строительства (реконструкции) зданий для обеспечения их сохранности и безопасной эксплуатации. С юридической точки зрения, проведение подобного мониторинга закреплено Федеральным законом РФ №384-ФЗ от 30.12.2009 г. (см. [12, гл. 5, ст. 18 и 36]). Следует отметить, что организация и проведение геотехнического мониторинга и сопутствующих ему работ в соответствии с требованиями [11] — мероприятие достаточно затратное. Так, по данным некоторых авторов [13–15], стоимость системы мониторинга, позволяющей вести непрерывный контроль состояния различных объектов во времени, может составлять от 1 до 3–6 % от стоимости всего объекта. Поэтому в ряде случаев в целях экономии средств некоторые застройщики так или иначе пытаются обойти положения, изложенные в нормативных региональных и федеральных документах [7–11], однако, с учетом [12], подобная деятельность оказывается *вне закона и может представить интерес для правоохранительных органов*. Кроме того, отсутствие геотехнического мониторинга или проведение его в неполном объеме является одной из основных причин, приводящих к возникновению аварийной ситуации на объекте (см. [16]).

Из вышеизложенного следует, что система геотехнического мониторинга — это важная компонента, обеспечивающая эффективную составляющую *безопасного* функционирования зданий в период как их строительства (реконструкции), так и эксплуатации. В этой связи необходимо отметить, что в соответствии с требованиями [11] (см. [11, раздел 12, п. 12.6]) работы *по геотехническому мониторингу, оформленные в виде программы, являются разделом утверждаемой части проектной документации*. При подготовке настоящего пособия были использованы наработки в ходе выполнения научно-исследовательских работ, проводимых Научно-техническим и образовательным центром изысканий, диагностики и мониторинга зданий и сооружений (НТОЦ ИДМЗС) и кафедрой механики грунтов и геотехники НИУ МГСУ.

Целью настоящего издания является ознакомление читателей с основными требованиями действующих в настоящее время нормативных документов по организации и проведению геотехнического мониторинга.

1. ЦЕЛИ И СОСТАВ РАБОТ ПРИ ГЕОТЕХНИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ

В соответствии с [11], геотехнический мониторинг — это система комплексного контроля, которая базируется на изучении поведения конструкций возводимого (реконструируемого) сооружения, его основания, в том числе массива грунта, окружающего (вмещающего) строящееся сооружение, и конструкций сооружений окружающей застройки. Наблюдение производится во время возведения объекта строительства и на начальном этапе эксплуатации построенного или реконструированного сооружения.

Целью геотехнического мониторинга является обеспечение безопасности строительства и эксплуатационной надежности возводимых (реконструируемых) зданий и сооружений окружающей застройки и сохранности экологической обстановки.

Проводя геотехнический мониторинг, необходимо помнить о тех задачах, которые решаются в процессе обследования:

- периодическая фиксация изменений контролируемых параметров геологической среды и конструкций сооружения;
- своевременное обнаружение отклонений контрольных параметров (в том числе изменений, которые нарушают прогнозируемые тенденции) конструкций возводимого (реконструируемого) здания и его основания от запроектированных параметров, характеристик основания и окружающей застройки от параметров, которые были получены в результате геотехнического прогноза;
- анализ уровня опасности обнаруженных отклонений контролируемых параметров и установление причин, вследствие которых возникли отклонения;
- разработка мероприятий, устраняющих и предупреждающих обнаруженные негативные процессы или причины, вследствие которых они возникли.

Для выполнения геотехнического контроля применяются следующие методики:

- геодезические (фиксация перемещений марок и др.) с применением теодолитов, нивелиров, сканеров, тахеометров (в том числе электронных, оптических, лазерных и др.) и спутниковых систем;

- геофизические (сейсмические, электромагнитные и др.);
- визуально-инструментальные (проведение контрольных наблюдений за уровнем грунтовых вод, состоянием конструкций, в том числе поврежденных, с фиксацией отклонений маяками или аналогичными устройствами, фотофиксацией и др.);
- тензометрические (фиксация перемещений и усилий в основании, под подошвой фундамента, под пятой сваи, в несущих конструкциях и др.) с использованием набора датчиков деформации и усилий, применяемых в комплексе;
- виброметрические (измерение кинематических характеристик колебаний: виброскоростей, виброускорений, виброперемещений).

