**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ**

**СОЮЗА** **ССР**

**ГРУНТЫ**

**МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ**

**ОСНОВАНИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**ГОСТ 24846— 81**

**Издание официальное**

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТ****ЕЛЬНЫ****Й К****ОМИТ****ЕТ СССР**

**ГОСУ****ДА****РС****ТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗ****А** **ССР**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

 **ГРУНТЫ**

**Методы измерения деформ****аций основа****ний**  **ГОСТ**

 **зданий и сооруж****ений 2484681**

 Soils. Measuring methods of strains

 of structures and building bases

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Постано****вл****ени****ем Государственного комитета СССР по де****лам** **строит****ельства от 17 июня 1981 г. № 96 срок вв****едения установл****ен**

**с** **01.01.82**

**Несоблюд****ение стандарта преследуется по зако****ну**

Настоящий стандарт распространяется на грунты всех видов и устанавливает методы измерения деформаций (вертикальных и горизонтальных перемещений, кренов) оснований фундаментов строящихся и эксплуатируемых зданий и сооружений.

Пояснения основных терминов, применяемых в настоящем стандарте, приведены в ГОСТ 22268—76 и ГОСТ 16263—70, а также в справочном приложении 1.

**1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**1.1.** Измерения деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений должны проводиться по программе, отвечающей требованиям, приведенным в обязательном приложении 2, в целях:

определения абсолютных и относительных величин деформа­ций и сравнения их с расчетными;

выявления причин возникновения и степени опасности дефор­маций для нормальной эксплуатации зданий и сооружений; при­нятия своевременных мер по борьбе с возникающими деформа­циями или устранению их последствий;

получения необходимых характеристик устойчивости оснований и фундаментов;

уточнения расчетных данных физико-механических характе­ристик грунтов;

уточнения методов расчета и установления предельных допус­тимых величин деформаций для различных грунтов оснований и типов зданий и сооружений.

Программа проведения измерений составляется организаци­ей, производящей измерения, на основе технического задания (рекомендуемое приложение 3), выдаваемого проектно-изыскатель­ской или научно-исследовательской организацией по согласованию с организациями, осуществляющими строительство или эксплуата­цию.

**1.2.** Измерения деформаций оснований фундаментов строящих­ся зданий и сооружений следует проводить в течение всего перио­да строительства и в период эксплуатации до достижения услов­ной стабилизации деформаций, устанавливаемой проектной или эксплуатирующей организацией и включаемой в техническое за­дание.

Измерения деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений, находящихся в эксплуатации, следует проводить в случае появления недопустимых трещин, раскрытия швов, а так­же резкого изменения условий работы здания или сооружения.

**1.3.** В процессе измерений деформаций оснований фундамен­тов должны быть определены (отдельно или совместно) вели­чины:

вертикальных перемещении (осадок, просадок, подъемов);

горизонтальных перемещений (сдвигов);

кренов.

**1.4.** Наблюдения за деформациями оснований фундаментов следует производить в следующей последовательности:

разработка программы измерений;

выбор конструкции, места расположения и установка исход­ных геодезических знаков высотной и плановой основы;

осуществление высотной и плановой привязки установленных исходных геодезических знаков;

установка деформационных марок на зданиях и сооружениях;

инструментальные измерения величин вертикальных и горизонтальных перемещений и кренов;

обработка и анализ результатов наблюдений.

**1.5.** Метод измерений вертикальных и горизонтальных пере­мещений и определения крена фундамента следует устанавливать программой измерения деформаций в зависимости от требуемой точности измерения, конструктивных особенностей фундамента, инженерно-геологической и гидрогеологической характеристик грунтов основания, возможности применения и экономической це­лесообразности метода в данных условиях.

**1.6.** Предварительное определение точности измерения вертикальных и горизонтальных деформаций надлежит выполнять в зависимости от ожидаемой величины перемещения, установленной проектом, в соответствии с табл. 1.

На основании определенной по табл. 1 допускаемой погрешно­сти, устанавливается класс точности измерения вертикальных и горизонтальных перемещении фундаментов зданий и сооружений согласно табл. 2.

Таблица 1

**мм**

|  |  |
| --- | --- |
| **Расчетная величина вертикальных** | **Допускаемая погрешность измерения перемещений для периода** |
| **или горизонтальных** | **строительного** | **эксплуатационного** |
| **перемещений,**  | **Грунты** |
| **предусмотренная проектом** | **песчаные** | **глинистые** | **песчаные** | **глинис­тые** |
| До 50Св. 50 до 100 « 100 « 250 « 250 « 500 « 500 | 1251015 | 112510 | 11125 | 112510 |

Таблица 2

**мм**

|  |  |
| --- | --- |
| **Класс точности**  | **Допускаемая погрешность измерения перемещений** |
| **измерений** | **вертикальных** | **горизонтальных** |
| IIIIIIIV | 12510 | 251015 |

При отсутствии данных по расчетным величинам деформаций оснований фундаментов класс точности измерения вертикальных и горизонтальных перемещении допускается устанавливать:

I — для зданий и сооружений: уникальных; длительное время (более 50 лет) находящихся в эксплуатации; возводимых на скальных и полускальных грунтах;

II — для зданий и сооружений, возводимых на песчаных, гли­нистых и других сжимаемых грунтах;

III — для зданий и сооружений, возводимых на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах;

IV — для земляных сооружений.

