МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Общество с ограниченной ответственностью
«ТЕКТОПЛАН»

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

МДС 11-19.2009



gost.e-ecolog.ru

Москва 2009

МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Общество с ограниченной ответственностью
«ТЕКТОПЛАН»

ВРЕМЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

МДС 11-19.2009

Москва 2009

УДК 624
ББК 38.115

Временные рекомендации по организации технологии геодезического обеспечения качества строительства многофункциональных высотных зданий. МДС 11-19.2009/ООО «ТЕКТОПЛАН». — М.: ОАО «ЦПП», 2009. — 48 с.

Одобрены и рекомендованы к изданию на совместном расширенном заседании НТС Центра научных исследований организации механизации, технологии строительного производства (ООО «ЦНИИОМТП»), Научно-проектного центра ООО НПЦ «Развитие города» и ООО «Тектоплан».

Временные рекомендации разработаны по заданию Управления научно-технической политики в строительной отрасли Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы (д-р техн. наук, проф. *А.Н. Дмитриев*, канд. техн. наук *Н.Г. Нерсесян*) ООО «Тектоплан» при участии Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК), ГУП «Мосгоргеотрест», ФГУП ГСПИ, ОАО «ДСК-2»: канд. техн. наук *В.Д. Фельдманом*, канд. техн. наук, проф. *Д.Ш. Михелевым*, д-р техн. наук, проф. *Е.Б. Клюшиным*, канд. техн. наук, проф. *М.И. Верницким*, доц. *Е.Ю. Маркеловой*, асс. *И.А. Яндровым, А.В. Антиповым, М.А. Никулиным, В.И. Анисимовым, С.Ю. Крыжановским*, д-р техн. наук *Г.Е. Рязанцевым*, канд. техн. наук *В.А. Гореловым*, канд. техн. наук *С.П. Буюкан, А.П. Грибовым, К.Э. Могилевским, Н.П. Талишевским.*

Рецензент — канд. техн. наук, проф., член-корр. РАЕН *Г.К. Васючкова.*

Рекомендации предназначены для специалистов геодезических служб строительных организаций, привлекаемых к строительству многофункциональных высотных зданий и комплексов в Москве, и могут быть использованы на курсах повышения квалификации.

Методические рекомендации распространяются как документ, рекомендуемый к утверждению в качестве стандарта саморегулируемых организаций (СРО).

Разработчики будут благодарны пользователям издания за замечания и предложения, которые будут учтены при последующих переизданиях.

ОРИГИНАЛ-МАКЕТ данного издания является собственностью ООО «ТЕКТОПЛАН» и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается.

© ООО «ТЕКТОПЛАН», 2009

Содержание

Предисловие 4

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

1. Общие положения 5
2. Геодезическая разбивочная основа для строительства 5
3. Разбивочные работы в процессе строительства 6
4. Геодезический контроль точности геометрических параметров здания и исполнительные геодезические съемки 7
5. Программное обеспечение геодезических измерений 8
6. Аудит, контроль, анализ и оформление результатов измерений и документации 9

МОНИТОРИНГ ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ НЕСМЕЩАЕМОСТИ И ДЕФОРМАТИВНОСТИ ВОЗВОДИМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

7. Общие положения 10
8. Инструментальный геодезический мониторинг высотных зданий и сооружений в процессе строительства 12
9. Инструментальный геодезический мониторинг высотных зданий и сооружений в процессе эксплуатации 14

Приложение 1 Типы и конструкции знаков 16
Приложение 2 Требования к точности геодезических измерений 19
Приложение 3 Полевые допуски при производстве работ 19
Приложение 4 Условия обеспечения точности геодезических измерений 20
Приложение 5 *Справочное.* Свидетельство о поверке геодезического средства измерений 21
Приложение 6 *Справочное.* Требования к точности приборов и измерений 23
Приложение 7 *Справочное.* Контроль точности геометрических параметров 26
Приложение 8 *Справочное.* Размещение и закрепление ориентирных (осевых) знаков на исходном и монтажном горизонтах 30
Приложение 9 *Справочное.* Размещение и закрепление знаков высотного обоснования на исходном и монтажном горизонтах 31
Приложение 10 *Справочное.* Создание плановой опорной сети на монтажном горизонте методом обратной угловой засечки 32
Приложение 11 *Справочное.* Алгоритм решения обратной угловой засечки 34
Приложение 12 Методика высокоточного геометрического нивелирования короткими визирными лучами 36
Приложение 13 Алгоритм вычисления кренов с использованием вероятнейшей плоскости 38
Приложение 14 Стационарная видеогидростатическая система 40
Приложение 15 Видеоизмерительная система для измерения колебаний и плановых смещений верха зданий и сооружений 42
Приложение 16 Стационарная автоматизированная система контроля деформаций на основе обратных отвесов 43
Приложение 17 Термины и определения 46
Приложение 18 Нормативные и методические документы 48

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Временные рекомендации по организации технологии геодезического обеспечения строительства многофункциональных высотных зданий» являются дополнением к МГСН 4.19-2005 «Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов» и составлены на основе отечественных и зарубежных норм, стандартов и технических условий по технологии и организации геодезических работ при строительстве и мониторинге геодезическими методами несмещаемости и деформативности возводимых конструкций.

Ввиду отсутствия отечественного опыта выполнения геодезических работ для строительства высотных зданий и публикаций по указанным работам рекомендовано для каждого здания геодезические работы выполнять в соответствии с проектами производства геодезических работ (ППГР). При этом ряд измерений рекомендовано повторять с их выполнением в полном объеме, с так называемым сплошным контролем, а для части контрольных измерений рекомендовано выполнять их в соответствии с требованиями ГОСТ 23616—79, назначая сплошной или выборочный контроль в зависимости от результатов.

Для сохранения преемственности мониторинга деформации строительных конструкций на период не только строительства, но и эксплуатации высотных зданий в настоящих рекомендациях описаны автоматизированные системы контроля деформации, основанные на геодезических методах измерения (гидростатики, приборах вертикального проектирования оборудованных PZL, GPS и др.).

Настоящие рекомендации разработаны в целях формирования нормативной базы высотного домостроения в Москве в соответствии с совместным распоряжением Правительства Москвы и Госстроя России от 28.11.03 № 19/2195-РП «О разработке нормативов для проектирования, строительства и эксплуатации высотных зданий» и являются частью «Временных рекомендаций по технологии и организации строительства многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве».

Настоящие рекомендации прошли экспертизу ФГУП «Центр методологии нормирования и стандартизации в строительстве».

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

1. Общие положения

1.1. Геодезические работы при строительстве многофункциональных высотных зданий необходимо выполнять в объеме и с точностью, обеспечивающими при их размещении и возведении соответствие с проектной документацией, требованиям строительных норм и правил, а также технических регламентов.

Правильность выноса в натуру контура здания или отдельных его частей должна быть подтверждена актом Мосгоргеотреста о разбивке осей или проверкой правильности посадки в натуре (на стадии нулевого цикла).

1.2. Исходными данными для выноса в натуру пятна застройки должны приниматься пункты плановой и высотной городской геодезической сети.

В состав геодезических работ на строительной площадке входят:

создание исходной геодезической разбивочной основы, включающей построение разбивочной сети строительной площадки для выноса в натуру основных или главных осей здания, магистральных и внеплощадочных линейных сооружений, построение внешней разбивочной сети;

создание внешней разбивочной сети для разбивочных работ на всех этапах строительства здания, включая исполнительные съемки и измерение деформаций;

в период возведения надземной части здания создание внутренней разбивочной основы на исходном и монтажных горизонтах для производства детальных разбивочных работ с привязкой ее к пунктам основной городской геодезической сети с точностью ± 2 см;

детальные разбивочные работы для монтажа строительных конструкций и технологического оборудования;

геодезический контроль точности геометрических параметров здания и исполнительные съемки с составлением исполнительной геодезической документации;

геодезические измерения деформаций основания, конструкций зданий и их частей.

Создание исходной геодезической разбивочной основы для строительства, вынос в натуру основных или главных осей здания, геодезические измерения деформаций конструкций здания и их частей в процессе строительства являются обязанностью заказчика.

Производство геодезических работ в процессе строительства, геодезический контроль точности геометрических параметров здания, исполнительные съемки входят в обязанности подрядчика.

1.3. Для построения внешней и внутренней разбивочной основы, производства детальных разбивочных работ необходимо использовать координатный метод. Для этого весь объем характерных точек строительной площадки, включая точки основы, разбивочных осей строительных конструкций и технологического оборудования, должен иметь координаты в условной единой системе координат данного строительства.

Условная строительная система координат создается на основе проектных размеров рабочей документации.

1.4. Геодезические работы следует выполнять средствами измерений необходимой точности и производительности, таких как: свето- и лазерные дальномеры, электронные теодолиты и тахеометры, спутниковые приемники.

Условия обеспечения точности геодезических работ приведены в обязательных приложениях.

1.5. В порядке, установленном для разработки проектов производства работ, следует разрабатывать проекты производства геодезических работ.

В натуру должны выноситься:

границы строительного объекта;

продольные, поперечные оси, проходящие по контуру здания, а также оси, проходящие по границам предполагаемых ПОС захваток работ;

взаимноперпендикулярные оси зданий, составляющие главную вертикаль (центральную ось), имеющих простую симметричную форму в плане (квадрат, прямоугольник, круг, многоугольник и т.п.);

при сложной форме здания в плане контур здания делится на 2 или более частей, в т. ч. отдельно разноэтажные части, выносятся оси, взаимопересекающиеся в центре этих частей (центральные оси).

2. Геодезическая разбивочная основа для строительства

2.1. Геодезическую разбивочную основу для строительства следует создавать с учетом:

проектного и существующего размещения зданий, сооружений и инженерных сетей на строительной площадке;

обеспечения сохранности и устойчивости знаков, закрепляющих пункты разбивочной основы;

геологических, температурных, динамических и других воздействий, которые могут оказать неблагоприятное влияние на качество построения разбивочной основы.

2.2. Исходная разбивочная основа строительной площадки создается в виде внешней и внутренней геодезической плановой и высотной сетей.

Внешняя разбивочная основа здания создается для выполнения всех разбивочных работ на всех этапах строительства, включая исполнительные съемки и наблюдения за деформациями строительных конструкций и их частей.

Внутренняя разбивочная основа создается для производства разбивочных работ на исходном и монтажных горизонтах строительства, а также для выполнения исполнительных геодезических съемок.

2.3. *Плановую разбивочную основу* следует создавать исходя из условий строительной площадки, методами геодезических построений с использованием современных средств измерений. Исходными пунктами городской геодезической сети должны служить не менее 3-х знаков.

Высотную разбивочную основу следует создавать в виде нивелирных ходов, опирающихся не менее чем на три репера городской геодезической сети.

2.4. Пункты и знаки внешней геодезической основы, опирающейся на пункты городской геодезической основы сети, должны выноситься в натуру с точностью не ниже точности, с которой создана городская сеть; внутренняя разбивочная основа строительной площадки должна создаваться с точностью, отвечающей требованиями СНиП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве» для зданий высотой до 120 м. Точность внутренней разбивочной основы для зданий высотой свыше 120 м указывается в проектной документации.

2.5. Закрепление пунктов внешней геодезической разбивочной основы для строительства надлежит выполнять в соответствии с требованиями СНиП 3.01.03-84. Типы и конструкции знаков приведены в приложении 1.

Местоположение знаков закрепления внутренней геодезической основы должно определяться проектом производства геодезических работ (ППГР).

2.6. Места закладки геодезических знаков должны быть указаны на стройгенплане проекта организации строительства, а также в проекте производства работ, с учетом условий строительной площадки, конфигурации и размеров здания.

Точки пересечения разбивочных осей, в т.ч. для установки строительных конструкций и технологического оборудования, должны иметь координаты в условной системе координат, единой для данной строительной площадки (объекта).

2.7. Геодезические работы следует выполнять средствами измерений необходимой точности и производительности, такими как: свето- и лазерные дальномеры, электронные теодолиты и тахеометры, спутниковые приемники; лазерные самоустанавливающиеся нивелиры; приборы вертикального проектирования и т.п.

Требования к точности геодезических измерений приведены в приложении 2.

Полевые допуски при производстве работ приведены в приложении 3.

Условия обеспечения точности геодезических измерений приведены в приложении 4.

Геодезические приборы должны быть поверены и иметь поверочные сертификаты соответствующих уполномоченных организаций (приложение 5).

3. Разбивочные работы в процессе строительства

3.1. Разбивочные работы в процессе строительства должны обеспечивать вынос в натуру от пунктов внешней геодезической разбивочной основы с необходимой точностью осей и отметок, определяющих в соответствии с проектной документацией положение в плане и по высоте частей и конструктивных элементов здания.

3.2. Разбивочные работы для монтажа строительных конструкций и технологического оборудования необходимо выполнять с точностью, обеспечивающей соблюдение допусков, предусмотренных соответствующими нормами и правилами СНиП, стандартами, а также проектной документацией.

В случаях строительства по проектной документации, содержащей требования к точности разбивочных работ и монтажа конструкций здания, не предусмотренных стандартами, строительными нормами и правилами, необходимую точность измерений работ следует определять специальными расчетами по условиям, заложенным в проектной документации.

3.3. На этапе строительства нулевого цикла разбивочные работы следует производить от знаков внешней разбивочной основы здания.

Передачу координат от знаков внешней разбивочной основы в котлован в принятой для данного строительства системе координат следует производить на вспомогательные точки, располагаемые в зависимости от строительных условий в местах, удобных для выноса в натуру разбивочных осей строительных конструкций. При этом могут быть использованы электронные тахеометры, спутниковые приемники и другие приборы, обеспечивающие заданную проектами точность.

3.4. При возведении надземной части здания необходимо на исходном горизонте создать внутреннюю разбивочную основу в виде взаимосвязанных точек в количестве не менее трех для каждой захватки работ.

При разбивке возводимого здания на две захватки работ или более (п. 1.2) следует производить увязку геодезических сетей смежных захваток.

Технология увязки геодезических сетей смежных захваток работ должна выполняться с точностью и технологией, предусмотренной в ППГР.

Координаты точек внутренней разбивочной основы на исходном горизонте определяются в принятой для данного строительства системе координат от пунктов внешней разбивочной сети здания путем различных построений: полярных координат, прямых и обратных угловых и линейно-угловых засечек, а также с применением спутниковых приемников.

3.5. Виды, схемы построения и привязки внутренних геодезических основ к внешней разбивочной основе, точность, способ закрепления точек внутренних разбивочных основ должны соответствовать проектам производства геодезических работ.

3.6. Передачу точек внутренней разбивочной основы с исходного на монтажные горизонты следует производить преимущественно вертикальным проектированием, шаговым методом, если иные методы не предусмотрены ППГР.

3.7. Точность передачи точек внутренней разбивочной сети здания с исходного на монтажный горизонт необходимо контролировать путем сравнения расстояний и углов между соответствующими пунктами исходного и монтажного горизонтов, а также ориентированием по пунктам внешней разбивочной сети.

В случае невозможности ориентирования внутренней разбивочной основы по пунктам внешней геодезической основы в связи с ростом этажности ориентирование следует производить по хорошо видимым с монтажного горизонта удаленным предметам. Такие пункты должны быть заранее привязаны к пунктам внешней геодезической основы. Принцип редуцирования точек внутренней разбивочной сети на монтажном горизонте при использовании ориентирных направлений приведен в приложении 6.

3.8. Обязательное (контрольное) ориентирование внутренней разбивочной сети по внешним знакам, предметам необходимо производить через 50 м высоты, или 16 этажей здания.

3.9. Количество разбивочных осей, ориентиров, монтажных рисок, места их расположения, способ закрепления следует производить по указаниям проекта производства геодезических работ.

3.10. Высотную разбивку положения конструкций здания, а также перенесение отметок в котлован с исходного горизонта на монтажный, как правило, следует выполнять методом геометрического нивелирования или другим методом, обеспечивающим необходимую точность, от реперов исходной (городской геодезической сети) или внешней разбивочной сети. Перенос отметок допускается производить от реперов внутренней геодезической основы, закладка которых выполнена в соответствии с ППГР. Количество реперов, от которых переносятся отметки, должно быть не менее двух.

3.11. Точность переноса на монтажный горизонт отметок должна соответствовать требованиям, указанным в СНиП 3.01.01-87 (табл. 15). Отметки на монтажный горизонт следует переносить не менее двух раз. За отметку монтажного горизонта, как правило, принимается среднее значение величин перенесенных отметок. При отличии перенесенных отметок на величину, превышающую точность измерений, перенос должен быть повторен.

3.12. Результаты измерений и построений при создании внутренней разбивочной основы на исходном и монтажном горизонтах следует фиксировать на схемах местоположения знаков, закрепляющих оси, отметки и ориентиры.

3.13. Спутниковые приемники могут быть использованы на всех этапах технологии геодезического обеспечения строительства, за исключением определения местоположения строительных конструкций.

3.14. Спутниковые измерения производятся в статическом дифференциальном режиме по стандартной схеме: один приемник на время наблюдений устанавливается на пункте внешней разбивочной сети референцной станции, другой перемещается по точкам внутренней разбивочной сети. При этом может быть исключена необходимость прямой видимости между точками обеих сетей, углового внешнего ориентирования внутренней основы и сокращается число ее точек. Как правило, на строительной площадке следует применять двухчастотные приемники.

4. Геодезический контроль точности геометрических параметров здания и исполнительные геодезические съемки

4.1. В процессе возведения здания необходимо производить геодезический контроль точности его геометрических параметров, который является составной частью производственного контроля качества строительства.

4.2. Геодезический контроль точности геометрических параметров здания заключается в:

геодезической проверке соответствия положения элементов, конструкций и частей здания нормативным и проектным требованиям в процессе их монтажа и временного закрепления (при операционном контроле);

исполнительной съемке планового и высотного положений элементов, конструкций и ча-

стей здания, постоянно закрепленных по окончании монтажа.

4.3. Контролируемые в процессе производства строительно-монтажных работ геометрические параметры здания или отдельных элементов (стен, колонн, отверстий, проемов и т.п.), методы геодезического контроля, порядок и объем его проведения должны быть установлены проектом производства геодезических работ. Перечень конструктивных элементов, отверстий проемов и т.п. должен быть согласован с проектной организацией и выполняться до завершения скрытых работ. Схемы исполнительных геодезических съемок должны составляться до составления актов на скрытые работы (формы № 11 и 14 ИГАСН) и согласовываться с авторским надзором. Схемы являются неотъемлемым приложением актов.

4.4. Геодезический контроль точности геометрических параметров здания, в том числе исполнительные геодезические съемки на всех этапах строительства, следует осуществлять организацией, выполняющей строительные работы, и контролировать в объемах, предусмотренных ППГР сторонней организации, до предъявления их авторскому надзору.