Для вновь возводимых (реконструируемых) сооружений необходимо осуществлять геотехнический мониторинг:

- фундаментов, оснований и конструкций сооружений:
 - вновь возводимых (реконструируемых) уникальных;
 - вновь возводимых при высоте более 75 м I уровня ответственности;
 - реконструируемых I и II уровней ответственности;
 - вновь возводимых при высоте меньше 75 м I и II уровней ответственности в случае размещения на площадках с инженерно-геологическими условиями III категории сложности;
- ограждающих конструкций котлованов при глубине котлована:
 - более 5 м и размещении сооружений на застроенных территориях при II или III категории сложности инженерно-геологических условий;
 - более 10 м;
- массива грунта, окружающего подземную часть сооружения, расположенного на застроенной территории, при глубине котлована:
 - более 5 м при размещении сооружения на площадках с II или III категориями сложности инженерно-геологических условий;
 - более 10 м.

Геотехническое обследование зданий (сооружений) окружающей застройки I и II степеней ответственности, в том числе подземных инженерных коммуникаций, требуется осуществлять в случае их расположения в границах зоны влияния вновь возводимого или реконструируемого сооружения. Размеры зоны влияния определяются по результатам геотехнического прогноза или проведением расчета влияния с помощью современных программных комплексов (Plaxis, Midas GTX и т.д.).

Примечание. Геотехнический мониторинг бездействующих инженерных коммуникаций необходимо выполнять, руководствуясь требованиями эксплуатирующей организации или в соответствии со специальным заданием.

Исходя из поставленных задач и состава работ по геотехническому мониторингу, эти работы могут быть разбиты на следующие блоки:

1. *Блок объектного мониторинга*, включающий проведение визуально-инструментальных работ, позволяющих оценить текущее техническое состояние основных несущих конструкций объектов, попадающих в зону влияния нового строительства (реконструкции) и строящегося сооружения, а также инженерных коммуникаций, находящихся в зоне влияния.

2. *Блок гидрогеологического мониторинга* (проводится только в том случае, если при освоении подземного пространства затрагивается водоносный горизонт или если в зоне влияния строящегося объекта находится водоем с переменным уровнем воды, колебания которого способны повлиять на уровень грунтовых вод — УГВ), позволяющий оценить возможные изменения УГВ при проведении строительных работ, а при необходимости дающий возможность произвести отбор проб воды для определения ее текущего химического состава.

3. *Блок геомеханического мониторинга*, позволяющий оценить вероятные изменения физико-механических параметров грунтов основания, попадающих в зону влияния нового строительства (реконструкции). Вопросы геомеханического мониторинга затрагивались в работе [17], а также в нормативных документах, например [10].

4. *Блок экологического мониторинга*, позволяющий контролировать экологическую обстановку на площадке. В соответствии с [11] он выполняется при необходимости (см. [11, п. 13.8]), причем в ряде случаев работы по экологическому мониторингу совпадают с работами блока 2 (см. [18, разд. 5.2]).

5. *Расчетно-аналитический блок*, в рамках которого на основе компьютерного моделирования проводится анализ результатов, полученных в ходе выполнения работ блоков 1–4 данного раздела, дается оценка текущей геотехнической ситуации на объекте и разрабатываются соответствующие рекомендации для дальнейшего ведения работ.

Работы по всем этапам данного раздела должны быть увязаны между собой, что осуществляется в специально разрабатываемой программе, основные требования к которой будут рассмотрены ниже.

2. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГРАММЕ. СОСТАВ И ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ЕЕ РАЗРАБОТКИ

Программа геотехнического мониторинга разрабатывается в процессе проектирования на стадии «Проект» и может быть скорректирована на стадии «Рабочая документация». К ее составлению в соответствии с [11] (см. [11, п. 12.18]) привлекаются специализированные организации.

2.1. Основные требования к программе

В соответствии с [11] (см. [11, п. 12.8]) программа должна отвечать следующим требованиям:

- точность измерений и выбранные методы должны обеспечивать достоверность полученных результатов и согласовываться с точностью проектных значений и результатов геотехнического прогноза, которые были заданы ранее;
- для наиболее характерных и опасных участков вновь возводимых (конструируемых) сооружений, окружающей застройки и их оснований должна выполняться фиксация контролируемых характеристик;
- все проводимые измерения и исследования необходимо увязывать между собой во времени и соотносить с этапами исполнения строительно-монтажных работ;
- частоту наблюдений необходимо назначать в соответствии со скоростью (интенсивностью) и продолжительностью протекающих процессов деформирования конструкций зданий и их оснований;
- программа должна включать математическую компьютерную модель (модели) взаимодействующей системы *основание — объект — окружающая застройка*, в том числе инженерные коммуникации, попадающие в зону влияния нового строительства (реконструкции).