**2. ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ**

**2.1. Подготовка к** **измерениям** **вертикальных перемещений**

**2.1.1.** Перед началом измерений вертикальных перемещений фундаментов необходимо установить:

реперы — исходные геодезические знаки высотной основы;

деформационные марки — контрольные геодезические знаки, размещаемые на зданиях и сооружениях, для которых определяют­ся вертикальные перемещения.

**2.1.2.** В зависимости от точности измерений следует устанавливать реперы следующих типов:

для I и II классов точности измерений — глубинные реперы, основания которых закладываются в скальные, полускальные или другие коренные практически несжимаемые грунты;

для III и IV классов точности измерений — грунтовые репе­ры, основания которых закладываются ниже глубины сезонного промерзания или перемещения грунта; стенные реперы, устанав­ливаемые на несущих конструкциях зданий и сооружений, осад­ка фундаментов которых практически стабилизировалась.

При наличии на строительной площадке набивных или забивных спай, верхним концом выступающих на поверхность, допу­скается их использовать в качестве грунтовых реперов с соот­ветствующим оформлением верхней части сваи.

**2.1.3.** При установке реперов в особых грунтовых условиях сле­дует:

в насыпных неоднородных по составу грунтах, процесс уп­лотнения которых не закончен, — применять реперы, заанкеренные или забитые в коренные грунты на глубину не менее 1,5 м ниже насыпной толщи, защищенные колодцами и предохраненные от смерзания с окружающим грунтом;

в просадочных грунтах — заделывать нижний конец репера на глубину не менее 1 м в песчаные или не менее 2 м в глинистые подстилающие грунты, а также не менее 5 м при толщине слоя просадочного грунта более 10 м;

в заторфованных грунтах — применять забивные сваи, погру­женные до плотных малодеформируемых грунтов;

в вечномерзлых грунтах — применять: забивные реперы при пластично-мерзлых грунтах без крупнообломочных включений; реперы, погружаемые в пробуренные заполняемые грунтовым раствором скважины, при твердомерзлых грунтах, а также плас­тично-мерзлых, содержащих крупнообломочные включения. Ре­перы устанавливаются не менее чем на 2 м ниже расчетной глу­бины чаши оттаивания под зданием (сооружением) или не ме­нее тройной толщины слоя сезонного оттаивания, если реперы ус­танавливаются за пределами чаши оттаивания;

в набухающих грунтах — заделывать нижний конец репера на глубину не менее 1 м ниже подошвы залегания набухающих грунтов. При значительной толщине набухающего слоя грунта башмак репера должен располагаться на глубине, где природное давление превышает давление набухания.

**2.1.4.** Число реперов должно быть не менее трех.

**2.1.5.** Реперы должны размещаться:

в стороне от проездов, подземных коммуникаций, складских и других территорий, где возможно разрушение или изменение по­ложения репера;

вне зоны распространения давления от здания или сооружения;

вне пределов влияния осадочных явлений, оползневых скло­нов, нестабилизированных насыпей, торфяных болот, подземных выработок, карстовых образований и других неблагоприятных ин­женерно-геологических и гидрогеологических условий;

на расстоянии от здания (сооружения) не менее тройной тол­щины слоя просадочногогрунта;

на расстоянии, исключающем влияние вибрации от транспорт­них средств, машин, механизмов;

в местах, где в течение всего периода наблюдений возможен беспрепятственный и удобный подход к реперам для установки геодезических инструментов.

Конкретное расположение и конструкцию реперов должна определять организация, выполняющая измерения, по согласованию с проектной, строительной или эксплуатирующей организацией, а также с соответствующими службами, имеющими в данном райо­не подземное хозяйство (кабельные, водопроводные, канализа­ционные и другие инженерные сети).

**2.1.6.** После установки репера на него должна быть передана высотная отметка от ближайших пунктов государственной или местного значения геодезической высотной сети. При значитель­ном (более 2 км) удалении пунктов геодезической сети от уста­навливаемых реперов допускается принимать условную систему высот.

**2.1.7.** На каждом репере должны быть обозначены наименова­ние организации, установившей его, и порядковый номер знака.

Установленные репера необходимо сдать на сохранение строительной или эксплуатирующей организациям по актам.

**2.1.8.** В процессе измерения вертикальных деформаций сле­дует контролировать устойчивость исходных реперов для каждого цикла наблюдений.

**2.1.9.** Деформационные марки для определения вертикальных перемещений устанавливаются в нижней части несущих конструк­ций по всему периметру здания (сооружения), внутри его, в том числе на углах, на стыках строительных блоков, по обе стороны осадочного или температурного шва, в местах примыкания продольных и поперечных стен, на поперечных стенах в местах пере­сечения их с продольной осью, на несущих колоннах, вокруг зон с большими динамическими нагрузками, на участках, с неблаго­приятными геологическими условиями (рекомендуемое приложе­ние 4).