4.5. Плановое и высотное положения элементов, конструкций и частей здания, их вертикальность следует определять от знаков внутренней разбивочной основы или ориентиров, которые использовались при выполнении строительно-монтажных работ (приложение 3).

4.6. Точность контрольных измерений (приложение 7) должна составлять не более 0,2 величины отклонений, допускаемых на производство геодезических разбивочных работ.

Точность контрольных измерений при монтаже (установке) строительных конструкций и других видах работ должна определяться по формуле

$$2\delta x_{met} \le 0{,}4\Delta x,$$

где $2\delta x_{met}$ — предельное значение погрешности измерений или измерительного инструмента; Δx — допуск контролируемого параметра.

5. Программное обеспечение геодезических измерений

5.1. Программное обеспечение (ПО) геодезического сопровождения строительства должно решать следующие задачи:

строгое уравнивание результатов измерений, выполняются для создания сетей внешней и внутренней разбивочной основы;

составление исполнительных чертежей и схем;

обработка и уравнивание данных спутниковых измерений и преобразование координат.

5.2. В связи с отсутствием единого программного комплекса, предназначенного для геодезического сопровождения строительства и способного решать все задачи, современные программы и программные комплексы можно разделить по распространенности и по возможностям программ. Ряд фирм — производителей геодезического оборудования предлагают собственное программное обеспечение к своим приборам. В таблице 5.1 приведено программное обеспечение фирм — производителей геодезического оборудования, наиболее распространенного в России.

Таблица 5.1

Фирма — производитель оборудования	Программное обеспечение	Возможности и задачи, решаемые программным обеспечением
Trimble (США)	Trimble Geomatics Office	Пакет программ для совместной обработки данных GPS и данных, полученных традиционными методами. Решает следующие задачи: - обработка GPS базовых линий, уравнивание; - создание цифровой модели местности (ЦММ), сбор ГИС данных; - пересчет в различные системы координат из WGS-84 и обратно; - создание отчетов по проекту
Leica (Швейцария)	Liscad	Обработка данных, полученных традиционными методами, построение цифровой модели местности
Thales Navigation	Ashtech Solutions	Комплекс программ для планирования, постобработки GPS измерений и уравнивание сети
Javad	Javad Navigation Systems	ПО для постобработки и уравнивания данных GPS и планирования измерений, поддержка ГИС, разбивочные работы и съемка с использованием GPS
Примечание — При выборе программ по обработке GPS измерений следует предусмотреть возможность подключения модуля для перевода данных в формат RINEX.		

Таблица 5.2

Программное обеспечение	Возможности и задачи, решаемые программным обеспечением
1	2
AutoCAD	Является базовой системой проектирования. Формат данных DGW, DXF, DWF стал общепризнанным стандартом обмена графической информацией и ее хранения. AutoCAD предоставляет средства для проектирования и оформления чертежей, к тому же ряд программ под AutoCAD. Это, например, Топокад, CadRelief, Планикад и RGS, которые позволяют расширить возможности AutoCAD. Строгое уравнивание инженерно-геодезических сетей. Анализ результатов измерений
Star * Net Топокад	Предназначен для создания цифровой модели местности и крупномасштабных планов
CadRelief	Построение трехмерных моделей рельефа в среде AutoCAD
Планикад	Пакет для проектирования генеральных планов и вертикальной планировки объектов промышленного назначения и городской застройки
RGS	Обработка и уравнивание любых инженерно-геодезических сетей
CREDO	Комплекс CREDO объединяет в себе ряд модулей, предназначенных для решения конкретных инженерно-геодезических задач, в том числе и для обеспечения строительства
CREDO_DAT	Импорт данных с электронных регистраторов в форматах Sokkia, Nikon, Geodimeter, Leica, Topcon, Zeiss и координат из текстовых файлов, обработка и уравнивание данных традиционных геодезических измерений
Транскор	Трансформация геоцентрических, геодезических и прямоугольных координат, определение параметров преобразования координат
Transform	Сканирование планов и чертежей, трансформация растрового изображения для использования этого материала в качестве подложки (только в системе CREDO)
CREDO TER/ CREDO_MIX, Топоплан/ Генплан	Подготовка разбивочных чертежей и схем, составление планов исполнительных съемок, создание ЦММ, горизонтальной и вертикальной планировки объектов
Microstation	Программа аналогична AutoCAD
Microsoft Office	Подготовка и печать текстовых и табличных материалов
Стройконсультант	Информационно-поисковая система, представляет собой сборник нормативных документов по строительству, действующих на территории РФ

5.3. Для составления разбивочных чертежей и исполнительных схем рекомендуется использовать следующие программы: CREDO, AutoCAD, Microstation. В таблице 5.2 приведены обзор программ и их возможности.

6. Аудит, контроль, анализ и оформление результатов измерений и документации

6.1. В состав геодезических измерений и вычислений, выполняемых независимо во второй раз, должны включаться следующие работы:

1) приемка и анализ технического состояния знаков и пунктов планово-высотной разбивочной сети на строительной площадке на момент начала работ по геодезическому обеспечению объекта;

2) проведение (в случае необходимости) геодезических работ по сгущению геодезической разбивочной основы строительной площадки, включая закладку грунтовых знаков и пунктов, а также ориентиров на постоянные предметы местности, использование которых возможно в период строительства;

3) аналитическая подготовка рабочих (строительных чертежей) для расчета исходных геодезических данных для выноса в натуру осей, включая пересчет в координатную систему пересечения всех осей здания;

4) контроль выноса осей и отметок для производства земляных работ, устройства шпунтовых ограждений, фундаментных оснований фундаментов и др. строительно-монтажных работ нулевого цикла и надземной части здания;

5) перенос геодезической разбивочной основы с исходных на последующие монтажные горизонты зданий;

6) создание геодезических разбивочных (планово-высотных) основ на монтажных горизонтах зданий;

7) выполнение детальных геодезических разбивочных (планово-высотных) работ для производства исполнительных съемок строительных конструкций зданий;

8) проведение исполнительных (планово-высотных) съемок выполненных конструкций;

9) камеральная обработка результатов исполнительных съемок с составлением исполнительных схем;

10) мониторинг осадок и деформаций грунтов и конструкций (при включении данных работ в проект производства геодезических работ);

11) участие в сдаче результатов исполнительных съемок авторскому надзору, ИГАСН и другим заинтересованным организациям с подписями актов на скрытые работы по формулам 11, 14 (ИГАСН) и др. (при необходимости).

6.2. Точность выполнения геодезических измерений должна быть не ниже, чем точность работ, выполняемых геодезической службой генподрядной строительной организации.

6.3. Исполнительные съемки должны производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 23616—79* «Контроль точности» (извлечения приведены в приложении 7).

6.4. В случае строительства по проектной документации, содержащей допуски на возведение конструкций здания, не предусмотренные стандартами, нормами и правилами, необходимую точность измерений следует определять специальным расчетом, выполняемым в проекте производства геодезических работ.

6.5. По результатам исполнительной съемки элементов, конструкций и частей здания следует составлять исполнительные схемы и чертежи, руководствуясь ГОСТ Р 51872—2002 «Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения».

6.6. Исполнительные схемы и чертежи, составленные по результатам исполнительной съемки, следует использовать при приемочном контроле и оценке качества строительно-монтажных работ.

МОНИТОРИНГ ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ НЕСМЕЩАЕМОСТИ И ДЕФОРМАТИВНОСТИ ВОЗВОДИМЫХ КОНСТРУКЦИЙ

7. Общие положения

7.1. Мониторинг несмещаемости и деформативности возведенных конструкций является составной частью инструментального геодезического мониторинга и проводится геодезическими методами и приборами в период возведения зданий и сооружений, а после возведения преимущественно следует использовать автоматизированные системы.

7.2. В целом мониторинг представляет из себя систему измерений (наблюдений), фиксации результатов, аналитической обработки и подразделяется на три подсистемы (п. 7.4).

7.3. Итоговой нормируемой деформационной характеристикой высотного здания является отклонение верха (крена) высотного здания от вертикали. Основной вклад в эту величину вносят неравномерные осадки фундаментов. Предельные отклонения верха высотных зданий и сооружений приведены в п. 7.7 Рекомендаций, однако из-за особенностей конструкции высотных зданий и их «гибкости» («гибкость» здания — коэффициент отношения высоты надземной части к ширине фундамента и для высотных зданий обычно имеет значение от одного до восьми) деформации фундаментов не полностью определяют итоговую деформацию верха высотного здания.

7.4. В связи с тем что надземная часть здания испытывает ветровые нагрузки, неравномерный солнечный нагрев и не работает как единое целое с фундаментом и основанием, наблюдения за деформациями должны проводиться отдельно для каждой составной части системы (подсистемы): «основание—фундамент—надземная часть».

7.5. При мониторинге высотных зданий и сооружений геодезическими измерениями определяются следующие характеристики деформаций:

«основание—фундамент—надземная часть здания»:

для основания и фундаментов:

абсолютная осадка S_i;

средняя осадка $S_{ср}$;

неравномерная осадка ΔS;

относительная неравномерная осадка $\Delta S/l$ — разность вертикальных перемещений, отнесенных к расстоянию между ними;

крен фундамента или здания в целом I — отношение разности осадок крайних точек фундамента к ширине (или длине) фундамента;

относительный прогиб (выгиб) i/L — отношение стрелы прогиба (выгиба) к длине L однозначно изгибаемого участка фундамента;

для наземной части здания:

отклонение от вертикали строительных конструкций (осей колонн, стен, лифтовых шахт и других элементов);

сжатие или усадка колонн и других бетонных конструкций;

раскрытие трещин (при их появлении), динамика их развития.

7.6. Для измерения вышеуказанных видов деформации (п. 7.5) геодезическими методами создают *деформационную основу* — внутреннюю и внешнюю.

Деформационная основа должна сохраняться на весь период строительства и эксплуатации.

Рекомендуемая частота проведения наблюдений за каждым видом деформаций приведена в таблице 7.1.

7.7. При расчете точности определения деформаций должны выдерживаться следующие нормы точности:

средняя квадратическая погрешность определения осадки высотного здания или сооружения не должна превышать +1,0 мм (ГОСТ 24846—81, СНиП 3.01.03-84);

- предельные горизонтальные перемещения верха высотных зданий и сооружений с учетом крена фундаментов в зависимости от высоты здания h не должны превышать (МГСН 4.19-05):

до 150 м (включительно) — 1/500
400 м — 1/1000.

7.8. При постановке мониторинга в период строительства высотных зданий и сооружений, при выборе методов измерений учитывают следующие особенности высотного строительства: колебание температуры, односторонний солнечный нагрев, ветровую нагрузку (внешние факторы), вибрацию, неравномерность нагрузки под действием передвижных подъемных устройств (техногенные факторы), стесненные условия как внутри, так и вокруг строительства и малые пространства для наблюдений из-за сравнительно малых габаритов фундаментов.

Для измерений следует выбирать время суток, в котором исключены или минимизированы влияния вышеуказанных факторов воздействия.

7.9. При строительстве высотных зданий и сооружений применяют следующие методы измерений: геометрическое нивелирование коротким лучом визирования, гидростатическое нивелирование.

При контроле отклонений от вертикали используют способ вычисления крена по параметрам вероятнейшей плоскости на монтажном горизонте и наклономерные измерения с помощью оптических квадрантов.

Таблица 7.1 — **Рекомендуемая частота проведения наблюдений за каждым видом деформаций**

№ п.п.	Вид деформации	Цикличность					
		во время строительства			2—3 года после строительства	эксплуатация	
		возведения фундамента	через каждые 5 этажей	окончание строительства	1—2 раза в квартал	2 раза в год	постоянно*
1	Абсолютная осадка	+	+	+	+	+	—
2	Неравномерная осадка	+	+	+	+	+	—
3	Крен фундаментов	+	+	+	+	+	+
4	Прогиб фундаментов	+	+	+	+	+	—
5	Отклонение от вертикали (крен):						
	- колонн	—	+	+	—	—	—
	- лифтовых шахт	—	+	+	—	—	—
	- монолитной части	—	+	+	—	—	—
6	Сжатие или усадка колонн	—	+	+	—	—	—
7	Крен верхней части строительных конструкций	—	—	+	+	+	+

* Рекомендуется использовать автоматизированные системы.

8. Инструментальный геодезический мониторинг высотных зданий и сооружений в процессе строительства

8.1. Измерения деформаций оснований фундаментов высотных зданий и сооружений надлежит проводить по методикам раздела ППГР «Мониторинг в процессе строительства». Раздел ППГР должен включать: проектирование, изготовление и технологию установки геодезических знаков и (или) осадочных марок. Местоположение знаков (марок) должно быть запроектировано в зависимости от методов измерений и с учетом инженерно-геологических условий оснований. Глубина заложений знаков должна быть согласована с авторами проекта.

Время проведения измерений должно быть увязано с календарным графиком строительства.

Обработка результатов измерений должна включать поверки полевых журналов, вычисление величин деформаций, оценку точности проведенных полевых работ, составление ведомостей по каждому циклу измерений и их графическое оформление.

Обработка результатов должна оканчиваться составлением технического отчета.

8.2. Инструментальный геодезический мониторинг высотного сооружения в процессе строительства должен производиться в соответствии с техническим заданием Заказчика, согласованным с проектной организацией.

Высотная деформационная основа

8.3. Высотная деформационная основа предназначается для:

наблюдений за осадками оснований, фундаментов и строительных конструкций здания или сооружения;

определения сжатия или усадки колонн и бетонных конструкций;

наблюдений за осадками основания и фундаментов во время эксплуатации.

8.4. Типовая высотная геодезическая основа высотного сооружения включает в себя:

внешнюю (исходную) высотную основу;

привязочный ход;

внутреннюю основу для наблюдения за деформациями контролируемого сооружения;

контрольную основу на монтажных горизонтах;

контрольные станции (точки) для измерения отклонений от вертикали (наклономерные измерения) и щелевые марки.

На рис. 8.1 приведена типовая схема высотной геодезической основы для наблюдения за деформациями.

8.5. В качестве внешней исходной высотной основы рекомендуется использовать куст глубинных реперов. Число их должно быть не менее трех. Реперы закладываются на глубину не менее трех метров. Конструкция глубинного репера показана в приложении 1. В плане они должны располагаться на линии или по углам

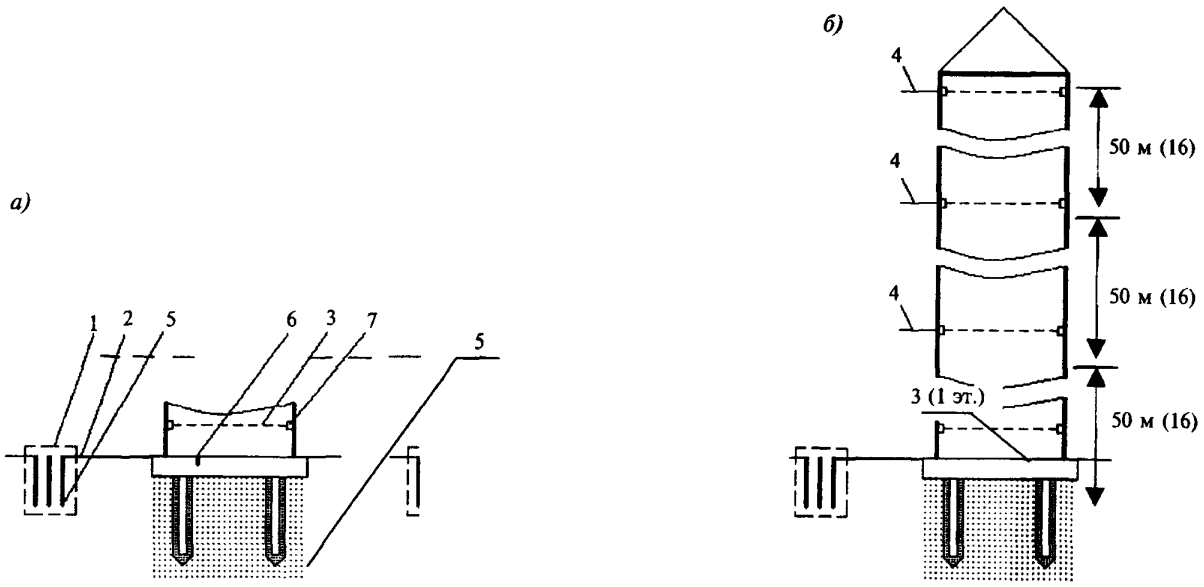


Рис. 7.1. **Типовая схема высотной основы для наблюдения за деформациями**

а — стадия возведения фундамента; *б* — стадия возведения здания; *1* — внешняя исходная высотная основа; *2* — привязочный ход; *3* — внутренняя деформационная сеть; *4* — контрольная деформационная сеть; *5* — глубинный репер; *6* — осадочная марка в полу; *7* — осадочная марка на колонне

равностороннего треугольника. Расстояние между соседними реперами не должно превышать 12 м. Куст реперов служит исходной высотной основой, определяет ее стабильность как во время строительства, так и в период эксплуатации. В качестве исходной высотной основы могут использоваться стенные реперы, устанавленные в цокольных частях зданий и сооружений, осадка фундаментов которых практически стабилизировалась. К ним относятся существующие стенные и грунтовые реперы государственной (городской) геодезической сети Москвы, стабильность которых подтверждена многолетними измерениями.

8.6. Исходная высотная основа должна размещаться:

в стороне от проездов, подземных коммуникаций, складских и других территорий, где возможны вибрации от движения транспорта;

вне зоны распространения давления на грунт от контролируемого возводимого здания или сооружения;

вне зоны влияния вновь строящихся зданий и сооружений.

Практически удаление исходной высотной основы от сооружения должно быть не менее 150 м.

Измерения и контроль стабильности внешней исходной высотной основы осуществляются геометрическим нивелированием коротким визирным лучом (приложение 12).

8.7. Привязочный ход является связующим звеном в схеме измерений между внешней исходной основой и внутренней деформационной основой и используется для передачи высот от исходной высотной основы на так называемые осадочные марки высотного здания или сооружения. Привязочный ход закрепляется специальными костылями диаметром не менее 50 мм, забитыми в землю на глубину 0,5 м.

Измерения в привязочном ходе выполняют методом геометрического нивелирования коротким визирным лучом в прямом и обратном направлениях.

8.8. Внутренняя высотная основа предназначена для наблюдения за осадками оснований, фундаментов и др. строительных конструкций в период строительства.

Внутренняя основа закрепляется осадочными марками в полу фундамента или осадочными марками на колоннах и монолитных конструкциях надземной части здания (приложение 1).

8.9. Осадочные марки в фундаментах 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. Осадочные марки по периметру располагаются через 15 м, по продольным и поперечным осям. В среднем на фундаментную плиту закладывают одну марку на площади 100 м^2.

8.10. Конкретное расположение осадочных марок на фундаментах здания или сооружения, а также конструкции марок определяют в техническом задании на мониторинг и ППГР, согласованном с проектной организацией.