2.2. Состав программы

Согласно [11] (см. [11, п. 12.9]) в программе нужно указывать:

- особенности возводимого или реконструируемого объекта (конструктивная схема, уровень ответственности, особенности возведения, проектные решения по устройству фундаментов, основания и подземной части сооружения, особенности эксплуатации и др.);

- расчетные (проектные) параметры, которые характеризуют взаимодействие здания и его конструкций с грунтовым массивом, включая временные параметры, с учетом последовательности строительства объекта (давление на основание, напряжения в сваях и конструкциях подземной части сооружения, деформации основания фундаментов, горизонтальные деформации ограждения котлована и усилия в элементах конструкции, которые обеспечивают его устойчивость и т.п.);

- информацию о сооружениях, располагающихся в непосредственной близости к площадке строительства (предельные и прогнозируемые величины дополнительных деформаций фундаментов и оснований, степень ответственности сооружений, предполагаемые защитные мероприятия и др.);

- гидрогеологические и инженерно-геологические условия, в том числе свойства грунтов основания, изменения уровня грунтовых вод, прогнозируемые значения перемещений грунтового массива, окружающего сооружение, и др.;

- контролируемые параметры (в том числе участки фиксации изменений этих параметров и их предполагаемое количество) конструкций возводимого (реконструируемого) сооружения, его основания (в том числе окружающего массива грунта), уровня грунтовых вод и окружающей застройки (в частности, первоначальную фиксацию контролируемых параметров);

- методы фиксации изменений контрольных характеристик и требования к точности измерений (в том числе степень точности геодезических измерений в соответствии с ГОСТ 24846—2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений и др.);

- периодичность, этапы и сроки проведения наблюдений за контрольными параметрами с учетом последовательности возведения (реконструкции) объекта;

- требования к составу, структуре и периодичности подготовки отчетной документации;

- сведения и требования к расчетно-аналитическому аппарату мониторинга;

- сведения о порядке принятия решений и мероприятий по результатам мониторинга.

При назначении сроков проведения геотехнического мониторинга следует руководствоваться данными, приведенными в прил. 1 настоящей работы.

При установлении критериев технического состояния несущих конструкций следует отталкиваться от основ метода предельных состояний, которые гарантируют надежность возводимых объектов

(ГОСТ 27751—2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения).

При строительстве и эксплуатации зданий и сооружений, в соответствии с данной методикой, различают два предельных состояния:

- Первое предельное состояние, которое наступает в момент *полной потери конструкцией характеристик, отвечающих требованиям нормальной эксплуатации*, и конструкция разрушается, теряет устойчивость, опрокидывается и т.д. В этом случае при проектировании зданий исходят из минимально вероятных (расчетных) сопротивлений конструкционных материалов и максимально вероятных (расчетных) воздействий. Не следует понимать выше сказанное в буквальном смысле в связи с тем, что метод предельных состояний, во-первых, строится на вероятностных принципах, во-вторых, проектировщик может задать дополнительные запасы, тем самым компенсируя неучтенные воздействия и неблагоприятные факторы. Для этого, например, существуют коэффициенты условия работы и коэффициенты надежности по назначению строящегося здания (сооружения) и т.д.

- Второе предельное состояние, которое наступает, когда *нормальная эксплуатация сооружения затруднена, при этом несущая способность сохраняется*, например, деформации (прогибы) конструкций ведут к нарушению работы используемого технологического оборудования, колебания несущих конструкций негативно влияют на состояние людей, которые находятся в помещении, и т.д. Конструирование зданий и сооружений в этом случае выполняется согласно так называемым нормативным значениям — пониженным для нагрузок и повышенным для прочности материала, в предположении, что такое состояние будет кратковременным либо может быть ликвидировано штатными средствами, после чего объект в полной мере будет удовлетворять требованиям нормальной эксплуатации, а также требованиям безопасности.

