Программа геотехнического мониторинга

Геотехнический мониторинг

Согласно требования ФЗ №384 «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» при проектировании оснований, фундаментов и подземных частей вновь возводимых или реконструируемых сооружений, располагаемых на застроенной территории, необходимо выполнять геотехнический прогноз (оценку) влияния строительства на изменение напряженно-деформированного состояния окружающего грунтового массива, в том числе оснований сооружений окружающей застройки.

Согласно п. 12.4 СП 22.13330.2011 для объектов нового строительства I и II уровней ответственности при высоте менее 75 м при их размещении на площадках с III категорией сложности инженерно-геологических условий необходимо проводить геотехнический мониторинг.

Программа геотехнического мониторинга выполнена на основании:

- Задания на проектирование
- Отчета по инженерно-геологическим изысканиям
- Архитектурных решений
- Генерального плана на строительство нового объекта
- Конструктивных решений

Вид строительства – новое строительство.

Назначение объекта – производственное здание.

Здание относится к объектам производственного назначения.

Уровень ответственности объекта – II (нормальный).

Коэффициент надежности по ответственности – 1,0

Степень огнестойкости здания – II

Конструктивная схема здания – монолитный каркас с вертикальными ядрами жесткости стен лифтов и лестничных клеток. Горизонтальная жесткость обеспечена конструкциями перекрытия.

Общая устойчивость конструкций здания в продольном и поперечном направлениях обеспечивается совместной работой стен и колонн и жестких дисков перекрытия.

Фундаментом здания является монолитная железобетонная плита h=500 мм.

Под фундаментной плитой предусматривается выполнение подготовки из бетона класса В7,5 по ГОСТ 26633-91 толщиной 100 мм.

Допустимые осадки и разница осадок приняты по СП 22.13330.2011 – «Основания зданий и сооружений».

Котлован устраивается с естественными откосами. Дно котлована находится на отметке 701,01. Низ приямка для лифтовой шахты находится на отм. 699,51. Уровень грунтовых вод находится ниже глубины заложения фундаментов.

Цель геотехнического мониторинга — обеспечение безопасности строительства и эксплуатационной надежности вновь возводимых (реконструируемых) объектов и сооружений окружающей застройки и сохранности экологической обстановки.

Период проведения геотехнического мониторинга – в течении всего строка строительства и не менее одного года после его завершения.

Задачи геотехнического мониторинга:

- систематическая фиксация изменений контролируемых параметров конструкций сооружений и геологической среды;
- своевременное выявление отклонений контролируемых параметров (в т.ч. их изменений, нарушающих ожидаемые тенденции) конструкций строящегося (реконструируемого) объекта и его основания от заданных проектных значений, параметров грунтового массива и окружающей застройки — от значений, полученных в результате геотехнического прогноза;
- анализ степени опасности выявленных отклонений контролируемых параметров и установление причин их возникновения;
- разработка мероприятий, предупреждающих и устраняющих выявленные негативные процессы или причины, которыми они обусловлены.

Геотехнический прогноз.

Здания и сооружения, попадающие в зону влияния нового строительства отсутствуют.

Радиус зоны влияния для сооружения при устройстве котлована в естественных откосах:

$r_{з.в.} = 4H_к = 4x4,5м=18,0$ м

$H_к$ - глубина котлована

Зона влияния и коммуникации, попадающие в зону влияния нового строительства представлены на рисунке 1.

В зону влияния нового строительства попадают коммуникации хозяйственно бытовой водопровод, канализация, теплоснабжение.

Максимальная осадка упругого основания 1,76 см, что не превышает 8 см. Дополнительных мероприятий для сохранности уклонов коммуникаций не требуется.

Проектные (расчетные) параметры здания.

Горизонтальные перемещения.

Предельное горизонтальное перемещение здания по СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия»: fu = H/500 =20150/500=40.3 мм, где H – высота здания, равная расстоянию от верха фундамента до верха покрытия.

f_{max} =18.8 мм < f_u = 40.3 мм – максимальные нелинейные неупругие перемещения меньше предельно допустимых, условие жесткости выполнено.

Вывод: Прогнозируемые предельные горизонтальные перемещения здания составляют 1.88 см, предельные значения составляют 4.0 см.

Осадка фундаментной плиты

Максимальное давление на грунт от фундаментной плиты, согласно полученных при расчете изополей реакции опоры – 355 кН/м^2.

Расчетное сопротивление грунтового основания $R_{мах}$ = 693 кН/м^2

Вывод: $R_{мах}$ = 693 кН/м^2> $P_{мах}$=355 кН/м^2. Расчетное сопротивление грунта основания не превышает максимального прогнозируемого давления под подошвой фундаментной плиты.