Осадочные марки на колоннах и других вертикальных монолитных конструкциях устанавливаются на одном уровне.

Измерения превышений исходного и монтажного горизонтов следует производить двумя нивелирами с одновременными взятиями отсчетов по рулетке.

Измерения превышений между марками основы внутренней сети выполняют методом геометрического нивелирования коротким визирным лучом (приложение 12).

8.11. Высотная основа на монтажных горизонтах предназначена для контроля отклонения построенной части от вертикали и контроля сжатия или усадки колонн (стен) или бетонных конструкций по мере возведения строительных конструкций. Основа монтажных горизонтов должна полностью повторять внутреннюю основу, закрепленную осадочными марками на колоннах или монолитной части на нижнем (исходном) горизонте. Передача высот с внутренней основы исходного горизонта на текущую основу монтажного горизонта осуществляется 20- или 50-, 100-метровыми металлическими рулетками с натяжением (10 кгс). Контроль передачи высоты может производиться лазерными рулетками (ручными лазерными дальномерами). При контроле отклонений от вертикали используют способ вычисления крена по параметрам вероятнейшей плоскости (приложение 13).

8.12. Дополнительно на контрольных монтажных горизонтах (для измерения отклонений от вертикали) размещают контрольные станции, включающие в себя:

закладные для наклономерных измерений;

специальные марки для наклонного проектирования.

8.13. Металлические закладные для наклономерных измерений размером 200×200 мм устанавливают на каждой колонне вдоль продольных и поперечных осей высотного здания. Отклонения от вертикали измеряют оптическим квадрантом КО-10.

8.14. Для измерения кренов и отклонений от вертикали надземной части сооружения в процессе ее возведения вдоль выбранных поперечных и продольных осей с внешней стороны здания закрепляют марки (приложение 1). На местности в створе марок фиксируют постоянные точки стояния теодолита.

Постоянные точки стояния теодолита должны располагаться не ближе высоты здания и закрепляться специальными костылями диаметром не менее 50 мм, забитыми в землю на глубину 0,5 м.

Измерения кренов и отклонений от вертикальности выполняют методом наклонного проектирования астрономическим теодолитом *ДКМ-3А*.

8.15. В случае появления трещин высотная геодезическая основа дополняется контрольными станциями наблюдения за раскрытием трещин. Для определения раскрытия трещин рекомендуется по обеим сторонам от нее закреплять контрольные марки, конструкция которых позволяет измерять расстояние между ними с погрешностью не более 0,5 мм.

9. Инструментальный геодезический мониторинг высотных зданий и сооружений в процессе эксплуатации

9.1. В период эксплуатации мониторинг высотных зданий и сооружений проводится преимущественно с использованием автоматизированных систем на основе видеоизмерений.

Номенклатура автоматизированных систем должна предусматривать измерение в реальном масштабе времени следующих геометрических параметров деформаций:

наклона и неравномерной осадки фундамента зданий и сооружений;

отклонения от вертикали и колебаний верха здания и сооружения;

кручения верха здания и сооружения.

Для измерения наклонов и неравномерной осадки фундамента здания и сооружения используется стационарная видеогидростатическая система (приложение 14), для отклонения от вертикали, колебаний и кручения верха здания — видеоизмерительная система для измерения колебаний и плановых смещений верха зданий и сооружений (приложение 15) и стационарная автоматизированная система контроля деформаций на основе обратных отвесов (приложение 16).

9.2. Автоматизированные системы мониторинга *должны обеспечивать следующие точности* измерения деформаций в зависимости от высоты здания:

наклон фундамента здания и сооружения	1:100 000
отклонение от вертикали верха здания и сооружения	1:50 000
колебания верха здания и сооружения	1:50 000
кручение верха здания и сооружения	1:50 000

Системы автоматизированного мониторинга должны обеспечивать измерение деформаций в полосе частоты 0—12,5 Гц.

Оперативность получения итоговых результатов в системе автоматизированного мониторинга должна быть не более 1 мин.

Вся информация в системе автоматизированного мониторинга *должна выводиться на* монитор и быть наглядной.

Входящие в автоматизированную систему мониторинга измерительные датчики должны определять деформационные параметры прямыми непосредственными измерениями и входить в реестр измерительных средств Ростехрегулирования и иметь метрологические свидетельства.

Наработка на отказ измерительных датчиков автоматизированных систем мониторинга должна быть не менее 25 000 ч.

При достижении предельных значений деформаций автоматизированная система мониторинга должна вырабатывать сигнал тревоги.

9.3. Для контроля наклонов фундамента должны быть установлены измерительные пункты (железобетонные столбы 300×300×300 мм, жестко связанные с фундаментом здания), которые должны располагаться вдоль главных осей здания для измерения продольных и поперечных наклонов. По каждой из осей должно быть установлено не менее 5 измерительных пунктов. На измерительные пункты устанавливаются головки видеогидростатической системы, соединенные шлангами, заполненными специальной жидкостью.

Измерительные датчики (видеодатчики) для измерения отклонения от вертикали, колебаний и кручения верха здания и сооружения должны устанавливаться на измерительные пункты (железобетонные столбы 400×400×1000 мм, жестко связанные с фундаментом здания), расположенные по диагонали здания. Измерительных датчиков (видеодатчиков) должно быть не менее двух.

В верхней части здания на одной вертикали с измерительными датчиками (видеодатчиками) должны быть установлены визирные марки. *Между измерительными датчиками* (видеодатчиками) и визирными марками должна быть обеспечена прямая видимость. Для этой цели

могут быть использованы лестничные проемы, лифтовые шахты, отверстия в перекрытиях и т.д. Диаметр сквозного отверстия для обеспечения прямой видимости должен быть не менее 500 мм. Допускается строить систему наблюдений отклонений от вертикали шаговым методом с шагом, равным высоте пожарных отсеков (например, 15 этажей, 30 этажей и т.д.).

9.4. Все измерительные датчики должны быть защищены кожухами (вандалозащищенность).

9.5. Все измерительные пункты должны быть обеспечены электропитанием постоянным током напряжением 12 В.

9.6. Измерительные пункты должны быть связаны с центральным (диспетчерским) пунктом каналом связи 4-жильным кабелем типа «витая пара».

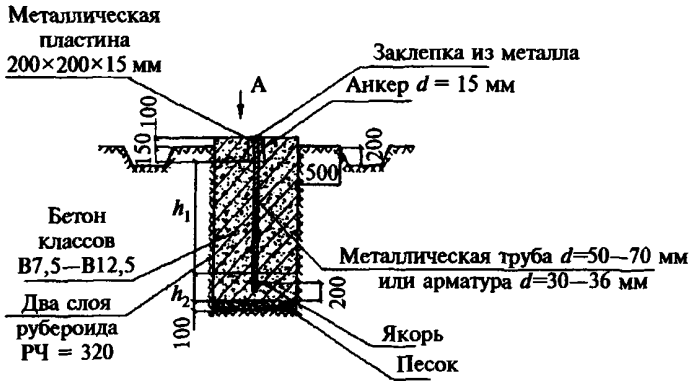
Центральный (диспетчерский) пункт должен быть оснащен компьютером не ниже «Pentium-4», контроллером для ввода видеосигнала в компьютер и принтером для документирования информации.

9.7. Системы автоматизированного мониторинга должны иметь возможность внутренней метрологической калибровки без демонтажа измерительных датчиков.

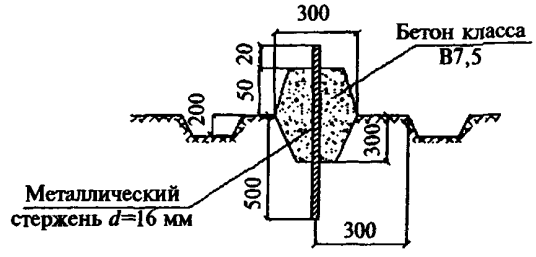
Замена измерительных датчиков автоматизированной системы мониторинга при выходе из строя не должна приводить к потере исходных данных.

ТИПЫ И КОНСТРУКЦИИ ЗНАКОВ

Знак закрепления оси

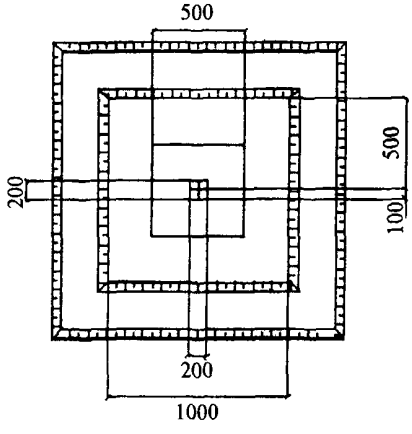


Знак закрепления временных осей и точек внутренней разбивочной основы

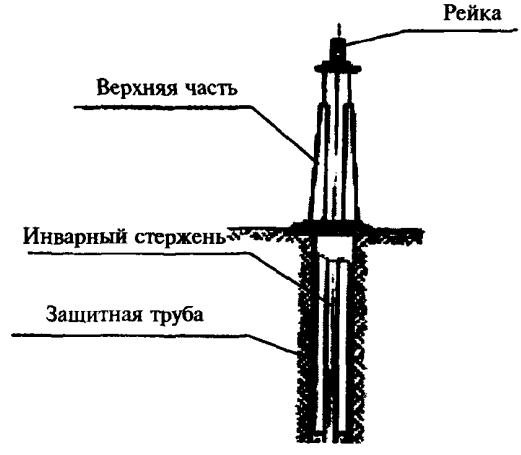


h_1 — соответствует наибольшей глубине промерзания грунта; h_2 — определяется по таблице.

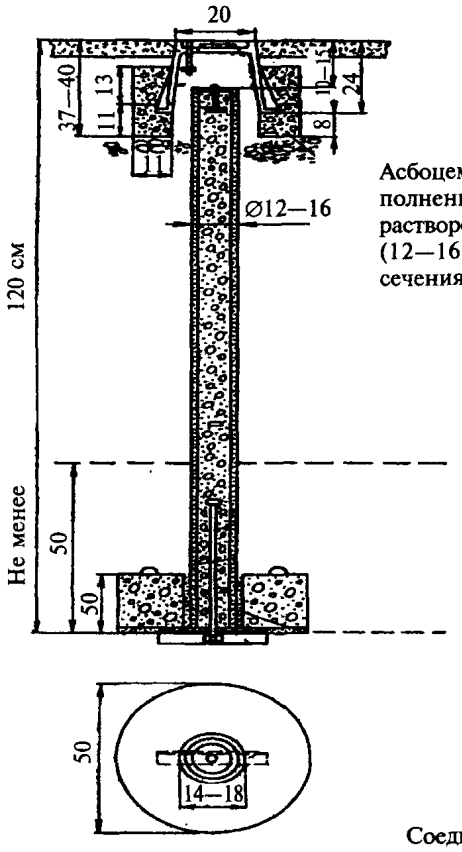
Вид А



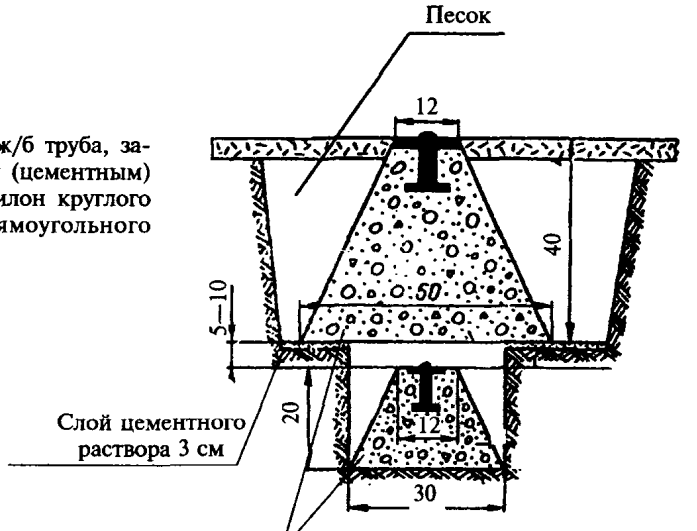
Глубинный репер

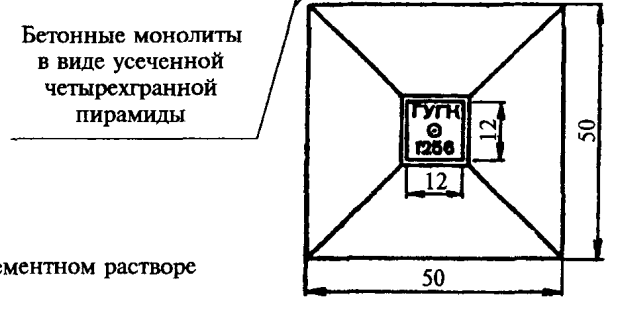


Грунт	Значение величины h_2 при глубине промерзания, м								
	h_1	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Песчаный	h_2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Суглинистый	h_2	0,6	0,9	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1
Примечание — для Москвы наибольшая глубина промерзания грунта равна 1,2 м.									



Асбоцементная или ж/б труба, заполненная бетонным (цементным) раствором или ж/ пилон круглого (12—16 см) или прямоугольного сечения или рельс

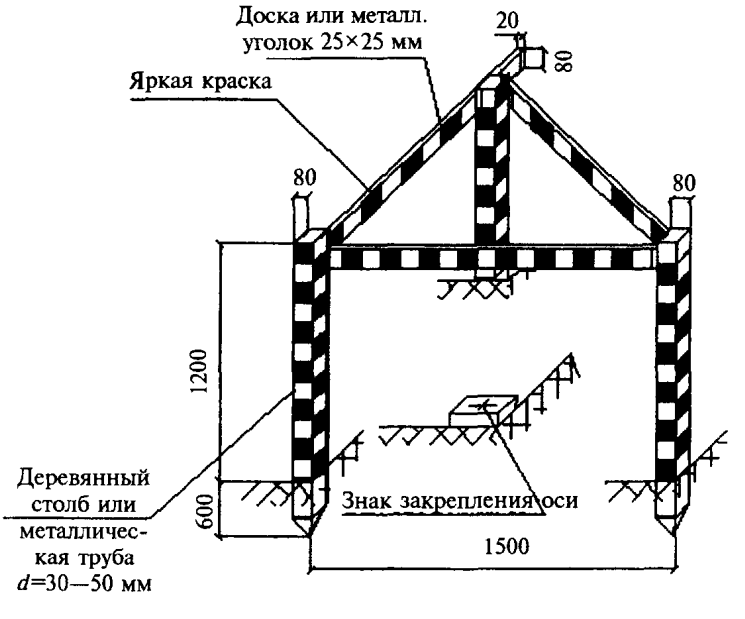




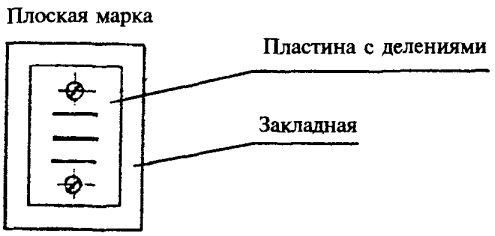
Соединение на цементном растворе

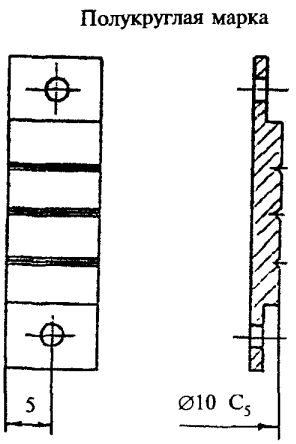
Бетонный якорь Ø50 см

Ограждение знака



Осадочные марки,
закрепляемые на вертикально расположенных конструкциях





Марка измерения кренов и отклонений от вертикали для наклонного проектирования теодолитом



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Вид работ	Средняя квадратическая ошибка				
Измерение углов	3"				
Измерений линий	2,0 мм				
Определение взаимного положения смежных пунктов внешней разбивочной сети	2,5 мм				
Определение положения точки из измерений способами прямой или обратной линейно-угловой засечки	3,0 мм				
Вынос осевых рисок способом полярной засечки	2,0 мм				
Перенос точек по вертикали шаговым методом на высоту H	15 м	90 м	150 м	240 м	
	0,84 мм	1,8 мм	2,3 мм	3,0 мм	
Передача отметки шаговым методом на высоту H	15 м	30 м	90 м	150 м	240 м
	2,75 мм	4,0 мм	7,0 мм	9,0 мм	11,3 мм
Определение превышения на станции	2,5 мм				

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПОЛЕВЫЕ ДОПУСКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ РАБОТ

Метод линейно-угловых построений с использованием электронных тахеометров:

незамыкание горизонта — 8" (при наличии более двух направлений);
разность в результатах линейных измерений (прямо—обратно) — 5 мм;
угловая невязка в замкнутых фигурах — $8''\sqrt{n}$, где n — число вершин в полигоне;
относительная невязка в полигоне $\frac{1}{20000}$.

Метод спутниковых наблюдений:

PDOP < 5,0;
время наблюдений на пункте ≥ 0,7 — 1 ч.

Передача отметки на стройплощадку осуществляется по методике и с соблюдением полевых допусков нивелирования IV класса:

допустимая высотная невязка подсчитывается по формуле $7{,}5\sqrt{n}$, мм, где n — число станций в ходе.

УСЛОВИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Область применения	Условия обеспечения точности измерений	Примечание
Создание внешней разбивочной основы	Электронный тахеометр с параметрами точности: измерения расстояний — 2 мм; угла — 3" Безотражательный в минимальных пределах 150 м	SET 330R «Sokkia»; TTS 3603 «Trimble»; TPS 1203 «Leica Geosystems»; GTS 603CAF «Topcon» и др.
	Спутниковые приемники Одно-, двухчастотные с точностью: определения координат — 5 мм; высот — 5 мм	Trimble 5700; Trimble 5800; Leica 1200; Nov Atel Topcon Net 63; «Trimble»; Z-Xtreme «Ashtech»; ProMarc2 «THALES Navigation» и др.
Создание внутренней разбивочной основы Разбивочные работы	Электронный тахеометр с параметрами точности: измерения расстояний — 2 мм; угла — 3" Безотражательный	SET 330R «Sokkia»; TTS 3603 «Trimble»; TPS 1203 «Leica Geosystems»; GTS 603CAF «Topcon» и др.
Перенос осей и точек на монтажные горизонты	Зенит-ЛОТ Спутниковые приемники двухчастотные с точностью: определения координат — 5 мм; высот — 5 мм	Шаговым методом через 5 этажей PZL-100 «Trimble» ZL «Leica Geosystems» и др.
Определение высот точек и перенос отметок на монтажные горизонты	Нивелир типа Н3 с комплектом реек Рулетка 30—50 м с миллиметровыми делениями	При переносе отметок — шаговым методом через 10 этажей 4Н-2КЛ «УОМЗ» АТ-G3 «Topcon» НЛ20К «УОМЗ» Rugby 100 LR «Leica Geosystems» и др.