Согласно перечисленным фундаментальным положениям формулируются *критерии*, согласно которым можно оценить техническое состояние конструкций зданий и сооружений. Также эти критерии позволяют выявить порядок формирования технического решения по этапу мониторинга технического состояния несущих конструкций объекта и порядок принятия решений, обеспечивающих безопасную эксплуатацию сооружения.

Если условно установить рекомендации по обозначению опасности согласно принципу «светофора», то при использовании *интегральных* характеристик — *перемещения, формы и частоты колебаний* сооружения — можно «зажигать» различные цвета:

- *зеленый*, когда контролируемые в ходе мониторинга величины данных характеристик не будут превышать значений, которые были рассчитаны при *нормативных* воздействиях. Это состояние, отвечающее нормальной эксплуатации объекта;

- *желтый*, когда контрольные параметры превосходят нормативные значения. Это состояние сигнализирует о приближении серьезной опасности. Рекомендуется оперативно выяснить причину, по возможности ее устранить либо выполнить предупреждающие организационные мероприятия;

- *красный*, когда контролируемые величины достигают или превышают значения, которые соответствуют *расчетным* воздействиям. Это состояние говорит о необходимости остановить дальнейшую эксплуатацию сооружения.

В методе предельных состояний используется целая система коэффициентов надежности, которые основываются на статистической обработке многочисленных данных исследований и опыте эксплуатации реальных объектов строительства. Данная методика позволяет вводить дополнительные меры безопасности.

Обработка материалов мониторинга может вестись с использованием изложенного выше «семафорного принципа», как это рекомендовано в [19; 20] (рис. 2.1).

$\alpha < \alpha_{\text{норм}}$	$\alpha_{\text{норм}} < \alpha < \alpha_{\text{расч}}$	$\alpha > \alpha_{\text{расч}}$

Рис. 2.1. Шкала для обработки результатов геотехнического мониторинга:

— зеленый цвет;
 — желтый цвет;
 — красный цвет;

α — контролируемый параметр; $\alpha_{\text{норм}}$ — нормативное значение контролируемого параметра; $\alpha_{\text{расч}}$ — расчетное значение контролируемого параметра

Зеленый цвет означает, что элемент, за которым ведется наблюдение, находится в *работоспособном состоянии*, желтый свидетельствует о переходе технического состояния элемента в *ограниченно работоспособное*, красный — возможно возникновение *аварийной ситуации*.

Согласно программе геотехнического мониторинга сооружений I уровня ответственности, при III категории сложности инженерно-геологических условий разработка проекта мониторинга является обязательной. В остальных случаях разработка проекта мониторинга выполняется по специальному заданию.

В проекте геотехнического мониторинга, помимо сведений, которые содержатся в программе, должны быть представлены:

- схемы расположения наблюдательных скважин, датчиков, марок, маяков и др.;
- характеристика и конструкции оборудования для проведения геотехнического мониторинга;

- методика проведения замеров, оценка точности проведенных измерений и др.;
- положение о визуально-инструментальном обследовании сооружений окружающей застройки;
- рекомендации по обеспечению достоверности и надежности информации;
- руководство по эксплуатации наблюдательной станции (НС).

Из вышеизложенного следует, что для разработки программы и организации геотехнического мониторинга необходимо располагать определенными исходными данными, состав которых приводится ниже.

2.3. Исходные данные для разработки программы и организации мониторинга

Основной перечень исходных данных для разработки программы и организации геотехнического мониторинга должен включать:

1. Заключение по результатам инженерно-геологических изысканий.
2. Отчет об экологической экспертизе.
3. Акты, дающие право на использование участка согласно указанным границам.
4. Проектные решения по этапу нулевого цикла.
5. Заключение по результатам обследования технического состояния зданий и сооружений, которые располагаются в зоне влияния проектируемого сооружения.
6. Прогноз влияния проведения земляных и строительно-монтажных работ на прочность и устойчивость зданий окружающей застройки, сохранность их конструкций.
7. Технологические и инженерно-технические решения, реализация которых гарантирует прочность и устойчивость зданий и сооружений, которые располагаются в зоне влияния проектируемого сооружения.
8. Проект организации строительства, включая (при необходимости) схемы строительства объекта в стесненных городских условиях существующей застройки.
9. Проект производства работ с разработанной технологической схемой выполнения работ по устройству глубоких котлованов, при реализации которых должно практически исключаться влияние на здания и сооружения, попадающие в зону строительства.
10. Перечень других одновременно возводимых с основным объектом подземных и надземных сооружений, строительные работы на которых могут оказать влияние на результаты выполняемого мониторинга.