В результате статического расчета максимальная осадка фундамента составляет f=17.6 мм, что не превышает предельно допустимого значения fu = 180 мм согласно СП 22.13330.2011 (приложение Д).

Относительная разница осадок основания:

Δ= (17.6-0.01)/28000= 0.00063, что не превышает предельного значения, равного 0.0024 согласно СП 22.13330.2011 (приложение Д).

Вывод: Прогнозируемая максимальная осадка фундамента составляет 1.76 см, предельные значения составляют 18.0 см. М

Прогибы плиты покрытия

В результате статического расчета по нелинейно-упругой модели были получен максимальный прогиб в плите над третьим этажом.

Максимальный прогнозируемый прогиб в плите перекрытия над третьим этажом составляет f=29.5 мм, что не превышает предельно допустимого fu= 6000/200=30.0 мм, согласно СП 20.13330.2011 (приложение Е2)

Вывод: Прогнозируемый прогиб плит перекрытия 2.95 см, предельные значения составляют 3.0 см.

Инженерно-геологические и гидрогеологические свойства грунтов.

Физико-механические свойства грунтов представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики грунтов

Классификация грунта, его состояние, № инженерно-геологического элемента, категория грунта по сейсмическим свойствам	Плотность грунта, г/см^3	Коэффициент пористости	Модуль деформации, МПа	Параметры среза	
				Удельное сцепление, кПа	Угол внутреннего трения, градус
Песок средней крупности талый, маловлажный, плотный. ИГЭ-1, II категория.	1,82 (1,80/1,79)	0,519 (0,535/0,546)	34	2,0/1,3	34/32
Супесь талая, твердая ИГЭ-2, II категория.	1,81 (1,80/1,79)	0,639 (0,652/0,662)	24	17/11	22/19
Супесь мерзлая массивной криотекстуры, нельдистая, незасоленная, при оттаивании	1,92 (1,89/1,87	0,617 (0,639/0,655)	Коэффициент оттаивания - 0,0087 Коэффициент сжимаемости – 0,037 1/МПа;		

пластичная, ИГЭ-2 м,III категория			Модуль деформации в оттаявшем состоянии –17 МПа		
Суглинок талый, мягкопластичный, ИГЭ-3, II категория.	1,81 (1,80/1,80)	0,744 (0,757/0,767)	11	20/13	19/18
Песок гравелистый талый, маловлажный, плотный, ИГЭ-4, II категория.	1,87 (1,85/1,84)	0,486 (0,498/0,506)	35	1,0/0,67	34/31
Песок гравелистый, мерзлый, массивной криогенной текстуры, нельдистый, при оттаивании насыщенный водой,средней плотности, ИГЭ-4м, III категория.	1,98 (1,96/1,95)	0,593 (0,605/0,614)	Коэффициент оттаивания - 0,0044 Коэффициент сжимаемости – 0,0310 1/МПа; Модуль деформации в оттаявшем состоянии – 24 МПа		
Примечание: 1) в скобках – в числителе значения при коэффициенте доверительной вероятности а = 0,85; в знаменателе при а = 0,95; 2) параметры среза – в числителе значения для расчетов по деформациям, в знаменателе – по несущей способности.					

В качестве грунтов основания под здание используются грунты №2, №4. Мерзлые грунты используются по II принципу. Мерзлый грунт под зданием локально размораживается и уплотняется. Низ фундамента находится на отм. 701.1, что ниже установленной отметки глубины промерзания грунтов – 3,79 м.

Гидрогеологические условия площадки работ

На период изысканий (октябрь 2016 г) подземные воды пройденными скважинами до глубины 25,0 м в жидкой фазе не вскрыты. В твердой (мерзлой) фазе вскрыты скважинами № 1 в интервале 3,5-13,0 и скв. №2 в инт. 5,5-12,5 м - пески гравелистые мерзлые, при оттаивании насыщенные водой. При переходе в оттаявшее состояние в чаше протаивания образуется скопление подземных вод.

В отдельные годы во время выпадения интенсивных атмосферных осадков, по кровле ММГ возможно появление грунтовых вод типа «верховодки».

Сведения о сооружениях окружающей застройки. Сооружения окружающей застройки отсутствуют.

Контролируемые параметры (в том числе предполагаемое количество и участки фиксации их изменений) конструкций строящегося

(реконструируемого) объекта, его основания, в том числе окружающего грунтового массива и уровня подземных вод, и окружающей застройки и этапы их первоначальной фиксации.

Контролируемыми параметрами деформаций в процессе проведения геодезического мониторинга являются величины изменения взаимного положения контролируемых точек здания относительно друг друга или относительно положения, заданного проектной документацией или первоначально определенного при проведении периодических измерений.

Для определения контролируемых параметров деформаций проводят геодезические измерения вертикальных и горизонтальных смещений контрольных точек в соответствующих плоскостях: вертикальной и горизонтальной.