Конкретное расположение деформационных марок на зданиях и сооружениях, а также конструкции марок должна определять организация, выполняющая измерения, по согласованию с проектной, строительной или эксплуатирующей организацией, учитывая конструктивные особенности (форму, размеры, жесткость) фундамен­та здания или сооружения, статические и динамические нагрузки на отдельные их части, ожидаемую величину осадки и ее нерав­номерность, инженерно-геологические и гидрогеологические усло­вия строительной площадки, особенности эксплуатации здания или сооружения, обеспечение наиболее благоприятных условий производства работ по измерению перемещений.

**2.2. Подготовка к измерениям горизонталь****ных перемещений и кренов**

**2.2.1.** Перед началом измерений горизонтальных перемещении и кренов фундамента или здания (сооружения) в целом необхо­димо установить:

опорные знаки в виде неподвижных в горизонтальной плоско­сти столбов, снабженных центрировочными устройствами в верх­ней части знаков для установки геодезического инструмента; в качестве опорных знаков допускается использовать обратные от­весы и реперы;

деформационные марки, размещаемые непосредственно на наружных и внутренних частях зданий или сооружений;

ориентирные знаки в виде неподвижных в горизонтальной пло­скости столбов; в качестве ориентирных знаков допускается ис­пользовать пункты триангуляции или удобные для визирования точки зданий и сооружений.

**2.2.2.** В процессе измерений горизонтальных перемещений и кренов следует контролировать устойчивость пунктов опорной се­ти для каждого цикла наблюдений.

**3. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИ****Й**

**3.1.** Вертикальные перемещения оснований фундаментов сле­дует измерять одним из следующих методов или их комбиниро­ванием: геометрическим, тригонометрическим или гидростатиче­ским нивелированием, фотограмметрии.

**3.2.** Отдельные методы измерения вертикальных перемещений должны приниматься в зависимости от классов точности изме­рения, целесообразных для данного метода:

метод геометрического нивелирования — I—IV классы

 » тригонометрического нивелирования — II—IV  »

 » гидростатического нивелирования — I—IV »

 » фотограмметрии — II—IV »

**3.3. Метод геометр****ического нивелирования**

**3.3.1.** Геометрическое нивелирование следует применять в ка­честве основного метода измерения вертикальных перемещений.

**3.3.2.** Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования должны приниматься в соответствии с табл. 3.

Таблица 3

|  |  |
| --- | --- |
| **Условия геометрического нивелирования** | **Основные технические характеристики** **и допуски для геометрического** **нивелирования классов** |
|  | **I** | **II** | **III** | **IV** |
| Применяемые нивелиры | Н-05 и равноточные ему | Н-3 и равноточные ему |
| Применяемые рейки | РН-05 (односторонние штриховые с инварной полосой и двумя шкалами) | РН-3 (двусторонние шашечные) |
| Число станций незамкнутого хода, не более | 2 | 3 | 5 | 8 |
| Визирный | Длина, м, не более | 25 | 40 | 50 | 100 |
| луч | Высота над препятствием, м, не менее | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,3 |
| Неравенство плеч (расстояний от нивелира до реек), м, на станции, не более  | 0,2 | 0,4 | 1,0 | 3,0 |
| Накопление неравенств плеч, м, в замкнутом ходе, не более | 1,0 | 2,0 | 5,0 | 10,0 |
| Допускаемая невязка, мм, в замкнутом ходе (*n* ⎯ число станций) | 0,15 | 0,5 | 1,5 | 5 |

Способ проведения работ следует принимать для нивелирования классов:

I — двойным горизонтом, способом совмещения, в прямом и обратном направлении или замкнутый ход;

II — одним горизонтом, способом совмещения, замкнутый ход;

III — одним горизонтом, способом наведения, замкнутый ход;

IV — одним горизонтом, способом наведения.

**3.4. Метод тригонометрического нивелиров****ания**

**3.4.1.** Тригонометрическое нивелирование следует применять при измерениях вертикальных перемещений фундаментов в усло­виях резких перепадов высот (больших насыпей, глубоких кот­лованов, косогоров и т. п.).

**3.4.2.** Измерение вертикальных перемещений методом тригонометрического нивелирования следует выполнять короткими визирными лучами (до 100 м), точными (Т-2, Т-5 и им равно­точными) и высокоточными (Т-0,5, Т-1 и им равноточными) тео­долитами с накладными цилиндрическими уровнями.

**3.4.3.** Допускаемые погрешности измерения расстояний и вертикальных углов в зависимости от выбранного класса точности измерений не должны превышать величин, приведенных в табл. 4.

Таблица 4

|  |  |
| --- | --- |
| **Класс** | **Допускаемая погрешность измерения** |
| **точности измерений** | **расстояний, мм, при значении вертикальных углов, град.** | **вертикальных углов, с, при их значениях, град.** |
|  | **до 10** | **св. 10 до 40** | **до 10** | **св. 10 до 40** |
| IIIIIIV | 71535 | 138 | 2,55,012,0 | 1,53,010,0 |

**3.5. Метод гидростатического нивелирования**

**3.5.1.** Гидростатическое нивелирование (переносным шланго­вым прибором или стационарной гидростатической системой, устанавливаемой по периметру фундамента) следует применять для измерения относительных вертикальных перемещений большого числа точек, труднодоступных для измерений другими методами, а также в случаях, когда нет прямой видимости между марка­ми или когда в месте производства измерительных работ невоз­можно пребывание человека по условиям техники безопасности.