Государственный комитет российской федерации
по стандартизации и метрологии
(госстандарт россии)

ФГУ РОСТЕСТ-МОСКВА

Федеральное государственное учреждение
"Российский Центр испытаний и сертификации-Москва"

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ № 044811

Действительно до "02" сентября 2005 г.

Эталон (средство измерений) **Нивелир с компенсатором**
наименование и тип (если в состав средства измерений
С 41
входят несколько автономных блоков, то приводят их перечень)
Серия и номер клейма предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются)

заводской номер (номера) **034665**

принадлежащее **ЗАО «Элгад Спецстрой»**
наименование юридического (физического) лица, ИНН

поверено в соответствии с **МП РТ 525-99**
наименование и номер документа на методику поверки

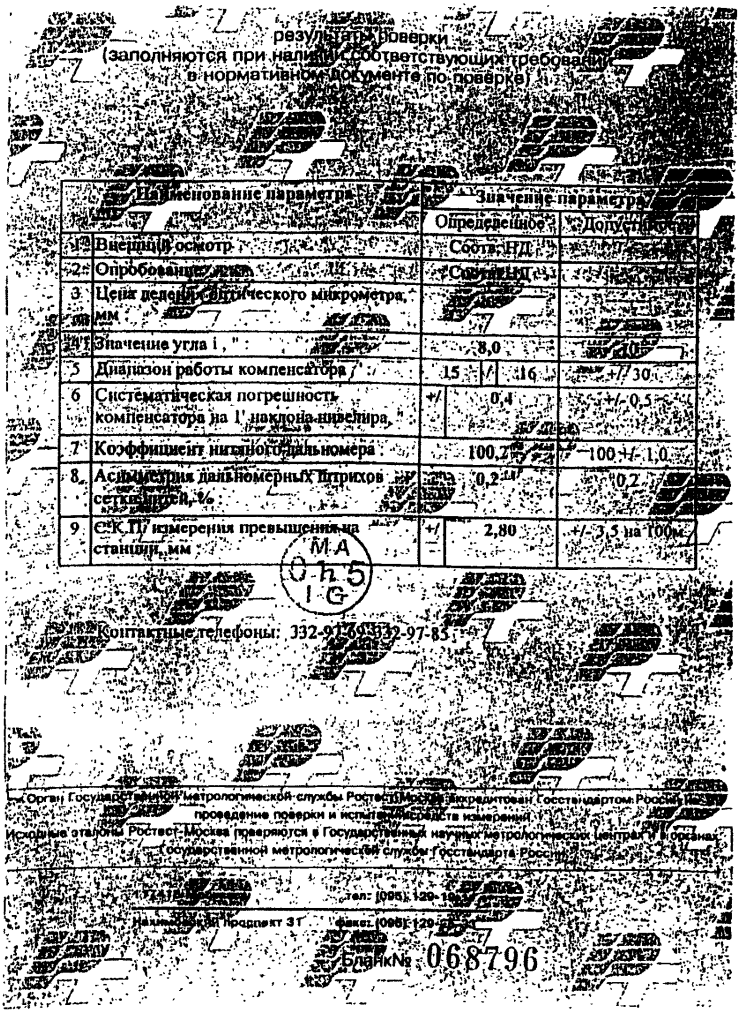
с применением эталонов:
наименование, заводской номер, разряд, класс или погрешность

при следующих значениях влияющих факторов
приводят перечень влияющих
факторов, нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений

и на основании результатов первичной (периодической) поверки
признано пригодным к применению : **по типу технических нивелиров ГОСТ 10528**

Начальник лаб. № 445			В.К. Перекрест
должность руководителя подразделения		подпись	инициалы, фамилия
Поверитель			А.Н. Сяковцев
		подпись	инициалы, фамилия

"02" сентября 2004 г.



результаты поверки
(заполняются при наличии соответствующих требований в нормативном документе по поверке)

	Наименование параметра	Значение параметра	
		Определенное	Допустимое
1	Внешний осмотр	Соотв. НД	
2	Опробование	Соотв. НД	
3	Цена деления оптического микрометра, мм		
4	Значение угла i, "	8,0	10
5	Диапазон работы компенсатора	15 / 16	+/- 30
6	Систематическая погрешность компенсатора на 1' наклона нивелира, "	+/- 0,4	+/- 0,5
7	Коэффициент нитяного дальномера	100,2	100 +/- 1,0
8	Асимметрия дальномерных штрихов сетки нитей, %	0,2	0,2
9	С.К.П. измерения превышения на станции, мм	+/- 2,80	+/- 3,5 на 100м

МА
0 h 5
I G

Контактные телефоны: 332-97-69, 332-97-85

Орган Государственной метрологической службы Ростест-Москва аккредитован Госстандартом России на проведение поверки и испытания средств измерений.
Исходные эталоны Ростест-Москва поверяются в Государственных научных метрологических центрах и в органах Государственной метрологической службы Госстандарта России.

тел: (095) 129-19
факс: (095) 129-
Нахимовский проспект 31

Бланк№ 068796

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(справочное)

ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ ПРИБОРОВ И ИЗМЕРЕНИЙ

Требуемую точность измерений для разбивочных работ целесообразно определять в величинах средних квадратических или предельных (допустимых) погрешностей (отклонений). Соотношение между предельной δ и средней квадратической σ погрешностью определяется формулой

$$\delta = t\sigma,$$

где t — нормируемый множитель, принимаемый в зависимости от ответственности работ равным 2; 2,5; 3 с доверительной вероятностью соответственно 0,95; 0,98; 0,9973.

Соотношение между допускаемым отклонением (предельной погрешностью) δ и допуском Δ, нормируемым в стандартах, определяется формулой

$$\delta = \frac{\Delta}{2}.$$

Нормативная и расчетная точность измерений при выполнении геодезических работ на строительной площадке должна быть обеспечена применением приборов соответствующей точности.

При выборе *электронного тахеометра* необходимо главным образом учитывать: погрешность измерения расстояний не более 2 мм, измерения углов — 3"; возможность работы в пределах 150 м в безотражательном режиме или на рефлекторные марки; наличие внутренней памяти, русифицированность; внутреннее программное обеспечение, решающее задачи разбивочных работ.

При выборе *лазерного дальномера (рулетки)* необходимо учитывать: погрешность измерения расстояний не более 2 мм; возможность работы в безотражательном режиме, наличие внутренней памяти.

Спутниковый приемник должен быть двухчастотным, с точностью определения плановых координат и высот в статике не хуже 5 мм+1мм/км.

Прибор для вертикального проектирования должен быть снабжен системой автоматического приведения визирной оси в вертикальное положение, оптическим или лазерным центриром; погрешность сквозного вертикального проектирования не должна превосходить 1 мм на 100 м высоты.

Для нивелирования и передачи высот необходимую точность обеспечит *нивелир типа* Н-3КП с компенсатором и средней квадратической погрешностью определения превышения на станции, равной 0,92 мм.

Все геодезические приборы должны быть поверены и иметь поверочные сертификаты соответствующих уполномоченных организаций.

Требования к точности измерений определяются видом построений и точностью измерительных операций, обеспечивающих конечную цель — установку строительных конструкций и технологического оборудования в проектное положение с требуемой точностью.

Прежде всего рассмотрим построение для создания внешней разбивочной сети. Эта сеть может быть построена с применением метода линейно-угловых построений, в частности полигонометрии, или спутниковых измерений по периметру строительной площадки; прямыми и обратными угловыми и линейно-угловыми засечками для точек, фиксированных на близлежащих зданиях, сооружениях; полярными засечками для точек, выносимых в удобные места или передаваемых в котлован здания.

Расчетные формулы

Используя для измерений электронный тахеометр с указанными выше параметрами, для каждого вида построения определим приближенно погрешности в положении пунктов и точек внешней и внутренней разбивочных сетей.

Для линейно-угловой сети полигонометрии в данном случае наибольший интерес представляют погрешности $\sigma_{в.п}$ во взаимном положении двух смежных пунктов, которая может быть подсчитана по формуле

$$\sigma_{в.п} = \sqrt{\sigma_s^2 + \frac{\sigma_\beta^2}{\rho^2} S^2}.$$

Приняв σ_s = 2 мм; σ_β = 3" и S = 100 м, получим $\sigma_{в.п}$ = 2,5 мм.

Для прямой угловой засечки с двух пунктов воспользуемся приближенной формулой ошибки σ_c в положении определяемой точки

$$\sigma_c = \frac{\sigma_\beta \sqrt{2}}{\rho \sin\gamma} S_{ср},$$

где γ — угол при засечке; $S_{ср}$ — среднее расстояние от исходных до определяемой точки.

Приняв σ_β = 3", γ = 90° и $S_{ср}$ = 150 м, получим σ_c = 3,15 мм.

Если засечку выполнять с трех исходных пунктов или линейно-угловой засечкой, то погрешность уменьшается приблизительно в $\sqrt{2}$ раз. В этом случае $\sigma_c = 2{,}25$ мм.

Для погрешности в положении точки, определенной обратной засечкой с трех пунктов, воспользуемся приближенной формулой

$$\sigma_c = \frac{\sigma_\beta S_{ср}\sqrt{2}}{\rho \sin(\beta_1 + \beta_2 + \omega)} \cdot \frac{S_{ср}}{b_{ср}},$$

где $b_{ср}$ — расстояние между опорными пунктами (базис засечки);

β_1 и β_2 — измеренные углы;

ω — угол между исходными сторонами.

Приняв $\sigma_\beta = 3''$; $S_{ср} = 150$ м; $b_{ср} = 100$ м и $\beta_1 + \beta_2 + \omega = 270^\circ$, получим $\sigma_c = 4{,}7$ мм.

Как следует из расчета, погрешность в положении точки, определенной обратной угловой засечкой, в значительной степени зависит от соотношения расстояния до исходных пунктов к базису засечки. Линейно-угловую обратную засечку можно выполнять от двух исходных пунктов. В этом случае погрешность уменьшается приблизительно в $\sqrt{2}$ раз и составит для данного расчета 3,35 мм.

Для погрешности в положении точки, определенной полярной засечкой, воспользуемся формулой

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_s^2 + \frac{\sigma_\beta^2}{\rho^2} S^2}.$$

Приняв $\sigma_s = 2$ мм, $\sigma_\beta = 3''$; $S = 50$ м, получим $\sigma_c = 2{,}15$ мм.

Погрешность в положении точки, определенной спутниковыми приемниками при определенных условиях, может соответствовать заявленной приборной точности.

Для выноса на исходный горизонт точек внутренней разбивочной основы от пунктов внешней разбивочной основы могут быть использованы все методы засечек, а также спутниковые измерения. Расчеты погрешностей построений аналогичны предыдущим, но с добавлением погрешностей исходных данных, т.е. погрешностей в положении пунктов внешней разбивочной основы.

При разбивочных работах на монтажном горизонте для выноса осей строительных конструкций и технологического оборудования использование электронного тахеометра с указанными параметрами и применение способа полярной засечки позволяют обеспечивать погрешность выноса, не превышающую 2,0—2,5 мм по отношению к положению точек внутренней разбивочной основы.

При возведении надземной части многофункционального высотного здания возникает необходимость переноса точек внутренней разбивочной основы на монтажные горизонты. Исходя из конструктивных особенностей здания и влияния внешних условий в процессе строительства, перенос точек целесообразно производить с помощью приборов вертикального проектирования шаговым методом.

Точность вертикального проектирования зависит от погрешностей зенит-прибора и принятого способа проектирования.

Средняя квадратическая погрешность $\sigma_н$ приборов типа PZL определяется формулой

$$\sigma_н = 0{,}01H + 0{,}3 \text{ мм},$$

где H — высота проектирования, м.

Общая погрешность шагового способа проектирования $\sigma_{пр}$ определяется из выражения

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\frac{\sigma_н^2 + \sigma_{виз}^2}{n} + \left(\sigma_ц^2 + \sigma_ф^2\right) n},$$

где $\sigma_{виз}$ — погрешность визирования;

$\sigma_ц$ — погрешность центрирования прибора;

$\sigma_ф$ — ошибка фиксации переносимой точки на палетке;

n — число поярусных перестановок прибора.

Ошибка визирования может быть подсчитана по формуле

$$\sigma_{виз} = \frac{20''}{\Gamma_x \rho''} H,$$

где Γ_x — увеличение визирной трубы.

Для расчета примем: $\Gamma_x = 30$, $\sigma_ц = \sigma_ф = 0{,}5$ мм, высоту одного этажа — 3 м. Результаты расчета приведены в таблице 1.

Таблица 1

Высота передачи H, м	Погрешность визирования $\sigma_{виз}$, мм	Погрешность прибора $\sigma_н$, мм	Погрешность проектирования $\sigma_{пр}$, мм
3 (1-й этаж)	0,01	0,33	0,78
15 (5-й этаж)	0,05	0,45	0,84
30 (10-й этаж)	0,10	0,60	1,09
45 (15-й этаж)	0,15	0,75	1,30
60 (20-й этаж)	0,20	0,90	1,49
75 (25-й этаж)	0,25	1,05	1,65
90 (30-й этаж)	0,30	1,20	1,80
105 (35-й этаж)	0,35	1,35	1,94
120 (40-й этаж)	0,40	1,50	2,07
135 (45-й этаж)	0,45	1,65	2,20
150 (50-й этаж)	0,50	1,80	2,31
165 (55-й этаж)	0,55	1,95	2,42
180 (60-й этаж)	0,60	2,10	2,53
240 (80-й этаж)	0,80	2,70	2,91

При вертикальном проектировании на сравнительно большую высоту H может иметь место уклонение отвесной линии от вертикали за счет горизонтального градиента силы тяжести $\bar{G}$, который в Москве из-за влияния московской аттракции может достигать величины $8 \cdot 10^{-3}$ мГал/м.

Проекция уклонения отвесной линии на горизонтальную плоскость может быть подсчитана по формуле

$$l = H^2 \frac{\bar{G}}{2g},$$

где g — ускорение силы тяжести.

Для $H = 500$ м и $g = 0{,}98 \cdot 10^6$ мГал $l = 1{,}0$ мм.

Отметки на монтажный горизонт могут передаваться двумя путями: методом геометрического нивелирования с применением двух нивелиров и стальной компарированной рулетки, а также путем фиксации отметки на строительных конструкциях исходного горизонта и вертикального линейного промера по строительным конструкциям до репера или откраски на монтажном горизонте.

В первом случае на исходном и монтажном горизонтах устанавливают нивелиры. На реперах, между которыми передаются отметки, устанавливают рейки. Берутся отсчеты a и b по рейкам и отсчеты l_1 и l_2 — по подвешенной с натяжением рулетке соответственно на исходном и монтажном горизонтах. Разность отсчетов $l = l_1 - l_2$ необходимо исправить на компарирование и температуру. Искомая отметка монтажного горизонта $H_{мон}$ вычисляется по формуле

$$H_{мон} = H_{исх} + (a - b) + l.$$

Точность передачи отметки этим способом будет зависеть в основном от погрешности отсчетов по рейкам и рулетке, компарирования реек и рулетки, учета температуры рулетки. При применении нивелиров типа Н-3, шашечных нивелирных реек и компарированной рулетки с ценой деления 1 мм средняя квадратическая погрешность передачи может быть выражена формулой

$$\sigma_н = 1{,}5 \text{ мм} + 0{,}25n,$$

где n — порядковый номер этажа или яруса, на который передается отметка от исходного репера.

Ввиду значительной высоты здания отметку целесообразно передавать шаговым методом с интервалом до 30 м (10 этажей) высоты здания.

Случайные погрешности передачи отметки на монтажные горизонты, кратные по высоте 30 м, по отношению к исходному горизонту будут накапливаться пропорционально корню квадратному из числа K 30-метровых перестановок.

Результаты расчетов погрешностей передачи отметки на монтажные горизонты по отношению к исходному представлены в таблице 2.

Таблица 2

Высота передачи H, м	Средняя квадратическая погрешность передачи $\sigma_н$, мм
3 (1-й этаж)	1,75
6 (2-й этаж)	2,00
9 (3-й этаж)	2,25
12 (4-й этаж)	2,50
15 (5-й этаж)	2,75
18 (6-й этаж)	3,00
21 (7-й этаж)	3,25
24 (8-й этаж)	3,50
27 (9-й этаж)	3,75
30 (10-й этаж)	4,00
60 (20-й этаж)	5,65
90 (30-й этаж)	6,93
120 (40-й этаж)	8,00
150 (50-й этаж)	8,94
180 (60-й этаж)	9,80
210 (70-й этаж)	10,58
240 (80-й этаж)	11,30

Расчеты и их результаты должны подтверждать рекомендации по выбору соответствующих приборов и позволять определить требования к точности и условия обеспечения точности геодезических измерений (таблицы 1 и 2 прил. 6, а также приложения 3, 4).

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 (справочное)
ГОСТ 23616—79* *(извлечения)*

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ СОЮЗА ССР

Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве

КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ

Дата введения 1980-01-01

1. Общие положения

Контролю точности подлежат:

геометрические параметры элементов и параметры, определяющие положение ориентиров разбивочных осей и ориентиров для установки элементов, а также положение элементов в конструкциях (номенклатура допусков указанных параметров приведена в ГОСТ 21779—82 и ГОСТ 21780—83).

2. Назначение методов контроля

2.1. Контроль точности назначают преимущественно выборочным по альтернативному или количественному признаку, а в необходимых случаях — сплошным.

2.2. Сплошной контроль следует назначать:

при небольших объемах производства, когда выборочный контроль неосуществим;

при нестабильном характере производства, в том числе в период наладки технологических процессов;

при повышенных требованиях к обеспечению заданной точности, связанных с необходимостью применения выборок большого объема.

2.3. Выборочный контроль следует назначать при налаженном стабильном производстве, когда обеспечена статистическая однородность технологического процесса.

2.4. При выборочном методе преимущественно следует применять контроль по альтернативному признаку.

Контроль по количественному признаку применяют для наиболее ответственных параметров, когда их количество невелико и имеется необходимость в дальнейшей отработке процесса, а также если по условиям производства целесообразно сократить объем выборок по сравнению с контролем по альтернативному признаку. Этот метод применим, когда контролируемые параметры независимы друг от друга и имеют нормальное распределение.

При необходимости часть параметров можно контролировать по количественному признаку, а часть — по альтернативному.

2.5. Инспекционный контроль следует проводить с применением методов, установленных в соответствующих нормативно-технических документах для приемочного контроля.

2.6. Виды, методы и объекты контроля по стадиям производства приведены в приложении 1 настоящего ГОСТ.

3. Сплошной контроль

3.1. При сплошном контроле точность данного геометрического параметра проверяют в каждом объекте контроля (единице продукции).

3.2. Контрольными нормативами при сплошном контроле являются верхнее δx_{sup} и нижнее δx_{inf} предельные отклонения от номинальных размеров или от номинального положения ориентира, точки прямой или плоскости, определяющие требования к точности контролируемого параметра.