11. Перечень других предполагаемых к разработке (или уже выполняемых) видов мониторинга (мониторинг зданий и сооружений окружающей застройки, мониторинг геологической среды района строительства и др.) на возводимом объекте и в зоне влияния строительства.

2.4. Предварительные работы для разработки программы мониторинга

Геотехнический мониторинг осуществляется в соответствии с программой, разрабатываемой организацией, проводящей обследование, и согласовывается с организацией, осуществляющей научно-техническое сопровождение строительства.

Программа должна разрабатываться на стадии проектирования здания или сооружения и учитывать степень ответственности сооружения (здания), технологические особенности его возведения и гидрогеологические условия площадки строительства. В ней необходимо отразить состав и объемы работ по обследованию (мониторингу), также указать перечень измеряемых параметров с обоснованием требуемой точности измерений.

Перед началом создания программы геотехнического мониторинга осуществляется детальный анализ материалов *по исходным данным для разработки программы и организации мониторинга* (пп. 1–11), указанным в предыдущем подразделе данной работы. По результатам анализа определяют назначение системы мониторинга и его функции. Так, в частности, на основании анализа материалов отчетов по результатам обследования существующих зданий и сооружений, расположенных в зоне влияния предполагаемого строительства (п. 5 предыдущего подраздела), с целью определения технического состояния, и по таблицам прил. 2–4 (см. [11]) устанавливаются категории технического состояния и значения предельно допустимых деформаций реконструируемых зданий и сооружений, которые попадают в зону влияния строительства или реконструкции. Степень воздействия нового строительства на существующие подземные коммуникации устанавливается посредством сравнения расчетных показателей дополнительных деформаций с допустимыми. Для сравнения используются следующие показатели деформаций: осадки, относительная разность осадок, относительные горизонтальные деформации растяжения или сжатия, кривизна либо радиус кривизны [21]. При отсутствии данных об обследовании инженерных коммуникаций, которые попадают в зону влияния нового строительства или реконструкции, следует пользоваться информацией, полученной от организаций, эксплуатирующих эти сооружения. Затем разрабатывается математическая (компьютерная) модель си-

стемы *основание — фундамент — каркас* как строящегося здания, так и зданий окружающей застройки, которые попадают в зону влияния нового строительства (реконструкции). Модель может быть выполнена в 2D или 3D постановке с использованием программных комплексов PLAXIS 3D или MIDAS и др.

Так как в нормативной документации отсутствуют критерии выбора формата модели, то на данном этапе могут быть использованы рекомендации, приведенные в [22]. Согласно этим рекомендациям, в зависимости от габаритов здания, при $L/b > 10$ выбирается 2D, а при $L/b < 10$ — 3D модель, где L и b соответственно длина и ширина здания.

Наиболее реально отражающей работу грунта при разгрузке — загрузке основания на сегодняшний день является модель упрочняющегося грунта, наилучшим образом подходящая для корректного определения напряженно-деформированного состояния массива при откопке котлована (загрузке — разгрузке основания).

В качестве примера расчета влияния можно привести участок строительства № 15 ММДЦ «Москва-Сити», с южной стороны граничащий с центральным ядром, располагающимся на расстоянии 9,5 м от котлована. Существующее ограждение выполнено в виде «стены в грунте» толщиной 900 мм и буронабивных свай. Посредством устройства 2, 4-х ярусов грунтовых анкеров с несущей способностью 60 т (рис. 2.2) обеспечивается устойчивость конструкции котлована.

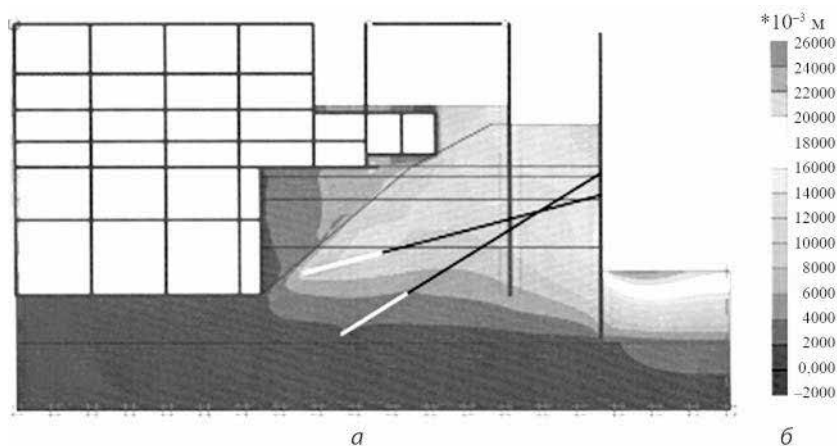


Рис. 2.2. Деформации массива грунта при разработке котлована до проектной отметки (по данным [23]):
 a — суммарные перемещения; b — шкала перемещений массива грунта