**3.5.2.** Проводить измерения вертикальных перемещений методом гидростатического нивелирования для зданий или сооруже­ний, испытывающих динамические нагрузки и воздействия, не до­пускается.

**4. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**

**4.1.** Горизонтальные перемещения фундаментов зданий и сооружений следует измерять одним из следующих методов или их комбинированием: створных наблюдений; отдельных направлений; триангуляции; фотограмметрии. Допускается применять методы трилатерации и полигонометрии.

**4.2.** Отдельные методы измерений горизонтальных перемеще­ний должны приниматься в зависимости от классов точности из­мерения, целесообразных для данного метода:

метод створных наблюдений — I —III классы

 » отдельных направлений — I —III  »

 » триангуляции — I — IV  »

 » фотограмметрии — II — IV  »

 »  трилатерации — I — IV »

 » полигонометрии — III — IV  »

**4.3. Метод створных наблюдений**

**4.3.1.** Метод створных наблюдений при измерениях горизон­тальных перемещении фундаментов следует применять в случае прямолинейности здания (сооружения) или его части и при воз­можности обеспечить устойчивость концевых опорных знаков створа.

**4.3.2.** Отклонение деформационной марки от заданного створа во времени следует измерять способами: подвижной визирной цели; измерения малых (параллактических) углов при неподвиж­ной визирной цели; струны.

**4.3.3.** Способ подвижной визирной цели следует применять для непосредственного измерения отклонения деформационной марки от створа в линейных величинах.

Визирование на подвижную визирную цель, строго центриро­ванную на марке, необходимо осуществлять точными и высокоточ­ными теодолитами, снабженными накладными уровнями.

При использовании в качестве визирной линии луча лазера роль подвижной визирной цели должен осуществлять приемник све­та с отчетным приспособлением.

**4.3.4.** Измерения способом подвижной визирной цели следует проводить при двух кругах теодолита в прямом и обратном направлениях, при этом число приемов измерения должно быть не менее 5. Расхождения между отдельными приемами не должны превышать 1 мм.

Отсчет положения подвижной визирной цели по микрометру теодолита необходимо производить не менее 3 раз, а расхождения в отсчетах не должны превышать 0,3 мм.

**4.3.5.** Для определения отклонения деформационной марки от створа при способе измерения малых (параллактических) углов необходимо провести измерение расстояний от пункта стояния инструмента до марки.

Измерение угла отклонения марки от створа следует прово­дить точным или высокоточным теодолитами, снабженными оку­лярным или оптическим микрометрами.

**4.3.6.** Число приемов и допускаемые средние квадратические погрешности измерения малых углов должны соответствовать при­веденным в табл. 5.

Таблица 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Расстояние от | Допускаемая средняя  | Число приемов для теодолита, снабженного |
| опорного знака до марки, м | квадратичес­кая погреш­ность из­ме­­ре­ния угла, с | оптическим микрометром | окулярным микрометром |
| 100 и менее200600 ⎯ 1000 | 2,01,00,5 | 3612 | 246 |

**4.3.7.** При измерениях малых углов окулярным микрометром теодолита расхождения не должны превышать:

между тремя наведениями в полуприемах, а также между зна­чениями одного и того же угла, выведенного из полуприемов, — 1,5 деления окулярного микрометра;

между значениями одного и того же угла из разных приемов в прямом и обратном ходах — 1 деления окулярного микрометра.

**4.3.8.** При измерениях малых углов оптическим микрометром теодолита расхождения не должны превышать:

между значениями одного и того же угла, выведенного из по­луприемов, — 3*’’*;

между значениями одного и того же угла из разных приемов в прямом и обратном ходах — 1,5*’’*.

**4.3.9.** Способ струны следует применять при прямолинейности здания или сооружения для непосредственного получения относительной величины линейного смещения фундаментов, определяе­мого как разность отклонения деформационной марки от линии створа в двух циклах измерений.

**4.4. Метод отдельных направлен****ий**

**4.4.1.** Метод отдельных направлений следует применять для измерения горизонтальных перемещений зданий и сооружений при невозможности закрепить створ или обеспечить устойчивость концевых опорных знаков створа.

**4.4.2.** Для измерения горизонтальных перемещений методом отдельных направлений необходимо установить не менее трех опорных знаков, образующих треугольник с углами не менее 30°.

**4.4.3.** Величина горизонтального перемещения q, мм, деформационной марки с каждого опорного знака определяется по расстоянию L*,* мм, от опорного знака до марки (измеряемого с погрешностью 1/2000) и изменению направления Δα, с, между ориентирным знаком и маркой в двух циклах измерений по фор­муле

q = Δα L / ρ, где ρ = 206265*’’*.

Величину и направление горизонтального перемещения каждой марки допускается определять графически.

В случае несовпадения направления вектора горизонтального перемещения с направлением силы, действующей на фундамент здания (сооружения), величину горизонтального перемещения деформационной марки по направлению силы получают как про­екцию вектора на направление силы.