В отдельных случаях контрольными нормативами могут быть наибольший $x_{\max}$ или наименьший $x_{\min}$ предельные размеры.

3.3. Для определения соответствия геометрических параметров контрольным нормативам согласно установленным правилам измерений находят действительные отклонения δx_i или действительные размеры x_i.

3.4. Объект контроля считают годным по данному контролируемому параметру, если соблюдено одно из следующих условий:

$$dx_{inf} \le dx_i \le dx_{sup}; \quad (1)$$

$$x_{\min} \le x_i \le x_{\max}. \quad (2)$$

4. Выборочный контроль

4.1. При выборочном контроле точность данного геометрического параметра проверяют по установленному плану контроля в выборке, состоящей из определенного количества объектов контроля (единиц продукции) в общем объеме партии (в потоке) продукции или в объеме выполненных работ.

Возможность применения эффективного выборочного контроля устанавливают на основе результатов статистического анализа точности по ГОСТ 23615—79.

4.2. Для контроля формируют случайные выборки в соответствии с требованиями ГОСТ 18321—73.

При контроле точности разбивочных работ и установки элементов выборку составляют из определенного количества закрепленных в на-

туре ориентиров или установленных элементов из их общего числа, входящего в принимаемый за партию объем строительно-монтажных работ.

4.3. При контроле по альтернативному признаку контрольными нормативами являются предельные отклонения δx_{sup} и δx_{inf} (или x_{max} и x_{min}) и приемочные и браковочные числа Ac и Re, характеризующие предельное количество дефектных единиц в выборке.

Может быть принят одноступенчатый или двухступенчатый способ контроля, которые равнозначны по получаемой оценке.

При этом планы контроля устанавливают в соответствии с приложением 2 в зависимости от условий производства и приемочного уровня дефектности, принятого для данного контролируемого параметра с учетом приложения 3.

В обоснованных случаях допускается применение других планов контроля по ГОСТ 18242—72.

4.4. При контроле по альтернативному признаку определяют количество дефектных объектов контроля (единиц продукции) в выборке путем ее сплошного контроля в соответствии с разд. 3.

4.5. Партия принимается, если количество дефектных объектов контроля в выборке меньше или равно приемочному числу Ac_1, и не принимается, если это количество больше или равно браковочному числу Re_1.

При двухступенчатом контроле, в случаях, когда число дефектных объектов контроля в выборке больше Ac_1 и меньше Re_1, извлекается вторая выборка. Если общее число дефектных единиц в двух выборках меньше или равно приемочному числу Ac_2, партия принимается, если больше или равно браковочному числу Re_2, — не принимается.

4.6. При контроле по количественному признаку контрольными нормативами являются x_{max}, x_{min} и табличные коэффициенты, характеризующие допустимое для данного плана контроля соотношение между действительными и нормативными характеристиками точности.

Правила контроля по количественному признаку назначают в соответствии с ГОСТ 20736—75.

4.7. Отклонения при выборочном контроле партии могут быть предъявлены для сплошного контроля.

5. Методы и средства измерений

5.1. Применяемые для контроля точности методы и средства измерений должны обеспечивать необходимую точность и достоверность этих измерений и назначаться в соответствии с особенностями объекта контроля и контролируемого параметра с учетом их трудоемкости и стоимости.

5.2. Точность контрольных измерений должна соответствовать условию

$$2\delta x_{met} \le 0,4\Delta x, \qquad (3)$$

где δx_{met} — предельное значение абсолютной погрешности измерения;

Δx — допуск контролируемого параметра.

5.3. При расчете предельных значений погрешностей учитывают случайные и неустранимые систематические погрешности метода и средств измерений.

5.4. Метод учета дополнительного риска неправильной оценки результатов контроля, вызываемого погрешностями измерений, приведен в приложении 4.

5.5. Применяемые средства, а также методики измерений должны быть аттестованы государственной или ведомственной метрологической службой в соответствии с требованиями стандартов Государственной системы обеспечения единства измерений.

Виды, методы и объекты контроля по стадиям производства

Вид контроля	Стадия производства	Объекты контроля	Методы контроля
1. Входной контроль	Строительно-монтажные работы (при организации работ по каждому последующему этапу)	Ориентиры разбивочных осей, отметки дна котлована, элементы строительных конструкций после завершения работ предыдущего этапа	Выборочный по альтернативному или количественному признаку
2. Операционный контроль	Строительно-монтажные работы (в процессе выполнения работ по определенному этапу)	Ориентиры разбивки точек и осей, высотные отметки опорных плоскостей и установочные ориентиры Элементы сборных конструкций в процессе установки и временного закрепления	Выборочный по количественному или альтернативному признаку или сплошной Сплошной
3. Приемочный контроль	Строительно-монтажные работы (после выполнения работ по определенному этапу)	Ориентиры разбивочных осей, высотные отметки опорных плоскостей и установочные ориентиры	Выборочный по альтернативному признаку

Планы выборочного контроля по альтернативному признаку

1. Одноступенчатый контроль

Объем партии	Объем выборки	Приемочные Ac и браковочные Re числа при приемочном уровне дефектности, %			
		0,25	1,5	4,0	10,0
До 25	5	Зона сплошного контроля	↓	0 1	1 2
От 26 до 90	8		0 1	1 2	2 3
» 91 » 280	13		↑	1 2	3 4
» 281 » 500	20		↓	2 3	5 6
» 501 » 1200	32		1 2	3 4	7 8
» 1201 » 3200	50	0 1	2 3	5 6	10 11
» 3201 » 10000	80	↑	3 4	7 8	14 15
» 10001 » 35000	125	1 ↓ 2	5 6	10 11	21 22
Более 35000	200		7 8	14 15	↑

Примечания:

1 ↓ — Применяется та часть плана, включая объем выборки, которая расположена под стрелкой.

2 ↑ — Применяется та часть плана, включая объем выборки, которая расположена над стрелкой.

3 Приемочное число Ac расположено слева, браковочное Re — справа.

2. Двухступенчатый контроль

Объем партии	Номер выборки	Объем выборки	Приемочные Ac_1 и Ac_2 и браковочные Re_1 и Re_2 числа при приемочном уровне дефектности, %			
			0,25	1,5	4,0	10,0
До 25	1 2	3 3	Зона одноступенчатого или сплошного контроля			0 2 1 2
От 26 до 90	1 2	5 5			0 2 1 2	0 3 3 4
» 91 » 280	1 2	8 8			0 2 1 2	1 4 4 5
» 281 » 500	1 2	13 13		↓	0 3 3 4	2 5 6 7
» 501 » 1200	1 2	20 20		0 2 1 2	1 4 4 5	3 7 8 9
» 1201 » 3200	1 2	32 32		0 3 3 4	2 5 6 7	5 9 12 13
» 3201 » 10000	1 2	50 50		1 4 4 5	3 7 8 9	7 11 18 19
» 10001 » 35000	1 2	80 80	↓	2 5 6 7	5 9 12 13	11 16 26 27
Более 35000	1 2	125 125	0 2 1 2	3 7 8 9	7 11 18 19	↑

Примечания:

1 ↓ — Применяется та часть плана, включая объем выборки, которая расположена под стрелкой.

2 ↑ — Применяется та часть плана, включая объем выборки, которая расположена над стрелкой.

3 Приемочные числа Ac_1, Ac_2 расположены слева, браковочные Re_1 и Re_2 — справа.

Значение приемочного уровня дефектности

Приемочный уровень дефектности, %	Область применения
0,25; 1,5	Параметры, являющиеся составляющими или результирующими при расчете точности конструкций по ГОСТ 21780—83 и обеспечивающие надежность сооружения в эксплуатации, к обеспечению точности которых предъявляются повышенные требования. Нарушение требований к точности таких параметров является критическим дефектом
4,0	Параметры, являющиеся составляющими или результирующими при расчете точности конструкций по ГОСТ 21780—83, а также влияющие на эксплуатационные свойства объекта контроля. Нарушение требований к точности указанных параметров является значительным дефектом
10,0	Параметры, не входящие в исходные уравнения при расчете точности конструкций по ГОСТ 21780—83 или пригоняемые по месту. Нарушение требований к точности указанных параметров является малозначительным дефектом

Метод учета дополнительного риска неправильной оценки результатов контроля, вызываемого погрешностью измерений

1. При назначении точности и выборе средств измерения следует учитывать, что погрешности измерения увеличивают риск неправильной оценки результатов контроля. При этом возрастает вероятность бракования годного объекта контроля или приемки бракованного в качестве годного.

2. При необходимости сохранения стандартных значений указанного риска, принятых в планах контроля по ГОСТ 18242—72 и ГОСТ 20736—75, при назначении планов выборочного контроля может быть увеличен объем выборки.

В таблице приведены значения увеличенного объема выборки n', вычисленные для нормального закона распределения контролируемого параметра, и погрешности измерения $\delta x_{met} = \pm 2,5\sigma x_{met}$ по формуле

$$n' = n\left(1 + \frac{\sigma x_{met}^2}{\sigma_x^2}\right),$$

где n — объем выборки по плану контроля;

σ_x — среднее квадратическое отклонение измеряемого геометрического параметра;

σx_{met} — средняя квадратическая погрешность измерений.

Критерии оценки результатов контроля по увеличенному объему выборки принимают по плану контроля для выборки n.

Предельная погрешность измерений δx_{met} в долях технологического допуска контролируемого параметра	Увеличенный объем выборки при приемочном уровне дефектности, %			
	0,25	1,5	4,0	10,0
$0,3\frac{\Delta x}{2}$	$1,13n$	$1,08n$	$1,06n$	$1,036n$
$0,4\frac{\Delta x}{2}$	$1,23n$	$1,15n$	$1,11n$	$1,065n$

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
(справочное)

РАЗМЕЩЕНИЕ И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ОРИЕНТИРНЫХ (ОСЕВЫХ) ЗНАКОВ НА ИСХОДНОМ И МОНТАЖНОМ ГОРИЗОНТАХ

Ориентирные знаки на исходном горизонте размещаются в точках пересечения смещенных внутрь контура здания на величину 300— 500 мм основных осей. Дополнительно ориентирные знаки могут располагаться в местах пересечения промежуточных осей со смещенными основными осями. Места установки ориентирных знаков на исходном горизонте определяются координатным методом от пунктов внешней разбивочной основы с использованием электронного тахеометра. Количество ориентирных знаков на каждом горизонте зависит от размеров и конфигурации возводимого здания, а также от организации строительно-монтажных работ.

Закрепление ориентирных знаков на исходном горизонте может осуществляться дюбелями с обязательной маркировкой их яркой несмываемой краской в виде круга диаметром 100— 120 мм с центром в закрепленной точке. Рядом с закрепленной точкой несмываемой краской выписываются координаты знака в строительной системе координат (рис. 1).

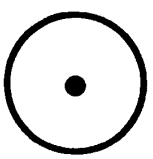


Рис. 1

Перенос осей на монтажные горизонты следует осуществлять методом вертикального проектирования ориентирных знаков в пошаговом режиме, с использованием прибора вертикального проектирования типа PZL. Закрепление ориентирных знаков на монтажном горизонте может осуществляться откраcами трудносмываемой краской и карандашными рисками.

С исходного горизонта на монтажный должно проектироваться не менее трех ориентирных точек. В качестве контроля выполняются угловые и линейные измерения электронным тахеометром между закрепленными на монтажном горизонте точками. Результаты работы считаются достоверными, если разница измеренных линейных элементов не превышает расчетных более чем на 5 мм, а угловых — на 20".

Точность передачи точек внутренней разбивочной основы здания с исходного на монтажный горизонт можно контролировать путем сравнения расстояний и углов между соответствующими пунктами исходного и монтажного горизонтов, а также ориентированием по пунктам внешней разбивочной сети.

В случае невозможности ориентирования внутренней разбивочной основы по внешней в связи с ростом этажности ориентирование следует производить по хорошо видимым удаленным предметам с монтажного горизонта последней привязки к внешней сети и текущего монтажного горизонта. Принцип редуцирования точек внутренней разбивочной сети на монтажном горизонте при использовании ориентирных направлений приведен в приложении 10.

Обязательное (контрольное) ориентирование внутренней разбивочной сети по внешним знакам, предметам необходимо производить через 50 м высоты, или 16 этажей здания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9
(справочное)

РАЗМЕЩЕНИЕ И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ЗНАКОВ ВЫСОТНОГО ОБОСНОВАНИЯ НА ИСХОДНОМ И МОНТАЖНОМ ГОРИЗОНТАХ

Высотные знаки на исходном горизонте размещаются на наружной части стен цокольного этажа в виде откраcок несмываемой краской вида, изображенного на рис. 1. Число знаков должно быть не менее трех, равномерно распределенных по периметру здания.

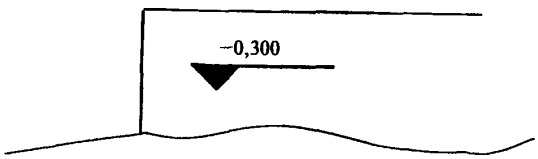


Рис. 1

Передача отметки на исходный горизонт осуществляется от грунтового репера высотной основы стройплощадки методом геометрического нивелирования по программе технического нивелирования.

На монтажном горизонте отметки могут передаваться методом геометрического нивелирования с применением двух нивелиров и компарированной рулетки.

На монтажный горизонт переносят не менее двух реперов.

Передача отметки на монтажный горизонт может быть также выполнена путем фиксации отметки на строительных конструкциях исходного горизонта и вертикального линейного промера по строительным конструкциям до соответствующей откраски на монтажном горизонте.

Контроль за передачей отметки на монтажный горизонт осуществляется путем измерения превышения между двумя реперными марками на монтажном горизонте путем нивелирования. Разница между фактическим значением превышения и его расчетным значением не должна превышать 5 мм.

СОЗДАНИЕ ПЛАНОВОЙ ОПОРНОЙ СЕТИ НА МОНТАЖНОМ ГОРИЗОНТЕ МЕТОДОМ ОБРАТНОЙ УГЛОВОЙ ЗАСЕЧКИ

При строительстве зданий повышенной этажности выполнение геодезических работ на монтажном горизонте начиная свыше шестого—восьмого этажей целесообразно выполнять путем измерения горизонтальных углов на удаленные, четко определяемые предметы местности с пунктов внутренней геодезической сети на монтажном горизонте (рис. 1).

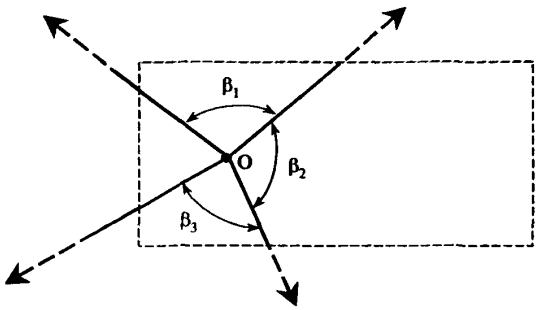


Рис. 1

На последующих монтажных горизонтах необходимо найти точку О, в которой будет соблюдено примерное равенство ранее измеренных углов: β_1; β_2; β_3.

Задача осложняется тем обстоятельством, что координаты удаленных пунктов не определены. В связи с этим необходимо определить координаты удаленных пунктов в любой условной системе координат. Для решения этой задачи вблизи расположения определяемого пункта О необходимо расположить пункт наблюдения А. Второй пункт В необходимо расположить в удобном для выполнения угловых измерений пункте на расстоянии от нескольких метров до нескольких десятков метров от пункта А. Расстояние между пунктами А и В необходимо измерить со средней квадратической погрешностью не более 3 мм.

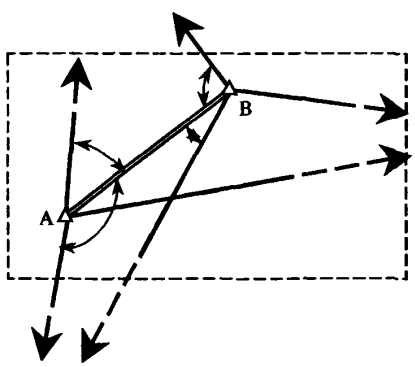


Рис. 2

На пунктах А и В необходимо выполнить угловые наблюдения на те же удаленные объекты, на которые были выполнены угловые измерения на нижних монтажных горизонтах. По результатам наблюдений необходимо вычислить координаты наблюдаемых пунктов. С этой целью необходимо задаться местной системой координат. Например, координаты пункта А: $X_A = Y_A = 0$, дирекционный угол на пункт В: $\alpha_{AB} = 0$, следовательно, координаты пункта В равны: $X_B = b$, $Y_B = 0$, где b — длина базиса AB. Пример расчета одного из боковых пунктов иллюстрируется на рис. 3. Порядок вычислений следующий.

Вычисляется угол β_3

$$\beta_3 = 180^\circ - \beta_1 - \beta_2,$$

затем вычисляется длина одной из сторон, например АР

$$S_{AP} = \frac{b \sin \beta_2}{\sin \beta_3}.$$

Дирекционный угол стороны АР равен

$$\alpha_{AP} = \alpha_{AB} + \beta_1 = \beta_1$$

и координаты пункта Р

$$X_P = S_{AP} \cos \beta_1;$$
$$Y_P = S_{AP} \sin \beta_1.$$

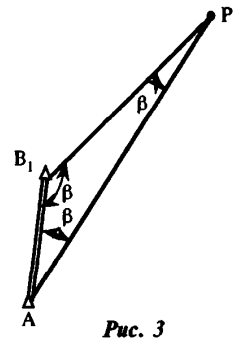


Рис. 3

Аналогично должны быть вычислены координаты всех наблюдаемых пунктов. При малой величине базиса ошибки координат ориентирных пунктов будут значительны, но за счет жесткой коррелированности результатов измерений это практически не скажется на координатах определяемого пункта. Определение положения пункта О может быть выполнено по ранее предложенному алгоритму решения обратной угловой засечки. С учетом, что на монтажном горизонте, как правило, известно при-

мерное положение искомого пункта О и углы, измеренные в п. А, отличаются от исходных углов на небольшую величину, можно использовать более простой алгоритм решения. Из рис. 4 видно, что дирекционные углы сторон А — P_i мало отличаются от соответствующих дирекционных углов сторон О — P_i, следовательно, и углы β_1 и β_2, измеренные на нижних монтажных горизонтах, отличаются от аналогичных углов β'_1 и β'_2, измеренных на пункте А. Элементы редукции вычисляются при той системе координат, которая была выбрана для данного примера: сторона АС = $\delta x = X_0$, СО = $\delta y = Y_0$ (рис. 4).

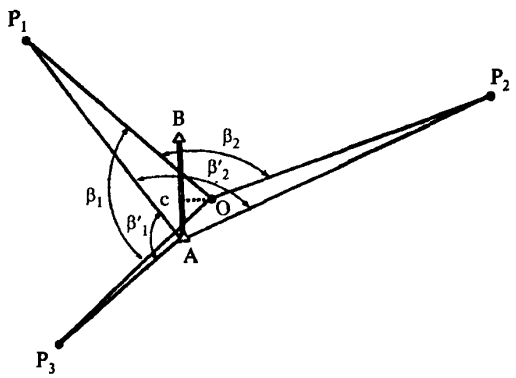


Рис. 4

Дирекционные углы сторон А − P_i вычисляются по формуле

$$\alpha_{A-P_i} = \operatorname{arctg}\frac{Y_{P_i}}{X_{P_i}},$$

а дирекционные углы сторон О — Р — по формуле

$$\alpha_{O-P_i} = \operatorname{arctg}\frac{Y_{P_i} - \delta y}{X_{P_i} - \delta x}$$

или

$$\alpha_{O-P_i} = \alpha_{A-P_i} + \delta\alpha_i.$$

Углы β_1 и β_2 вычисляются по формулам:

$$\beta_1 = \alpha_{O-P_1} - \alpha_{O-P_3} = \alpha_{A-P_1} - \alpha_{A-P_3} + \delta\alpha_1 - \delta\alpha_3;$$

$$\beta_2 = \alpha_{O-P_2} - \alpha_{O-P_1} = \alpha_{A-P_2} - \alpha_{A-P_1} - \delta\alpha_2 - \delta\alpha_1,$$

и уклонения ранее измеренных углов β_1 и β_2 от углов, измеренных на данном монтажном горизонте β'_1 и β'_2:

$$\beta_1 - \beta'_1 = \delta\beta_1 = \delta\alpha_1 - \delta\alpha_3;$$

$$\beta_2 - \beta'_2 = \delta\beta_2 = \delta\alpha_2 - \delta\alpha_1.$$

Вспомогательные коэффициенты A_1, B_1, A_2, B_2 вычисляются по формулам:

$$\frac{\sin\alpha_{A-P_1}}{S_1} - \frac{\sin\alpha_{A-P_3}}{S_3} = A_1;$$

$$-\frac{\cos\alpha_{A-P_1}}{S_1} + \frac{\cos\alpha_{A-P_3}}{S_3} = B_1;$$

$$\frac{\sin\alpha_{A-P_2}}{S_2} - \frac{\sin\alpha_{A-P_1}}{S_1} = A_2;$$

$$-\frac{\cos\alpha_{A-P_2}}{S_2} + \frac{\cos\alpha_{A-P_1}}{S_1} = B_2.$$

Искомые величины будут равны:

$$\delta x = \frac{B_2\delta\beta_1 - B_1\delta\beta_2}{A_1B_2 - A_2B_1};$$

$$\delta y = \frac{-A_2\delta\beta_1 + A_1\delta\beta_2}{A_1B_2 - A_2B_1}.$$

Используя метод редуцирования, относительно линии АВ необходимо отложить элементы редукции δx и δy от пункта А в направлении к пункту В.

Аналогично выносятся остальные опорные пункты на монтажный горизонт, которые являются плановой основой для разбивки осей сооружаемого объекта.

Для вычислений имеются программы в ряде тахеометров.

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ УГЛОВОЙ ЗАСЕЧКИ

В простейшем случае при обратной угловой засечке измеряются два угла β_1 и β_2 на три пункта с известными координатами. Необходимо вычислить координаты точки стояния инструмента. При использовании электронных тахеометров обратная угловая засечка находит широкое применение как при тахеометрической съемке, так и на строительной площадке. Основная сложность, которая сопровождает решение этой задачи, заключается в том, что по двум измеренным углам можно найти два решения, которые будут удовлетворять результатам измерений, и необходимо выбрать одно-единственное решение, которое соответствует реальной ситуации в поле. Другая сложность заключается в том, что если все твердые пункты и определяемый пункт лежат на одной окружности, задача не имеет решения независимо от числа наблюдаемых твердых пунктов. Безусловно, такая ситуация может встретиться довольно редко, однако если определяемый пункт находится вблизи опасного круга, точность вычисления координат инструмента будет низкой. Необходимо обеспечить геодезиста такой методикой измерения, при которой можно уверенно контролировать точность вычисления определяемых координат.

Таким образом, требования к алгоритму решения задачи обратной угловой засечки можно сформулировать в следующем виде:

1. Алгоритм решения задачи должен обеспечить единственное решение.

2. Обеспечить геодезиста методикой оценки точности, позволяющей избежать существенного снижения точности в полевых условиях при неудачном расположении пунктов вблизи опасного круга.

На рис. 1 пункты 1, 2, 3 — пункты с известными координатами, пункт А — определяемый пункт.

Вычисляются расстояния a и b между твердыми пунктами:

$$a = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2},$$

$$b = \sqrt{(x_3 - x_2)^2 + (y_3 - y_2)^2}.$$

Затем вычисляются радиусы окружностей R_1 и R_2, на которых, соответственно, расположены пункты 1, 2 и A_1, а также 2, 3 и A_1:

$$R_1 = \frac{a}{2\sin\beta_1};$$

$$R_2 = \frac{b}{2\sin\beta_2}.$$

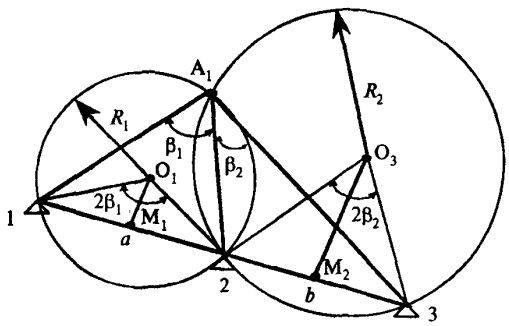


Рис. 1

Координаты середины отрезков a и b находят по формулам:

$$X_{M_1} = \frac{X_1 + X_2}{2};$$

$$Y_{M_1} = \frac{Y_1 + Y_2}{2};$$

$$X_{M_2} = \frac{X_2 + X_3}{2};$$

$$Y_{M_2} = \frac{Y_2 + Y_3}{2}.$$

Вычислить дирекционные углы опорных пунктов $\alpha_{2\text{-}1}$ и $\alpha_{2\text{-}3}$:

$$\operatorname{tg}\alpha_{2\text{-}1} = \frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2};$$

$$\operatorname{tg}\alpha_{2\text{-}3} = \frac{Y_3 - Y_2}{X_3 - X_2}.$$

Затем вычисляют дирекционные углы линий, перпендикулярных сторонам a и b:

$$\alpha_{M_1\text{-}O_1} = \alpha_{21} \pm 90^\circ;$$

$$\alpha_{M_2\text{-}O_2} = \alpha_{32} \pm 90^\circ. \qquad (1)$$

Затем вычисляют координаты центров окружностей:

$$X_{ц_1} = X_{M_1} + R_1 \cos\beta_1 \cos\alpha_{M_1\text{-}O_1};$$

$$Y_{ц_1} = Y_{M_1} + R\cos\beta_1 \sin\alpha_{M_1\text{-}O_1};$$

$$X_{ц_2} = X_{M_2} + R_2 \cos\beta_2 \cos\alpha_{M_2\text{-}O_2};$$

$$Y_{ц_2} = Y_{M_2} + R\cos\beta_2 \sin\alpha_{M_2\text{-}O_2}.$$

При полевых измерениях необходимо отметить, какой угол был измерен: правый (по часовой стрелке) или левый (против часовой стрелки) и относительно какого направления измерен этот угол либо сохранить полевые отсчеты — направления.

По координатам центра окружности O_1 или O_2 и координатам опорных пунктов вычислим дирекционные углы α_{O_1-1} и α_{O_1-2} и вычислим разность дирекционных углов

$$2\beta_1 = \alpha_{O_1-2} - \alpha_{O_1-1}. \qquad (2)$$

Вычисленные углы $2\beta_1$ должны совпадать с измеренным значением аналогичного угла.

Аналогично вычисляется и угол $2\beta_2$

$$2\beta_2 = \alpha_{O_2-2} - \alpha_{O_2-3}. \qquad (3)$$

Если знак перед углом 90° в формулах (1) выбран правильно, то выполняются равенства (2) и (3), что обеспечивает возможность выбора единственного правильного решения.

Вычисляются вспомогательные коэффициенты:

$$k_1 = 1 + \operatorname{tg}^2\alpha_{ц_1-2};$$

$$l_1 = Y_{ц_1} - X_{ц_1}\operatorname{tg}\alpha_{ц_{2-1}} + \frac{D\operatorname{tg}\alpha_{ц_{1-2}}}{\left(X_{ц_2} - X_{ц_1}\right)};$$

$$m_1 = X_{ц_1}^2 + Y_{ц_1}^2 - R_1^2 + \frac{D^2}{4\left(X_{ц_2} - X_{ц_1}\right)^2} - \frac{DX_{ц_1}}{X_{ц_2} - X_{ц_1}};$$

$$k_2 = 1 + \operatorname{ctg}^2\alpha_{ц_{1-2}};$$

$$l_2 = X_{ц_1} - Y_{ц_1}\operatorname{ctg}\alpha_{ц_{1-2}} + \frac{D\operatorname{ctg}\alpha_{ц_{1-2}}}{\left(Y_{ц_2} - Y_{ц_1}\right)};$$

$$m_2 = X_{ц_1}^2 + Y_{ц_1}^2 - R_1^2 + \frac{D^2}{4\left(Y_{ц_2} - Y_{ц_1}\right)^2} - \frac{DY_{ц_1}}{Y_{ц_2} - Y_{ц_1}}$$

и окончательно вычисляются искомые координаты:

$$X_A = \frac{l_2 \pm \sqrt{l_2^2 - k_2 m_2}}{k_2}; \qquad (4)$$

$$Y_A = \frac{l_1 \pm \sqrt{l_1^2 - k_1 m_1}}{k_1}. \qquad (5)$$

Одно из решений уравнений (1) и (5) является координатами пункта 2, а второе — координатами искомого пункта.

МЕТОДИКА ВЫСОКОТОЧНОГО ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО НИВЕЛИРОВАНИЯ КОРОТКИМИ ВИЗИРНЫМИ ЛУЧАМИ

Высокоточное геометрическое нивелирование короткими визирными лучами ($S \leq 25$ м) выполняется из середины.

Максимальная величина неравенства плеч не должна превышать величин, приведенных в таблице 1.

При этом величина угла i должна быть не более 5". Угол i должен определяться перед началом цикла измерений и после выполнения цикла на специальном стационарном стенде, оборудованном в помещении на нижнем горизонте.

При длине визирных лучей от 3 до 18 м рекомендуется использовать ширину штриха рейки 0,5 мм, а от 18 до 25 м — 1,0 мм (стандартная рейка с инварной полосой длиной 1,75—3,0 м).

Геометрическое нивелирование во всех циклах измерений выполняется по одной и той же схеме. Для этого места установки нивелира маркируют краской.

Кроме этого, в каждом цикле измерений соблюдают следующие требования:

при нивелировании применяются одни и те же инструменты и рейки;

рейки должны быть пронумерованы и устанавливаться на те же марки или реперы, на которые они устанавливались в предыдущих циклах измерений.

Высокоточное геометрическое нивелирование короткими визирными лучами выполняется нивелирами с контактным уровнем или с самоустанавливающейся линией визирования. Кроме высокоточных нивелиров типа Н-05, НИ004, НИ002 высокоточное геометрическое нивелирование короткими визирными лучами может выполняться точными нивелирами, в том числе цифровыми, имеющими оптический микрометр и увеличение зрительной трубы не менее 25—30 крат, например 3Н2КЛ (Россия), B1 (SOKKIA), PL1 (SOKKIA), Dini 12 (Trimble) и т.д.

Программа измерений на кусте глубинных реперов следующая: берутся отсчеты последовательно на каждый из реперов I, II, III. Заканчивается прием измерений повторным отсчетом на начальный репер I, который делается для контроля устойчивости инструмента в процессе измерений и в обработку не включается. Затем процесс измерений повторяется при другом горизонте инструмента. Для изменения горизонта инструмента служит прецизионная нивелирная подставка (рисунок 1).

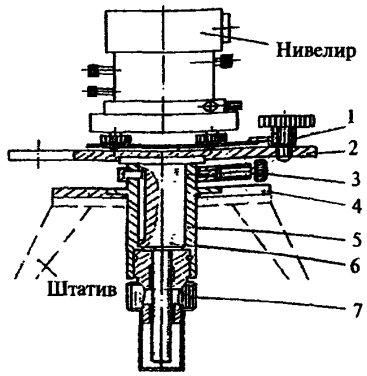


***Рис. 1.* Прецизионная нивелирная подставка**

1 — планка; *2* — плита несущая; *3* — винт; *4* — плита опорная; *5* — втулка; *6* — винт; *7* — гайка

Привязочный нивелирный ход от куста реперов до ближайшей марки осадочной сети прокладывается при двух горизонтах инструмента с использованием стандартных реек с инварной полосой длиной 1,75—3,0 м.

Нивелирование по осадочным маркам в полу выполняют с использованием стандартных реек с инварной полосой длиной 1,75—3,0 м.

Нивелирование по осадочным маркам на колоннах ведется на одни и те же штрихи, для чего осадочные марки устанавливают на один горизонт с погрешностью 2,5 мм. Установка визирной оси зрительной трубы нивелира на заданный горизонт в этом случае производится с помощью прецизионной нивелирной подставки.

При нивелировании 3—6-метровыми визирными лучами рекомендуется использовать одну рейку.

Высокоточное нивелирование по осадочным маркам на колоннах производится при двух горизонтах инструмента. Наблюдения на станции выполняют по способу совмещения. Программа наблюдений на станции в ходе одного направления следующая (для нивелиров с самоустанавливающейся линией визирования):

Станция	Программа
Нечетная	$\overline{3}\Pi\overline{\Pi}3$
Четная	$\overline{\Pi}3\overline{3}\Pi$

Последовательность работ на станции следующая (для нечетной станции):

а) штатив нивелира центрируют нитяным отвесом под маркировочной точкой, соответствующей равенству визирных лучей;

б) приводят нивелир в рабочее положение с помощью установочного уровня, при этом зрительная труба направлена на заднюю рейку;

в) с помощью прецизионной нивелирной подставки визирную ось нивелира выводят на рабочий горизонт;

г) устанавливают барабан на отсчет 50;

д) наводят трубу нивелира на основную шлаку задней рейки;

е) вращением барабана точно наводят биссектор на ближайший штрих основной шкалы, делают отсчет $\overline{3}$ по рейке и барабану;

ж) наводят трубу на основную шкалу передней рейки, производят отсчет П;

з) при положении трубы на переднюю рейку с помощью подъемных винтов нивелира вновь приводят уровень в ноль-пункт и делают отсчет $\overline{\text{П}}$ по основной шкале передней рейки.

При переходе от прямого хода к обратному рейки меняют местами, т.е. четную рейку ставят на место нечетной и наоборот.

В процессе наблюдений отсчетов по барабану микрометра берут отсчет до 0,1 деления, а превышения — до 0,01 мм. Результаты наблюдений записывают в журнал.

При работе на станции должны выполняться допуски, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Длина визирного луча, м	m_{hcp} на станции, мм	Неравенство расстояний на станции, м	Допустимая высота луча над препятствием, м	Программа наблюдений на станции нечетная / четная	Допустимое расхождение превышений, полученных при двух горизонтах	Невязка в полигоне, мм	Ср.кв. погрешность на 1 км хода, мм
25	0,2	0,3	0,8	$\frac{\overline{3}\text{П}\overline{\text{П}}\overline{3}}{\overline{\text{П}}\overline{3}\overline{3}\text{П}}$	0,4	$0,4\sqrt{n}$	1,0

АЛГОРИТМ ВЫЧИСЛЕНИЯ КРЕНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕРОЯТНЕЙШЕЙ ПЛОСКОСТИ

Исходное уравнение плоскости можно представить в виде

$$a + bx + cy = S_j, \qquad (1)$$

где a — параметр, характеризующий среднюю горизонтальную плоскость, которая отсекает отрезок от оси z;
b — тангенс угла наклона искомой плоскости к оси x;
c — тангенс угла наклона искомой плоскости к оси y;
S_j — величина абсолютной осадки.

Параметры a, b, c определяются из решения системы нормальных уравнений:

$$\left.\begin{aligned} &na + [x']b + [y']c - [S] = 0 \\ &[x']a + [x'x']b + [x'y']c - [x'S] = 0 \\ &[y']a + [x''y']b + [y'y']c - [y'S] = 0 \end{aligned}\right\}. \qquad (2)$$

Уравнения отклонений от вероятнейшей плоскости будут:

$$\left.\begin{aligned} &v_1 = S_1 - (a + bx_1 + cy_1) \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &v_n = S_n - (a + bx_m + cy_n) \end{aligned}\right\}. \qquad (3)$$

Для упрощения вычислений параметров начало координат переносится в центр сооружения под условием $[x'] = [y'] = 0$.

Тогда первое уравнение становится независимым и определяется по формуле

$$a = \frac{[S]}{n}. \qquad (4)$$

Два других примут вид:

$$\left.\begin{aligned} &[xx]b + [xy]c - [xS] = 0 \\ &[xy]b + [yy]c - [yS] = 0 \end{aligned}\right\}. \qquad (5)$$

В уравнениях (3) и (5) x и y — центральные координаты.

Из решения системы нормальных уравнений (5) находим параметры:

$$\left.\begin{aligned} b &= \frac{[y^2][xS] - [xy][yS]}{D} \\ c &= \frac{-[xy][xS] + [x^2][yS]}{D} \end{aligned}\right\}, \qquad (6)$$

где D — определитель системы уравнений (5), равный $[x^2][y^2] - [yx]^2$.

Угловая величина крена φ и дирекционный угол α направления крена вычисляются по формулам:

$$\varphi = \operatorname{arctg}\sqrt{a^2 + b^2}; \qquad (7)$$

$$\alpha = \operatorname{arctg}\frac{c}{b} = \operatorname{arctg}\frac{q_y}{q_x}. \qquad (8)$$

Линейная величина частного и полного крена для i-го горизонта вычисляется по формулам:

$$\left.\begin{aligned} q_{x_i} &= -\frac{b''H_i}{\rho''}; \\ q_{y_i} &= -\frac{c''H_i}{\rho''}; \\ Q_i &= \sqrt{q_{x_i}^2 + q_{y_i}^2}. \end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

Знак «минус» в формулах частных кренов указывает на следующее: если угловые величины b'' и c'' имеют знак «минус», то частные крены направлены в сторону положительных направлений осей x и y и наоборот, если угловые величины b'' и c'' имеют знак «плюс», то частные крены направлены в сторону, противоположную положительным направлениям осей x и y.

Перейдем к оценке точности параметров вероятнейшей плоскости. Средние квадратические погрешности определяются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} m_a &= m_v\sqrt{Q_{11}}; \\ m_b &= m_v\sqrt{Q_{22}}; \\ m_c &= m_v\sqrt{Q_{33}}, \end{aligned}\right\} \qquad (10)$$

где m_v — средняя квадратическая погрешность осадки, полученная по уклонениям от вероятнейшей плоскости.