Оценивая влияние устройства котлована и его ограждения, Научно-исследовательский институт оснований и подземных сооружений им. Н.М. Герсеванова [23] выполнил моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтового массива на базе упругопластической модели грунта Кулона – Мора с учетом усиления, представляющего собой системы тяжей из омоноличенных двутавров, соединяющих между собой «стену в грунте» с подземными конструкциям центрального ядра. Проведенные геодезические наблюдения за конструкциями эстакады показали, что горизонтальные перемещения колонн составили 18–23 мм при предполагаемых деформациях ~ 0 мм. Горизонтальные перемещения ограждения котлована составляют 1 (отм. 106,1 м) – 46 (отм. 122,5 м) мм в сторону котлована и не превышают установленного критерия. Однако при учете фактора времени (сроки строительства возросли) рост перемещений в сторону котлована может продолжиться. Для стабилизации перемещений было выполнено дополнительное натяжение анкеров ограждения котлована, что замедлило процесс роста деформаций (сила натяжения контролировалась установленными динамометрами). В соответствии с этим при оценке влияния строительства котлована следует учитывать потерю преднатяжения и временной фактор, ползучесть бетона и пр. Общий вид котлована участка № 15 «Москва-Сити» показан на рис. 2.3.



Рис. 2.3. Общий вид котлована участка № 15 «Москва-Сити»

Следует отметить, что математическая модель должна позволять не только определять места установки датчиков на основании прогнозируемого НДС системы *основание — фундамент — каркас*, но и давать возможность вести обратный расчет анализа поведения указанной выше системы. Это позволит выявить причины отклонения реального НДС от прогнозируемого и скорости его изменения от расчетных значений [24]. Также данные модели позволяют прогнозировать как габариты зоны влияния нового строительства или реконструкции, так и деформации грунтового массива и фундаментов зданий и инженерных коммуникаций, которые он вмещает. При этом радиус зоны влияния можно ограничить расстоянием, при котором расчетное значение дополнительной осадки массива грунта не превышает 1 мм ([11, п. 9.34]).

На рис. 2.4 приведены результаты расчета зоны влияния реконструкции здания по адресу Хлебный пер., д. 19 в Москве. Проектом реконструкции предусмотрено усиление фундаментов буроинъекционными сваями по разрядно-импульсной технологии, при этом осадки соседних зданий не должны превышать 30 мм.

В ряде случаев результаты определения габаритов зоны влияния удобно представлять в виде топографического плана с изолиниями прогнозируемых осадок (рис. 2.5), а также таблицей с расчетными данными (табл. 2.1).

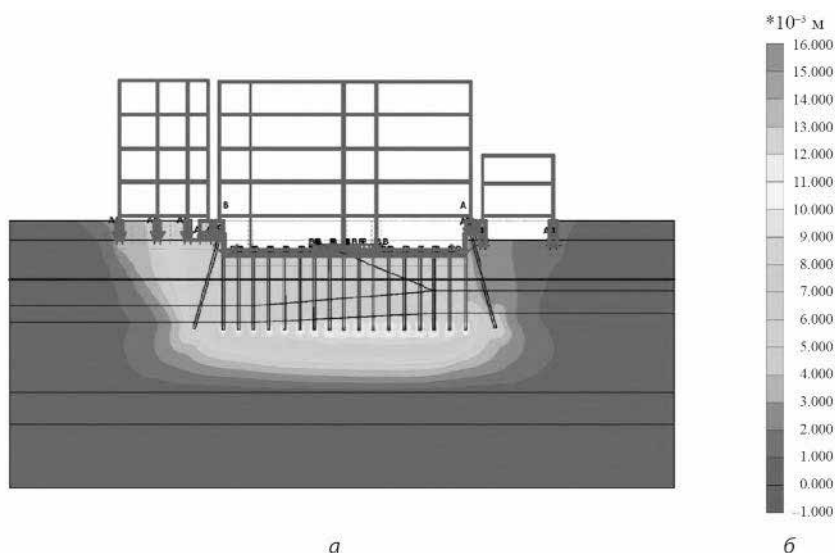


Рис. 2.4. Результаты расчета зоны влияния реконструкции здания в Москве по адресу Хлебный пер., д. 19:
 а — суммарные перемещения; б — шкала перемещений массива грунта