**4.4.4.** При измерении сдвигов методом отдельных направлений должны применяться высокоточные теодолиты. При этом необ­ходимое число круговых приемов и соответствующие погрешности измерений не должны превышать значений, приведенных в табл. 6.

Таблица 6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Теодолит** | **Необходимое число**  | **Допускаемые погрешности измерений, с** |
|  | **круговых приёмов** | **Замыкание горизонта** | **Колебание направлений в отдельных приёмах** | **Колебание двойной коллимацион-ной ошибки (2С) в приёме** | **Средняя квадратическая погрешность направления** |
| Т-05Т-1 | 912 | 34 | 34 | 1010 | 0.51.0 |

**4.5.** Метод триангуляции

**4.5.1.** Метод триангуляции следует применять для измерения горизонтальных перемещений фундаментов зданий и сооружений, возводимых в пересеченной или горной местности, а также при невозможности обеспечить устойчивость концевых опорных знаков створа.

**4.5.2.** Величину и направление горизонтального перемещения фундамента (или его части) следует определять по изменениям координат деформационных марок за промежуток времени между циклами наблюдений.

**4.5.3.** Для метода триангуляции допускается принимать ус­ловную систему координат. В этом случае оси координат X и У должны совпадать с поперечной и продольной осями здания или сооружения.

**4.5.4.** Измерение горизонтальных углов необходимо выполнять с погрешностью, не превышающей приведенной в табл.- 7.

Таблица 7

|  |  |
| --- | --- |
| Класс точности  | Допускаемая средняя квадратическая погрешность изме-рения углов, с, для расстояний, м |
| измерений | 50 | 100 | 150 | 200 | 500 | 1000 |
| IIIIIIIV | 8204060 | 4102030 | 371420 | 251015 | 1246 | -123 |

**5. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ КРЕ****НОВ**

**5.1.** Крен фундамента (или здания, сооружения в целом) сле­дует измерять одним из следующих методов или их комбиниро­ванием: проецирования; координирования; измерения углов или направлений; фотограмметрии; механическими способами с при­менением кренометров, прямых и обратных отвесов.

**5.2.** Предельные погрешности измерения крена в зависимости от высоты H наблюдаемого здания (сооружения) не должны пре­вышать величин, мм, для:

гражданских зданий и сооружений - 0.0001 Н;

промышленных зданий и сооружений, дымовых

труб, доменных печей, мачт, башен и др. - 0,0005 Н;

фундаментов под машины и агрегаты - 0,00001 Н*.*

**5.3.** При измерении кренов фундамента (здания, сооружения) методом проецирования следует применять теодолиты, снабжен­ные накладным уровнем, или приборы вертикального проекцирования.

Проецирование верхней деформационной марки вниз и от-счнтывание по палетке (рейке), устанавливаемой в цокольной час­ти, должно выполняться при двух положениях визирной трубы оптического инструмента не менее чем тремя приемами.

Величина крена определяется по разности отсчетов, отнесен­ной к высоте здания (сооружения) в двух циклах наблюдений.

**5.4.** При измерении кренов методом координирования необхо­димо установить не менее двух опорных знаков, образующих ба­зис, с концов которого определяются координаты верхней и ниж­ней точек здания (сооружения).

В случае, если с концов базиса не видно основание здания (сооружения) необходимо способом засечек вычислить координа­ты верхней точки здания (сооружения), а координаты основания определить, используя полигонометрический ход, проложенный от пунктов базиса и имеющий не более двух сторон.

**5.5.** Для измерения крена зданий и сооружений сложной геометрической формы следует использовать метод измерения горизон­тальных направлений (по методике, изложенной в пп. 4.4—4.4.4 настоящего стандарта) с двух постоянно закрепленных опорных знаков, расположенных на взаимно перпендикулярных направлени­ях (по отношению к зданию, сооружению).

Величина крена (в угловой мере) должна определяться по линейной величине сдвига, отнесенной к высоте деформационной марки над подошвой фундамента.

**5.6.** Для измерения кренов фундаментов под машины и агре­гаты в промышленных зданиях и сооружениях надлежит приме­нять переносные или стационарные кренометры, позволяющие оп­ределить наклон в градусной или относительной мере.

**5.7.** Измерение крена гидротехнических сооружений следует проводить с помощью прямых и обратных отвесов, имеющих отсчетные устройства, или прибором для вертикального проециро­вания.

**6. ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИ****Й МЕТОД ИЗМЕРЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ И ВЕРТИКАЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ**

**И КРЕНОВ**

**6.1.** Фотограмметрический (стереофотограмметрический) ме­тод следует применять для измерения осадок, сдвигов, кренов и других деформаций при неограниченном числе наблюдаемых ма­рок, устанавливаемых в труднодоступных для измерений местах функционирующих зданий и сооружений.

**6.2.** Для измерений деформаций стереофотограмметрически од­новременно по трем координатным осям *(X, У* и *Z)* необходимо вы­полнять фототеодолитную съемку (фотографирование) с двух опорных знаков, являющихся концами базиса фотографирования, не изменяя местоположения и ориентирования фототеодолита в различных циклах наблюдений.

При этом следует использовать нормальный способ съемки. Допускается применять равномерно отклоненный (для определе­ния деформаций зданий и сооружений большой протяженности) и конвергентный (для определения общего наклона высоких зда­ний и сооружений) способы съемок.