Перечень и точность определения контролируемых параметров деформации определяет Техническое задание.

К контролируемым параметрам деформаций согласно СП 22.13330.2011 (пункт 5.6.4) и СП 126.13330.2012 (пункт 8.6) относятся:

- абсолютная величина смещения;
- текущая величина смещения;
- средняя величина смещения;
- разности смещений контрольных точек;
- относительная разность смещений контрольных точек;
- скорость и приращения скоростей смещений;
- крен; - относительный прогиб или выгиб конструкции;
- кривизна изгибаемого участка сооружения или конструкции;
- относительный угол закручивания конструкции.

Методы фиксации изменений контролируемых параметров и требования к точности измерений.

При выполнении геотехнического мониторинга применяются следующие методы:

- визуально-инструментальные (наблюдения за уровнем подземных вод, состоянием конструкций, в том числе поврежденных, с фиксацией

дефектов маяками или аналогичными устройствами, фотофиксация и др.);

- геодезические (фиксация перемещений марок и др.) с применением нивелиров, теодолитов, тахеометров, сканеров (в том числе оптических, электронных, лазерных и др.) и навигационных спутниковых систем; тензометрические (фиксация напряжений в основании под подошвой фундамента, под пятой сваи, в несущих конструкциях и др.) с применением комплекса датчиков напряжений и деформации;
- виброметрические (измерение кинематических параметров колебаний: виброперемещений, виброскоростей, виброускорений); геофизические (электромагнитные, сейсмические и др.)

Контролируемые параметры должны измеряться и вычисляться в величинах, определенных в Международной метрической системе единиц измерений, применяемой в Российской Федерации в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 31.10.2009 № 879 «Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации» и ГОСТ 8.417-2002.

В процессе проведения геодезического мониторинга перечень и точность определения контролируемых параметров деформации может корректироваться по решению Генпроектировщика.

Точность измерений соблюдать согласно ГОСТ 24846-2012.

Вертикальные и горизонтальные смещения в период строительства и эксплуатации рекомендуется определять тригонометрическим нивелированием как для II класса точности измерений.

Этапы, периодичность и сроки проведения наблюдений за контролируемыми параметрами с учетом последовательности возведения (реконструкции) сооружения

Этапы работ включают в себя:

а) Сбор исходных данных, включающих в себя исходно разрешительную документацию, задание на проектирование, а также сбор имеющейся информации об участке строительства и сооружений, входящих в окружающую застройку, если таковые имеются.

б) Определение допустимых параметров величин осадок и деформаций сооружения на основе моделирования грунтового массива и прогноза деформаций грунта, а также несущих конструкций здания с учетом окружающей застройки на основании проектных решений.

в) Установка наблюдений за величиной деформаций грунтового массива при проведении земляных работ на основе геодезических наблюдений. Наблюдение за уровнем грунтовых вод. Контроль за прочностными характеристиками и уплотнением грунтов на отметке подошвы залегания с составлением актов на скрытые работы.

г) Определение осадок и кренов несущих конструкций здания во время возведения и не менее года после его завершения.

д) Проведение мероприятий по наблюдению за конструкциями при обнаружении отклонения от референтных значений. Мероприятия включают в себя непрерывную фиксацию повреждений (установка маячков в трещинах, фиксация осадок и деформаций с установленной периодичностью), вызов представителя ответственной организации.

Периодичность проведения работ для промышленного объекта нормального уровня ответственности представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Цикличность наблюдений при проведении геодезического мониторинга

Вид деформации	Цикличность						
	Во время строительства и монтажа – 1 раз в месяц					Во время эксплуатации	
	Фундамент	Колонны	Металлоконструкции	Раскружаливание	Завершение строительства	4 раза в год (до 5 лет)	2 раза в год (после 5 лет)
Абсолютная осадка	+	+	+	+	+	+	+
Относительная осадка	+	+	+	+	+	+	+
Отклонение от вертикали	-	+	+	+	+	-	-
Смещение верха колонн	-	-	+	+	+	-	-
Сжатие или усадка колонн	-	-	+	+	+	-	-
Деформация металлоконструкций	-	-	+	+	+	+	+

Требования к структуре, составу и периодичности подготовки отчетной документации

На все виды работ составить соответствующие акты приемки-передачи с предоставлением Заказчику.

Состав и периодичность предоставления отчетных документов определены в договоре и техническом задании на производство работ.

К отчетной документации относятся:

- промежуточный технический отчет о результатах геодезических измерений одного или нескольких циклов;
- годовой технический отчет;
- сводный технический отчет о наблюдениях, выполненных за длительный период.

При непродолжительном периоде геодезических измерений на объекте может составляться технический отчет без составления промежуточных отчетов.