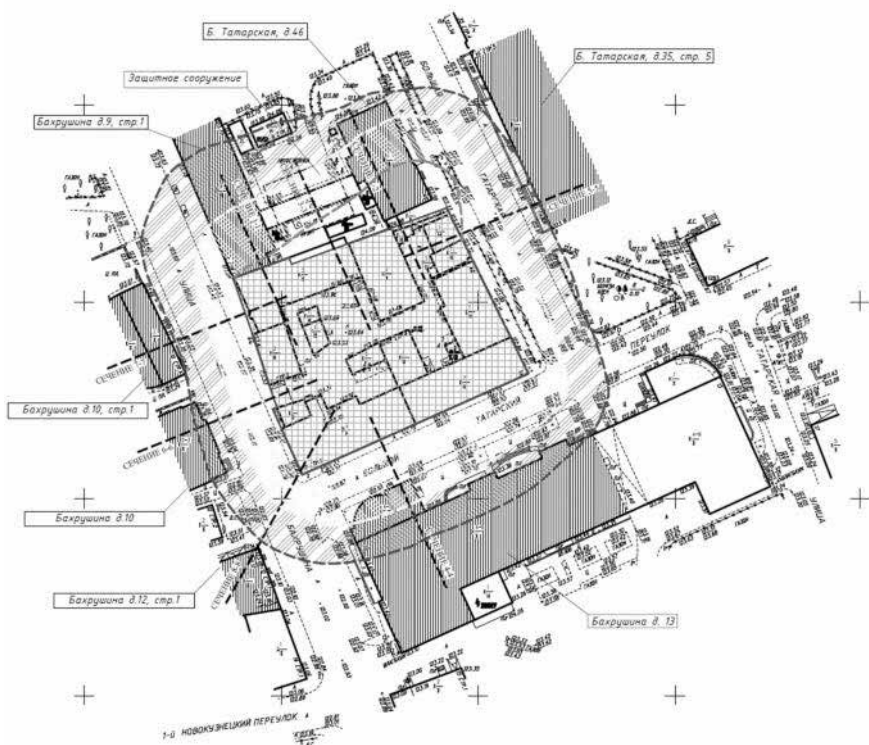







Рис. 2.5. Изолинии прогнозируемых осадок при строительстве гостиничного комплекса на ул. Бахрушина в Москве:

-  — контур подземной части гостиничного комплекса;
-  — контур зданий, попадающих в зону влияния строительства;
-  — граница зоны с деформацией массива грунта до 40 мм и более;
-  — граница зоны с деформацией массива грунта 40—20 мм;
-  — граница зоны с деформацией массива грунта до 20—10 мм

В таблице должны содержаться сведения о расчетных и предельно допустимых осадках и их неравномерности, а при необходимости — в зависимости от геотехнической категории сложности и уровня ответственности здания — дополнительные критерии: крен, напряжения в распорках, тягах анкеров ограждения котлована и т.д.

**Результаты расчета дополнительных деформаций зданий,
попадающих в зону влияния гостиничного комплекса (см. рис. 2.5)**

№ фундамента	Категория состояния конструкций	Дополнительные перемещения подошвы фундамента от устройства котлована и возведения здания, мм	Суммарные дополнительные перемещения подошвы фундамента от устройства котлована и возведения здания, мм	Предельно допустимая осадка для данной категории состояния конструкций здания, мм	Неравномерность осадок	Предельно допустимая неравномерность для данной категории состояния конструкций здания	Рекомендации
Сечение 1—1 (ул. Бахрушина, д. 9, стр. 1, тип фундамента — ленточный)							
1	II	17,48	36,1	40,0	—	—	Защитных мероприятий не требуется
2		16,00	27,5	40,0	0,00144	0,002	
3		14,66	20,5	40,0	0,00116	0,002	
4		13,63	16,1	40,0	0,00075	0,002	
5		13,04	13,8	40,0	0,00038	0,002	
Сечение 2—2 (ул. Б. Татарская, д.46, тип фундамента — ленточный)							
1	I	22,67	68,5	30,0	—	—	Необходимо проведение мероприятий по усилению фундаментов
2		18,71	46,7	30,0	0,00247	0,001	
3		14,69	26,6	30,0	0,00229	0,001	
4		11,48	13,8	30,0	0,00145	0,001	