**6.3.** Длина базиса фотографирования должна приниматься в пределах '/5 - '/5 расстояния от фототеодолита до наблюдаемого объекта.

Погрешность измерения длины базиса не должна превышать 1 мм.

**6.4.** Для измерения фотограмметрически в одной плоскости *Х**Z* фототеодолитную съемку следует проводить с одного опорного знака в различных циклах наблюдений.

**6.5.** Величины суммарных деформаций, происшедших за соот­ветствующий период наблюдений, определяются по разности ко­ординат, полученных по данным текущего и начального циклов наблюдений.

**7. НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ТРЕЩИНАМИ**

**7.1.** Систематическое наблюдение за развитием трещин следу­ет проводить при появлении их в несущих конструкциях зданий и сооружений с тем, чтобы выяснить характер деформаций и степень опасности их для дальнейшей эксплуатации объекта.

**7.2.** При наблюдениях за развитием трещины по длине концы ее следует периодически фиксировать поперечными штрихами, нанесенными краской, рядом с которыми проставляется дата ос­мотра.

**7.3.** При наблюдениях за раскрытием трещин по ширине следу­ет использовать измерительные или фиксирующие устройства, при­крепляемые к обеим сторонам трещины: маяки, щелемеры, рядом с которыми проставляются их номера и дата установки.

**7.4.** При ширине трещины более 1 мм необходимо измерять ее глубину.

**8. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ**

**8.1.** В процессе работ по измерениям деформаций оснований фундаментов зданий и сооружений должна выполняться каме­ральная обработка полученных результатов: проверка полевых журналов; уравнивание геодезических сетей; составление ведомо­стей отметок и перемещений, направлений (углов), величина кре­на и перемещений деформационных марок, установленных на зданиях или сооружениях, по каждому циклу наблюдений; оцен­ка точности проведенных измерений, включая сравнение полу­ченных погрешностей (или невязок) с допускаемыми для данно­го метода и класса точности измерений; графическое оформление результатов измерений.

**8.2.** Графический материал по результатам наблюдений каж­дого объекта следует оформлять (рекомендуемое приложение 5) в виде:

геологического разреза основания фундамента;

плана здания или сооружения с указанием мест расположения деформационных марок;

графиков и эпюр горизонтальных, вертикальных перемещений, кренов и развития трещин во времени, роста давления на основание фундамента.

**8.3.** По результатам измерений деформаций оснований фунда­ментов следует составлять технический отчет, который должен включать (помимо материалов, перечисленных в пп. 8.1 и 8.2):

краткое описание цели измерения деформаций на данном объекте;

характеристики геологического строения основания и физико-механических свойств грунтов;

конструктивные особенности здания (сооружения) и его фун­дамента;

схемы расположения, размеры и описание конструкций уста­новленных реперов, опорных и ориентирных знаков, деформацион­ных марок, устройств для измерения величин развития трещин;

примененную методику измерений;

перечень факторов, способствующих возникновению дефор­маций; выводы о результатах наблюдений.

*ПРИ**ЛОЖЕНИЕ**1*

*(**Спр**авочное)*

**ПОЯСНЕНИЕ ТЕРМИНОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НАСТОЯЩЕМ СТАНД****АРТЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Термин | Определение |
| Вертикальные перемещения ос­нования фундамента | Осадки, происходящие в результате уп­лотнения грунта под воздействием внеш­них нагрузок и в отдельных случаях собст­венной массы грунта; просадки, происхо­дящие в результате уплотнения под воз­действием как внешних нагрузок и собст­венной массы грунта, так и дополнительно с ними действующих факторов (замачи­вание проса-дочного грунта, оттаивание ле­довых прослоек в замерзшем грунте и т. п.); набухания и усадки, связанные с изменением объема некоторых видов гли­нистых грунтов при изменении их влаж­ности, температуры (морозное пучение) или воздействии химических веществ |
| Горизонтальное перемещение фундамента | Сдвиг фундамента или здания (соору­жения) в целом, происходящий под дейст­вием горизонтальных сил или при исчер­пании несущей способности основания и других факторов |
| Крен фундамента | Деформация, происходящая в результате неравномерной осадки, просадки, подъема и т. п. и характеризующаяся разностью вертикальных перемещений точек, отнесен­ной к расстоянию между ними |
| Точность измерении | Качество измерений, отражающее бли­зость их результатов к истинному значе­нию измеряемой величины |
| Погрешность измерений | Отклонение результата измерения от ис­тинного значения измеряемой величины |
| Репер | Геодезический знак, закрепляющий пункт нивелирной сети |
| Репер глубинный | Геодезический знак, основание которого устанавливается на скальные, полускальные или другие коренные практически не­сжимаемые грунты |
| Репер грунтовый | Геодезический знак, основание которого устанавливается ниже глубины сезонного промерзания или перемещения грунта |
| Репер стенной | Геодезический знак, устанав-ливаемый на несущих конструкциях зданий и соору­жений, осадка фундаментов которых прак­тически стабилизировалась |
| Деформационная марка | Геодезический знак, жестко укрепленный на конструкции . здания или сооружения (фундаменте, колонне, стене), меняющий свое положение вследствие осадки, просад­ки, подъема, сдвига или крена фундамента |
| Опорный знак | Знак, практически неподвижный в го­ризонтальной плоскости, относительно ко­торого определяются сдвиги и крены фун­даментов зданий или сооружений |
| Центрировочное устройство | Устройство на опорном знаке для мно­гократной установки геодезических инст­рументов в одном и том же положении |
| Ориентирный знак | Знак, служащий для обеспечения исход­ного ориентирного направления при изме­рении сдвигов и кренов фундаментов зданий и сооружений |
| Геометрическое нивелирование | Метод определения разности высот то­чек при помощи геодезического прибора с горизонтальной визирной осью и отвесно установленных в этих точках реек |
| Тригонометрическое нивелиро­вание | Метод определения превышений при по­мощи геодезического прибора с наклонной визирной осью |
| Гидростатическое нивелирование | Метод определения разности высот наб­людаемых точек посредством разностей уровней жидкости в сообщающихся сосу­дах |
| Стационарная гидростатиче­ская система | Прибор для измерения осадок фунда­ментов, состоящий из большого числа во­домерных стаканов-пьезометров, жестко укрепленных на фундаментах или конст­рукциях здания (сооружения) |
| Способ совмещения при ниве­лировании | Способ отсчета по рейке, при котором вращением элевационного винта совмеща­ют изображение концов пузырька уровня нивелира, а затем, изменяя наклон пло­ско-параллельной пластинки микрометром, совмещают биссектор со штрихом рейки |
| Способ наведения при нивели­ровании | Способ отсчета по рейке, когда нивели­ром, приведенном в горизонтальное поло­жение, сетка нитей визирной трубы наво­дится на деления рейки |
| Метод створных наблюдений | Метод определения отклонений деформа­ционных марок во времени, установленных на здании (сооружении), от линии створа,. концы которого закрепляются неподвижны­ми опорными знаками |
| Метод отдельных направлений | Метод определения отклонении дефор­мационных марок по изменению горизонтального угла и расстоянию от опорных знаков до марок во времени |
| Замыкание горизонта | Вторичное наведение визирной оси тео­долита на начальный ориентирный пункт и отсчет по горизонтальному кругу и це­лях контроля неподвижности круга в те­чение полуприема угловых измерений |
| Триангуляция | Метод определения планового положения точек, являющихся вершинами построен­ных на местности смежно расположенных треугольников, в которых измеряют их углы и некоторые из сторон, а коорди­наты вершин и длины других сторон полу­чают тригонометрпчески |
| Трилатерация | Метод определения планового положе­ния точек, являющихся вершинами пост­роенных на местности смежно располо­женных треугольников, в которых измеря­ют все стороны, а координаты вершин и горизонтальные углы между сторонами определяют тригонометрически |
| Полигонометрия | Метод определения планового положе­ния точек здания (сооружения) по раз­ностям координат, полученных путем проложения полигонометрического хода по опорным знакам и деформационным мар­кам, в котором измеряются все стороны связывающие эти точки, и горизонтальные углы между ними |
| Способ малых (параллактиче­ских) углов | Способ определения смещения точек зда­ния (сооружения), при котором расстоя­ния определяются тригонометрическим пу­тем по точно измеренному малому базису и лежащему против него острому (парал­лактическому) углу |
| Способ струны | Способ фиксирования направления ка­кой-либо оси с помощью калиброванной стальной (капроновой, нейлоновой) стру­ны, натягиваемой между закрепленными на местности точками, и стационарных или переносных отсчетных приспособлений с верньерами, индикаторами часового типа и т. д., закрепленными под струной в ме­стах установки деформационных марок |
| Полуприём измерения | Однократное измерение угла при одном (любом) положений вертикального круга теодолита |
| Прием измерения | Двукратное измерение угла при двух по­ложениях вертикального круга теодолита |
| Нормальный способ стереофо­тограмметрической съемки | Способ съемки (фотографи-рования) наб­людаемого объекта, при котором опти­ческие оси левой и правой фотокамер ус­танавливаются горизонтально и перпендикулярно к базису фотографирования |
| Равномерно отклоненный спо­соб стереофотограмметрической съемки | Способ съемки (фотографи-рования) наб­людаемого объекта, при котором оптиче­ские оси левой и правой фотокамер от­клоняются вправо и влево на одни и тот же угол |
| Конвергентный способ стерео­фотограмметрической съемки | Способ съемки (фотографи-рования) наб­людаемого объекта, при котором оптиче­ские оси левой и правой фотокамер пе­ресекаются |
| Метод проецирования | Метод измерения крена здания (соору­жения), когда на двух взаимно перпенди­кулярных осях объекта закладываются опорные знаки, с которых теодолитом прое­цируют заметную верхнюю точку на ка­кую-либо горизонтально установленную палетку (рейку), закрепленную внизу зда­ния (сооружения). Зафиксированный в течение времени на палетке ряд точек представляет собой центральную проек­цию траектории верхней наблюдаемой точ­ки на плоскость |
| Метод координирования | Метод измерения крена здания (соору­жения), при котором вокруг объекта про­кладывают замкнутый полигонометрический ход и вычисляют координаты трех или четырех постоянно закрепленных точек, с которых через определенные про­межутки времени засечкой находят коорди­наты хорошо заметной наверху здания, сооружения точки. По разности коорди­нат между циклами наблюдении находят величину крена и его направление |
| Кренометр | Прибор, основной частью которого явля­ется точный уровень с измерительным вин­том на одном из его концов, позволяющий определять наклон в градусной или отно­сительной мере |
| Обратный отвес | Натянутая струна, закрепленная в ниж­них горизонтах. С помощью уровней или поплавка в жидкости нить приводится в отвесное положение, что позволяет пере­давать в верхний горизонт координаты нижней точки |
| Маяк | Приспособление для наблюдения за раз­витием трещин: гипсовая или алебастровая плитка, прикрепляемая к обоим краям тре­щины на стене; две стеклянные или пле­ксигласовые пластинки, имеющие риски для измерения величины раскрытия трещи­ны и др. |
| Щелемер | Приспособление для измерения величины развития трещин по трем направлениям |

*ПР**ИЛОЖЕНИЕ 2*

*Обязательное*

**ТРЕБОВАНИЯ К ПРОГ****РАММЕ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ДЕФОРМАЦИЙ ОСНОВАНИЙ** **ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

**1.** В программе проведения измерений деформации оснований фундаментов зданий и сооружений должны быть освещены:

цели и задачи проводимых измерений;

характеристики фундаментов зданий и сооружений, их конструктивные особенности;

инженерно-геологические и гидрогеологические условия оснований;

расчетные величины деформаций основания;

установленная цикличность проведения работ но измерениям деформаций;

части зданий или сооружений, за которыми следует вести наблюдения;

для строящихся зданий (сооружений) - этапы выполнения строительных работ, результаты визуального осмотра котлована и фундаментов;

для эксплуатируемых зданий (сооружений) - период эксплуатации, ре­зультаты осмотра объекта, наличие трещин и места закладки маяков;

сведения о наличии пунктов государственной геодезической сети, а также знаков, установленных для целей строительства;

данные о системе координат и высотных отметок;

сведения о ранее выполненных работах по измерению деформаций и связь их с последующими работами;

описание мест закладки геодезических знаков, обоснование выбора типа знаков;

предварительная схема измерительной сети, расчет точности измерений де­формаций;

методы измерений и применяемые инструменты;

порядок обработки результатов измерений.

**2.** В программе должна быть определена ответственность проектной (науч­но-исследовательской) организации за проект размещения знаков; строительной организации — за установку, сохранность и доступность знаков, закладываемых в здании (сооружении) и на строительной площадке; службы геодезии — за непосредственные измерения и первичную обработку результатов измерений; проектной (научно-исследовательской) организации—за составление техниче­ских отчетов.

**3.** В приложении к программе работ приводятся: копия технического зада­ния, выданного заказчиком; схемы проектируемых геодезических сетей, чертежи геодезических знаков и другая необходимая документация; календарный план проведения работ и представления заказчику отчетных материалов; смета рас­ходов на проведение измерительных работ.

*ПРИЛОЖЕНИ**Е 3*

*Рекомендуемое*

 СОГЛАСОВАНО УТВЕРЖДЕНО

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

наименование организации, должность, наименование организации, должность,

 инициалы, фамилия, дата инициалы, фамилия, дата

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

на производство измерений деформаций

оснований фундаментов зданий (сооружений)

1. Исполнитель работы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 наименование организации

2. Заказчик \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 наименование организации

3. Наименование объекта\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

4. Местоположение объекта (по административному делению)\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

5. Этапы (периоды) строительства, эксплуатации \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

6. Данные о назначении и видах зданий (сооружений), характеристики их конструктивных особенностей и основных параметров (включая подземные части)

7. Сведения о типах, размерах и глубине заложения фундаментов \_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

8. Инженерно-геологические и гидрогеологические условия оснований фунда­ментов \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

9. Сведения о ранее выполненных работах по измерению деформаций

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

10. Части зданий (сооружений), за которыми следует вести наблюдения \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Периодичность и сроки проведения измерений\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

12. Требуемая точность геодезических измерений\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

13. Дополнительные указания \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

14. Приложения:

а) планы первого и нижележащих этажей фундаментов с указанием пред­полагаемых мест заложения деформационных марок;

б) разрезы зданий или сооружений (продольный, поперечный) с осевыми размерами и высотными отметками;

в) план размещения зданий, сооружений, инженерных коммуникаций на территории объекта (топографический, ситуационный, генплан)

Задание составил \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 наименование организации

 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

 подпись, дата инициалы, фамилия

*ПРИЛОЖЕНИЕ 4*

*Рекомендуемое*

**ПРИМЕРЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЕФОРМАЦИОННЫХ МАРОК**

**НА ЗДАНИЯХ И СООРУЖЕНИЯХ**

*ПРИЛОЖЕНИЕ 5*

*Рекомендуемое*

**ОБРАЗЕЦ ГРАФИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ**

**НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ ОСНОВАНИЙ ФУНДАМЕНТОВ**

**План расположения марок и эпюры перемещений**

**График давления на основание фундамента**

**График развития перемещений**