Погрешность m_v вычисляется по формуле

$$m_v = \sqrt{\frac{[vv]}{n-k}}, \qquad (11)$$

где v_j — уклонение от вероятнейшей плоскости;
n — число осадочных марок;
k — число параметров, равное трем.

Величины Q_{11}, Q_{22}, Q_{33} для случая, когда первое уравнение в системе (2) отделено (независимо) от двух других, определяются из следующих равенств:

$$\left.\begin{aligned} Q_{11} &= \frac{1}{n}; \\ Q_{22} &= \frac{[yy]}{D}; \\ Q_{33} &= \frac{[xx]}{D}. \end{aligned}\right\} \qquad (12)$$

Зная погрешности параметров m_b и m_c, легко вычислить погрешности частных $m_{q_{xi}}$, $m_{q_{yi}}$ и полного крена m_{Q_i} для i-го монтажного горизонта по формулам:

$$\left.\begin{aligned} m_{q_{xi}} &= \frac{m_b'' H_i}{\rho}; \\ m_{q_{yi}} &= \frac{m_c'' H_i}{\rho}; \\ m_{Q_i} &= \sqrt{m_{q_{xi}}^2 + m_{q_{yi}}^2}. \end{aligned}\right\} \qquad (13)$$

Пример вычисления осадок и кренов по изложенной методике приведен в таблице 1, а сводка результатов основных параметров с оценкой точности приведена в таблице 2.

Вычисление параметров вероятнейшей плоскости производится по программе на ЭВМ.

Таблица 1 — **Пример вычисления осадок и кренов с использованием вероятнейшей плоскости I**

№ марки	$x_ц$, м	$y_ц$, м	S, мм	$S-a$, мм	xx, м²	yy, м²	xS, м·мм	yS, м·мм	bx_i, мм	cy_i, мм	$a+bx+cy$, мм	v, мм	Вычисление величины крена и его направления
1	+20	+15	−9,2	−0,32			−184	−138	−0,883	+0,633	−9,12	−0,08	
2	0,0	+15	−8,6	+0,28			0,0	−129	0,0	+0,633	−8,24	−0,36	m_v = 0,28 мм
3	−20	+15	−7,2	+1,68			+144	−108	+0,883	+0,633	−7,36	+0,16	φ = 12,60
4	−20	+15	−7,7	+1,18			+154	0,0	+0,883	0,0	−7,99	+0,29	Q = 9,16 мм
5	−20	−15	−8,8	+0,08			+176	+132	+0,883	−0,633	−8,62	−0,18	при H = 150 м
6	0,0	−15	−9,7	−0,82			0,0	+145,5	0,0	−0,633	−9,51	−0,19	q_x = +6,62 мм
7	+20	−15	−10,3	−1,42			−206	+154,5	−0,883	−0,633	−10,39	+0,09	q_y = −6,33 мм
8	+20	0,0	−9,5	−0,62			−190	0,0	−0,883	0,0	−9,76	+0,26	Q = 9,16 мм
Σ	0,0	0,0	−71,0	+0,04	2400	1350	−106	+57	0,0	0,0		−0,01	α = 316°18'

$\alpha = -8{,}875$ мм; $b = -0{,}044166667 \cdot 10^{-3}$;

$b'' = -9{,}11''$; $c = +0{,}042222222 \cdot 10^{-3}$; $c = +8{,}71$; $\operatorname{arctg}\alpha = \frac{q_y}{q_x} = 316°18'$.

Оценка точности

$m_a = 0{,}28\sqrt{0{,}125} = 0{,}1$ мм;

$m_b = 0{,}28\sqrt{\frac{1}{[xx]}} \cdot \frac{1}{1000} = 5{,}72 \cdot 10^{-6}$;

$m_c = 0{,}28\sqrt{\frac{1}{[yy]}} \cdot \frac{1}{1000} = 7{,}62 \cdot 10^{-6}$;

$m_b'' = 1{,}18''$; $m_{q_x} = 0{,}86$ мм;

$m_c'' = 1{,}57''$; $m_{q_y} = 1{,}14$ мм;

$m_Q = 1{,}43$ мм.

Таблица 2

Обозначение величины	Значение величины	№ формулы вычисления
a	−8,875	4
b	$-0{,}04416667 \cdot 10^{-3}$	6
c	$+0{,}042222222 \cdot 10^{-3}$	6
b''	-9,11"	—
c''	+8,71"	—
φ	0,28 мм	7
m_v	12,6"	11
q_x	+6,62 мм	9
q_y	-6,33 мм	9
Q	9,16 мм	9
α	316°18'	8
m_a	0,1 мм	10
m_b	1,18"	10
m_c	1,57"	10
m_{qx}	0,86 мм	13
m_{qy}	1,14 мм	13
m_Q	1,43 мм	13
H	150 м	—

СТАЦИОНАРНАЯ ВИДЕОГИДРОСТАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Назначение

Стационарная видеогидростатическая система предназначена для измерения наклонов и неравномерной осадки фундаментов зданий и сооружений.

Принцип действия

Работа стационарной видеогидростатической системы основана на принципе сообщающихся сосудов и компьютерной обработки стандартных видеосигналов, сформированных от видеоуровнемеров, установленных на головках гидростатической системы.

Работа стационарной видеогидростатической системы поясняется схемой рис. 1, на которой изображены: две головки видеогидростатической системы ГВС с видеоуровнемерами ВУ и компьютер ПК с контроллером КН. Головки видеогидростатической системы соединены друг с другом воздушным ВШ и жидкостным ЖШ шлангами.

Видеогидростатическая система изолирована от внешней среды (от перепадов атмосферного давления), что повышает точность измерений и обеспечивает наличие жидкости в гидростатической системе.

Головки гидростатической системы устанавливаются в контролируемых точках фундамента здания и в них заливается незамерзающая жидкость (антифриз).

На головках видеогидростатической системы устанавливаются видеоуровнемеры для измерения в них уровня жидкости бесконтактным способом.

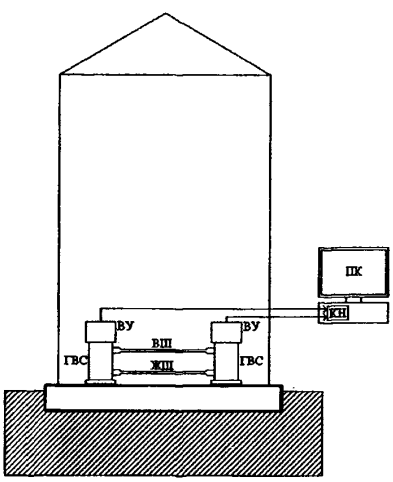


Рис.1. **Схема видеогидростатической системы**

Работа видеогидростатической системы состоит в следующем.

Стандартные видеосигналы видеоуровнемеров по кабельным каналам передаются в компьютер, в котором с помощью контроллера преобразуются из аналоговой формы в цифровую. Полученные массивы данных вводятся в компьютер, обрабатываются в нем и вычисляются искомые параметры измерений.

Наклоны фундамента здания и сооружения в направлении вертикальной плоскости, пересекающей контролируемые точки, на которых установлены головки видеогидростатической системы, вычисляются по формуле

$$\varphi = \operatorname{arctg}\frac{\Delta H}{L} - \varphi_0,$$

где ΔH — перепад уровней жидкости в головках видеогидростатической системы;

L — расстояние между контролируемыми точками фундамента;

φ_0 — начальный угол наклона фундамента.

Работа видеоуровнемера поясняется схемой рис. 2, на которой изображены: видеодатчик ВД, визирные цели ВЦ (круглые полупроводниковые светодиоды) и компьютер ПК с контроллером КН.

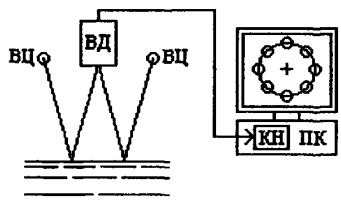


Рис.2. **Схема видеоуровнемера**

Визирные цели установлены вокруг видеодатчика на окружности заданного диаметра. Их изображения, отраженные от поверхности жидкости, попадают в видеодатчик, который формирует стандартный видеосигнал, содержащий эти изображения.

Искомый уровень жидкости вычисляется по формуле

$$H = \frac{C}{D} - H_0,$$

где C — метрологическая постоянная;

D — диаметр окружности, на которой располагаются центры изображений визирных целей в видеокадре;

H_0 — начальный уровень жидкости в головке видеогидростатической системы.

Состав стационарной видеогидростатической системы

Состав стационарной видеогидростатической системы в зависимости от габаритов и конструкции фундамента здания может меняться.

Типовой состав видеогидростатической системы следующий:

Головка видеогидростатической системы с видеоуровнемером, шт.	6
Контроллер*, шт.	1
Компьютер (Pentium-4)	1
Блок питания видеоуровнемеров, шт.	1
Комплект кабелей, шт.	1
Компьютерная программа на лазерном диске**, шт.	1

* К одному контроллеру могут подключаться до 8 видеоуровнемеров. В компьютере могут устанавливаться два контроллера, к которым могут подключаться до 16 видеоуровнемеров.

** Компьютерная программа загружается в компьютер с лазерного диска.

Основные технические характеристики

Технические характеристики видеогидростатической системы могут программироваться компьютерной программой.

Типовая видеогидростатическая система имеет следующие основные технические характеристики:

Диапазон измерений, мм	100
Погрешность измерений, не более, мм	0,1
Время измерения, не более, с/канал	15
Потребляемая мощность от источника постоянного тока (12В), не более, ВА	20
Диаметр/высота головки видеогидростатической системы, мм	80/300

Конструктивные требования

Конструктивные требования в основном исходят из требования вандалозащищенности узлов стационарной видеогидростатической системы:

головки видеогидростатической системы и соединительные шланги должны быть защищены кожухами;

узлы крепления головок видеогидростатической системы и видеоуровнемеров должны быть опломбированы.

Требования к размещению и установке

Основные требования к размещению и установке узлов видеогидростатической системы

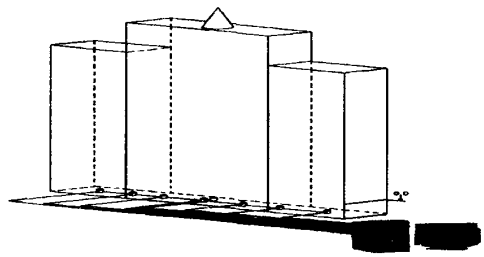


Рис.3. **Схема размещения головок видеогидростатической системы на фундаменте высотного здания**

на фундаменте высотного здания (рис. 3) следующие:

головки видеогидростатической системы должны устанавливаться на железобетонных основаниях ориентировочно размерами 300××300×300 мм^3, жестко связанных с фундаментом здания;

головки видеогидростатической системы должны размещаться вдоль главных осей здания (для измерения продольных и поперечных наклонов фундамента). По каждой оси должно быть установлено не менее 5 головок видеогидростатической системы;

головки видеогидростатической системы не должны устанавливаться вблизи силовых агрегатов, создающих вибрацию, и вблизи вентиляторов, создающих потоки воздуха;

соединительные шланги (воздушные и жидкостные) должны быть закреплены на одном горизонте в пределах ±10 мм.

Метрологическая калибровка

Метрологическая калибровка осуществляется без демонтажа головок видеогидростатической системы.

Метрологическая калибровка осуществляется с помощью калибровочного кольца, на высоту которого приподнимается видеоуровнемер. При этом показания видеогидростатической системы должны совпадать с высотой калибровочного кольца в пределах точности измерений.

ВИДЕОИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ И ПЛАНОВЫХ СМЕЩЕНИЙ ВЕРХА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Назначение

Видеоизмерительная система предназначена для измерения:

отклонений от вертикали верха зданий и сооружений;

колебаний верха зданий и сооружений;

кручения верха зданий и сооружений.

Принцип действия

Работа видеоизмерительной системы основана на компьютерной обработке стандартных видеосигналов видеодатчиков, в полях зрения которых находятся визирные марки, установленные на заданных высотных отметках зданий и сооружений.

Работа видеоизмерительной системы поясняется схемой рис. 1, на которой изображены: видеодатчики ВД, установленные на фундаменте сооружения, визирные марки ВМ, установленные на заданных высотных отметках, и компьютер ПК с контроллером КН. Оптические оси видеодатчиков приведены в вертикальное положение.

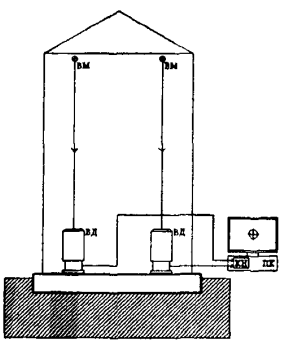


Рис. 1. **Схема видеоизмерительной системы для измерения смещений, колебаний и кручения верха здания и сооружения**

Работа видеоизмерительной системы состоит в следующем.

Стандартные видеосигналы видеодатчиков по кабельным каналам передаются в компьютер, в котором контроллером преобразуются из аналоговой формы в цифровую. Полученный массив данных вводится в компьютер, они обрабатываются в нем и вычисляются искомые параметры измерений.

Для работы видеоизмерительной системы должна быть обеспечена прямая видимость между видеодатчиками и визирными марками.

Состав видеоизмерительной системы

Состав видеоизмерительной системы в зависимости от конструкции высотного здания может меняться.

Типовой состав следующий:

Видеодатчик, шт.	2
Контроллер, шт.	1
Компьютер, шт.	1
Блок питания видеодатчика, шт.	2
Комплект кабелей, шт.	1
Компьютерная программа на лазерном диске, шт.	1

Основные технические характеристики

Типовая видеоизмерительная система имеет следующие основные технические характеристики:

Диапазон измерений в зависимости от высоты здания	1:1000
Погрешность измерений	1:50000
Время измерения, не более, с/канал	1
Потребляемая мощность от источника постоянного тока (12В), не более, ВА	20
Диаметр/высота видеодатчика, не более, мм	120/250

Конструктивные требования

Конструктивные требования в основном исходят из требования вандалозащищенности узлов видеоизмерительной системы:

видеодатчики и визирные марки должны быть защищены кожухами с оптически прозрачными окнами;

узлы крепления видеодатчиков и визирных марок должны быть опломбированы.

Требования к размещению и установке

Основные требования к размещению и установке узлов видеоизмерительной системы следующие:

видеодатчики должны устанавливаться на железобетонных столбах ориентировочно размерами 400×400×1000 мм^3, жестко связанных с фундаментом здания;

видеодатчики и визирные марки должны размещаться в диагональной плоскости здания;

видеодатчики не должны устанавливаться вблизи силовых агрегатов, создающих вибрацию, и вблизи вентиляторов, создающих потоки воздуха.

Метрологическая калибровка

Метрологическая калибровка видеоизмерительной системы осуществляется без демонтажа видеодатчиков и визирных марок. Калибровка осуществляется с помощью двух визирных марок, разнесенных друг от друга на фиксированное расстояние и установленных на заданных высотных отметках здания и сооружения. При этом показания видеоизмерительной системы должны совпадать с расстоянием между визирными марками в пределах точности измерений.

СТАЦИОНАРНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДЕФОРМАЦИЙ НА ОСНОВЕ ОБРАТНЫХ ОТВЕСОВ

Назначение

Стационарная автоматизированная система контроля деформаций на основе обратных отвесов предназначена для измерения высотных и плановых смещений основания, фундаментов и строительных конструкций надземной части высотного здания в период строительства и период эксплуатации.

В отличие от других автоматизированных систем система на основе обратных отвесов может использоваться и во время строительства, начиная с сооружения набивных свай, фундаментной плиты и затем, поднимаясь вверх вместе с надземными конструкциями, обеспечивать контроль плановых и высотных деформаций на всех этих стадиях в ручном режиме. Если обратный отвес скомплексировать со спутниковым приемником GPS, то в высотном сооружении возможно получить еще и хранитель высокоточных координат и высот. На стадии строительства используется обратный отвес со съемной верхней частью.

Принцип действия

Если прямой отвес занимает вертикальное положение под действием силы тяжести груза и его временная стабильность определяется верхней точкой закрепления, то обратный отвес занимает вертикальное положение под действием выталкивающей силы поплавка, а его временная стабильность определяется нижней точкой закрепления. Таким образом, если закрепить струну в стабильные грунты с помощью якоря, то можно получить стабильную вертикаль и относительно нее контролировать вертикальность всех конструкций. Общая схема обратного отвеса в скважине показана на рис. 1. Если закрепить струну в забое набивной сваи, то можно контролировать не только вертикальность положения сваи, но и стабильность этого положения во времени. Относительно обратного отвеса далее можно контролировать деформации фундаментов, а затем надземных строительных конструкций, переставляя верхнюю часть обратного отвеса.

Стальная проволока ∅ 0,6—0,8 м одним концом закреплена в скважине заданной глубины с помощью якоря. Верхний конец проволоки через шток и крестовину соединен с поплавком. Поплавок плавает в жидкости ванны и натягивает проволоку, благодаря чему она все время занимает отвесное положение.

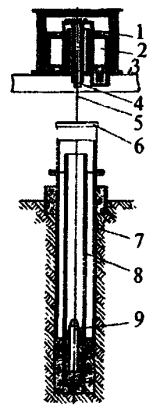


***Рис. 1.* Общая схема обратного отвеса**

1 — ванна; *2* — поплавок; *3* — эстакада; *4* — механизм натяжения и крепления струны; *5* — струна; *6* — оголовок; *7* — обсадная труба; *8* — якорная труба; *9* — якорь

При смещении оголовка (часть отвеса, находящаяся над скважиной) проволока и поплавок останутся в первоначальном положении. Благодаря этому можно измерить смещение оголовка. Оголовок оборудован посадочным отверстием для установки координатомера. Для высотных измерений на проволоке укреплена шкаловая марка.

Конструкция обратного отвеса со съемной верхней частью приведена на рис. 2.

Для фиксации проволоки обратного отвеса применяют координатомеры, переносные на стадии строительства и стационарные на основе видеоизмерений во время эксплуатации.

Видеокоординатомер (ВКМ) предназначен для бесконтактного измерения положения струны прямого или обратного отвеса в системах мониторинга плановых деформаций сооружений.

Работа ВКМ основана на компьютерной обработке видеосигналов двух видеодатчиков, в поле зрения которых находится струна отвеса, оптические оси которых перпендикулярны друг к другу и приведены в горизонтальное положение.

Обратные отвесы нашли широкое применение на гидростанциях при мониторинге плотин, в оборонной и военной технике, где необходима долговременная стабильная база. Многочисленные эксперименты и опыт многолетней эксплуатации показали, что точность проектирования вертикали обратными отвесами можно предрассчитать по следующей экспериментальной формуле:

$m_{\text{П}} = 0{,}0038H + 0{,}015$, а долговременная стабильность не превышает 0, 3 мм в год.

Если подставить в формулу высоту сооружения H, то получим точность вертикали, ко-

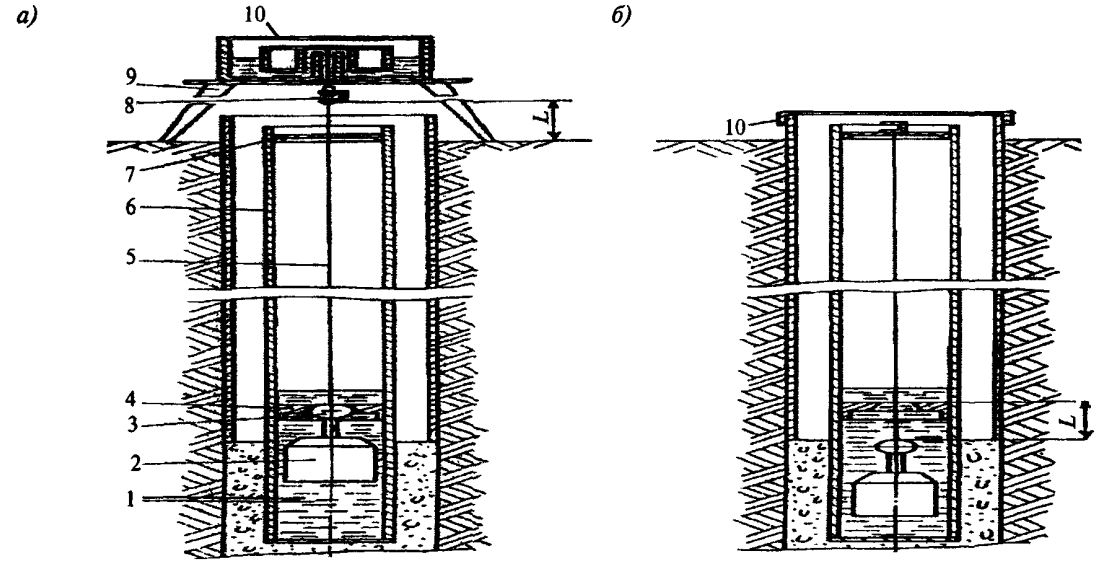


Рис. 2. **Схема якоря выдвижного струнного знака со съемной верхней частью**

а — рабочее положение; *б* — положение консервации;

1 — масло; *2* — груз; *3* — шаровая опора; *4* — центрирующий упор; *5* — струна; *6* — якорная труба; *7* — упор; *8* — скоба; *9* — натяжное устройство; *10* — крышка

торую реализует обратный отвес в пространстве. При $H = 500{,}0$ м точность вертикали будет равна 1,9 мм. Привязку к обратному отвесу осуществляют оптическими координатомерами, которые устанавливают на контролируемом объекте. Координатомеры могут быть оптико-механическими или оптико-электронными. Первые применяются в период строительства, вторые — на стадии эксплуатации.

На рис. 3 показано использование обратного отвеса на стадиях: установки сваи (*а*), возведения фундамента (*б*), монтажный горизонт (*в*), возведения строительных конструкций надземной части и эксплуатации (*г*).

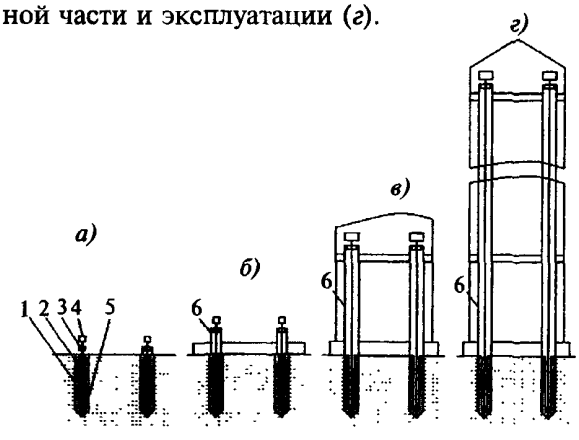


Рис. 3. **Схема использования обратного отвеса**

а — установка сваи; *б* — возведение фундамента; *в* — монтажный горизонт; *г* — после возведения верхней части;

1 — свая; *2* — обсадная труба; *3* — якорь; *4* — верхняя переносная часть с поплавком; *5* — координатомер; *6* — защитная труба

Якорь струны бетонируется в забое сваи. С помощью верхней переносной части натягивают струну и координатомером, жестко скрепленным с верхней частью сваи, измеряют плановые и высотные смещения и невертикальность сваи. После возведения фундаментов верхнюю часть обратного отвеса переносят на фундамент и измеряют деформации фундамента. Если надо измерять деформации строительных конструкций на монтажном горизонте, то верхнюю часть обратного отвеса и координатомер устанавливают на монтажном горизонте. После возведения наземной части верхняя часть обратного отвеса и координатомера устанавливается стационарно в чердачном перекрытии. Если координатомеры закрепить и наверху сваи, на фундаменте и монтажном горизонте, то возможно в реальном масштабе времени контролировать деформации всей системы «основание — фундаменты — наземная часть высотного здания». Для обеспечения автоматических измерений в качестве координатомера используется видеокоординатомер. Для защиты от ветровых потоков струна обратного отвеса проходит в защитной полихлорвиниловой трубе, которая устанавливается по мере возведения здания. Для удобства монтажа и демонтажа струна разрезана на части, которые соединяются с помощью ниппелей. Обратный отвес прост и надежен в эксплуатации.

Состав стационарной системы на основе обратных отвесов

Состав стационарной системы на основе обратных отвесов в зависимости от числа кон-

тролируемых горизонтов и конструкции высотного здания может изменяться.

Типовой состав системы, измеряющей деформации верха высотного здания, следующий:

верхняя часть обратного отвеса (поплавок, ванна с жидкостью)	2 шт.
видеокоординатомер, шт.	2
стальная струна Ø 0,6—0,8 мм, м	2 *H* здания
компьютер (типовой Pentium-4), шт.	1
контроллер, шт.	1
блок питания, шт.	4
комплект кабелей, шт.	1
компьютерная программа, шт.	1

Основные технические характеристики

Технические характеристики системы на основе обратных отвесов следующие:

сила натяжения струны, *H*	160
диаметр струны, мм	Ø0,6—0,8
диапазон измерений в зависимости от высоты здания	1:1000
точность измерений	1:50000
время измерений, не более, с	5
напряжение/ток питания видеокоординатомера от источника постоянного тока, В/мА	12/150
габариты обратного отвеса, мм	Ø 480×1000
габариты видеокоординатомера, мм	300×300×300
диаметр защитной трубы, мм	200—300
объем жидкости, л	20

Конструктивные требования

Основные конструктивные требования следующие:

- конструкция якоря должна иметь возможность замены струны на другую с сохранением положения закрепления 0,1 мм;
- координатомер стационарный автоматизированной системы должен быть установлен на полом фундаменте высотой 1,2 м, жестко связанным со строительными конструкциями верха высотного здания.

Требования к размещению и установке

Основные требования к размещению и установке узлов автоматизированной системы контроля на основе обратных отвесов следующие (рис. 4):

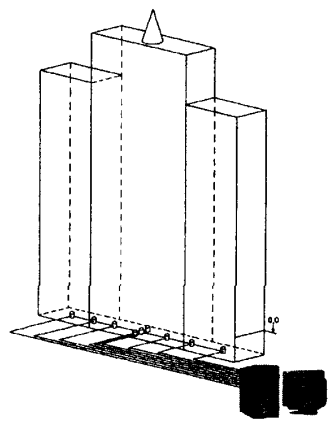


Рис. 4. **Схема размещения обратных отвесов в высотном здании и сооружении**

- якоря струн должны устанавливаться на железобетонных столбах размером 400×400××1000 мм, жестко связанных с фундаментом здания;
- железобетонные столбы должны размещаться в диагональной плоскости здания;
- струна обратного отвеса должна быть защищена асбестоцементной или полихлорвиниловой трубой диаметром 200—300 мм;
- координатомер должен располагаться ниже соединения струны с поплавком на 0,8 м;
- закрепление струны в фундаменте и месторасположение координатомера должны быть защищены кожухом и опломбированы.

Метрологическая калибровка

Для метрологической калибровки во время эксплуатации в конструкцию видеокоординатомера введены эталонные марки и предусмотрен режим периодической калибровки, который проводится без демонтажа каких-либо узлов системы.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Величина геодезическая — физическая величина, подлежащая измерению в процессе геодезических работ.

Визирование — операция по совмещению изображения сетки нитей зрительной трубы с визирной целью.

Высота — одна из координат точек поверхности, определяемая расстоянием по вертикали от данной точки до уровенной поверхности, принятой за начало отсчета высот.

Геодезическая привязка — определение положения закрепленных на местности точек, зданий и их элементов в принятой системе координат и высот.

Засечка обратная — угловая, линейная или линейно-угловая засечка, выполняемая на определяемой точке.

Засечка прямая — угловая, линейная или линейно-угловая засечка, выполняемая с исходных пунктов с целью определения координат определяемой точки.

Знак геодезический — устройство, обозначающее положение геодезического пункта на местности или на конструкциях.

Измерения геодезические — измерения, проводимые в процессе геодезических работ.

Линия отвесная — прямая, совпадающая с направлением действия силы тяжести в данной точке.

Нивелирование — определение высот точек относительно уровенной поверхности, принятой за начальную.

Ориентирование направления — определение его относительно направления, принятого за начальное.

Погрешности случайные — погрешности, для которых неизвестен характер их действий в каждом конкретном измерении, они подчиняются только статистическим закономерностям.

Поправка — значение величины, вводимое в неисправленный результат измерения.

Превышение — разность высот точек.

Разбивка сооружения — комплекс геодезических работ по определению на местности положения сооружения или его частей в плане и по высоте.

Репер — геодезический знак с известной высотой.

Основа геодезическая — совокупность закрепленных на местности или сооружении геодезических пунктов, положение которых определено в общей для них системе координат.

Съемка исполнительная — процесс, основным содержанием которого является определение фактического положения строительных конструкций и технологического оборудования относительно разбивочных осей.

Точность измерений — качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины.

Ход геодезический — геодезическое построение на местности в виде ломаной линии.

Центральная ось — ось, проходящая через главную ось здания.

Пересечение центральной оси и (или) центральных осей — точка пересечения разбивочных осей отдельного объема здания или нескольких объемов.

Точность геометрического параметра — степень приближения действительного значения геометрического параметра к его номинальному значению.

Высотная деформационная геодезическая основа — сеть сгущения внешней высотной геодезической основы, предназначенная для наблюдений за осадками основных строительных конструкций.

Глубинный репер — фундаментальный геодезический знак, закладываемый в практически несжимаемые грунты и предназначенный для сохранения высотной отметки. Глубина и местоположение глубинного репера устанавливаются проектной организацией и показываются на ППГР.

Осадочная марка — устройство в виде шкалы (шкал) или шарика, закрепленное в строительной конструкции, стене, полу, перекрытии и др. конструкциях, предназначенное для наблюдений за высотными деформациями.

Осадка сооружения — понижение сооружения, вызванное уплотнением его основания или уменьшением вертикальных размеров сооружения (или его частей).

Величина осадки — величина разности отметок осадочной марки, полученная в разных циклах измерений.

Абсолютная осадка — величина осадки, полученная относительно исходной высотной опорной геодезической основы.

Относительные осадки — величины осадок, полученные относительно одной точки сооружения.

Отметка — численное значение абсолютной или относительной высоты точки.

Погрешность предельная — погрешность, которая с заданной вероятностью не должна превышать по абсолютной величине погрешности результатов измерений.

Погрешность средняя квадратическая — характеристика точности результата измерений, *являющаяся наиболее качественным критерием* оценки точности, реагирующая на большие по абсолютной величине погрешности измерений.

Куст реперов — три и более глубинных репера внешней высотной опорной геодезической основы, расположенные, как правило, в вершинах треугольника (квадрата и т.п.) на равных расстояниях друг от друга, по которым по специальной программе выполняется высокоточное геометрическое нивелирование с целью выявления наиболее стабильного репера, который принимается за исходный в данном цикле измерений, для определения абсолютных осадок инженерного сооружения.

Текущая осадка — величина осадки любого репера, полученная как разность отметок предыдущего и последующего циклов.

Прогиб — вертикальное перемещение определенной точки, лежащей на оси балки (арки, рамы и (или) других частей конструкций), вследствие деформации, вызываемой силовыми, температурными и другими воздействиями.

Величина относительного прогиба. Относительный прогиб — величина, вычисляемая по данным осадок трех смежных точек (реперов), расположенных на осях сооружения или вдоль характерных линий плана и отстоящих друг от друга приблизительно на одинаковых расстояниях, как отношение разности между удвоенной осадкой средней точки и суммой осадок крайних точек, отнесенной к удвоенному расстоянию между крайними точками.

Относительная неравномерность осадок — разность осадок двух соседних точек (реперов), отнесенная к расстоянию между ними.

Крен здания, сооружения — положение сооружения, при котором плоскость его симметрии отклонена от вертикали.

Величина относительного крена. Относительный крен — разность осадок двух точек (реперов), установленных на концах сооружения, отнесенная к расстоянию между этими точками.

Гибкость здания — коэффициент отношения высоты надземной части здания к ширине фундамента. Для зданий высотой свыше 75 м $K \geq 1-8$.

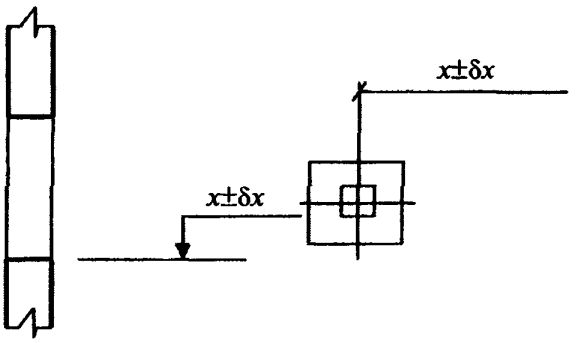
Характеристики точности ориентации — (взаимного положения) поверхностей (например, их точек, линий, ребер, граней) одного или двух элементов либо элемента относительно заданного направления указывают числовыми значениями допусков, предельных или измеренными отклонениями.

Характеристики точности высотного положения и положения в плане — элемента или конструкции (например, их точек, граней, поверхностей) относительно базы (например, разбивочного ориентира, плоскости, грани, точки, отметки) указывают числовыми значениями предельных или измеренных отклонений от номинального значения геометрического параметра, определяющего расстояние между элементом и базой в соответствии с рисунком.

Геометрический параметр — линейная или угловая величина.

Размер — числовое значение линейной величины в выбранных единицах измерения.

Номинальное значение геометрического параметра (номинальный размер для линейной величины) — значение геометрического параметра, установленное в результате измерения с определенной точностью.



Предельные значения геометрического параметра (предельные размеры) — значения геометрического параметра, между которыми должны находиться его действительные значения с определенной вероятностью.

Допуск — абсолютное значение разности предельных значений геометрического параметра.

Поле допуска — совокупность значений геометрического параметра, ограниченная его предельными значениями.

Действительное отклонение геометрического параметра (действительное отклонение размера) — алгебраическая разность между действительным и номинальным значениями геометрического параметра.

Систематическое отклонение геометрического параметра (систематическое отклонение размера) — разность между средним и номинальным значениями геометрического параметра.

Предельное отклонение геометрического параметра (предельное отклонение размера) — алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным значениями геометрического параметра.

Верхнее предельное отклонение геометрического параметра (верхнее предельное отклонение размера) — алгебраическая разность между наибольшим предельным и номинальным значениями геометрического параметра.

Нижнее предельное отклонение геометрического параметра (нижнее предельное отклонение размера) — алгебраическая разность между наименьшим предельным и номинальным значениями геометрического параметра.

Отклонение середины поля допуска — алгебраическая разность между серединой поля допуска и номинальным значением геометрического параметра.

НОРМАТИВНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

СНиП 3.01.03-84 Геодезические работы в строительстве

СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции

ГОСТ 26433.0—85 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Общие положения

ГОСТ 21778—81 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения

ГОСТ 26433.1—89 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений

ГОСТ 21779—82 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски

ГОСТ 23616—79* Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности

ГОСТ 23615—79* Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Статистический анализ точности

ГОСТ Р 51872—2002 Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения

ГОСТ Р ИСО 9002—96 Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании

ГОСТ 21.113—88 Система проектной документации для строительства. Обозначения характеристик точности

ГОСТ 24846—81 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений

Руководство по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений. — М.: Стройиздат, 1975

Руководство по определению кренов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами. — М.: Стройиздат, 1981

Рекомендации по обследованию и мониторингу технического состояния эксплуатационных зданий, расположенных вблизи нового строительства или реконструкции/Правительство Москвы, Москомархитектура. — М., 1998

СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений

СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия

СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений

Общие положения к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 м/Правительство Москвы, Москомархитектура, М., 2002

СНиП 12.01-2004 Организация строительства

Методика оценки и сертификации инженерной безопасности зданий и сооружений МЧС России. — М., 2003

Руководство по натурным наблюдениям за деформациями гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами. — М.: Энергия, 1980

Перечень действующих нормативных и рекомендательных документов по инженерным изысканиям в строительстве. — М., 2003

МГСН 4.19-05 Многофункциональные высотные здания и комплексы. — М., 2005

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: геодезические работы, геометрические параметры, проектная документация, строительное производство, строительная площадка, строительные конструкции, разбивочные работы, разбивочная основа, разбивочные оси, центральные оси, исходный горизонт, монтажный горизонт, исполнительные съемки, исполнительные схемы, обеспечение точности, контроль точности, плановая сеть, высотная сеть, электронный тахеометр, спутниковые приемники, геодезические знаки, проект производства геодезических работ, мониторинг деформативности и смещаемости строительных конструкций, высотная деформационная основа, осадка, крен здания, сооружения, автоматизированная система контроля деформативности, неравномерная осадка

Временные рекомендации по организации технологии геодезического обеспечения качества строительства многофункциональных высотных зданий

МДС 11-19.2009

Нач. изд. отд. *Л.Н. Кузьмина*
Тех. редактор *Т.М. Борисова*
Корректор *В.В. Ковачевич*
Компьютерная верстка *Е.А. Прокофьева*

Подписано в печать 25.09.2009. Формат 60×84 1/8.

Усл. печ. л. 5,6. Тираж 10 экз. Заказ № 937.

Открытое акционерное общество
«Центр проектной продукции в строительстве» (ОАО «ЦПП»)
127238, Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2.

Факс (495) 482-42-65.
Тел.: (495) 482-44-49 — приемная;
(495) 482-42-94 — отдел заказов;
(495) 482-42-97 — проектный кабинет;
(495) 482-41-12 — отдел формирования и ведения фонда документации.

gost.e-ecolog.ru