Следует отметить, что любая технология усиления основания связана в частности и с дополнительной технологической осадкой или иным негативным воздействием, которое также должно быть учтено при разработке программы и проекта геотехнического мониторинга. Так, в случае, например, использования буроинъекционных свай по разрядно-импульсной технологии необходимо проведение сейсмического мониторинга.

Для предварительного назначения зоны влияния вновь возводимого (реконструируемого) сооружения, расположенного на застроенной территории, допускается ориентировочный радиус зоны влияния $r_{3,в}$, м, принимать в зависимости от глубины котлована H_k , м, метода его крепления и конструкции ограждения котлована равным (см. [11, п. 9.36]):

- $5H_k$ — когда используется ограждение котлована с креплением анкерными конструкциями, но не более $2L$, где L — суммарная длина горизонтальной проекции тела анкера и его тяги, м;
- $4H_k$ — когда используется ограждение котлована из стальных элементов (труб, двутавров и т.п.) с консольным креплением либо креплением стальными распорками или подкосами, а также при устройстве котлована в естественных откосах;
- $3H_k$ — когда используется монолитная или сборно-монолитная железобетонная конструкция ограждения котлована (по технологии «стена в грунте», буронабивных секующихся свай и т.п.) с консольным креплением либо креплением стальными распорками или подкосами, а также при использовании ограждения из стальных элементов (труб, двутавров и т.п.) и экскавации грунта в котловане под защитой монолитных железобетонных перекрытий;
- $2H_k$ — при использовании монолитной или сборно-монолитной железобетонной конструкции ограждения котлована (по технологии «стена в грунте», буронабивных секующихся свай и т.п.) и экскавации грунта в котловане под защитой монолитных железобетонных перекрытий.

Примечание. Величина предварительно назначаемой зоны влияния может корректироваться на основании местного опыта проектирования с учетом специфических грунтовых условий и других факторов.

В случае, если подземная часть сооружения полностью или частично перекрывает естественные фильтрационные потоки в основании, следует выполнять прогноз изменений гидрологического режима площадки строительства (см. [11, п. 27]), что также должно учитываться разрабатываемыми моделями.

В качестве примера программы геотехнического мониторинга приведен фрагмент соответствующего документа по башне «Ахмат Тауэр» в г. Грозном (прил. 5).

3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Методы, которые применяются при выполнении геотехнического мониторинга, указаны в разд. 1 настоящего пособия. При этом разрешается для фиксации изменений контрольных параметров использовать другие методики, в том числе косвенные, обеспечивающие достоверность результатов наблюдений и их схожесть с результатами, полученными по указанным выше методам.

Ниже рассмотрим методику проведения геотехнического мониторинга для каждого его блока (см. разд. 1 настоящего пособия) по отдельности.

3.1. Объектный мониторинг

Объектный мониторинг проводится для оценки технического состояния надземных и подземных конструкций как вновь строящегося (реконструируемого) здания, так и сооружений, которые попадают в зону влияния строительства. Для этого вида мониторинга используются практически все методы, представленные выше.

3.1.1. Геодезические методы

При использовании этих методов фиксируют перемещения поверхностных геодезических марок (ПГМ) при помощи нивелиров, тахеометров, теодолитов, а иногда навигационных спутниковых систем. ПГМ — это геодезические знаки, которые устанавливаются на поверхности объектов, попадающих в зону влияния строительства (зданий, инженерных коммуникаций, конструкций вновь строящихся или реконструируемых зданий, грунтового массива основания и т.п.). Для наблюдения за перемещениями ПГМ создается опорная планово-высотная сеть, включающая несколько реперов, вынесенных за габариты зоны влияния. За этими реперами и проводится наблюдение.

Для сооружений I уровня ответственности следует использовать глубинные реперы (ГР). Это фундаментальные геодезические знаки, закладываемые в специально пройденные скважины до практически несжимаемых грунтов. Система ГР, при наличии сопутствующего оборудования, позволяет обеспечить I класс точности измерений вертикальных и горизонтальных перемещений.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru