



Министерство образования
Республики Беларусь

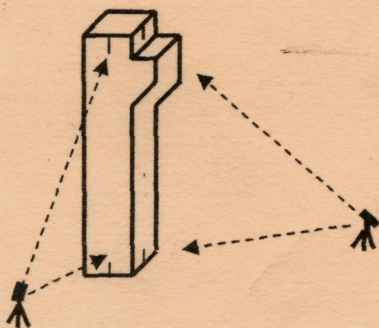
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Инженерная геодезия»

М. С. НЕСТЕРЁНОК

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Учебно-методическое пособие



Минск 2007

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Инженерная геодезия»

М. С. НЕСТЕРЁНОК

**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Рекомендовано учебно-методическим объединением
вузов Республики Беларусь по образованию в области
строительства и архитектуры в качестве
учебно-методического пособия

Минск 2007

УДК 696.115 (075.8)

ББК 39.7я7

Н 69

Рецензенты:

А. А. Позняк, А. А. Яковчук

Нестерёнок, М. С.

Н 69 Геодезическое обеспечение строительства: учебно-методическое пособие для студентов IV и V курсов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / М.С. Нестерёнок. – Минск: БНТУ, 2007. – 106 с.

ISBN 978-985-479-719-9.

В учебно-методическом пособии рассмотрены типичные геодезические работы, необходимые для обеспечения геометрической точности возведения зданий и сооружений в промышленном и гражданском строительстве. Учебный материал рассчитан на студентов IV и V курсов специальности «Промышленное и гражданское строительство», обладающих определенной инженерно-строительной подготовкой, и базируется на действующих нормативных правовых актах в области строительства.

УДК 696.115 (075.8)

ББК 39.7я7

ISBN 978-985-479-719-9

© Нестерёнок М. С., 2007

© БНТУ, 2007

1. ЗАДАЧИ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

1.1. Некоторые основные термины и определения

В техническом кодексе установившейся практики ТКП 45-1.01-4-2005 даны определения ряда технических терминов в строительстве, в их числе следующих:

Здание (building) – строительное сооружение, состоящее (по мере необходимости) из надземной и подземной частей, с помещениями для проживания и (или) деятельности людей, размещения производства, хранения продукции или содержания животных.

Сооружение (building) – единичный продукт строительной деятельности, предназначенный для осуществления определенных потребительских функций.

Строительная конструкция (building design) – часть здания или сооружения, выполняющая определенные несущие, ограждающие, а в открытом виде и эстетические функции.

Строительная продукция (building product) – законченные строительством (принятые в эксплуатацию) здания и сооружения, а также их комплексы.

Строительное изделие (building article) – изделие, предназначенное для применения в качестве элемента строительных конструкций зданий и сооружений.

1.2. Задачи инженерной геодезии в строительстве

Задачи инженерной геодезии в строительстве. В современном строительстве геодезические работы являются неотъемлемой частью всего технологического процесса строительного-монтажного производства. На стадии изыскательских работ задачи инженерной геодезии включают топографическую съемку территории и создание картографической основы для отражения на ней результатов изысканий: инженерно-геологических, гидрологических, геоморфологических, почвенных, экологических и других. Названные материалы необходимы для проектирования зданий и сооружений. На этапах возведения объектов строительства основная задача геодезических работ – обеспечить необходимую геометрическую точность монтажа конструкций и здания (сооружения) в целом. Известно, что

чрезмерные отклонения конструкций от проектного положения приводят к ухудшению условий их работы и соответствующему снижению долговечности, значительным деформациям и даже к разрушению здания или сооружения.

Геодезические разбивочные работы выполняют по единому для данной строительной площадки графику, в котором строго увязаны сроки общестроительных, монтажных и специальных работ. Такие графики предусматривают при составлении проектов организации строительства (ПОС) и проектов производства работ (ППР).

На начальном этапе геодезических разбивочных работ **выносят в натуру главные и основные оси** здания или сооружения, определяющие проектное положение объекта в плане. Оси закрепляют на местности осевыми (плановыми) знаками. На высотные знаки (реперы) стройплощадки передают отметки. Такой вынос является началом строительно-монтажных работ. На последующих этапах, длящихся весь период строительства, детальными разбивочными геодезическими работами обеспечивают возведение здания или сооружения и его частей в соответствии с формами и размерами, указанными в проекте. Детальные разбивочные геодезические работы предшествуют каждому виду установки конструкций в проектное положение.

Исполнительные съемки производят для проверки геометрической точности построенных конструкций в плане и по высоте и составления исполнительной документации.

Точность взаимного положения пунктов геодезической основы для разбивочных работ и исполнительных съемок зависит от геометрических *допусков*, установленных на отклонения конструкций при возведении зданий и сооружений. Расчеты допусков рассматриваются в строительной метрологии. Расчет требуемой точности геодезических данных ведут одновременно с расчетом необходимой точности всего комплекса разбивочных работ с учетом допусков на геометрические отклонения при изготовлении конструкций.

Геодезическая служба строительных организаций руководствуется в своей работе техническими нормативными правовыми актами (ТНПА) в области строительства. К ТНПА относят технические кодексы установившейся практики (ТКП), а также строительные нормы Республики Беларусь (СНБ), российские ГОСТы и СНиПы до предстоящей замены СНБ, ГОСТов и СНиПов на технические кодексы установившейся практики.

1.3. Организация и задачи геодезической службы в строительстве

Геодезическая служба организуется и выполняет возложенные на нее задачи в соответствии с требованиями ТКП «Геодезическая служба в строительстве. Основные положения». Названный нормативно-правовой акт действует с 2008 года.

Геодезическая служба в строительном-монтажных организациях зависит от их структуры.

Геодезическая служба строительного объединения, треста возглавляется главным геодезистом, который осуществляет руководство геодезистами, действующими в подчиненных тресту строительных управлениях и в субподрядных строительных организациях, и принимает участие в наиболее сложных разбивочных работах и исполнительных съемках.

В строительных управлениях в состав производственно-технического персонала должен входить инженер-геодезист или техник-геодезист.

При большом объеме сложных строительном-монтажных работ в строительном тресте может быть организована расширенная геодезическая группа, или же геодезические разбивочные работы и исполнительные съемки принимает на себя субподрядная геодезическая организация. Геодезическая группа (субподрядная геодезическая организация) проводит разбивку и закрепление основных осей сооружений, периодически контролирует отметки исходных реперов и марок, расположенных на территории строительной площадки; производит дополнительное развитие геодезической основы; на основании документации рабочего проекта составляет разбивочные чертежи; контролирует всю исполнительную документацию по разбивочным работам и приемке зданий; обеспечивает планово-высотными разбивками строительство земляных сооружений, коммуникаций, фундаментов, монтаж строительных конструкций и оборудования; выполняет исполнительную съемку по этапам строительном-монтажных работ.

Ведущий-геодезист и инженер-геодезист строительного управления обязан:

– принимать от заказчика разбивочную основу и выполнять разбивочные работы в процессе строительства зданий, сооружений

(создание разбивочной основы на монтажных горизонтах, разбивку промежуточных осей, разбивку основных и промежуточных осей временных зданий, сооружений, внутриплощадочных подземных коммуникаций, кроме магистральных), разбивку элементов благоустройства, вести журнал производства геодезических работ на объекте;

– своевременно проводить исполнительные съемки, в том числе, съемку подземных коммуникаций, составлять исполнительную документацию и вносить соответствующие записи в журнал производства геодезических работ;

– контролировать техническое состояние и точностные параметры геодезических приборов, средств линейных измерений, следить за правильностью их эксплуатации и хранения;

– следить за сохранностью принятых геодезических знаков на строительной площадке и неизменностью их положения в процессе строительства;

В зависимости от сложности и объема строительно-монтажных работ возможны следующие формы организации инженерно-геодезического сопровождения строительства.

1. При возведении крупных, сложных зданий и сооружений геодезические работы выполняет *субподрядная* геодезическая организация или специальная геодезическая группа, созданная при строительной организации. В этом случае в задачу строителей входят утверждение планов и смет на геодезические работы, а также контроль за графиком выполнения этих работ.

2. В практике жилищно-гражданского строительства наиболее сложные геодезические работы выполняет *субподрядная* геодезическая организация или *специальная* геодезическая группа, созданная для обслуживания комплекса объектов строительства, а строители выполняют менее сложные геодезические работы.

3. Геодезические работы на объекте выполняют сами строители. Такая форма организации работ практикуется на типовых, небольших и несложных строительных объектах.

2. ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ЕГО МЕСТО В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬСТВА

Метрология – греч. *metron* – мера, *logos* – понятие, учение.

Метрологическое обеспечение строительного производства – это систематическое выполнение определенных функций по соблюдению правил и требований, направленных, в частности, на повышение геометрической точности строительной продукции, надежности и точности измерений в процессе изготовления, возведения и эксплуатации строительных конструкций.

Метрологический контроль осуществляют, чтобы своевременно выявить несоответствие продукции требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА), к которым относятся ТКП, ГОСТы, СНиПы и технические условия. Метрологическое обеспечение представляет собой составную часть мероприятий по повышению эффективности строительного производства.

Информация о количестве и качестве исходных материалов и готовой продукции, а также техническом уровне технологических процессов на всех стадиях производства – основа управления производством, под которым понимается анализ, прогнозирование, планирование, контроль и регулирование.

2.1. Основные положения метрологии в строительстве

К основным положениям метрологии в строительстве относятся:

- 1). Общая теория измерений;
- 2). Единицы физических величин и их системы;
- 3). Эталоны и образцовые средства измерений;
- 4). Методы передачи размеров единиц измерений от эталонов или образцовых средств измерений к рабочим средствам измерений.
- 5). Основы обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений;
- 6). Методы определения и обоснования необходимой точности измерений;

Физические величины. Единицы физических величин. Международная система единиц. Учеными разных стран разработана наиболее совершенная форма метрической системы мер – Между-

народная система единиц СИ (system international), которая действует и в Республике Беларусь. Основными преимуществами системы СИ являются универсальность (она охватывает все области измерений), согласованность (все производные единицы, образованы по единому правилу, исключая появление в формулах коэффициентов) и возможность создания новых производных единиц (открытость системы). Одним из достоинств СИ является четкое разделение понятий массы, веса и силы благодаря введению разных единиц: килограмм – единица массы, ньютон – единица силы и веса позволяет не смешивать понятия массы и веса. Изъята единица силы и веса – килограмм-сила (КГС).

В качестве основных единиц в системе СИ приняты:

Метр – в настоящее время определяется как расстояние, проходимое в вакууме светом за $1/299\,792\,458$ долю секунды.

Килограмм – масса международного прототипа килограмма.

Единицами плоских углов служат градус и град.

Градус – единица плоского угла, соответствующая $1/360$ части дуги окружности. Прямой угол равен 90° . Одна угловая минута равна $1/60$ части градуса. Одна угловая секунда равна $1/60$ части угловой минуты или $1/3600$ части градуса ($1^\circ = 60' = 3600''$).

Град – единица плоского угла, соответствующая $1/400$ части дуги окружности. Прямой угол равен 100^g . 1 град делится на 100 десятичных минут ($1^g = 100^c$). Одна десятичная минута делится на 100 десятичных секунд ($1^c = 100^{cc}$).

Основные единицы в настоящее время могут быть воспроизведены с погрешностями:

длина – $5 \cdot 10^{-9}$ м, масса – $2 \cdot 10^{-3}$ мг, сила – $5 \cdot 10^{-6}$ Н, время, частота – $1 \cdot 10^{-12}$ с, плоский угол – $2 \cdot 10^{-2}$ с.

Основные виды измеряемых величин в геодезии

Измеряют в основном линейные и угловые величины.

Линейные величины (расстояния и превышения) измеряют либо непосредственно с помощью стальных лент и рулеток, проволок, оптических дальномеров, светодальномеров, либо косвенно – измерением других величин, связанных с искомыми функционально.

Горизонтальные и вертикальные углы непосредственно измеряют преимущественно угломерными приборами (теодолитами, тахеометрами, буссолями, эклиметрами), но углы можно определять косвенно через другие измеренные величины.

Для измерения превышений в строительстве наиболее часто применяют:

– *геометрическое нивелирование* с помощью таких приборов, как нивелиры в комплекте со шкаловыми линейными мерами (рейками, рулетками);

– *непосредственное измерение превышений* при помощи металлических или лазерных рулеток;

– *тригонометрическое нивелирование* с помощью теодолитов, электронных тахеометров.

При монтаже оборудования используют также *механическое нивелирование (микронивелирование)* при помощи микронивелира в виде штанги, снабженной уровнем и индикатором перемещений часового типа; *гидростатическое нивелирование* при помощи гидронивелира, действующего по принципу сообщающихся сосудов.

При топографических изысканиях и строительстве многих сооружений линейного вида эффективно применяют *спутниковое нивелирование* в сочетании, например, с тригонометрическим нивелированием электронными тахеометрами.

2.2. Метрологическое обеспечение строительства

Метрологическое единство средств и результатов измерений обеспечивает достижение заданных конечных показателей качества строительной продукции. Метрологические характеристики качества представляют, например, фактическими размерами строительных конструкций заводского изготовления, фактическими отклонениями смонтированных конструкций и возведенных сооружений от их проектного положения и т. д.

Главнейшая практическая задача метрологии в строительстве – это проверки мер и измерительных приборов с целью обеспечения правильности их показаний. *Метрологические проверки* состоят из: контроля исправности, надежности работы и правильности эксплуатации средств измерений. Эта задача возложена на Метрологическую службу Республики Беларусь, в состав которой входят подразделения по периодической (как правило ежегодной) метрологической аттестации геодезических приборов. Приборы, не прошедшие такие государственные проверки, к применению не допускают.

Нормативной основой метрологического обеспечения является Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ –

комплекс установленных стандартом взаимоувязанных правил, положений, требований).

Единство измерений достигается путем точного воспроизведения и хранения установленных единиц физических величин и передачи их размеров рабочим средством измерений. Воспроизведение, хранение и передачу размеров единиц осуществляют с помощью эталонов и образцовых средств измерений.

Эталон – это средство измерений (или комплекс средств измерений), обеспечивающее воспроизведение и хранение единицы с целью передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений, выполненное по особым правилам и утвержденное в установленном порядке. Эталоны по подчиненности подразделяют на первичные (исходные) и вторичные (подчиненные). Первичные эталоны воспроизводят единицы и передают их размеры с наивысшей точностью, достигнутой в данной области измерений.

Первичные эталоны являются исходными для страны, их утверждают в качестве государственных.

К вторичным эталонам относят эталоны-копии, эталоны-сравнения и рабочие эталоны. Эталоны-копии предназначены для передачи размеров единиц рабочим эталонам. Эталоны-сравнения предназначены для взаимного сравнения эталонов. Рабочие эталоны предназначены для поверки рабочих средств измерений.

Метрология и качество строительной продукции. Для обеспечения требуемой точности и высокой надежности всех контрольно-измерительных операций при управлении качеством строительства необходимо строгое выполнение следующих условий:

- в технической документации должно быть предусмотрено необходимое количество контрольных операций с указанием методов и средств измерений, обеспечивающих требуемую точность измерения контролируемых параметров в зданиях и сооружениях;

- все измерительные приборы, применяемые при выполнении контрольных операций, должны поверяться через промежутки времени, гарантирующие поддержание их точностных характеристик в установленных пределах;

- для всех применяемых методов измерений должна быть инструктивно-техническая документация, определяющая методику измерений, необходимые условия выполнения измерений и способы обработки результатов измерений;

– все цехи стройпредприятия и строительные участки должны быть обеспечены необходимыми измерительными приборами;

– при практическом выполнении измерительных процессов необходимо применять средства и методы измерений, указанные в технической документации;

– измерения должны выполнять работники соответствующей квалификации и соблюдать все необходимые условия для достижения заданной точности результатов.

Несоблюдение хотя бы одного из вышеперечисленных условий часто приводит к получению неверных или недостаточно надежных результатов и к соответствующему браку в строительстве.

Номенклатура и объем контрольно-измерительных операций в строительстве очень велики. Например, только в строительномонтажном производстве необходимо измерять и контролировать около шестисот показателей. Совершенствование и развитие материальной базы метрологического обеспечения строительного производства представляет необходимое условие повышения эффективности работы средств измерений и высокой геометрической точности строительства.

Стадийность и виды геодезического контроля качества строительной продукции. *На стадии проектирования геодезических работ*, в рамках разработки проекта производства геодезических работ (ППГР) или принятия решения о применении типовых схем геодезических работ для типовых строительных объектов, контроль заключается в проверке соответствия технической документации техническому заданию, проверке качества и точностных показателей парка геодезических средств измерений, технологического уровня их будущего применения, квалификации персонала, способного осуществлять автоматизированные эффективные технологии предстоящих геодезических работ по обеспечению требуемой геометрической точности строительства.

На стадии строительства геодезический контроль должен обеспечивать метрологические и геометрические характеристики зданий и сооружений, заложенные при проектировании уникальных объектов или в строительных нормах для определенных видов объектов промышленного и гражданского строительства.

На стадии эксплуатации зданий и сооружений контролируются их перемещения и деформации, если такой контроль предусмотрен проектной организацией или правилами технической эксплуатации

объекта или же необходимость контроля возникла при обнаружении трещин в конструкциях и других признаков их значительных деформаций.

Виды контроля. *Приемочный контроль* производится по основным стадиям строительства – промежуточным и окончательным, по его результатам принимается решение о пригодности промежуточной продукции для дальнейшего использования, а окончательный – для ввода в эксплуатацию. Такой контроль осуществляют должностные лица или государственные приемочные комиссии.

Операционный контроль предусматривает проверку качества продукции, работ или процесса после завершения определенной операции. Такой контроль выполняют по определенным технологическим схемам после окончания отдельного этапа работ. В геодезических измерениях пример операционного контроля – измерение углов при КЛ и КП, измерение превышений по черным и красным шкалам реек. В строительстве, например, проверка разбивки основных осей или осей фундаментов, точности монтажа фундаментов измерениями от других разбивочных осей и расстояний между вынесенными осями и т.д.

Самоконтроль – необходимое условие высокого качества геодезических работ. Самоконтроль основан на опыте и умении учитывать каждую специфику измерений, ответственном отношении к работе и немедленном принятии мер по устранению чрезмерных погрешностей в геодезических данных.

Вычислительный контроль обычно входит в самоконтроль, но может выполняться вторым лицом (т.е. «во вторую руку»), однако, вычислительный контроль следует выполнять не повторением расчетов, а их проведением по другим формулам.

Измерительный контроль выполняется по заданию руководства стройки или контролирующих инстанций по качеству. Измерениями проверяют соблюдение допусков на геометрические отклонения конструкций. Применяемые приборы должны быть по точности не ниже рабочих средств измерений.

2.3. Основные геодезические приборы, рекомендуемые для контроля геометрических параметров сооружений

Универсальные средства для измерения углов, линий, превышений и проецирования точек:

– тахеометры электронные в комплекте со светоотражателями и безотражательные.

Средства измерения и контроля углов, вертикального проецирования точек наклонным лучом, вспомогательные устройства:

- теодолиты точные типа Т2, Т5 со штативами;
- теодолиты технические типа Т30 со штативами;
- визирные цели, марки;
- уровень строительный;
- угольники металлические, деревянные.

Средства линейных измерений, вспомогательные устройства:

- светодальномер типа «Лазерная рулетка»
- рулетки металлические длиной 1 м, 5, 20-30 м, 50-100 м;
- динамометры, натяжные устройства;
- термометры;

Средства для измерения превышений, уклонов, вспомогательные устройства:

- нивелир высокоточный Н2;
- рейки с инварной полосой;
- нивелиры точные Н-3;
- рейки нивелирные РН-3;
- нивелиры технические Н-10;
- рейки нивелирные РН-10;
- гидростатический нивелир (высотомер).

Средства для контроля вертикальности:

- приборы вертикального проецирования;
- механические отвесы с уровнями;
- нитяные отвесы.

3. НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

3.1. Технические нормативные правовые акты

При обосновании точности и методов геодезических разбивочных работ используют технические нормативные правовые акты в области технического нормирования и стандартизации (далее – ТНПА), названные в табл. 3.1.

Примечание. Статус ТНПА присвоен строительным нормам СНБ и СНиП на переходный период до их замены техническими нормативными правовыми актами, предусмотренными Законом Республики Беларусь «О техническом нормировании и стандартизации»

Таблица 3.1

ТНПА, определяющие содержание и обоснование точности геодезических работ в строительстве

1. ТКП 45-1.03-26-2006	Геодезические работы в строительстве. Технический кодекс установившейся практики. Правила проведения
2. СНБ 1.02.01-96	Инженерные изыскания для строительства
3. СНиП 3.03.01-87.	«Несущие и ограждающие конструкции». Госстрой СССР. М.: АПП ЦИТИ. 1991.
4. СНБ 1.03.04-2000	Приемка законченных строительством объектов. Основные положения
5. СНБ 3.01.04-02	Градостроительство. Планировка и застройка населенных пунктов
6. СНБ 3.03.02-97	Улицы и дороги городов, поселков и сельских населенных пунктов
7. СНБ 4.03.01-98	Газоснабжение
8. СНБ 5.01.01-99	Основания и фундаменты зданий и сооружений

9. СНиП 2.04.02-84	Водоснабжение. Наружные сети и сооружения
10. СНиП 2.04.03-85	Водоснабжение. Наружные сети и сооружения
11. СНиП 2.04.07-86	Канализация. Наружные сети и сооружения
12. СНиП 2.05.02-85	Тепловые сети
13. СНиП 2.05.03-84	Автомобильные дороги
14. СНиП 3.01.01-85	Мосты и трубы
15. СНиП III-4-80.	Организация строительного производства
16. ГОСТ 26433.0-85	Техника безопасности в строительстве
17. ГОСТ 21779-82	Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения.
18. ГОСТ 26433.2-94	Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила измерений параметров зданий и сооружений
19. ГОСТ 23615-79	Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Статистический анализ точности
20. ГОСТ 23616-79	Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности
21. ГОСТ 24846-81	Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений
22. ГОСТ 2268-76	Геодезия. Термины и определения.

3.2. Техническая документация для разработки проекта производства геодезических работ

Геодезические разбивочные работы на строительной площадке выполняют на основе геодезических и строительных чертежей и дополнительных расчетов. Основным техническим документом,

освещающим принципы организации строительства, например промышленного предприятия или участка жилой застройки, является генеральный план, на котором показано взаимное расположение наземных и подземных зданий и сооружений.

В зависимости от условий строительного-монтажного производства различают генеральные планы предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов, строительные генеральные планы (стройгенпланы), исполнительные генеральные планы.

Генеральный план постоянных зданий и сооружений охватывает полный комплекс долговечных зданий и сооружений на всей строительной площадке. Генеральный план составляют в масштабе 1:500, 1:1000, 1:2000.

Строительный генеральный план является проектом расположения всего комплекса проектируемых капитальных зданий и сооружений, временных и вспомогательных сооружений (бетонных, шлакоблочных заводов, мастерских), строительного транспорта (автомобильных и железных дорог), временных инженерных сетей (водопровода, линий электропередачи и связи, теплофикационных магистралей и т.д.) и временных складских и административно-служебных помещений.

Исполнительный генеральный план фиксирует фактическое положение возведенных зданий и сооружений; его составляют после окончания всех строительного-монтажных работ.

Кроме генеральных планов геодезическая служба широко использует *рабочие чертежи* зданий и сооружений, в составе которых основными являются следующие.

1. Вводная часть проекта, которая содержит основные характеристики объекта: его общую схему в плане и в профилях, допускаемые напряжения на грунт, планово-высотную геодезическую привязку объекта с указанием условной нулевой отметки и связи условных отметок с абсолютными.

2. План разбивки основных осей сооружений, на котором показывают продольные и поперечные основные оси, характеризующие габарит данного объекта. На таком плане (или приложенной к нему ведомости) приводят координаты пересечения продольных и поперечных основных осей, характерных частей здания, координаты углов поворота автомобильных дорог, опор линий электропередачи, центров стрелочных переводов железнодорожных путей, колодцев инженерных подземных коммуникаций (ИПК) и др.

3. План фундаментов здания, на котором показывают все разбивочные оси с привязками к ним отдельных элементов фундамента, его ширину, глубину заложения, расстояния между осями и др.

4. План фундаментов под оборудование, на котором показывают оси фундаментов промышленного оборудования (резервуары, центрифуги, прессы и др.), а также размеры и глубину их заложения с привязкой к основным осям зданий и сооружений.

5. Вертикальные разрезы, характеризующие архитектуру здания, глубину заложения фундаментов, высоту оконных и дверных проемов, конструкцию отдельных элементов здания. Вертикальные разрезы в зависимости от сложности и величины объекта могут быть вынесены на отдельные листы или помещены на чертеже, содержащем план здания.

6. Монтажные чертежи промышленного и технического оборудования, которые используют для точных геодезических разбивок основных и вспомогательных осей и выноса проектных отметок. К монтажным чертежам прилагаются детальные схемы с указанием отдельных элементов оборудования.

В состав строительных чертежей входят также чертежи по выносу в натуру проекта вертикальной планировки.

3.3. Уровни значимости объектов строительства и обоснование точности разбивочных работ

Инженерные сооружения по их значимости и распространенности подразделяют на два вида.

1. Объекты гражданского и промышленного строительства (жилые, общественные и производственные здания, вспомогательные сооружения, инженерные сети) – характеризуются массовостью распространения на территориях застройки.

2. Особо значимые сооружения – это сложные крупные сооружения, предназначенные для осуществления важнейших экономических, технических, культурных, оздоровительных и иных функций в жизнедеятельности государства и населения. К ним относят атомные и тепловые электростанции, гидроэлектростанции, метрополитен, крупные мосты, уникальное здание высотного книгохранилища Национальной библиотеки Республики Беларусь, сложные сооружения культурно-спортивного назначения, например основные объекты комплекса «Минск-Арена» и др.

Методику геодезического сопровождения строительства особо значимых промышленных, энергетических и других сложных объектов подробно разрабатывают в проекте производства геодезических разбивочных работ (ППГР), учитывая специальные требования проектной организации к высокоточному монтажу несущих конструкций, технологического оборудования, машин и механизмов.

При возведении объектов гражданского и промышленного строительства разработку соответствующих ППГР основывают на технических нормативных правовых актах (ТНПА), частично названных в табл. 3.1.

Обоснование точности геодезических разбивочных работ

Проектная точность геометрического размера характеризуется:

- номинальным значением размера l_0 , заданным в проекте;
- наибольшим l_{\max} и наименьшим l_{\min} предельными значениями;
- верхним δ^B и нижним δ^H предельными отклонениями, которые вычисляют по формулам

$$\delta^B = l_{\max} - l_0; \quad \delta^H = l_{\min} - l_0; \quad (3.1)$$

– допуском или полем допуска Δ представляющим собой разность между наибольшим и наименьшим предельными значениями:

$$\Delta = X_{\max} - X_{\min} = \delta^B - \delta^H. \quad (3.2)$$

Действительная точность геометрического размера характеризуется значением действительного отклонения δ_i , являющимся разностью действительного l_i и номинального l_0 значений:

$$\delta_i = l_i - l_0. \quad (3.3)$$

Государственными стандартами нормированы требования по обеспечению геометрической точности строительства.

Система допусков в гражданском и промышленном строительстве построена на принципе группировки производственных процессов по классам точности. Для погашения накопившихся на определенном участке погрешностей в сборных конструкциях предусматриваются специальные устройства в виде зазора, шва или площадки опирания одного элемента конструкций на другой. Такие устройства называют компенсатором.

При выполнении геодезических работ и разработке ПППР необходимо учитывать требования ГОСТ 26433.0-85, согласно которому для разбивочных работ в процессе строительства допускаются методы и средства геодезических измерений, характеризующиеся метрологическими погрешностями, отвечающими условиям (3.4) и (3.5):

$$\delta_{г,ср} \leq 0,16\Delta x ; \quad (3.4)$$

$$\delta_{г,пр} \leq 0,4\Delta x, \quad (3.5)$$

где $\delta_{г,ср}$ – средняя квадратическая суммарная погрешность принимаемого метода и средств измерений;

$\delta_{г,пр}$ – предельная погрешность принимаемого метода и средств измерений;

Δx – допустимое отклонение измеряемого геометрического параметра, установленное нормативно-технической документацией на объект.

Следовательно по условию (3.5) предельная погрешность геодезического измерения должна быть в 2,5 раза меньше, чем строительный допуск Δx на отклонение. Однако на практике на различных этапах строительства применяются и иные (более жесткие или менее жесткие) соотношения между допустимыми погрешностями геодезических работ и строительными допусками на геометрические отклонения конструкций.

Для измерений в процессе и контроле точности изготовления и установки элементов, а также при контроле точности разбивочных работ выбираются средства и методы измерений, предельная суммарная метрологическая погрешность которых в 5 раз меньше строительного допуска, т. е. удовлетворяют условию (3.6)

$$\delta_{г} \leq 0,2\Delta x. \quad (3.6)$$

По отношению к условиям (3.5) и (3.6) средняя квадратическая погрешность результата измерения $\delta_{г,ср}$ должна быть в 2,5 раза меньше предельно допустимой погрешности измерения.

В дополнение к расчетам по формулам (3.1)–(3.6) до начала возведения уникальных сооружений и до начала прецизионного монтажа сложного оборудования производится опытно-исследовательские работы по установлению специальных методов разбивочных действий и контроля точности монтажа конструкций и оборудования.

При разработке ППГР существуют два подхода к обоснованию необходимой точности геодезических разбивочных работ:

– для особо значимых и сложных объектов осуществляют специальное обоснование необходимой точности измерений и выбора соответствующих технических средств для геодезического обеспечения прецизионного монтажа конструкций и технологического оборудования (например атомных электростанций, турбоагрегатов, ряда технологических линий и др.);

– для объектов, отнесенных к классам точности согласно СНиП III-3-2-75 (табл. 3.1), в ТКП 45-1.03-26-2006 указаны требуемые показатели точности геодезических измерений при их возведении и рекомендуемые геодезические приборы, при этом требуемую точность разбивочных работ обосновывают ссылками на ТКП 45-1.03-26-2006 и другие нормативные документы, например СНиП 2.05.02; СНиП 2.05.03; СНиП 3.03.01; СНБ 1.03.06; ГОСТ 21779.

3.4. Классы точности геодезических разбивочных работ

Для проектирования и возведения зданий и сооружений гражданского и промышленного назначения определены 6 классов геометрической точности строительства (6 классов точности геодезических разбивочных работ – см табл. 3.2). В ГОСТ 21779-82, ГОСТ 21778-81, в СНиПах и ТКП 45-1.03-26-2006 указаны геометрические допуски Δ на отклонение от номинальных размеров при изготовлении конструкций и возведении зданий и сооружений. Допуски Δ установлены для температуры $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Величина допуска определяется по формуле

$$\Delta = K \cdot i, \quad (3.7)$$

где i – единица допуска (мм), установленная для нормируемого размера;

K – коэффициент точности, установленный соответствующими расчетами и конкретными ТНПА для каждого вида конструкций, а также зданий и сооружений.

Для рассматриваемых шести классов точности разбивочных работ в табл. 3.2 приведены допустимые значения средних квадратических погрешностей измерения углов m_β , превышений m_h и относительной погрешности измерения линий m_l / l .

В каждом классе точность изготовления элемента регламентируют:

– допусками на линейные размеры конструкций по длине, ширине, высоте (толщине), диаметру и также на положение и размеры отверстий, выступов и др.;

– допусками на искажения (отклонения) формы конструкций от номинальной (неплоскостность, непрямоугольность, непрямолинейность, отклонение от вертикали и др.).

3.5. Состав проекта производства геодезических разбивочных работ

1. При строительстве зданий выше девяти этажей, а также других технически сложных и крупных объектов составляют проект производства геодезических разбивочных работ (ППГР) на основе требований действующих технических нормативных правовых актов. ППГР разрабатывает подрядная (субподрядная) организация или по ее поручению специализированная проектная организация.

При строительстве типовых зданий технология и объем выполнения геодезических работ рассматриваются в одном из разделов проекта производства работ (ППР).

2. Основанием для разработки ППГР специализированной организацией являются договор подряда и техническое задание, составленное по установленной форме, а при разработке в составе ППР – частное задание группы подготовки производства работ строительномонтажной организации. Задание должно содержать данные об объемах и сроках разработки.

3. Содержание ППГР увязывают с технической и экономической сторонами проекта организации строительства (ПОС) и ППР. При пересмотре проектно-сметной документации на производство строительномонтажных работ все изменения вносят и в ППГР. Финансирование разработки производится за счет заказчика.

4. ППГР согласовывают с геодезической службой строительномонтажной организации, утверждают руководители организацииисполнителя и заказчика проекта и подписывает главный инженер генподрядной строительномонтажной организации. ППГР передают в производство не позднее двадцати дней до начала работ.

**Допустимые средние квадратические погрешности измерений
при построении внешней и внутренней разбивочных сетей типовых зданий и сооружений
и производстве разбивочных работ**

Класс точности разбивочных работ, здания, строительные конструкции	Величина допустимой средней квадратической погрешности				
	линейные измерения, m_l / l	угловые измерения, m_β, c	превышения на станции, $m_h, мм$	отметки на монтажном горизонте, $m_H, мм$	передача точек, осей по вертикали, $m_{xy}, мм$
1	2	3	4	5	6
1р. Металлические конструкции с фрезерованными контактными поверхностями; сборные железобетонные конструкции, монтируемые методом самофиксации в узлах; сооружения высотой свыше 100 до 120 м или с пролетами свыше 30 до 36 м	1/15000	5	1	Числовые значения погрешностей назначают с расчетом согласно СНиП в зависимости от высоты монтажного горизонта	
2р. Здания свыше 15 этажей, сооружения высотой свыше 60 до 100 м или пролетами свыше 18 до 30 м	1/10000	10	2	—	—
3р. Здания свыше 5 до 15 этажей, сооружения высотой свыше 15 до 60 м или пролетами свыше 6 до 18 м	1/5000	20	2,5	—	—

1	2	3	4	5	6
4р. Здания до 5 этажей, сооружения высотой до 15 м или пролетами до 6 м	1/3000	30	3	–	–
5р. Конструкции из дерева; инженерные сети, дороги, подъездные пути	1/2000	30	5	–	–
6р. Земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	1/1000	45	10	–	–

Примечания.

1. При наличии двух и более характеристик величины средних квадратичных погрешностей назначаются по той характеристике, которой соответствует более высокая точность.
2. Точность геодезических построений для строительства объектов с повышенной геометрической точностью следует определять расчетами с учетом особых требований к допускам, предусматриваемых проектной документацией.

5. В ППГР дополнительно к требованиям по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ должны быть включены:

- на подготовительный период строительства: схема расположения и закрепления знаков внешней разбивочной сети здания, потребность в материальных и людских ресурсах, график выполнения геодезических работ;

- на возведение объекта: точность и метод создания внутренней разбивочной сети здания (сооружения), схема расположения и закрепления знаков сети, типы центров; точность и методы выполнения детальных разбивочных работ, контрольных измерений, исполнительных съемок; потребность в материальных и людских ресурсах, график выполнения геодезических работ;

- на период наблюдения за смещениями и деформациями зданий и сооружений: точность, методы, средства и порядок производства наблюдений за смещениями и деформациями объектов строительства, схема геодезической сети, точность и методы ее построения, типы центров знаков, график выполнения работ.

6. К схеме внешней разбивочной сети здания прилагают:

- схему закрепления сети;

- данные о точности и методика построения внешней разбивочной сети здания (сооружения) с учетом требований строительных норм и правил или государственных стандартов;

- чертежи рекомендуемых знаков для закрепления разбивочных осей.

7. ППГР на строительство подземной части здания должен содержать помимо основных положений пункта 3.5 следующее:

- точность детальных разбивочных работ;

- методы выполнения детальных разбивочных работ;

- технологию выноса и закрепления в натуре контура котлована здания (сооружения), трасс инженерных сетей;

- технологию геодезического контроля при производстве земляных и строительно-монтажных работ;

- технологию производства исполнительных съемок и составление исполнительной документации.

8. ППГР на монтаж надземной части здания должен содержать помимо основных положений, перечисленных в 3.5, следующее:

- точность построения внутренней разбивочной сети здания на монтажных горизонтах для многоэтажных зданий;

– методы передачи разбивочных осей на монтажные горизонты;
– методику геодезических выверок при установке строительных конструкций и элементов в проектное положение.

9. Точность внешней разбивочной сети здания или сооружения должна удовлетворять необходимой и достаточной точности производства детальных разбивочных работ. Если точность выполненной ранее разбивочной сети строительной площадки не удовлетворяет требованиям внешней разбивочной сети здания, то для его строительства создается локальная разбивочная сеть требуемой точности. При этом за начало координат принимаются один из пунктов разбивочной сети строительной площадки и одно дирекционное направление.

10. В тех случаях, когда точность построения внешней разбивочной сети здания или сооружения не регламентирована допусками технического кодекса, выполняют индивидуальный расчет проекта такой сети, исходя из требований к точности построения минимального межосевого размера данного объекта.

11. Редуцирование пунктов внутренней разбивочной сети здания в проектное положение производится после контрольных промеров на монтажном горизонте. Методика уравнивания и редуцирования построенной сети как на исходном, так и на монтажном горизонтах должна быть дана в ППГР.

12. Выполнение детальных разбивок следует предусматривать от основных или главных осей одним из известных способов с точностью, указанной в действующих технических нормативных правовых актах.

13. При разработке ППГР на монтаж технологического оборудования точность установки и выверки должна быть задана проектной организацией в рабочих чертежах (паспортах на оборудование, инструкциях по монтажу оборудования) и в техническом задании, если таких требований нет в действующих технических нормативных правовых актах.

14. Проект наблюдений геодезическими методами за деформациями зданий и сооружений (геодезического мониторинга деформаций) в процессе строительства и в период их эксплуатации (проект опорной геодезической сети, типы осадочных марок и реперов, программа наблюдений, методика геодезических измерений) разрабатывается в соответствии с требованиями ГОСТ 24846.

4. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА СЪЕМОЧНЫХ И РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

4.1. Виды плановой геодезической основы для строительства

В общем случае местоположение объекта строительства бывает определено: а) в государственной или в городской (местной) системе плановых прямоугольных координат и государственной (балтийской) системе высот; б) в плановых и высотных координатах стройплощадки. Но после выноса проекта в натуру геометрическую точность строительства обеспечивают относительно внутренней пространственной системы плановых и высотных координат объекта, задаваемой его осями.

Строительные оси зданий и сооружений. В плане геометрической основой объекта строительства служат его оси: главные, основные и дополнительные.

Главные оси – это оси симметрии здания, сооружения. Такие оси используют для строительства объектов большой площади и сложной конфигурации (см. примеры на рис. 4.1 и 4.2).

Основные оси образуют внешний контур здания (его габариты) и характерны для объектов промышленного и гражданского строительства.

Дополнительные оси чаще бывают промежуточными, а иногда внешними, и служат геометрической основой монтажа внутренних и соответственно наружных конструкций здания, сооружения.

Вынос в натуру здания или сооружения согласно проекту осуществляют выносом его главных или основных осей относительно пунктов плановой геодезической основы стройплощадки.

На рис. 4.3 приведен пример геодезической основы территории и две возможные схемы выноса в натуру осевых точек (осей) сооружения. Пункты ПГ 15 – ПГ 16 городской геодезической сети могут быть пунктами триангуляции или, как правило, пунктами полигонометрии. Относительно названных пунктов развивают геодезическую сеть стройплощадки для топографических изысканий и, затем, для выноса в натуру главных или основных осей сооружений.

Пункты плановой геодезической основы стройплощадки должны быть определены в государственной или городской системе плановых координат как на стадии инженерных изысканий, так

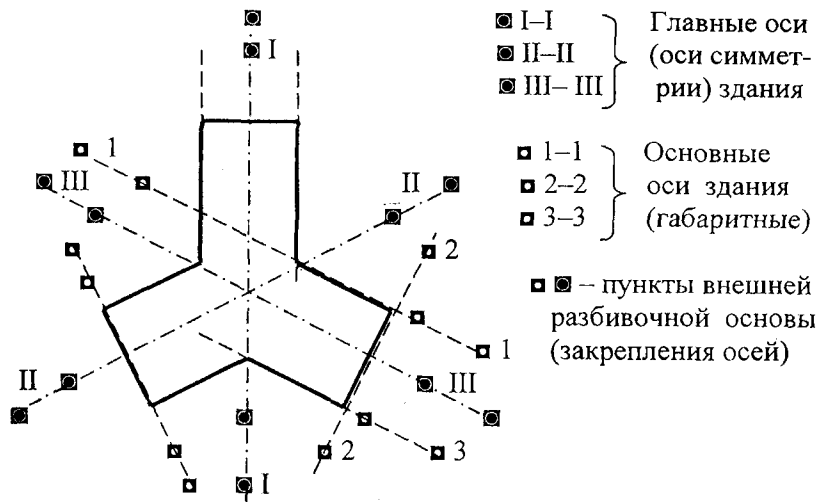
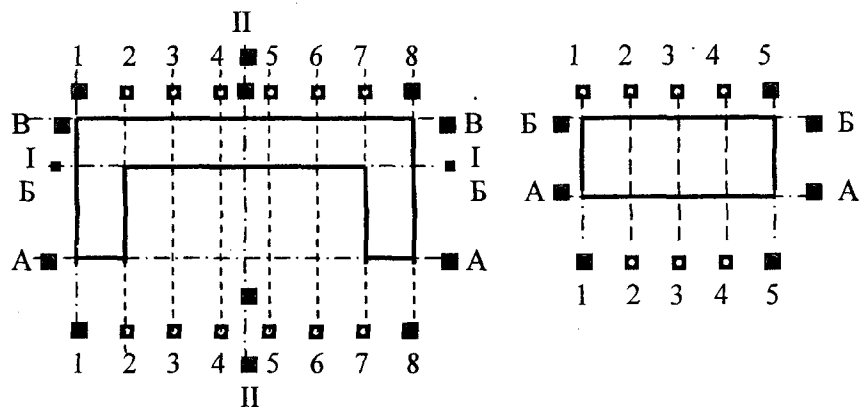


Рис. 4.1. Главные и основные оси здания сложной геометрии в плане



I-I; II-II – главные оси; A-A, B-B, 1-1, 8-8, – основные (габаритные) оси;
 2-2, 3-3, ... 7-7 – промежуточные оси || A-A, B-B, 1-1, 5-5 –
 основные оси; 2-2, ... || 5-5 – промежуточные

Рис. 4.2. Главные, основные и дополнительные (промежуточные) оси зданий прямоугольной в плане формы

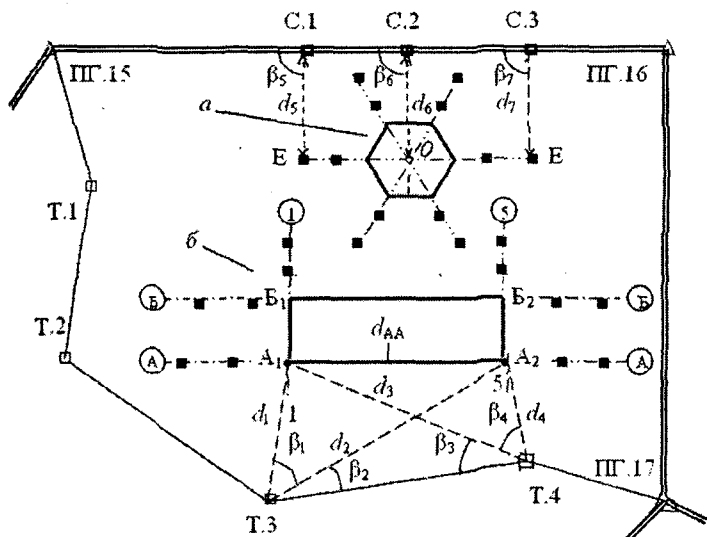


Рис. 4.3. Схема городской геодезической сети и схемы выноса в натуру осевых точек сооружений: *a* – вынос оси *EE* и центра *O* пересечения радиальных осей относительно створных точек опорной стороны геодезической сети; *б* – вынос основной оси *AA* здания относительно ближайших пунктов теодолитного хода: Δ – пункты городской геодезической сети (ПГ); \square – пункты полигонометрического или теодолитного хода; \blacksquare – створные пункты *C* на стороне 15-16; d_i ; β_i – линейные и угловые разбивочные элементы; \blacksquare – пункты закрепления основных осей здания (внешней геодезической основы здания)

и на стадии выноса в натуру осей и точек сооружения в проектное положение. Принцип передачи на стройплощадку указанных координат показан на рис. 4.3.

В нашем примере государственная или же местная городская система плановых координат закреплена на местности геодезическими пунктами триангуляции или полигонометрии ПГ.15 – ПГ.16 – ПГ.17.

Для топографической съемки участка, а также для выноса осей сооружения в натуру через участок прокладывают полигонометрический или же теодолитный ход ПГ. 15 – Т.1 – Т.2 - ... - ПГ.17. В примере пункты Т.3 и Т.4 этого хода представляют простейшую **плановую геодезическую основу** стройплощадки для одного здания.

Относительно пунктов Т.3 и Т.4 геодезической основы стройплощадки в натуре выносят в проектное положение точки A_1 и A_2 одной из основных осей объекта (оси AA), которые служат исходными для разбивки и закрепления остальных основных осей: ББ, 1–1 и 5–5. Закрепленные осевые точки представляют **внешнюю геодезическую основу здания или сооружения.**

Относительно главных и основных осей производят разбивку дополнительных (здесь промежуточных) осей.

Знаки, которыми закрепляют разбивочные оси внутри здания на монтажных горизонтах, представляют **внутреннюю геодезическую основу здания или сооружения.**

Общая структура плановой геодезической разбивочной основы для строительства отвечает последовательности ее создания и включает:

- геодезическую основу территории;
- плановую геодезическую основу стройплощадки;
- внешнюю геодезическую основу здания или сооружения;
- внутреннюю геодезическую основу здания или сооружения.

4.2. Схемы, точность и закрепление плановой и высотной геодезической основы стройплощадки

Геодезическую основу территории представляют пункты государственных геодезических и съемочных сетей, погрешности их координат относительно ближайших пунктов более высокого класса точности характеризуются величинами $m_{xy} \leq 0,1-0,15$ м. От пунктов геодезической основы территории передают государственную или городскую систему плановых и высотных координат на пункты геодезической основы стройплощадки.

Плановую геодезическую основу стройплощадки создают как свободную геодезическую сеть (не искаженную геометрическими связями с городской геодезической сетью) с точностью, необходимой для выноса в натуре осей сооружения. Схема такой основы зависит от величины территории застройки и особенностей объекта строительства. Например, для возведения одиночного здания плановой основой стройплощадки могут служить пункты теодолитного хода (см. рис. 4.1), а для строительства системы производственных корпусов и сооружений промышленного предприятия на отведен-

ной под него территории создают геодезическую разбивочную сетку в виде пунктов, закрепляющих систему прямоугольных фигур и представляющих плановую основу стройплощадки.

Локальная точность плановой геодезической основы стройплощадки характеризуется вероятной погрешностью взаимного положения пунктов: для теодолитного хода $1 / 2000$ (50 мм на 100 м), для полигонометрического хода и строительной сетки $1 / 5000 - 1 / 10\,000$ (т. е. 20 – 10 мм на 100 м).

Внешнюю геодезическую основу здания или сооружения (т. е. точки одной из его главных или основных осей) выносят в натуру в проектное положение относительно пунктов плановой геодезической основы стройплощадки. Проектное положение объекта может быть показано только графически на генплане стройплощадки, но может быть задано и координатами точек его осей.

Точность выноса точек оси отдельного сооружения в натуру в плане по графическим данным генплана составляет в среднем величину

$$m_{xy} \approx \delta M, \quad (4.1)$$

где $\delta \approx 0,5$ мм – средняя квадратическая погрешность определения расстояния по плану; M – знаменатель масштаба плана.

Если масштаб генплана равен $1 : 500$, то погрешность выноса осевых точек в натуру в среднем равна $\delta_{xy} \approx 0,25$ м.

Рассмотренное малое смещение объекта в плане как правило не влияет на геометрическую точность возведения здания и сооружения потому, что остальные оси геометрической основы здания или сооружения затем строят относительно одной вынесенной оси с малыми взаимными погрешностями (1-5 мм).

Закрепленные вне объекта точки осей представляют **внешнюю геодезическую основу здания или сооружения**.

Оси симметрии и основные оси объекта закрепляют с соблюдением требований к геометрической точности строительства, указанных в соответствующих нормативных документах. Например, погрешность взаимного положения основных осей производственного здания допускается до 2-5 мм.

Пункты (знаки) внутренней геодезической разбивочной основы закрепляют вне и внутри контура будущего здания для обо-

значения его разбивочных осей при детальном разбивочных работах и монтаже конструкций. Центр знака выносят с обоснованной точностью, составляющей в среднем 1-3 мм.

Создание геодезической основы, так же как и выполнение всего комплекса геодезических разбивочных работ, ведется в соответствии с заранее разработанным проектом производства геодезических работ (ППР) на строительной площадке. Такой проект является составной частью проекта производства строительных работ (ППР).

Высотная геодезическая основа стройплощадки состоит из сети устойчивых высотных геодезических знаков (реперов). Высотными знаками служат устойчивые грунтовые пункты внешней геодезической сети, плановой основы стройплощадки, стенные и грунтовые реперы. Количество высотных знаков принимают из условия, чтобы при строительных высотных разбивках длина визирного луча нивелира не превышала 50-60 м. В случаях высотных разбивок при помощи точных электронных тахеометров (3 -5") длину визирного луча допускают до 100 м.

Отметки высотных знаков определяются нивелированием III, IV классов и техническим.

Типы геодезических знаков, выбор места для них.

Схемы геодезических знаков показаны на рис. 4.4. На практике применяют и иные их конструкции.

Главные и основные оси зданий можно закреплять знаками в виде забетонированного в якорь отрезка рельса или трубы, вбитых в землю металлических штырей, деревянных кольев с гвоздем в торце, специальных марок на капитальных зданиях.

Осевые знаки следует закреплять на расстоянии от контура здания не менее 15 м в местах, свободных от размещения временных и постоянных подземных и надземных сооружений, складирования строительных материалов и т.д.

Место закрепления знака должно быть удобным для установки над знаком геодезических приборов и ведения наблюдений.

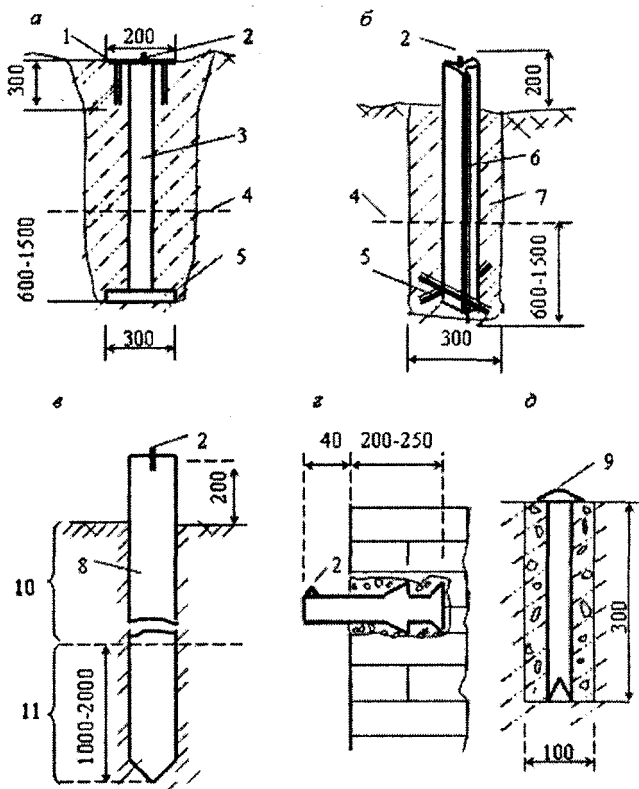


Рис. 4.4. Схемы знаков: *a, б* – для зоны сезонного промерзания; *в* – для закладки ниже зоны рыхлых грунтов; *г* – для заложения в капитальные сооружения; *д* – для заложения в бетонные покрытия; 1 – пластина 200x200 мм; 2 – выступ координатный; 3 – труба диаметром 50-70 мм; 4 – зона промерзания грунтов; 5 – якорь; 6 – рельс; 7 – скважина под бур; 8 – свая; 9 – сферическая поверхность; 10 – толщина рыхлых грунтов; 11 – глубина погружения сваи в устойчивые грунты

Порядок создания геодезической разбивочной основы

Внешняя разбивочная сеть. При сложной конфигурации зданий, при их значительных размерах, а также, когда здания или сооружения одной группы тесно связаны между собой технологическими линиями, разбивают и закрепляют *главные оси*. При строительстве небольших зданий и сооружений разбивают *основные оси*.

Разбивку главных и основных осей здания и сооружения следует выполнять на основании генерального плана строительной площадки, на котором должны быть указаны привязки осей зданий и сооружений к пунктам плановой и высотной разбивочных сетей, (красным линиям, пунктам строительной сетки и др.).

Главные или основные оси разбивают на местности от пунктов плановой разбивочной сети строительной площадки.

Разбивку осей начинают с выноса двух крайних точек, определяющих положение наиболее длинной продольной оси. Вынос выполняют способом прямоугольных или полярных координат, линейных или угловых засечек.

Поперечные оси разбивают от ранее вынесенных точек оси построением прямых углов. Место точек пересечения вынесенных поперечных осей с продольной осью определяют линейными измерениями.

Для контроля перенесения в натуру разбивочных осей выполняют контрольные промеры до сторон и пунктов основы, измеряют диагонали и стороны прямоугольника, образованного осями.

При возведении современных промышленных сооружений, когда возникает необходимость увязки высокоточных технологических линий и целых комплексов зданий, следует развивать специальные разбивочные сети, пункты которых совмещаются с точками закрепления главных и основных осей.

Требования к точности разбивки осей. Точность разбивки определяют расчетами или обосновывают ссылками на ТКП 45-1.03-26-2006 (табл. 4.1.).

Линейные измерения следует производить с погрешностями, не превышающими 1 – 3 мм, при помощи компарированных рулеток, светодальномеров (лазерных рулеток), электронных тахеометров.

Угловые измерения выполняют с погрешностями не грубее 5" теодолитами 2Т2, 2Т5 и электронными тахеометрами.

**Требования к точности геодезических измерений
при построении разбивочной сети строительной площадки**

Характеристика объектов строительства	Величины средних квадратических погрешностей измерения при построениях разбивочной сети строительной площадки		
	углов, с	линий	превышений на 1 км, мм
1. Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью более 1 км ² ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки более 100 тыс. м ²	3	1/25 000	4
2. Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью менее 1 км ² ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки от 10 до 100 тыс. м ²	5	1/10 000	6
3. Отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки менее 10 тыс. м ² ; дороги, инженерные сети в пределах застраиваемых территорий	10	1/5 000	10
4. Дороги, инженерные сети вне застраиваемых территорий; земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	30	1/2 000	15

При разбивке прямоугольных осей зданий длиной до 100 – 120 м используют также теодолиты типа Т30.

По окончании разбивочных работ по выносу в натуру главных и основных осей здания должны составляться акты разбивки осей и исполнительный разбивочный чертеж.

При создании внешней геодезической основы здания или сооружения (внешней геодезической разбивочной основы) на строительной площадке устанавливают опорные плановые и планово-высотные геодезические пункты. Конкретные места пунктов выбирают по согласованию с технологическим планом строительства с таким расчетом, чтобы обеспечить сохранность пунктов и их устойчивость при вертикальной планировке территории, в процессе производства строительных работ, защитить от вспомогательных построек, складирования стройматериалов и сохранить условия для беспрепятственных линейных и угловых измерений.

Внешняя геодезическая основа сооружения служит на начальном этапе для выполнения строительных работ *нулевого цикла* – инженерной подготовки строительной площадки, устройства котлована, затем искусственного основания и фундаментов. В процессе этого цикла здание или сооружение возводится до горизонтальной поверхности, отметку которой называют *строительным нулем*. От него ведется разбивка сооружения по высоте для выполнения *основного цикла* строительно-монтажных работ. На уровне строительного нуля производят очередной вынос основных и промежуточных осей на монтажный горизонт.

Положение пунктов высотной геодезической основы разбивочных работ определяют отметками (высотами) *H*. Привязка к геодезической основе, созданной в процессе инженерных изысканий, обеспечивает возможность определения отметок пунктов в системе высот, принятой для картографирования РБ. После выноса опорных точек фундаментов сооружения в натуру на проектную высоту переходят к рабочим строительным отметкам и счет их ведут от строительного нуля.

Для строительства уникальных сооружений, требующих высокой точности производства разбивочных работ, создают специальные разбивочные сети, а требования к точности разбивочных измерений обосновываются расчетами.

В промышленном и гражданском строительстве требования к точности разбивочной основы стройплощадки сгруппированы согласно характеристикам объектов, приведенным в табл. 4.1.

Высотные разбивочные сети создают ходами нивелирования II, III, IV классов, а также ходами геометрического или тригонометрического нивелирования.

Оформляемые документы. Чертеж разбивочной сети строительной площадки составляют в масштабе генерального плана. К нему прилагают:

– данные о точности построения разбивочной сети с учетом существующих пунктов геодезической сети и требований строительных норм и правил, государственных стандартов

– описание типов центров геодезических пунктов и методики их заложения.

4.3. Вынос оси сооружения в натуру от пунктов теодолитного хода.

Согласно рис. 4.5 в городской системе прямоугольных координат известны координаты пунктов теодолитного хода: пункта Т3 – $x_{Т3}$, $y_{Т3}$; пункта Т4 – $x_{Т4}$, $y_{Т4}$. С использованием генплана определены и уточнены расчетом координаты точек 1 и 2 основной оси АА – x_1 , y_1 и x_2 , y_2 . Для выноса в натуру точек 1 и 2 выбран полярный способ (см. рис. 4.5). Например, чтобы вынести точку 1, необходимо при помощи теодолита построить проектный угол β_1 и на направлении Т3 – 1 измерить проектное расстояние d_1 . Аналогично по проектному углу β_2 и расстоянию d_2 выносят точку 2. Для контроля вынос повторяют относительно пункта Т4. Несовпадение результатов выноса допускается до 20–50 мм. Среднее положение точек 1 и 2 обозначают временными знаками (стержнями или гвоздями).

Вынос завершают измерением расстояния d_{1-2} . Чтобы оно равнялось проектному, один из знаков соответственно перемещают в створе оси АА. Затем точки 1 и 2 закрепляют окончательно. Относительно точек линии 1 – 2 производят дальнейший вынос основных и дополнительных осей.

Расчет проекта выноса оси АА в натуру.

В примере рис. 4.5 угол β_1 равен разности дирекционных углов α_{3-4} и α_1 линий Т3 – Т4 и Т3 – 1, т. е. $\beta_1 = \alpha_{3-4} - \alpha_1$. Аналогично находим

$$\beta_2 = \alpha_{3-4} - \alpha_2; \quad \beta_3 = \alpha_3 - \alpha_{3-4}; \quad \beta_4 = \alpha_4 - \alpha_{4-3}.$$

Дирекционные углы и проектные расстояния определяют решением обратной геодезической задачи, например для линии ТЗ-1 в такой последовательности:

вначале вычисляют тангенс румба:

$$\operatorname{tg} r_{ТЗ-1} = \Delta y / \Delta x = (y_1 - y_{ТЗ}) / (x_1 - x_{ТЗ}), \quad (4.2)$$

а затем численное значение румба:

$$r = \operatorname{arc} \operatorname{tg} (\Delta y / \Delta x). \quad (4.3)$$

По знакам разностей $(y_1 - y_{ТЗ})$ и $(x_1 - x_{ТЗ})$ определяют название четверти румба и вычисляют дирекционный угол α_1 . Длину d_1 находят по двум из следующих формул:

$$d = \Delta y / \cos \alpha; \quad d = \Delta x / \sin \alpha; \quad d = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}. \quad (4.4)$$

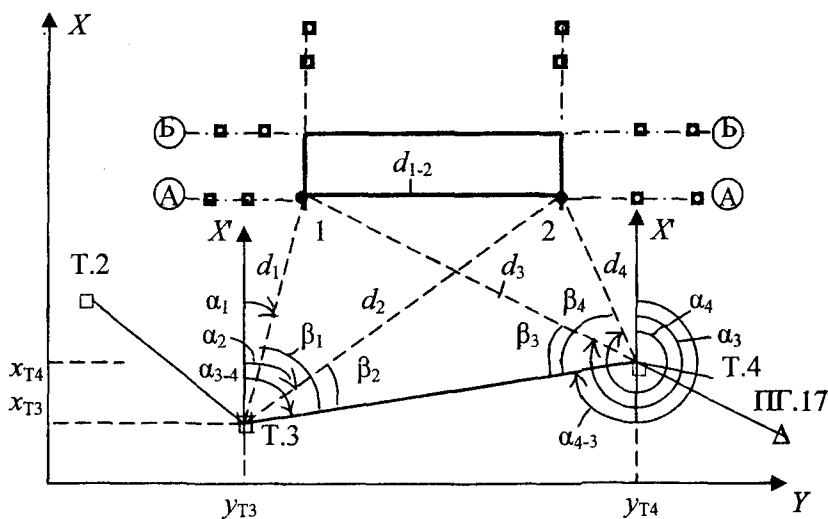


Рис. 4.5. Схема выноса точек 1 и 2 оси АА от пунктов теодолитного хода

Пример. Вычислить длину d_1 и дирекционный угол α_1 линии ТЗ-1, если известны координаты точек ТЗ и 1: $x_{ТЗ} = 200,00$ м; $y_{ТЗ} = 400,00$ м; $x_1 = 286,34$ м; $y_1 = 450,46$ м.

Решение. $\operatorname{tg} r_{T3-1} = (450,46 - 400,00) / (286,34 - 200,00) = + 50,46 / +86,34 = + 0,58443$, а также $\operatorname{arc} \operatorname{tg} (\Delta y / \Delta x) = + 30,299^\circ = - 30^\circ 17,9'$. По знакам $+\Delta x$ (С – к северу), $+\Delta y$ (В – к востоку) найдем $r_{T3-1} = \text{СВ}: 30^\circ 17,9'$, а дирекционный угол $\alpha_{T3-1} = r_{T3-1} = 30^\circ 17,9'$. Далее вычислим $d_{1,2} = 86,34 / \cos 30^\circ 17,9' = 86,34 / \cos 30,2983^\circ = 86,34 / 0,86341 = 100,00 \text{ м}$; $d_{1,2} = \sqrt{86,34^2 + 50,46^2} = 100,00 \text{ м}$.

4.4. Строительная геодезическая сетка

Плановую геодезическую основу большой стройплощадки промышленного предприятия, группы жилых и гражданских зданий создают в виде прямоугольной координатной строительной геодезической сетки по схеме рис. 4.6. Оси X и Y сетки расположены параллельно основным осям производственных зданий и технологических линий. Размеры прямоугольных фигур могут быть 100×100 , $200 \times 200 \text{ м}$ и иными. Строительную сетку проектируют на генплане стройплощадки и графически определяют государственные или городские (местные) координаты угловых точек сетки Р и Д.

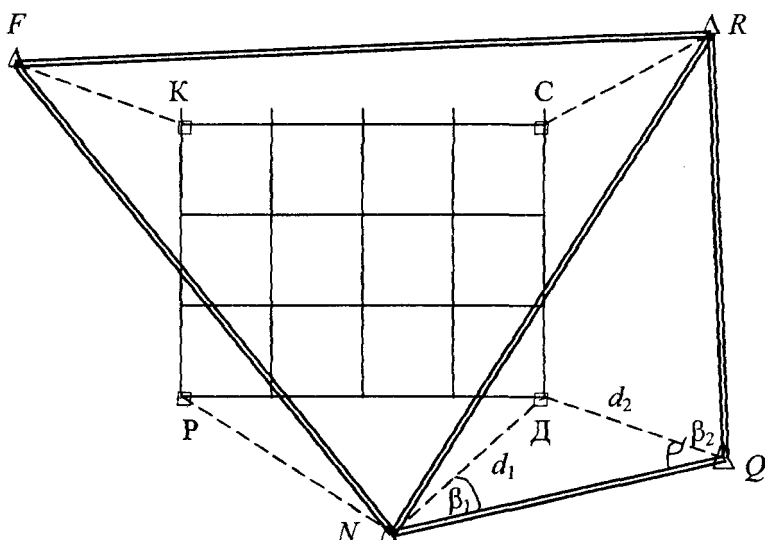


Рис. 4.6. Одна из схем выноса в натуру проекта строительной сетки

Приняв точку Р за начальную и зная точные значения размеров фигур сетки, аналитически рассчитывают координаты ее угловых точек К, С и Д. Указанные точки выносят в натуру относительно пунктов F, R, Q, N государственной или городской геодезической сети полярным способом или иным на основе разбивочных чертежей, составленных расчетами по формулам обратной геодезической задачи (см. пункт 4.3).

Местоположение остальных вершин строительной сетки по ее внешнему контуру определяют различными способами, например створным. Зрительной трубой теодолита (или электронного тахеометра) задают направления РК и РД и в их створе с помощью металлической рулетки (или светодальномера, электронного тахеометра) находят место промежуточных вершин. Закрепив вершины по контуру сетки, переходят к разбивке внутренних ее вершин.

Вершины сетки закрепляют сначала временными знаками (кольями с гвоздем, затем их заменяют устойчивыми постоянными знаками (выполненными из труб или железобетонных пилонов) с металлической пластинкой в верхнем торце. На пластинке отмечают временный центр. По знакам прокладывают полигонометрические ходы, уравнивают их и вычисляют координаты x_v и y_v временных центров. Для перенесения (редуцирования) временных центров в проектное положение с координатами x_n и y_n вычисляют величины редукции вдоль осей сетки $\Delta x = x_n - x_v$ и $\Delta y = y_n - y_v$. С помощью линейки на пластинке находят место проектного центра и обозначают его углублением (керном или дрелью). Точность сетки проверяют измерениями углов и длины ее сторон. Общие сведения о допустимых погрешностях углов и длины сторон строительной сетки указаны в табл. 4.1, п.1, п.2, п.3.

В зависимости от назначения строительную сетку строят из основных и дополнительных фигур. Стороны основных фигур принимают длиной 50, 100, 200 или 400 м. При строительстве многоэтажных зданий стороны строительной сетки выбирают длиной 25, 30 или 50 м.

На незастроенной городской территории для строительства жилых и гражданских зданий опорные точки сетки выносят в проектное положение от твердых местных предметов и контуров, достоверно нанесенных на генплан (рис. 4.7). Сначала на местности определяют положение точек исходной стороны сетки методами

полярным, угловых или линейных засечек, промерами от твердых контуров. Для контроля выносят не менее трех точек P , E , F исходного направления. Положение вынесенных точек корректируют установкой их на одну прямую линию PEF при помощи зрительной трубы теодолита. Относительно вынесенных точек разбивают остальные вершины сетки. Углы измеряют с погрешностью 30–60",

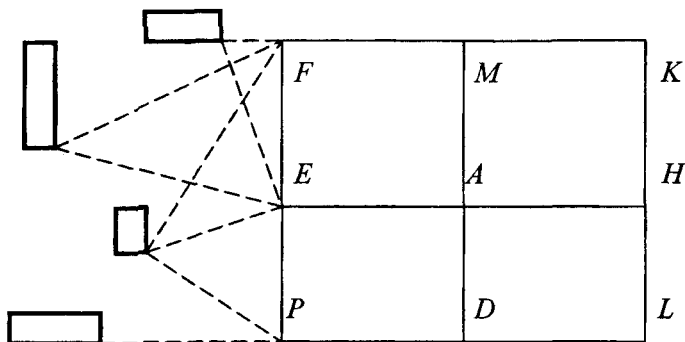


Рис. 4.7. Вынос строительной сетки от местных предметов линейными засечками

стороны – с относительной погрешностью 1 : 1000 – 1 : 2000. Вершины сетки закрепляют деревянными или бетонными знаками.

Вынос оси сооружения относительно строительной сетки. На генплане с нанесенной на него строительной сеткой (рис. 4.8) положение основной оси BB здания E задано проектными координатами x_1, y_1 и x_2, y_2 точек B_1 и B_2 . Для выноса в натуре оси BB рассчитывают расстояния $\Delta x_1, \Delta y_1$ и $\Delta x_2, \Delta y_2$, измеряемые вдоль сторон сетки и перпендикулярно к ним согласно рис. 4.8.

В нашем примере

$$\Delta x_1 = x_{B_1} - 100,000 \text{ м}; \quad \Delta y_1 = y_{B_1} - 700,000 \text{ м};$$

$$\Delta x_2 = x_{B_2} - 100,000 \text{ м}; \quad \Delta y_2 = y_{B_2} - 700,000 \text{ м}.$$

Точки B_1 и B_2 выносят при помощи теодолита и металлической рулетки.

Для контроля измеряют расстояние B_1B_2 , которое должно равняться проектному, и проверяют параллельность оси B_1B_2 стороне строительной сетки по вспомогательным точкам 1 и 2 или иным способом.

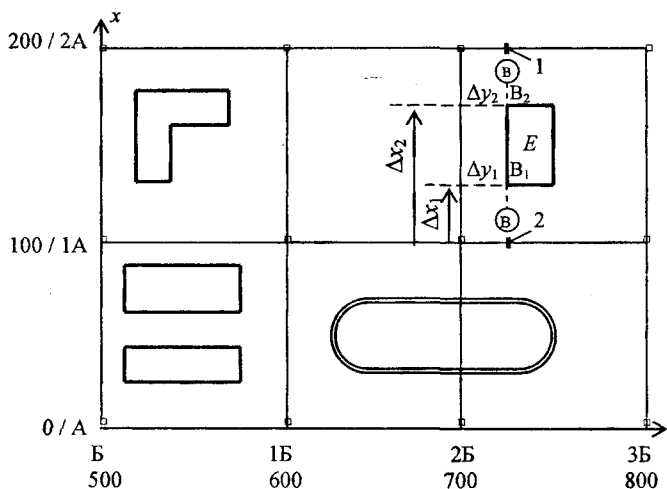


Рис. 4.8. Строительная сетка

Другие схемы построения и закрепления строительных осей показаны на рис. 4.9. При строительстве технологически связанных

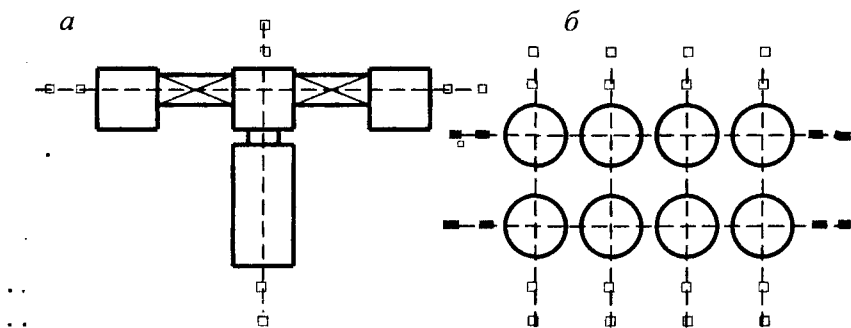


Рис. 4.9. Примерные схемы построения и закрепления пунктов внешней разбивочной сети здания, сооружения: *а* – технологически сопряженные производственные корпуса и технологические линии; *б* – парк резервуаров

производственных корпусов и монтаже звеньев технологических линий (см. рис. 4.9, а) требования к точности геодезической разбивочной основы определяются проектной организацией и уточняются в ППР с расчетом на обеспечение заданной точности геодезических разбивок при монтаже прецизионных технологических линий (монтажные допуски указаны в табл. 5.1, п. 16).

Схема геодезической разбивочной основы для размещения парка резервуаров для хранения жидких веществ приведена рис. 4.9, б. Требования точности такой геодезической основы указаны в пункте 4 табл. 4.1.

4.5. Плановое и высотное геодезическое обоснование для выноса в натуру оси сооружения линейного вида

К сооружениям линейного вида относят подземные и надземные трубопроводы, кабели, дороги. В плане положение трассы дают на топографическом чертеже (в графическом виде) и дополняют при необходимости координатами ее точек. Электронный вариант проекта сооружения создают в виде цифровой модели. Высотное положение трассы отражают на проектном профиле. Для выноса в натуру оси линейного сооружения его положение на местности определяют по чертежу проекта. Вынос точек трассы можно выполнять относительно притрассового теодолитного хода или относительно ближайших постоянных объектов местности, показанных на плане.

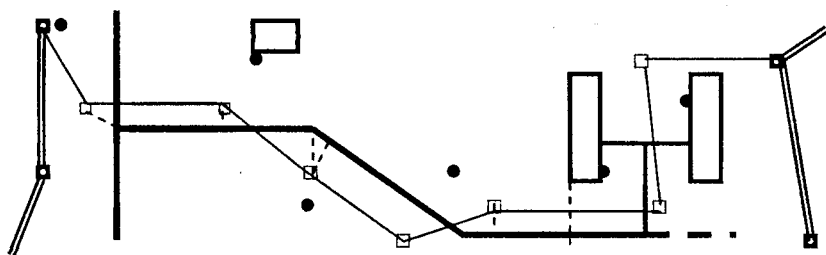


Рис. 4.10. Геодезическая основа для строительства линейного сооружения:
 ■ – планово-высотные пункты геодезической сети территории; □ – пункты теодолитного хода (плановой геодезической основы); ● – реперы высотной геодезической основы; ———— – ось сооружения линейного вида

5. ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

5.1. Общие положения

Процесс возведения всех конструкций здания или сооружения сопровождается геодезическими разбивочными измерениями и контрольными исполнительными съемками по проверке геометрической точности строительства.

Геодезические работы включают вынос конструкций в проектное положение, определение их действительного положения в плане, по высоте и относительно вертикали, как на стадии временного закрепления (операционный контроль), так и после окончательного их закрепления (приемочный контроль).

Геодезический контроль точности входит в технологический процесс строительства, оформляется геодезической документацией, в которую входят: исполнительные геодезические схемы, чертежи, профили, разрезы и т.д.; журналы геодезического контроля, акты геодезической проверки, полевые журналы.

Правильность, своевременность и достоверность геодезического контроля должны быть не реже одного раза в месяц освидетельствованы ответственным исполнителем геодезических работ с письменным подтверждением его производства.

Правила назначения контроля точности геометрических размеров конкретных видов измерений должны соответствовать требованиям, приведенным в ГОСТ 23616-79 (СТ СЭВ 4234-83).

Для измерений применяют те приборы, которые обеспечивают измерение отклонений со средней квадратической погрешностью

$$m \leq 0,2\Delta, \quad (5.1)$$

где Δ – допустимое отклонение контролируемого параметра

В табл. 5.1 приведены значения допусков Δ и расчетные величины среднеквадратических погрешностей m измерений для основных видов строительного-монтажных работ.

**Нормы точности разбивочных работ
при возведении гражданских и промышленных зданий**

Вид геометрического отклонения	Допустимые	
	откло- нение Δ , мм	погрешн. разбивки m , мм
1	2	3
1. Горизонтальное смещение осей фундаментных блоков и стаканов относительно монтажных осей	± 13	± 3
2. Отклонение поверхности основания под фунда- менты в котловане	-10	± 3
3. Отклонение отметок верхней опорной поверхно- сти фундамента в гражданских зданиях	± 10	± 2
4. Отклонение поверхности ленточного фундамен- та от горизонтального положения на 10 м длины	± 10	± 2
5. Отклонение отметки дна стакана фундаментов в производственных зданиях	-20	± 4
6. Смещения опалубки в плане	± 15	± 3
7. Отклонения опалубки от вертикали:		
на 1 м высоты	± 5	± 1
на высоту фундамента	± 20	± 4
8. Отклонение отметки поверхности фундамента для опирания стальной колонны по:		
высоте	± 5	± 1
уклону	1/1000	1/5000
9. Смещения опорных болтов в плане, располо- женных:		
внутри контура опоры	± 5	± 1
вне контура опоры	± 10	± 2
10. Отклонение отметки вертикального торца ан- керного болта	± 20	± 4
11. Отклонение оси колонны от разбивочной оси в нижнем сечении	± 5	± 1
в верхнем сечении при высоте колонны:		
до 8 м	± 20	± 4
8-16 м	± 25	± 5
свыше 16 м	0,001H	± 7

1	2	3
12. Отклонение отметки вертикального торца анкерного болта	± 20	± 4
13. Отклонение оси колонны от разбивочной оси в нижнем сечении	± 5	± 1
в верхнем сечении при высоте колонны:		
до 8 м	± 20	± 4
8–16 м	± 25	± 5
свыше 16 м	0,001H	± 7
14. Боковое отклонение стеновой панели и блоков:		
в нижнем сечении	± 5	± 1
в верхнем сечении	± 10	± 2
15. Разность отметок поверхности покрытия:		
в пределах этажа	± 20	± 4
на комнату	± 10	± 2
16. Подкрановые балки:		
смещение продольной оси балки с разбивочной оси	± 5	± 1
отклонение по высоте консолей на двух соседних колоннах вдоль ряда и в пролете	± 15	± 4
17. Подкрановые рельсы (по головке):		
разность отметок на соседних опорах ряда	± 15	± 4
разность отметок на опорах в пролете	± 20	± 4
отклонение в расстоянии между рельсами	± 10	± 2
отклонение рельса от прямой линии на участке длиной 40 м (мостовые краны)	± 15	± 4
18. Плановая и высотная разбивка:		
типового оборудования		$\pm(1-3)$
прецизионного оборудования и направляющих конструкций		$\pm(0,2-1)$
уникального оборудования		$\pm(0,05-0,2)$

Следует контролировать геометрическую точность установки и изготовления в первую очередь тех элементов, узлов и конструкций, от положения которых зависят их несущие и ограждающие характеристики, а также точность монтажа (укладки) конструкции на последующих этапах работы.

Если оси элементов сборных конструкций не совпадают с разбивочными осями здания, сооружения, (т.е. плановая привязка осей конструкций к разбивочным осям отлична от нуля), то контролю подлежат наружные грани, торцы, плоскости этих элементов с учетом их расстояния от осей элементов.

Геодезический контроль положения отдельных конструкций зданий и сооружений в плане осуществляют, как правило, непосредственными измерениями расстояний от разбивочных осей между установочных или монтажных рисок до граней (плоскостей) монтируемых деталей, применяя эталонированные мерные приборы или специальные шаблоны.

Контроль точности производства земляных работ при благоустройстве, вертикальной планировке, устройстве корыт под полотно дорог, траншей, котлованов, насыпей и т.п. следует осуществлять как в плане, так и по высоте.

5.2. Геодезическое обеспечение работ нулевого цикла

Геодезические работы при устройстве котлована. Контур верхней и нижней бровок котлована выносят на местность относительно главных осей здания или сооружения. Линию нулевых работ (верхнюю бровку котлована обозначают кольями. В процессе рытья котлована определяют его текущую глубину и следят, чтобы не было углублений ниже проектной отметки. Нижний контур котлована должен соответствовать проектному. После окончания рытья в дно котлована закладывают временные реперы из расчета, чтобы высотная разбивка фундаментов производилась от двух реперов при длине визирного луча не более 75 м. Затем определяют отметки временных реперов нивелирным ходом от рабочих реперов стройплощадки.

В процессе зачистки основания **контролируют точность высотной подготовки основания под фундаменты.** Проектную поверхность основания (песчаной подушки) обозначают кольшками К, выставленными на проектную отметку $H_{\text{пр}}$ (рис. 5.1, а) относительно горизонтального луча нивелира. Сначала берут отсчет a по рейке, поставленной на репер Рп. 1, затем вычисляют горизонт прибора ГП (отметку горизонтального луча нивелира)

$$\text{ГП} = H_{\text{Рп}} + a. \quad (5.2)$$

Значение ГП определяют относительно двух реперов, допустимое расхождение величин ГП составляет 2–3 мм. Вычисляют среднее значение $\text{ГП}_{\text{ср}}$.

При обозначении верхним обрезом кольев проектной поверхности отсчет b по рейке, поставленной на кол К, должен равняться

$$b = \text{ГП}_{\text{ср}} - H_{\text{пр}}. \quad (5.3)$$

Кол забивают или обрезают для обозначения проектной отметки его торцом.

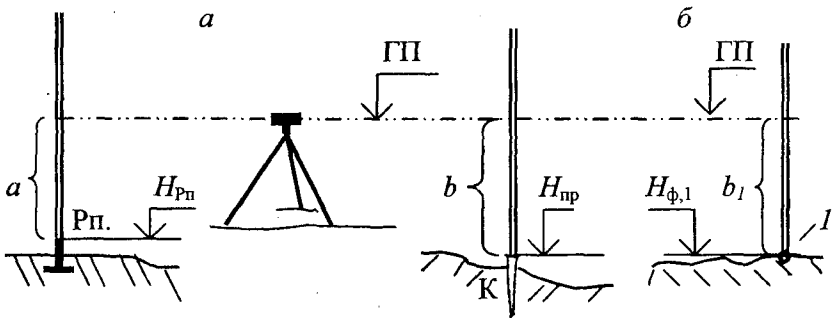


Рис. 5.1. Нивелирование земляного основания под фундаменты: *а* – выставление верхнего обреза кольешка на проектную отметку; *б* – контроль проектной отметки основания; Рп. – временный репер; К – кол; *l* – контрольная точка основания

Контроль высоты песчаной подушки после ее подсыпки производят геометрическим (рис. 5.1, *б*) или тригонометрическим нивелированием (электронным тахеометром). При геометрическом нивелировании фактическую отметку контролируемой точки вычисляют по формуле

$$H_{\text{ф},1} = \text{ГП}_{\text{ср}} - b_1, \quad (5.4)$$

где $\text{ГП}_{\text{ср}}$ – горизонт прибора, найденный с контролем от двух реперов; b_1 – отсчет по черной стороне рейки, поставленной на контролируемую точку *l* основания.

Отклонение фактической отметки от проектной $\Delta H = H_{\text{ф}} - H_{\text{пр}}$ сравнивают с допустимым отклонением по соответствующему СНиПу или БНБ (см также табл. 5.1). Например допустимое отклонение поверхности подготовленного основания в котловане равно минус 10 мм, а допустимое отклонение верхней опорной поверхности фундаментов для гражданских зданий $\Delta H_{\text{доп}} = \pm 10$ мм.

Обозначение осей для строительства ленточных фундаментов. На дно котлована переносят точки пересечения основных осей: для крупных сооружений – с помощью теодолита, а для объектов длиной до 100–140 м – посредством проволок, закрепленных на обноске, и отвесов.

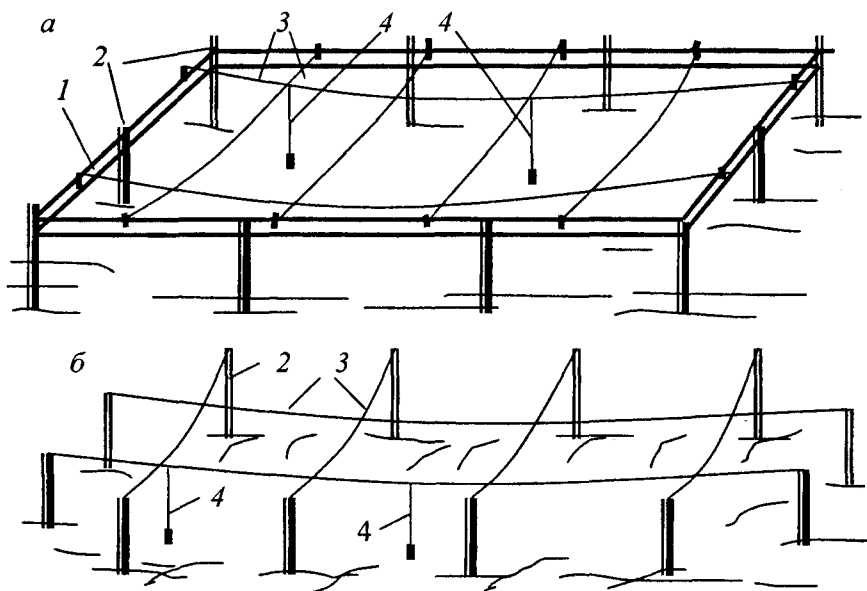


Рис. 5.2. Обноска: а – сплошная; б – створная; 1 – доска; 2 – столб; 3 – осевые проволоки; 4 – отвесы

Сплошную обноску (рис. 5.2, а) строят в виде горизонтальных досок, закрепленных на столбах. Створную обноску (рис. 5.2, б) устраивают в виде пар столбов, зарытых в створе закрепляемых осей. На обноску выносят основные оси при помощи теодолита от-

носителю знаков закрепления внешней геодезической основы здания. Точки промежуточных осей находят при помощи рулетки.

Все точки закрепляют гвоздями. Для монтажа фундаментов на гвоздях подвешивают проволоки, представляющие соответствующие оси. Для проецирования осей на дно котлована к проволокам подвешивают отвесы.

Подготовка фундаментных блоков к монтажу включает нанесение на них краской осевых рисок 2 (рис. 5.3). На подготовленное основание устанавливают угловые фундаментные блоки, совмещая

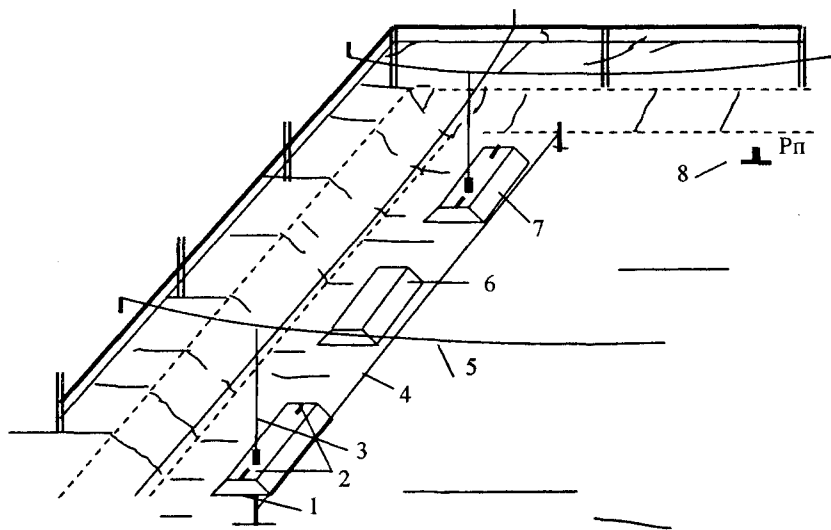


Рис. 5.3. Монтаж блоков ленточного фундамента:

- 1, 7 – крайние фундаментные блоки; 2 – осевые риски; 3 – отвес;
- 4 – проволока-причалка; 5 – осевая проволока; 6 – промежуточный фундаментный блок; 8 – временный репер на дне котлована

осевые риски с соответствующими осями здания. Допустимое отклонение риски от оси равно ± 10 мм. Через 10–20 м по рискам устанавливают маячные блоки. Вдоль угловых и маячных блоков натягивают проволоку-причалку для монтажа промежуточных блоков.

После монтажа фундаментных блоков делают исполнительную съемку. С помощью теодолита и нивелира определяют фактические отклонения блоков от проектного положения в плане и по высоте.

Разбивку при монтаже сборных фундаментов под колонны и оборудование выполняют после изготовления гравийной или песчаной подушки, выведенной на проектную отметку с допустимой погрешностью -10 мм.

Оси фундаментов переносят в котлован на устойчивые временные знаки (колья, стержни, скобы и др.).

На фундаментные блоки наносят риски 2 (рис. 5.4) для совмещения блоков с осями фундаментов и для монтажа стакана, после чего фундаменты собирают в котловане, выдерживая допуски на отклонения рисок от разбивочных осей ± 13 мм.

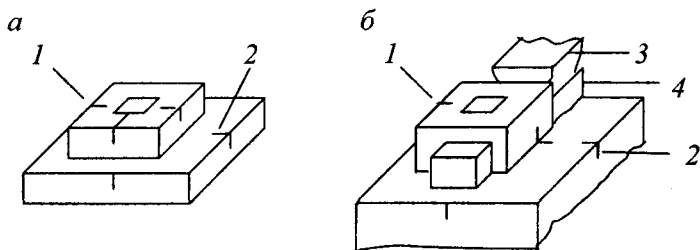


Рис. 5.4. Фундаменты стаканного типа и монтажные риски:

1 – риски напротив середины сторон отверстия стакана; 2 – риски на середине сторон фундаментного блока; 3 – фундаментная балка; 4 – столбик

Исполнительная съемка заключается в проверке при помощи теодолита боковых отклонений фундаментных блоков от продольных и поперечных осей. Эти оси проецируют на блоки способом вертикальной плоскости и каждую отмечают двумя рисками стойкой краской. Измеряют расстояния от осей до стенок стакана или до закладных деталей и анкерных болтов. Нивелиром определяют фактические отметки дна стакана, поверхности закладных деталей, торцов анкерных болтов.

Контроль точности положения фундаментов. В плане проверяют расстояния от разбивочных осей до осей фундаментов, расстояния между фундаментами, от осей до точек пересечения несущих стен, оснований закладных деталей и анкерных болтов и контролируют не менее 5% от общего объема устанавливаемых фундаментов по данной захватке (очереди) работ.

В высотном отношении проверяют одну отметку со 100 м² проверяемого участка.

Контроль вертикальности конструкций фундаментов производят при высоте элементов или рядов однотипных элементов более 1 м (если иные требования специально не оговорены в проектной документации) рейкой с отвесом или уровнем (рис. 5.5).

Геодезический контроль точности устройства земляных поверхностей. При вертикальной планировке территории, благоустройстве, подготовке коры под дорожное покрытие, траншей под трубопроводы, котлованов, насыпей и др. земляных поверхностей геодезический контроль точности земляных работ следует осуществлять как в плане, так и по высоте.

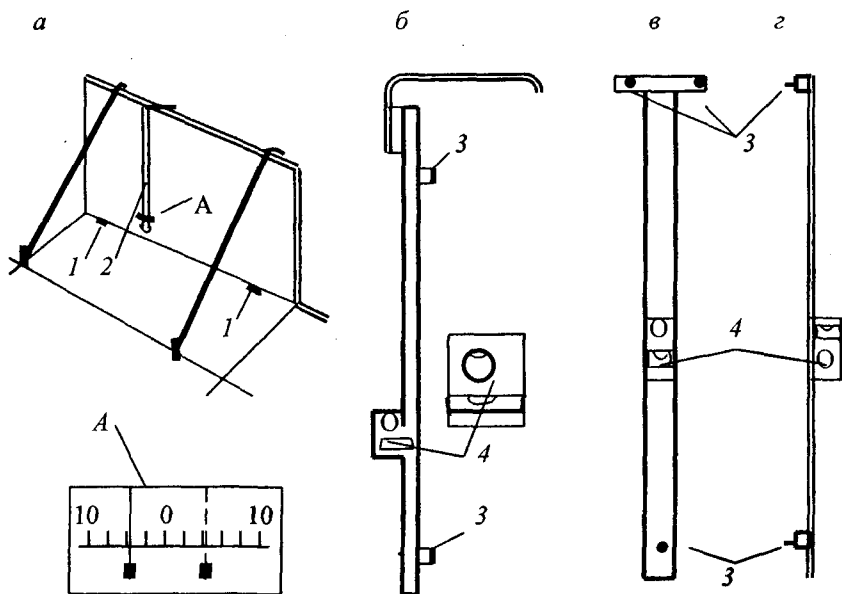


Рис. 5.5. Контроль вертикальности стены и устройства для контроля:
 а – схема контроля рейкой с нитяным отвесом (А – шкала нитяного отвеса);
 механические отвесы с пузырьковыми уровнями: б – подвесной; в, з – накладной
 (в – вид в плоскости стены; з – вид в профиль); 1 – монтажная риска; 2 – рейка
 с нитяным отвесом; 3 – упор; 4 – блок уровней

Вертикальный контроль земляных оснований под фундаменты должен быть сплошным.

Точность контрольных измерений должна быть равна точности разбивочных работ и соответствовать требованиям точности соответствующих строительных норм (см. табл. 4.1, п. 4).

5.3. Обеспечение геометрической точности строительства надфундаментных частей зданий и сооружений

Контроль точности устройства надземных частей зданий или сооружений осуществляют в плане и по высоте. В плане измеряют расстояния между смонтированными элементами, затем полученные результаты сравнивают со значениями проектных привязок и расстояний между осями и вычисляют допущенные отклонения.

5.3.1. Разметка колонн, их рихтовка при установке

До начала монтажа металлических колонн на анкерные болты фундаментов, выше опорных плит, наносят черту, обозначающую проектную отметку. От отметки откладывают вдоль вертикали проектные расстояния до опорных плит колонн и отмечают их рисками, по которым затем ведут рихтовку опор под колонны.

Разметка колонн. Для удобства последующей высотной рихтовки колонны на нее наносят высотную метку на определенном расстоянии от закладных планок на консолях в сторону пяты. Меткой отмечают расстояние 1 или 2 м от пяты колонны с точностью 1-2 мм. На боковой грани каждой колонны это целое число метров маркируют горизонтальной чертой при помощи стойкой краски.

Сразу после установки колонны в стакан до замоноличивания проверяют ее положение по высоте, для этого нивелируют замаркированные метки (при этом отпадает необходимость нивелировать опорные поверхности консолей). При необходимости выполняют высотную рихтовку колонн.

Если высоты колонн различны, то величины, откладываемые для их маркировки, также принимают разными с таким расчетом, чтобы была возможность при неизменном горизонте прибора нивелировать все маркированные риски после установки колонн в стаканы. Невысокие колонны (до 5-6 м) можно не маркировать, а нивелирные рейки следует подвешивать на контролируемых консолях.

Для этого рейку закрепляют на деревянном стержне, к верхнему концу которого присоединена опора в виде уголка.

Контроль установки колонн в плане и по вертикали. При выверке поставленных колонн определяют: смещение колонн в нижнем сечении относительно разбивочных осей; отклонения осей колонн от вертикали; высотное положение колонн.

В зависимости от высоты колонн выбирают технические средства для их установки по вертикали. Вертикальность колонн высотой до 3 м проверяют отвесом, свыше 3 м — теодолитом или лазерным прибором.

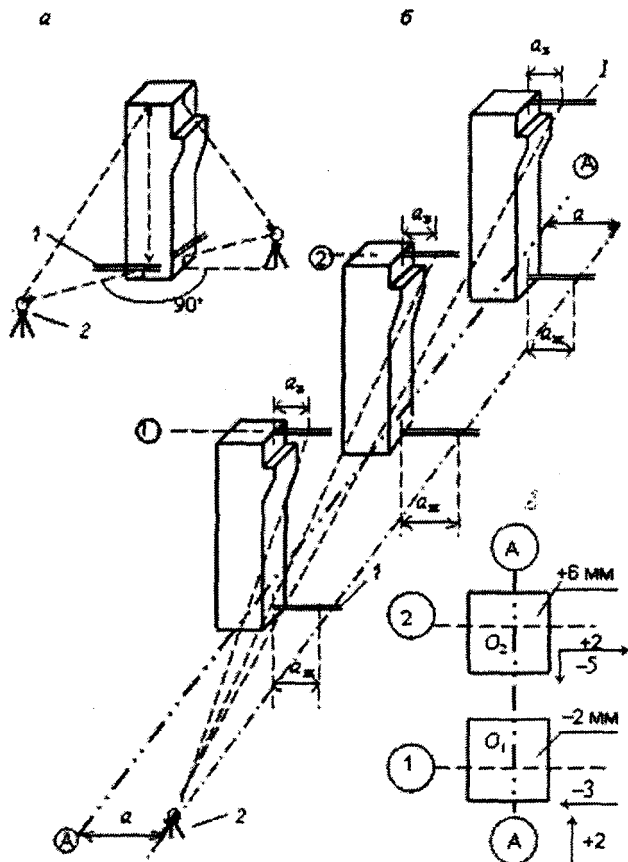


Рис. 5.6. Выверка вертикальности колонн теодолитом:

a — в двух плоскостях; *б* — относительно продольного створа;
в — исполнительная схема верхнего торца колонн; (1 — рейка; 2 — теодолит)

Выверка вертикальности колонн высотой свыше 3 м. При контроле монтажа колонн лазерными приборами применяют насадки вертикального визирования и дополнительные приспособления для крепления экрана (палетки). В случае применения теодолита вертикальность ряда колонн проверяют боковым нивелированием.

Теодолит устанавливают над линией, параллельной разбивочной оси колонн (рис. 5.6), и смещенной от нее на произвольное расстояние a (не более 1000 мм) так, чтобы визирный луч выходил за ребро колонны не менее чем на 100 мм. На противоположном конце ряда колонн с осью ряда совмещают пятку нивелирной рейки, обращенной делениями к теодолиту (рейка устанавливается горизонтально и перпендикулярно оси ряда).

Вертикальную нить сетки трубы наводят на деление рейки, равное величине смещения визирного луча с оси ряда, фиксируют полученную ориентацию теодолита и приступают к проверке каждой колонны. Начиная с последней в ряду колонны, речник, удерживая рейку горизонтально, поочередно прижимает ее пятку к грани каждой колонны, а относительно вертикальной нити трубы наблюдатель берет отсчет по шкале рейки. В результате этих измерений получают величины смещения низа колонн с оси ряда и величину горизонтального отклонения (крена) оголовка колонн, которая определяется как разность отсчетов по рейке по низу и по верху.

5.3.2. Передача отметки на монтажный горизонт

Отметки на монтажный горизонт следует передавать только от марок и реперов высотной основы, заложенной на исходном горизонте.

На монтажном горизонте должно быть не менее двух рабочих реперов. Рабочими реперами служат закладные детали в смонтированных конструкциях, дюбели, горизонтальные окрашенные риски на арматуре, конструкциях.

При передаче отметок с исходного горизонта на монтажный отметки исходного горизонта принимаются неизменными, независимо от осадки основания.

На каждый репер монтажного горизонта отметки передают отдельно от реперов исходного горизонта. Точность передачи контролируется сравнением разности полученных отметок реперов монтажного горизонта с измеренным нивелиром превышением между

ними. Расхождение допускается до 2-3 мм или до величины, установленной ППГР. Соответственно принятому допуску выбирается способ передачи отметки.

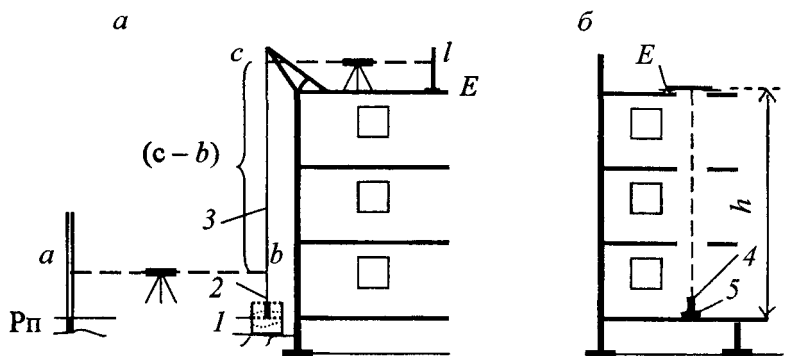


Рис. 5.7. Передача отметки на репер E монтажного горизонта:
 a – через подвешенную металлическую рулетку; b – лазерной рулеткой;
 1 – емкость с вязкой жидкостью; 2 – груз; 3 – рулетка; 4 – прибор «лазерная рулетка»; 5 – высотный знак

Передача отметок возможна либо непосредственным измерением превышения рулеткой вдоль вертикально установленных конструкций от репера на исходном горизонте до знака на монтажном горизонте, либо методом геометрического нивелирования с помощью двух нивелиров и подвешенной рулетки, или же с помощью светодальномера (лазерной рулетки).

В случае применения подвешенной рулетки с грузом и двух нивелиров (рис. 5.7, a) отметку временного репера E на монтажном горизонте вычисляют по формуле

$$H_E = H_{P_n} + a + (c - b) - l, \quad (5.4)$$

где H_{P_n} – отметка рабочего репера; a , c , b и l – отсчеты по шкалам рейки на репере P_n , рулетки и рейки на репере E монтажного горизонта.

В рабочую длину рулетки (ее отрезок $c - b$ между двумя горизонтами нивелиров) вводят поправки на компарирование (Δ_K), растяжение (Δ_P), и температурную (Δ_t).

Поправка на растяжение рулетки от груза, подвешенного к ней, определяется по формуле:

$$\Delta_p = Q \cdot l / E \cdot F. \quad (5.5)$$

Поправка температурная определяется по формуле:

$$\Delta t = \alpha (t - t_0) l. \quad (5.6)$$

где Q – масса груза, кг;

l – длина рулетки между горизонтами двух нивелиров, м;

E – модуль упругости, кг/см² (для стали $E = 2 \cdot 10^6$);

F – площадь поперечного сечения рулетки, см².

α – коэффициент температурной деформации рулетки на 1°С (для стали $\alpha = 0,0000125$; для нержавеющей стали $\alpha = 0,0000205$);

t и t_0 – соответственно температура рулетки в процессе измерений и компарирования.

Определение превышения по вертикальному лучу лазерной рулетки, производят сквозь геодезические отверстия, предусмотренные ППГР (рис. 5.7, б). Схема измерений должна быть геометрически несложной. Например на исходном горизонте на высотный знак 5 ставят одной точкой пластину с двумя подъемными винтами. Подставку горизантируют по уровню, на нее устанавливают лазерную рулетку, оснащенную соответствующей арматурой для приведения лазерного пучка к отвесному направлению. На высотный знак E монтажного горизонта аналогично опирают вторую пластину, нижняя поверхность которой должна быть светоотражающей или снабжена маркой-светоотражателем. Лазерной рулеткой измеряют вертикальное расстояние h_p с погрешностью около 2 – 3 мм, а искомое превышение h вычисляется по формуле (5.7):

$$h = h_p + \Delta_{\Pi} + \Delta_0 + \Delta_M, \quad (5.7)$$

где Δ_{Π} – поправка на толщину пластины 1;

Δ_0 – поправка на место нуля дальномера;

Δ_M – поправка на толщину отражающей марки.

Превышение h следует определить не менее двух раз с переустановкой приспособлений для измерения.

Разность отметок реперов монтажного горизонта и измеренного нивелиром превышения между ними допускается до 3 – 4 мм.

5.3.3. Передача основных осей на монтажный горизонт

На стадии возведения конструкций нулевого цикла, когда еще существует оптическая видимость между знаками внешней геодезической основы здания, выполняют работы по закреплению основных осей на конструкциях. Схемы закрепления пунктов разбивочной основы зданий и методы разбивочных работ могут различаться в зависимости от высоты объекта. Например, для зданий высотой до 50 м передачу осей на монтажные горизонты производят методом вертикальной плоскости при помощи теодолита относительно осевых пунктов, расположенных вне контура здания. Для возведения зданий и сооружений высотой свыше 50 м осевые точки проецируют на монтажный горизонт вертикальным лучом относительно пунктов внутренней геодезической разбивочной основы, расположенных внутри контура здания.

Проецирование осей на монтажный горизонт методом вертикальной плоскости. Теодолит устанавливают над пунктом I закрепления оси AA (рис. 5.8, а), вертикальный штрих зрительной трубы наводят на визирную цель (стержень, марку), центрированную над пунктом IV, затем зрительную трубу вращают вокруг ее горизонтальной оси (визирный луч вращают в вертикальной плоскости) и визируют на конструкцию, на ней отмечают осевую риску A_1 . Аналогично относительно пункта V линии V–VIII выносят риску B_1 , а на противоположном торце здания – соответствующие им осевые риски. Их закрепляют стойкой краской.

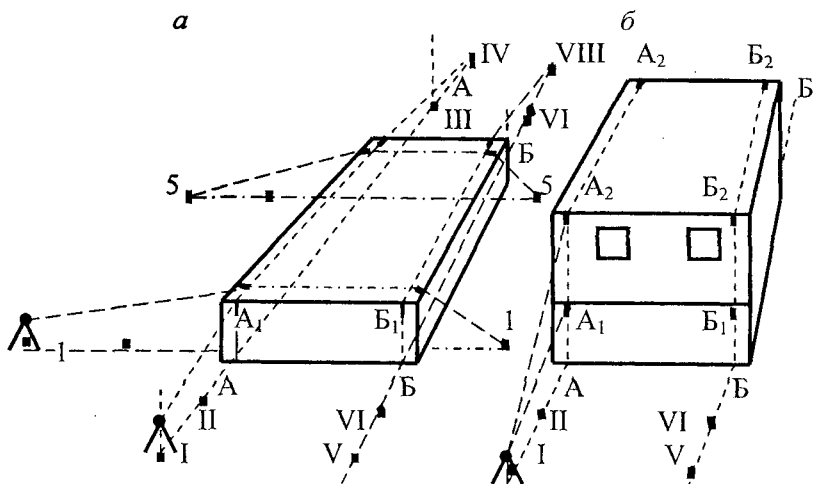


Рис. 5.8. Проецирование основных осей на монтажный горизонт методом вертикальной плоскости:

- a* – способ створа и закрепление осевых меток A_1 , B_1 на цоколе;
б – проецирование осевых точек A_2 , B_2 на монтажный горизонт;
 I, II, III, IV, ... VI – внешние пункты продольных основных осей;
 1–1, 5–5 – основные поперечные оси

В дальнейшем осевые риски A_2 , B_2 , ... выносят на монтажный горизонт методом вертикальной плоскости при помощи теодолита относительно осевых линий $I-A_1$, $V-B_1$ и т. д. Проецирование методом вертикальной плоскости разрешено до высоты 50–60 м.

Проецирование осей на монтажный горизонт вертикальным лучом. При возведении зданий высотой более 50–60 м его оси переносят на монтажный горизонт методом вертикального проецирования относительно опорных точек внутренней геодезической основы здания. Для реализации метода еще на стадии проектирования объекта определяют места закладки на исходном горизонте пунктов внутренней геодезической основы (пункты 1 и 5 на рис. 5.9) и соответствующих геодезических отверстий в междуэтажных перекрытиях. Опорные пункты закладывают после монтажа фундаментов в цокольной части здания со смещением относительно его основных осей (на рис. 5.9 для пункта 1 смещения равны b и c_1). Внутренняя геодезическая основа создается, когда еще существует оптическая видимость между пунктами внешней разбивочной сети здания.

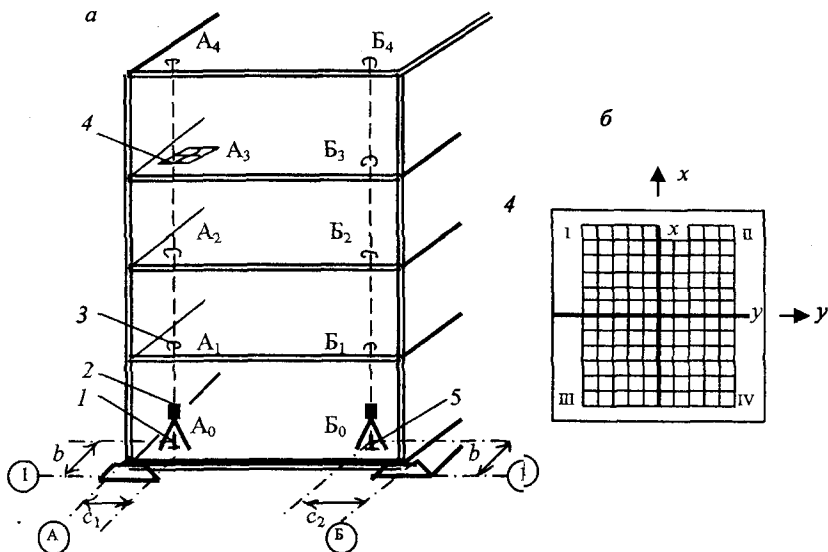


Рис. 5.9. Проецирование в зенит пунктов внутренней геодезической основы: *а* – схема проецирования; *б* – палетка; 1, 5 – пункты внутренней геодезической основы; 2 – зенит-прибор; 3 – геодезическое отверстие; 4 – палетка

В процессе возведения здания точки 1 и 5 проецируют с исходного горизонта на монтажный с помощью оптического или лазерного прибора, обеспечивающего вертикальный луч. К ним относятся оптический зенитный PZL-100 и лазерный зенит-прибор LV1 фирмы Sokkia, которые характеризуются точностью проецирования $\pm 5''$ или $\pm 2,4$ мм на 100 м высоты. Существуют и надир-приборы, которые предназначены для проецирования вниз, т. е. прибор размещают на монтажном горизонте и центрируют над опорным знаком исходного горизонта.

В комплект приборов входит экран-палетка в виде прямоугольной сетки квадратов, нанесенной на плоский лист полупрозрачного пластика (рис. 5.9, б). Размеры палетки могут быть от 20x20 см и больше. Размеры ячеек сетки квадратов 10x10 мм, к сетке должны быть даны подписи сантиметровых делений по ее осям x и y . Координатную сетку разделяют на четыре четверти. Каждую из четвертей нумеруют: I, II, III, IV.

Проект размещения пунктов внутренней геодезической основы является разделом ППР, причем местоположение пунктов определяется по согласованию с конструкторами здания с учетом возможности устройства в межэтажных перекрытиях геодезических отверстий для переноса копии геодезической основы с исходного горизонта на монтажный метод вертикального проецирования.

Положение отверстий должно быть указано на поэтажных строительных чертежах и строго выдержано в процессе строительства согласно проекту производства геодезических работ. Световому лучу не должно быть препятствий на любом этапе разбивочных работ и соответствующих исполнительных съемок т.е. разбивочные отверстия должны функционировать до исчезновения в них надобности.

5.3.4. Геодезическая подготовка на монтажном горизонте

Высотное положение конструкций на монтажном горизонте (панелей перекрытий, верхних торцов наружных и внутренних панелей, лестничных площадок; лифтовых шахт и др.) определяют геометрическим нивелированием. На монтажном горизонте (в пределах захватки монтажа или между температурно-деформационными швами) нивелируют все опорные площадки под установку последующих элементов. Пятку рейки устанавливают на четырех углах панелей перекрытий, на выступы наружных стеновых панелей, на верхний торец объемных элементов лифтовых шахт. За исходную точку нивелирования принимают один из рабочих реперов монтажного горизонта. В качестве рабочих реперов используют приваренные к закладным деталям плит перекрытий уголки, арматурные стержни. Их следует располагать таким образом, чтобы все захваты монтажного горизонта можно было привести нивелирными ходами к единой системе высот. Отсчеты по рейке, устанавливаемой на рабочий репер в начале и по завершении нивелирования, производят по черной и красной сторонам. Невязка превышений в нивелирном ходе на монтажном горизонте не должна быть более 5 мм.

Отметки высотных разбивочных точек монтажного горизонта должны определяться от рабочих реперов монтажного горизонта с погрешностью, не превышающей 2 мм (см. табл. 5.1).

Погрешность высотной установки двух соседних маяков допускается не более 2 мм, а в пределах одной секции (захватки) 3 мм.

Плановое местоположение лифтовых шахт определяют промерами от монтажных рисков или разбивочных осей. В процессе строительства шахты контролируют ее внутренние размеры и вертикальность ствола. Размеры диагоналей проверяют стальной рулеткой, вертикальность – с помощью отвеса, оптических центриров или лазерных приборов вертикального проецирования.

Для стропильных и подстропильных стальных ферм контроль прямолинейности их поясов выполняют относительно шнура или проволоки, натянутых между опорными узлами, вертикальность ферм проверяют при помощи отвеса.

Для контроля положения подвесных потолков применяют геометрическое нивелирование при помощи оптических или лазерных нивелиров и реек. Рейки в положении «нулем вниз» верхним концом прикладывают к поверхности потолка. По разности отсчетов определяют вертикальные отклонения контрольных точек потолка от его точки, принятой за начальную. При использовании лазерного нивелира с вращающимся в горизонтальной плоскости лучом прибор устанавливают на определенном уровне от подвесного потолка. Вращающийся световой пучок лазера оставляет постоянно видимую черту на шкале каждой вертикально поставленной рейки (линейки)), которыми пользуются все монтажники одновременно.

5.3.5. Геометрический контроль кладки каменных стен

Вертикальность кладки стен из кирпичей и блоков в пределах двух этажей рекомендуется проверять отвесом, а для более высоких стен следует применять прибор-отвес на блоке. От нити отвеса по перпендикуляру с помощью линейки определяются расстояния до стены. Измерения следует выполнять в наиболее характерных точках стены или через равные промежутки. Постоянство расстояний от нити отвеса до соответствующих частей стены здания отвечает вертикальности плоскости стены. Вертикальность поверхностей и точность углов кладки, горизонтальность ее рядов следует проверять не реже двух раз на 1 м высоты кладки.

По окончании кладки каждого этажа необходимо проверять соответствие полученного горизонта проектному геометрическим нивелированием через 5 – 6 м.

При возведении здания, сооружения в кирпичном исполнении проверяют толщину возводимых стен (шаблоном-рейкой с вырезом на толщину стены).

Горизонтальность рядов кладки контролируют порядовками, размеченными по толщине кирпича и растворного шва. Между порядовками натягивают шнур, который показывает линию кладки.

Контроль планового положения кладки стен следует осуществлять линейными измерениями от продольных и поперечных разбивочных осей здания.

5.4. Геодезический контроль монтажа оборудования

Для производства геодезического контроля монтажа оборудования необходима следующая документация:

- планы осей здания, фундаментов, расположения оборудования, конструкций;
- разрезы характерных частей фундаментов и оборудования;
- схема исполнительной съемки фундаментов под оборудование и других опорных поверхностей;
- схема разбивочной сети на опорных поверхностях.

Перед началом монтажа оборудования и конструкций на их грани, плоскости и сферические поверхности наносят установочные риски, фиксирующие геометрические оси, высоты и центры симметрий.

Контроль планового положения монтируемых элементов оборудования и конструкций осуществляют линейными промерами от плоскостей и осей монтируемых элементов до осей, нанесенных на фундаменте.

Контроль взаимного положения монтируемых элементов в плане осуществляется шаблонами, концевыми мерами, металлическими рулетками и теодолитами методом бокового нивелирования.

Горизонтальность плоскостей проверяют методом геометрического или гидростатического нивелирования с использованием существующих приборов или специальных контрольных уровней.

При монтаже большого количества сложного оборудования промышленных предприятий в проекте производства работ должны быть разделы, описывающие контроль монтажа оборудования.

5.5. Разбивки при монтаже подкрановых конструкций

Монтаж подкрановых балок подготавливают по материалам исполнительной съемки верха колонн, в которых указаны их отклонения относительно разбивочных осей и отклонения консолей от проектных отметок. Геометрические допуски на отклонения колонн в плане и по высоте приведены в табл. 5.1, п. 11.

Плановая подготовка монтажа подкрановых балок. На консолях торцевых (крайних) колонн цеха наносят риски оси подкрановых балок на проектном расстоянии от грани колонны с учетом поправки за фактическое поперечное отклонение колонны от продольной оси. Относительно рисков на торцевых консолях ось подкрановых балок можно вынести с помощью струны, теодолита или лазерного прибора. Требуемая точность разбивок указана в табл. 5.1, п. 14.

При разбивке оси подкрановых балок и оси рельсов относительно струны, ее подвешивают на скобах, укрепленных на противоположных стенах здания. На скобах насечками закрепляют разбивочную ось. На консоли ось переносят от струны с помощью отвеса.

Для разбивки оси подкрановых балок и оси рельсов с помощью теодолита или лазерного прибора, расположенного на монтажном горизонте, необходимо подготовить площадку для работы с прибором и обеспечить ее ограждением безопасности. Штатив или консоль под прибором должны опираться на специальные устойчивые конструкции площадки. Прибор центрируют над разбивочной осью. Визирный или лазерный луч направляют на знак закрепления оси в противоположном торце здания. На консоли колонн ось проецируют наклонным лучом при двух положениях вертикального круга теодолита.

Высотная подготовка. Толщину подкладок (металлических пластин) под балки на консолях вычисляют относительно наивысшей отметки одной из консолей (начальной отметки H_n). Толщина подкладки равна «наивысшая отметка минус отметка данной консоли» или разности наибольшего положительного высотного отклонения консоли (принимаемой за точку начала высот) и высотного отклонения данной консоли (если на рис. 5.6, в отклонения по высоте определять относительно консоли с адресом А-2, то на консоли А-1 толщина подкладки составит 8 мм).

Выверка планового и высотного положения подкрановых балок проводится после их монтажа и временного закрепления.

Допустимые отклонения балок указаны в табл. 5.1. Применяют различные методы выверки: относительно струны или вертикальной плоскости, задаваемой при помощи теодолита и рейки (см. рис. 5.6, а) или же лазерного визира, электронного тахеометра.

Измеряют расстояния в пролете между осевыми рисками балок параллельных осей с помощью компарированной металлической рулетки или лазерной рулетки. Ленту натягивают силой 98Н. Если лента провисает на длине l , большей 15–20 м, то в измеряемое расстояние d вводят поправку на провисание

$$\Delta l_{\text{п}} = -8 f^2 / 3l, \quad (5.8)$$

где f – стрела провисания, ее величину следует определить экспериментально для данной рулетки при различных l .

Отклонение балок по высоте относительно горизонтальной плоскости, проходящей через балку с наибольшей высотой, измеряют геометрическим нивелированием.

При недопустимых отклонениях балки рихтуют в плане и на высоте и окончательно закрепляют на консолях.

Исполнительная съемка подкрановых балок в плане производится относительно повторно вынесенной ее продольной оси, а по высоте – нивелированием поверхности балок в местах опирания на консоли.

Геодезический контроль при монтаже рельсового пути. Требования к геометрической точности монтажа подкрановых путей приведены в табл. 5.1. п. 15. Ось рельсовой нитки выносят с помощью геодезического прибора на опорную поверхность балки со смещением на половину ширины основания рельса. Рельсы укладывают по рискам смещенной оси и временно закрепляют. Прямолинейность рельсов проверяют как показано на схеме рис. 5.6, а для низа колонн. Но при выверке рельсов прибор можно центрировать над осью нитки в начальной ее точке. В противоположном конце рельса устанавливают в постоянное горизонтальное положение отрезок нивелирной рейки, нуль которой совмещают с осью нитки и кладут на рельс. Визирный луч теодолита ориентируют по нулевому делению. Затем такую же (переносную) рейку устанавливают напротив каждой колонны и наклонным лучом теодолита по шкале переносной рейки определяют величины горизонтальных отклонений рельсов от створа.

Относительно горизонтального луча нивелира или лазерного пучка с помощью нивелирной рейки проверяют отклонение рельса от горизонтальной плоскости в точках напротив колонн и в пролете.

При необходимости рельсовую нитку рихтуют. Горизонтальность рельса обеспечивают подкладкой под него стальных пластин.

Плановое положение второй нитки рельсов и соблюдение проектного расстояния между обоими рельсами проверяются линейными промерами от первой нитки. По результатам промеров рихтуют вторую нитку в плане. Относительно горизонтального луча нивелира рельсы рихтуют по высоте.

Исполнительную съемку подкрановых путей производят по головкам рельсов после пробной прогонки мостового крана.

5.6. Контроль точности возведения сооружений в скользящей опалубке

Контроль точности сборки скользящей опалубки. Перед монтажом сборной опалубки контролируют размеры ее отдельных элементов. Отклонения от проектных размеров опалубки не должны превышать значений, приведенный в СНиП 3.03.01-87.

Монтаж опалубки производится предварительно собранными крупноразмерными блоками (коробами). Короба устанавливают горизонтально на подкладках так, чтобы низ щитов был на 2-3 см выше самой высокой отметки фундамента. Наивысшую отметку получают из предварительного нивелирования фундаментной плиты.

В процессе монтажа опалубки контролируется смещение установочных осей опалубки относительно разбивочных осей, нанесенных на фундаментальной плите (см. табл. 5.1, п. 6, 7).

Контроль смещения производится с помощью теодолита или лазерного геодезического прибора методом створов.

В процессе монтажа проверяют высотные отметки и горизонтальность кружал при помощи нивелира или лазерного прибора, задающего горизонтальную плоскость. Рейку устанавливают в местах крепления кружал. Негоризонтальность кружал устраняют при помощи подкладок. Отклонение верхних и нижних кружал относительно вертикальной плоскости проверяют отвесом и устраняют во время сборки.

В процессе установки щитов проверяют величину конусности опалубки при помощи рейки-отвеса, на нижнюю часть которой на-

несена миллиметровая шкала. Регулировка конусности производится с помощью прокладок.

После монтажа щитов опалубки на них устанавливают и закрепляют домкратные рамы, выдерживая вертикальность рам и места их посадки. Контроль установки производится с помощью отвеса и теодолита. После установки домкратных рам еще раз проверяют конусность щитов опалубки и расстояние между рамами. Проверку конусности выполняют около домкратных рам, а на круглых формах конусность проверяют и между рамами.

Контроль за движением и деформациями скользящей опалубки. *Контроль вертикальности движения* скользящей опалубки осуществляют с помощью механических отвесов, зенит-прибора (оптического или лазерного) и (или) теодолита.

При контроле вертикальности подъема механическими отвесами по периметру на корпусе опалубки жестко укрепляют кронштейны с блоками. Через блоки пропускают трос или струну с подвешенным грузом массой 8-10 кг. Для гашения возникающих колебаний под груз помещают сосуд с вязкой жидкостью. По мере подъема опалубки трос должен удлиняться, разматываясь с барабана.

Для контроля горизонтальных отклонений скользящей опалубки на исходном горизонте в стене укрепляют кронштейн с прямоугольной рамкой. Стороны рамки должны быть параллельны стенам здания. В рамке установлены две подвижные планки с оцифрованными шкалами для измерения прямоугольных координат нити отвеса. По изменениям координат получают величины отклонения опалубки (возводимой стены) от вертикали.

Контроль вертикальности движения опалубки с помощью механических отвесов трудоемок. Точность такого способа составляет 10 мм на 20 м высоты.

Контроль вертикальности подъема при помощи теодолита выполняют относительно пунктов, закрепляющих направления, перпендикулярные к плоскости стены. До начала возведения здания на щиты опалубки наносят визирные марки (риски), а на уровне исходного горизонта на возведенном участке стены укрепляют отсчетные шкалы (линейки). При помощи теодолита совмещают ноль шкалы с риской на опалубке в общей вертикальной плоскости. Затем по мере подъема опалубки теодолитом проецируют риску на шкалу при двух положениях вертикального круга. Средний отсчет

по шкале показывает величину отклонения опалубки от вертикали в направлении, перпендикулярном линии теодолит-шкала. В зависимости от знака отсчета судят о направлении отклонения.

Контроль вертикальности подъема опалубки с помощью зенит-приборов. До начала бетонирования и подъема опалубки на исходном горизонте закладывают контрольные знаки. При прямоугольной форме здания знаки располагают по его углам, при круглой – внутри опалубки, используя при этом технологические отверстия (лифтовые шахты, мусоропроводы и т.д.). Во всех случаях знаки закладывают с учетом удобства работы и свободного доступа к прибору.

На жесткой раме опалубки устанавливают кронштейны, на которых крепят визирные палетки (см. рис. 5.9, б). Палетку крепят таким образом, чтобы ее центр совпал с вертикальной осью контрольного знака. Палетку ориентируют так, чтобы ее оси были параллельны осям сооружения. При необходимости палетку снабжают подсветкой.

Оптическим зенит-прибором вертикальность движения опалубки контролируют в следующем порядке:

– прибор центрируют над контрольным знаком и приводят в рабочее положение, визируют на палетку;

– при четырех ориентациях прибора (0° , 90° , 180° , 270°) относительно горизонтальной линии визирной сетки выполняют четыре отсчета по координатной сетке палетки; отсчету придают знак плюс или минус, в зависимости от того, в какую четверть палетки проецируется центр визирной сетки;

– по измеренным координатам получают положение проекции контрольного знака на палетке как среднее значение координат из четырех измерений.

Направление сдвига опалубки определяют на палетке по отклонению центра проекции от начала координат.

Лазерным зенит-прибором вертикальность движения опалубки выполняют тоже при четырех ориентациях прибора, координаты центра лазерного пятна на палетке отсчитывают по ее сетке.

Контроль вертикальности движения опалубки производят через каждые 1-3 м подъема. После каждого измерения вертикальности движения составляют исполнительную схему, на которую наносят векторы планового смещения опалубки.

Согласно требованиям СНиП 3.03.01-87 для стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, при отсутствии

промежуточных перекрытий допускается отклонение от вертикали на $1/500$ высоты сооружения, но не более 100 мм, а при наличии промежуточных перекрытий на $1/1000$ высоты сооружения, но не более 50 мм.

Контроль горизонтальности рабочего пола опалубки осуществляют при помощи оптического или лазерного нивелира. В процессе нивелирования рейку устанавливают на траверсы домкратов. Отклонения домкратов по высоте определяют относительно одного из них, отметку которого принимают за условный нуль.

Домкраты для нивелирования выбирают с таким расчетом, чтобы они равномерно располагались по всему рабочему полу и давали наиболее достоверную картину его наклона.

Устранение отклонений рабочего пола от горизонтальной плоскости производят последовательным отключением движения домкратов, имеющих превышения относительно условного нуля со знаком плюс, до тех пор, пока домкраты, имеющие превышения относительно условного нуля со знаком минус, не достигнут условного горизонта. Контроль горизонтальности рабочего пола выполняют ежедневно, но не реже, чем через 1-3 м высоты подъема.

Контроль деформаций опалубки в процессе ее подъема включает: измерения длины сторон и диагоналей каждой ячейки, расстояний между щитами, конусности, а также общих габаритов опалубки. Повторными измерениями контролируют точность определения деформаций опалубки, ее габаритов.

Контрольные измерения производят при помощи металлической компарированной рулетки сразу после окончания контроля за вертикальностью подъема опалубки.

Точность измерений при контроле скользящей опалубки должна соответствовать точности детальных разбивочных работ для монтажа строительных конструкций (см. табл. 5.1).

5.7. Контроль точности монтажа оболочек

Для контроля монтажа сборных элементов оболочек создают внутреннюю разбивочную сеть. На рис. 5.10 такая сеть представлена пунктами T_1, T_2, \dots , заложенными на нулевой отметке. Над этими пунктами устанавливают теодолит или электронный тахеометр.

В случае применения электронного тахеометра, угловая точность которого должна быть не хуже $5''$, линейная – 2–3 мм, открывается

возможность автоматизировать процессы геодезического обеспечения монтажа и исполнительных съемок колонн и несущих элементов оболочки. Для всех осевых и других контрольных точек вычисляют их пространственные прямоугольные координаты x , y и H .

Электронный тахеометр устанавливают над пунктом Θ_T (рис. 5.10) внутренней геодезической сети с известными координаты x_T , y_T и H_T в той же системе. Геодезический контроль ведут полярным способом. Контрольные точки обозначают светоотражательными элементами. Полярные координаты осевых и контрольных точек вычисляются автоматически, согласно меню программ электронного тахеометра (см. формулы (4.2) – (4.4)).

Контроль установки колонн в вертикальное положение с помощью теодолита выполняют методом бокового нивелирования (см. рис. 5.6, а), при котором специальные небольшие реечки прикладывают горизонтально к граням колонн при помощи облегченных шестов.

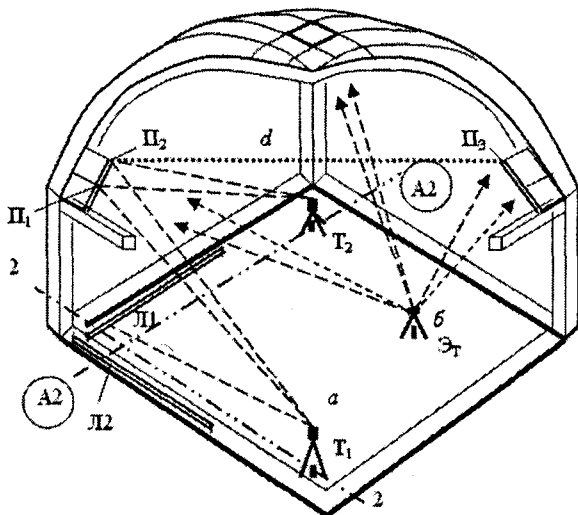


Рис. 5.10. Контрольно-монтажные измерения в процессе установки плит оболочки в проектное положение: a – теодолитом;

b – электронным тахеометром; T_1 , T_2 – пункты установки теодолита;

L_1 , L_2 – ленты с миллиметровой шкалой; Θ_T – пункт установки электронного тахеометра; $d = \Pi_2 - \Pi_3$ – измеряемое контрольное расстояние

Высотное положение колонн опорного контура оболочек контролируют геометрическим нивелированием с использованием подвешенной металлической ленты (рулетки) по схеме рис. 5.11.

Плановое положение сборных элементов оболочки определяют методом бокового нивелирования. Для этого на стороне плановой опорной сети с помощью специальных скоб закрепляют измерительную ленту. Одну из скоб снабжают динамометрическим устройством, позволяющим натягивать ленту с определенным натяжением 49, 98 и 148 Н (5, 10, 15 кгс). Установив теодолит в точке плановой сети Т1 (см. рис. 5.10), наводят вертикальную нить трубы на контрольную точку П1 предварительно установленной плиты, после чего наводят трубу теодолита вниз и делают отсчет вертикальной нитью на измерительной ленте Л1. Эту операцию выполняют при двух положениях вертикального круга теодолита. Погрешность установки плиты оболочки в проектное положение будет равна разности измеренных и проектных координат. Измерения одновременно выполняют двумя теодолитами, установленными в точках Т1 и Т2.

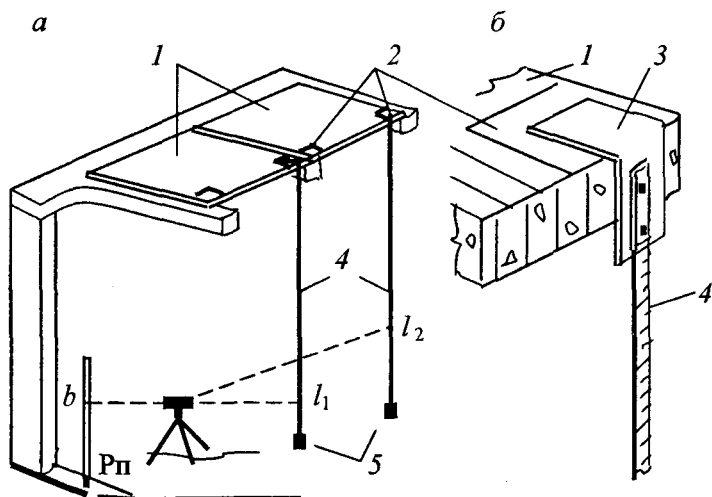


Рис.5.11. Определение положения плит по высоте:

a – схема нивелирования; *b* – схема подвеса ленты; 1 – плита; 2 – закладная деталь; 3 – упор; 4 – измерительная лента; 5 – груз

В случае недопустимых отклонений установку плиты корректируют, затем повторно проверяют положение плиты.

Сборные элементы оболочки первого ряда устанавливают по перенесенным на опорный контур разбивочным осям. Контроль точности монтажа элементов остальных рядов следует производить при помощи металлической рулетки с динамометром. При этом измеряют диагональные расстояния между плитами. На рис. 5.10 показано измеряемое диагональное расстояние d между $\Pi_2 - \Pi_3$. Если лента провисает на длине $l = 15-20$ м и большей, то в измеряемое расстояние d вводят поправку на провисание, рассчитанную по формуле (5.9).

Установку сборных элементов по высоте контролируют с помощью подвесной рулетки с грузом и нивелира (см. рис. 5.11). Контрольные точки симметрично монтируемых плит должны находиться в одной горизонтальной плоскости. Разница в отметках допускается до ± 5 мм.

6. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ

6.1. Общие положения

Исполнительные геодезические съемки выполняют организации, осуществляющие строительно-монтажные работы. При возведении особо сложных объектов съемки могут выполняться с привлечением специализированных организаций.

Места, точки, параметры, методы, порядок проведения и объем съемок устанавливают в соответствии с проектной документацией.

Объем исполнительных чертежей установлен требованиями СНБ 1.03.04-2000 и «Перечня основных документов, предъявляемых государственным комиссиям по приемке объектов строительства».

Права, обязанности и ответственность между организациями определены в «Положении о взаимоотношениях организаций генеральных подрядчиков с субподрядными организациями».

Исполнительной съемке при возведении зданий и сооружений подлежат: зазоры между элементами, длины поверхностей опирания монтируемых элементов на ранее уложенные, несоосность стыкуемых элементов, несовпадения поверхностей элементов и неперпендикулярность отвесно монтируемых элементов или их отклонения от проектных наклонов.

При исполнительной съемке следует проверять непосредственным измерением: расстояния между осями или гранями конструкций, зазоры (расстояния) между элементами, длины площадок опирания монтируемых элементов, несоосность элементов или несовпадение поверхностей, неперпендикулярность элементов, а также правильность положения закладных деталей.

Для составления исполнительных схем используют рабочие чертежи проектов. В составе проектов должны выпускаться дополнительные листы (планы этажей, коммуникаций, профили и т.п.), на которые наносят данные исполнительной съемки.

По результатам исполнительных съемок при необходимости выполняют оценку геометрической точности монтажа конструкций. В качестве характеристик точности применяют среднее арифметическое δ и квадратическое отклонение S малой или объединенной выборки, а при ограниченном количестве n измеренных отклонений — их размах R

$$\bar{\delta} = \sum_1^n \delta_i / n; \quad (6.1)$$

$$S = \sqrt{\sum \delta_i^2 / n - \bar{\delta}^2}; \quad (6.2)$$

$$R = \delta_{\max} - \delta_{\min}, \quad (6.3)$$

где δ_{\max} , δ_{\min} — измеренные минимальное и максимальное отклонения.

При распределении действительных отклонений, близких к нормальному, характеристики точности S оценивают по отношению к допуску Δ на следующее условие:

$$\Delta \geq 2tS, \quad (6.4)$$

где t — коэффициент, принимаемый в зависимости от значения приемочного уровня дефектности q . При $q = 0,25\%$ $t = 3$ и при $q = 0,65\%$ $t = 2,7$. Во всех остальных случаях измеренные отклонения сравнивают с допусками и допускаемыми отклонениями, предусмотренными в строительных нормах и правилах.

При объеме выборки равном 5-10 размах должен сопоставляться с величиной S с учетом выражения

$$R \leq AS, \quad (6.5)$$

где A — коэффициент, выбираемый по табл. 6.1.

Таблица 6.1

Объем мгновенной выборки	A	Объем мгновенной выборки	A
5	4,89	8	5,26
6	5,04	9	5,34
7	5,16	10	5,43

Необходимую точность результатов исполнительных съемок элементов конструкций рассчитывают формуле (6.4) и определяют по соответствующим ТНПА (см. табл. 3.1).

6.2. Исполнительные съемки оснований и фундаментов

Земляные сооружения и сборные фундаменты

Исполнительной съемке земляных сооружений подлежат в плане: бровки котлованов, насыпей, траншей, границы планировочных оформляющих плоскостей. Верхнюю и нижнюю бровки снимают при глубине выемок или высоте насыпей свыше 3 м. В остальных случаях допускается снимать только нижнюю бровку.

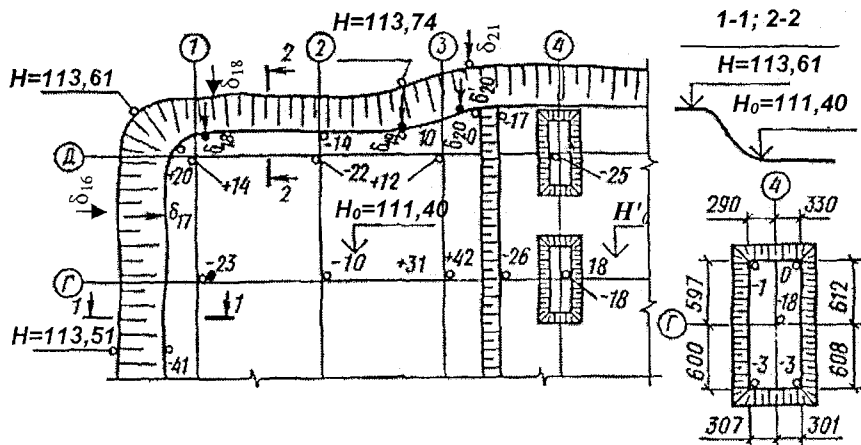


Рис. 6.1. Места исполнительной съемки котлована и примеры записи результатов. Размеры (кроме отметок) приведены в миллиметрах; -18 , -25 – отклонение отметки дна котлована от проектной; δ_{18} , δ_{19} – горизонтальные отклонения верхней и нижней бровок от проектного положения

Съемке по высоте подлежат контуры котлованов, перепады (изменения) отметок оснований под фундаменты, трубы и т.п.

Пример графического оформления результатов съемки котлована приведен на рис. 6.1.

Отклонения фактических отметок и размеров земляного сооружения от проектных сравнивают с допускаемыми величинами, приведенными в СНБ 5.01.01-99.

На первом этапе съемки определяют размеры (габариты) контура оснований и их привязки к осям, отметки оснований до их зачистки или подливки.

На втором этапе определяют упомянутые размеры и отметки после доведения их до проектных значений. Для технологического оборудования фундаменты устраивают с отметкой на 50-60 мм ниже проектной отметки опорной поверхности оборудования, поэтому исполнительную съемку первого этапа производят до подливки, а второго – после подливки основания бетоном.

Примеры графического оформления результатов съемок сборных фундаментов приведены на рис. 6.2 и 6.3.

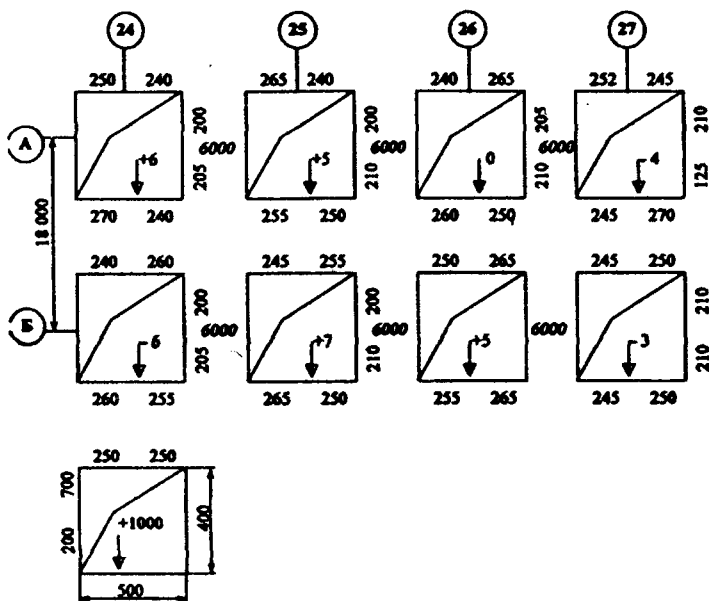


Рис. 6.2. Исполнительная схема плано-высотного положения стаканов фундаментов под железобетонные колонны. Проектные размеры приведены в миллиметрах; (+) завышенные, (-) заниженные от проектной отметки дна стакана

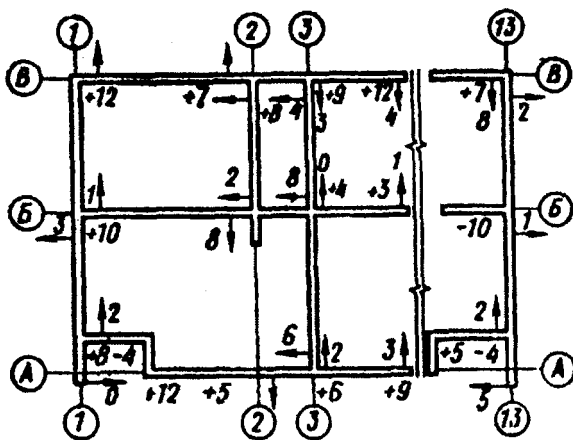


Рис. 6.3. Исполнительная схема положения блоков подвальной части здания. Стрелками показаны смещения блоков с осей; цифрами со знаком (+) или (-) обозначены отклонения от проектной отметки в миллиметрах

Свайные фундаменты

При однорядном расположении свай съемке подлежат все сваи с измерением их отклонений относительно их продольной оси, а крайние – относительно продольных и поперечных осей.

При двух- и трехрядном расположении свай съемке подлежат крайние сваи с измерением их отклонений относительно продольных осей.

При сплошном свайном поле съемке подлежат крайние сваи относительно осей контура поля, а сваи, расположенные по углам, – относительно продольных и поперечных свай.

Съемке относительно продольных и поперечных осей подлежат круглые сваи диаметром более 0,5 м, буронабивные сваи и свай-оболочки, погружаемые через кондукторы при строительстве мостов.

Отклонения свай от их проектного положения определяют с точностью 1–2 см. Измеренные отклонения сравнивают с допустимыми отклонениями при забивке (погружении) свай, регламентированными нормативными документами.

Пример графического оформления результатов съемок свайного поля приведен на рис. 6.4.

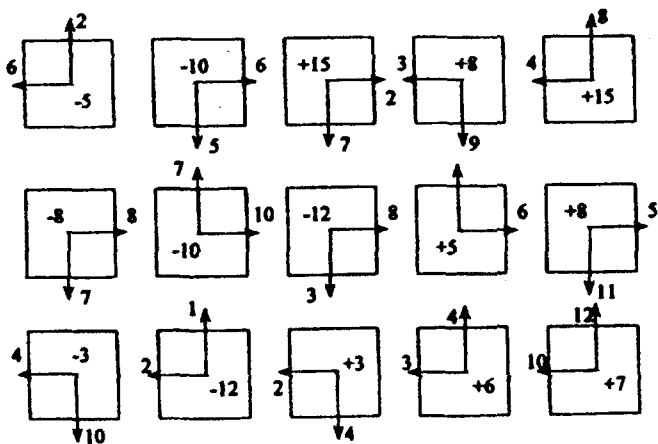


Рис. 6.4. Исполнительная схема свайного поля. Стрелками показаны смещения центров свай от проектного положения, цифра обозначает их величину в миллиметрах, а цифра со знаком (-) — отклонение оголовка сваи от проектной отметки

6.3. Содержание и оформление исполнительных съемок при возведении надфундаментных конструкций

При исполнительной съемке опалубки и поддерживающих лесов на соответствующих схемах показывают отклонения:

- в расстояниях между опорами изгибаемых элементов, связями вертикальных поддерживающих конструкций на 1 м длины и на весь пролет с интервалом через 1 м;
- расстояний от вертикали или относительно линий проектного наклона плоскостей опалубки, на всю высоту конструкций с интервалом не реже, чем через 1 м;
- осей опалубки фундаментов, стен колонн, балок, прогонов, арок;
- в положении стоек домкратных рам и осей домкратов от вертикали;
- осей перемещаемой или переставляемой опалубки относительно осей сооружения;
- внутренних размеров опалубок балок, колонн, стен от проектных размеров.

На схемах показывают разность отметок плоскостей верхних кружал или поверхности рабочего пола скользящей опалубки, конусность скользящей опалубки, а в особо оговоренных в проекте случаях – местные неровности опалубки на двухметровых интервалах. Замеры в последнем случае производят относительно плоскости рейки длиной не менее 2 метров.

При исполнительной съемке монолитных железобетонных конструкций снимают и на схемах показывают отклонения плоскостей и линий их пересечения от вертикали или от проектного наклона конструкций фундаментов, стен, колонн, горизонтальных плоскостей. Съемку выполняют на всю высоту или плоскость участка. Интервал между точками съемки ограничивают одним метром, если иные требования не предусмотрены проектом.

В монолитных жилых зданиях, возводимых методом скользящей опалубки, снимают и на схемах показывают: в плане – места пересечения стен, по высоте – отметки проемов штраб, отверстий и полов.

Отклонения габаритов и отметок от проектных значений сравнивают с величинами допусков, указанных в СНиП 3.03.01-87.

При исполнительной съемке сборных элементов снимают и на схемах показывают отклонения конструкций относительно разбивочных осей, проектных отметок осей фундаментальных блоков и стаканов, а также осей или граней сборных элементов.

В случаях, специально оговоренных в проектах, определяют величины площадок опирания и зазоры между элементами конструкций.

В объемно-блочных зданиях выполняют исполнительную съемку: в плане – продольных граней блоков (при линейном опирании), углов (при опирании блоков по углам); по высоте – опорных площадок несущих стен.

В промышленных зданиях с подъемно-транспортным оборудованием исполнительной съемке подлежат: в плане – расстояния от колонн до оси балки, смещения оси рельсовой нитки от оси балки; по высоте – отклонения балок и головок рельсов от проектных.

В крупнопанельных зданиях предусмотрена исполнительная съемка в плане – панелей несущих и ограждающих стен, панелей (плит) перекрытий, объемных элементов лифтовых, санитарно-технических и других. По высоте определяют горизонтальность плит (панелей) перекрытий в пределах между температурными швами и

перепад отметок смежных в плане элементов, образующих опорную площадку). Пример записи результатов съемки приведен на рис. 6.5.

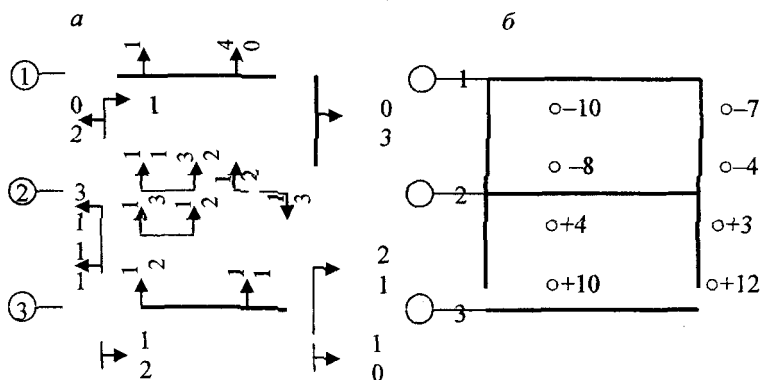


Рис. 6.5. Исполнительная схема планово-высотного положения конструкций цокольного этажа: а – направление и величина смещения панели от проектного положения (над чертой – верх панели, под чертой – низ); б – точки нивелирования перекрытия над подвалом и их отклонения (в миллиметрах)

В каркасных зданиях производят исполнительную съемку в плане – колонн, ригелей, балок, распорных плит, диафрагм жесткости. По высоте определяют горизонтальность опорных плоскостей (оголовков) колонн в пределах между температурными швами, навесных панелей наружных стен (примеры записи результатов съемки см. на рис. 6.4 и 6.5).

Отклонения, смещения и разности отметок, зафиксированные в процессе съемки, сравнивают с величинами, регламентированными СНиП 3.03.01-87.

Места съемки элементов конструкций показаны на рис. 6.6.

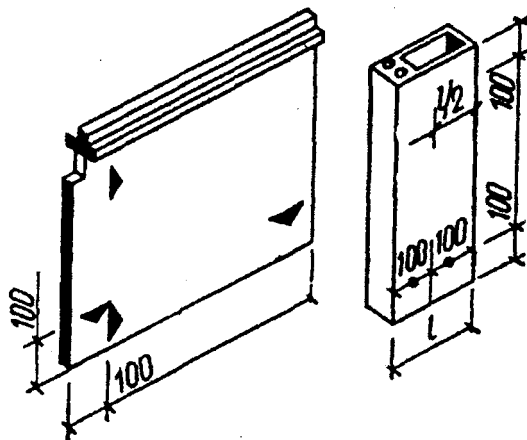


Рис. 6.6. Места съемки элементов конструкций зданий

Исполнительную съемку лифтов выполняют в два этапа.

На первом этапе контролируют геометрическую точность строительной части лифтового блока, на втором – точность положения лифта в шахте.

На первом этапе исполнительной съемки измеряют отклонения:

- стен шахт от вертикальной плоскости, по ширине и длине (глубине) шахты;
- разности диагоналей в плане в сечениях каждого яруса;
- отверстий в стенах шахты и в полах машинного и блочного помещений, а также закладных деталей (кромки лестничных площадок и маршей, примыкающих к металлокаркасной плоскости) по всей высоте шахты;
- нижней рамы и поясов металлокаркасной шахты от горизонтальной плоскости, стоек – от вертикали;
- осей проемов дверей шахты относительно общей вертикальной оси;
- опорных поверхностей тумб для установки буферов в горизонтальной плоскости;
- вертикальных осей, оставляемых в тумбах колодцев для анкерных буферных подставок (из плоскости направляющих);

На втором этапе исполнительной съемки измеряют отклонения:

- направляющих кабины и противовеса от вертикали;
- размеров между головками направляющих кабины (противовеса);
- вертикальной оси буфера (из плоскости направляющих) и от отвесной линии и т.п.

Измеренные отклонения сравнивают с допускаемыми согласно проектной документации и строительным нормам.

Пример графического оформления съемки и записи результатов измерений приведен на рис. 6.7.

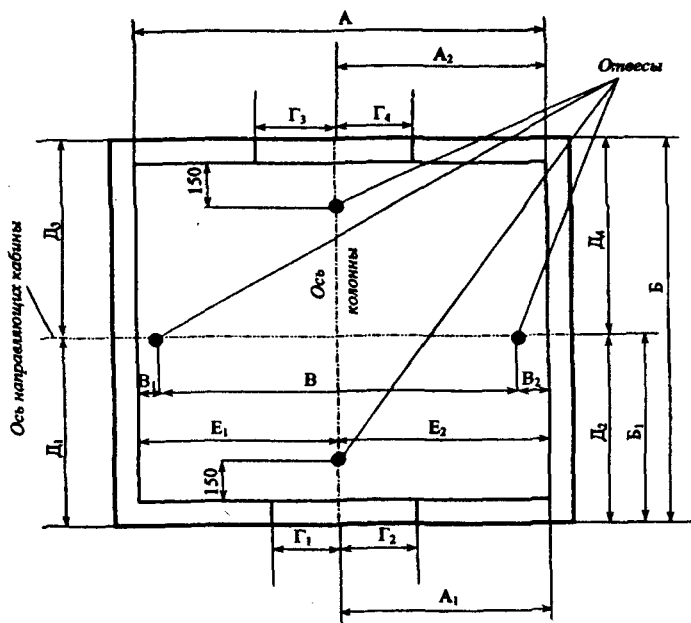


Рис. 6.7. Исполнительная схема строительной части шахты лифта: A , A_1 , A_2 , B , B_1 и B_2 – размеры, определяемые монтажным (установочным чертежом). Размер B равен расстоянию между направляющими кабины минус 50 мм; A_2 , G_3 и G_4 – размеры для лифта с проходной кабиной; E_1 и E_2 – размеры для лифта с раздвижными дверями шахты

При исполнительной съемке каменных конструкций снимают и на схемах показывают отклонения:

– размеров (толщин) конструкций, опорных поверхностей, ширины простенков, проемов, вертикальных осей оконных и других проемов, штраб;

– от разбивочных осей углов кладки в нижнем сечении, от вертикали в пределах каждого этажа и на все здание при его высоте более двух этажей;

– рядов кладки от горизонтали не реже, чем через 1 м длины.

В кирпичных зданиях исполнительную съемку производят: в плане – мест пересечения капитальных стен; по высоте – площадок опирания перекрытий на стены (пример записи результатов исполнительной съемки см. на рис. 6.3).

Отклонения габаритов и отметок от проектных значений надлежит сравнивать с величинами допусков, регламентированных СНиП 3.04.01-87.

Исполнительную съемку металлических конструкций (кроме металлических каркасов и кожухов печей и труб) выполняют преимущественно в два этапа.

На первом этапе снимают и на схемах показывают отклонения в отметках и смещение опорных мест фундаментов, закладных деталей, анкерных болтов, а в необходимых случаях, специально оговоренных в проектах, – габаритов конструкций после укрупнительной сборки.

В некоторых видах производственных зданий и сооружений колонны и иные опоры фермы, ригели, пролетные строения, подкрановые балки, стальные настилы, башни и башенные сооружения, трубы, бункера, кожухи различных устройств, копры, тяги, пояса, траверсы и т.п. снимают дважды (до и после проведения производственных или приемочных испытаний).

Исполнительная съемка второго этапа проводится после окончания всех испытаний вне зависимости от их числа.

Места съемки, форма отражения результатов съемки, точность измерений, устанавливаются проектной документацией.

Отклонения отметок, габаритов, привязок к осям и другие геометрические назначения сравнивают с допускаемыми согласно СНиП 3.03.01-87, если иные требования не приведены в проектной документации.

При исполнительной съемке деревянных конструкций снимают и на схемах показывают отклонения в размерах несущих конструкций: по длине, высоте, в расстояниях между осями; отклонения в смещени-

ях вертикали, центров опорных узлов от центров опорных площадок, в глубине врубок. размерах поперечных смещений.

Отклонения отметок и габаритов сравнивают с требованиями, регламентированными СНиП 3.03.01-87 при этом величины допускаемых отклонений могут быть назначены в миллиметрах, процентах или относительной мере длины (высоты) конструкций.

Исполнительную съемку полов выполняют в два этапа.

На первом этапе определяют и фиксируют отметки элементов пола: оснований, подстилающих слоев, стяжек, сборных элементов (в том числе плит перекрытий) и др.

На втором этапе фиксируют отметки поверхности полов вне зависимости от материала, из которого они сделаны. На этом этапе проверяется ровность поверхности каждого элемента пола во всех направлениях с частотой съемки не реже, чем через 1 м, если иная не предусмотрена проектной документацией.

Критерием правильности выполненных работ являются величины просвета между двухметровой рейкой и плоскостью полов. Допустимые величины просветов, зафиксированные при исполнительной съемке, сравниваются с требованиями СНиП 3.04.01-87.

Исполнительную высотную съемку фундаментов, возводимых под монтаж оборудования и трубопроводов, выполняют в два этапа.

На первом этапе выполняют высотную съемку опорных поверхностей фундаментов до подливки раствора, приварки (укладки) прокладок под монтаж конструкций. По результатам съемки первого этапа определяют высоту подливки, толщину прокладок.

На втором этапе контролируют высоту подготовленных опорных поверхностей. Высотную исполнительную съемку фундаментов, закладных деталей, прокладок и анкерных болтов, установленных под монтаж типового технологического оборудования, выполняют с точностью 1-3 мм. Более высокая точность съемки необходима для прецизионного оборудования (см. табл. 5.1, п. 16).

Высотную съемку контуров опорных строительных конструкций и устанавливаемого на них оборудования выполняют геометрическим нивелированием от реперов, размещенных вне зон возможных осадок грунтов. При исполнительной съемке прецизионного оборудования пользуются специальными гидронивелирами.

Исполнительная съемка в плане фундаментов, возводимых под монтаж трубопроводов, выполняется от осей или линий им параллельных. Эти ориентиры наносят на закладные металлические детали слесарными чертилками или кернами.

6.4. Исполнительные съемки инженерных сетей

Исполнительные съемки подземных инженерных сетей и сооружений выполняют относительно знаков геодезической или разбивочной сети строительной площадки и относительно зданий, расположенных вдоль трассы подземной прокладки.

В содержание работ при исполнительной съемке входят:

– выяснение наличия геодезической или разбивочной сети и восстановление знаков этой сети;

– съемку и нивелирование элементов инженерных сетей и сооружений;

– составление исполнительных чертежей и планов.

По каждому отдельному виду подземных сетей и сооружений исполнительной съемке подлежат:

по канализации, водостоку, дренажу – оси трасс, колодцы, углы поворота, изломы сетей в профиле, места присоединений и выпусков;

по газопроводу – ось трассы, углы поворота, камеры, места подключений, вводы, изломы в профиле;

по водопроводу – ось трассы, колодцы, вводы, аварийные выпуски, артезианские скважины;

по теплосети – ось трассы, камеры, углы поворота, компенсаторы, места подключений, вводы;

по телефонным сетям – ось трассы, колодцы, распределительные шкафы, места ввода и подключений;

по силовым кабельным сетям – ось трассы кабелей (независимо от способов укладки), колодцы, тоннели и коллекторы, трансформаторные подстанции, киоски.

При съемках должны быть собраны данные о количестве прокладок, отверстий, материале труб, колодцев, каналов, о размерах диаметров труб и каналов, давлении в газовых и напряжении в кабельных сетях.

При расположении подземных сетей в блоках и тоннелях снимается только одна их сторона, другая же наносится по данным промеров. Выходы подземных сетей и элементы их конструкций должны быть связаны между собой или привязаны к твердым контурам застройки контрольными промерами.

При съемке кабелей в пучках замеры производят до крайних кабелей.

Обязательной съемке подлежат все подземные сооружения, пересекающие прокладку или идущие параллельно с ней. Одновременно со съемкой указанных элементов инженерных сетей должны быть сняты все здания, прилегающие к проезду или к трассам прокладок.

Ширина полосы, охватываемой съемкой, должна быть не менее 20 м в обе стороны оси трассы и устанавливаться заданием.

При производстве работ рекомендуется давать единую нумерацию колодцев, камер и др.

У круглых колодцев снимается центр крышки решеток, у люков прямоугольной формы – два угла.

При значительном заглублении снимаемых элементов (свыше 1 м) точки их выносятся на поверхность земли при помощи отвеса или рейки с круглым уровнем.

Закругленные части сооружения снимают так, чтобы отразить подобие фигуры в масштабе составляемого плана.

При съемке колодцев и камер обмеряют внутренние и внешние габариты сооружения, его конструктивные элементы, измеряют положение труб и фасонных частей относительно отвесной линии, проходящей через центр крышки колодца.

При этом должны быть установлены назначение, конструкция колодцев, камер, распределительных шкафов и киосков, характеристика имеющейся в них арматуры.

Для газовых и тепловых сетей фиксируют положение стыков трубопроводов относительно люков колодцев или камер с указанием типа стыка.

Результаты измерений заносят в абрисы, в которых показывают схемы подземных линейных сооружений, камер и др., их линейные размеры, сечения, привязки к пунктам геодезической основы, к ближайшим постоянным объектам застройки.

Плановое положение всех подземных сетей и относящихся к ним сооружений должно быть определено с предельной погрешностью в плане не большей 0,2 м. Исполнительную съемку подземных сооружений выполняют относительно различных опорных точек:

– на застроенной территории от твердых точек капитальной застройки, от пунктов геодезической или разбивочной сети и съемочного обоснования, от точек специально проложенных теодолитных ходов;

– на незастроенной территории от точек съемочного обоснования, пунктов геодезической сети или от точек специально проложенных теодолитных ходов;

Выходы подземных сетей и углы их поворота на незастроенной территории координируют – определяют их плановые и высотную координату.

Координирование колодцев и точек углов поворота на застроенной территории производится только по специальному заданию заказчика.

Съемка планового положения элементов подземной сети производится одним из нижеприведенных способов:

– *способом линейных засечек* – не менее чем от трех точек. Засечки не должны превышать длину мерной ленты или рулетки (20–50 м). Углы между смежными направлениями засечек у определяемой точки должны быть не менее 30° и не более 120° .

– *способом перпендикуляров* – длиной не более 4 м от линий, соединяющих точки съемочного обоснования, теодолитных ходов или капитальной застройки, а также от линий, продолжающих их створ. Длина проложения створа не должна превышать половины расстояния между конечными точками створа, но не должна быть более 60 м;

– *полярным способом* – с пунктов опорной геодезической сети, с точек съемочного обоснования и теодолитных ходов или с вспомогательных точек, определенных указанными выше способами. Нуль лимба теодолита ориентируют на твердую точку, отстоящую от прибора не ближе чем на 50 м. длина полярного направления не должна быть более 30 м.

При всех способах съемки точек подземной инженерной сети в обязательном порядке производят контрольные измерения расстояний между ними.

Все линейные измерения при съемках производятся стальными лентами или рулетками. Запрещено измерять линии тесьмяными рулетками.

Точки подземной инженерной сети, расположенные в траншеях, при съемке выносятся на поверхность земли отвесом.

Все снимаемые точки элементов подземной инженерной сети последовательно, по ходу съемки, нумеруются в полевых абрисах и журналах.

Высотное положение элементов подземной инженерной сети (их исполнительная съемка) определяется до засыпки траншей техническим нивелированием от реперов городской нивелирной сети в соответствии с требованиями СНБ 1.02.01-96. Высотные отметки точек подземных сетей определяют с погрешностями, не большими 5–8 мм для самотечных трубопроводов, и с менее высокой точностью (10–20 мм) для остальных подземных прокладок.

Нумерация точек, установленная в процессе горизонтальной съемки, при нивелировании не изменяется.

Запрещено определение высотных отметок от условного начала.

Невязка нивелирного хода или замкнутого полигона не должна превышать величины (в мм), вычисленной по формуле

$$f_{h \text{ доп}} = \pm 30 \sqrt{L} \text{ мм}; \quad (6.5)$$

где L – длина хода в километрах.

При числе станций на 1 км хода $n \geq 25$

$$f_{h \text{ доп}} = \pm 10 \sqrt{n}. \quad (6.6)$$

Высотное положение проходных коллекторов контролируют проложением внутри них нивелирных ходов. Определяют отметки пола коллектора, верха в пакетах (блоке) кабельной канализации, верха бронированного кабеля.

В самотечных трубопроводах определяют отметки верха лотков водотока.

Для всех видов подземных инженерных сетей нивелируют точки в характерных местах поверхности земли (бровки траншей), обечайки смотровых люков и все остальные точки, заснятые в плане. Кроме того, определяют отметки элементов всех ранее построенных инженерных сетей, вскрытых при строительстве.

При глубоком заложении подземных инженерных сетей, когда невозможно определить высотное положение точек с помощью нивелира и рейки, искомые отметки получают измерением металлической рулеткой вертикального расстояния от твердой точки, занивелированной на поверхности земли, или другими доступными методами, обеспечивающими необходимую точность получения отметок.

6.5. Оформление исполнительной документации

Оперативный исполнительный геодезический план строительной площадки. Строительство крупных промышленных предприятий продолжается обычно несколько лет. Одновременно идет непрерывный процесс уточнения, дополнения, изменения проектной документации, генплана, разбивочных чертежей и т.д. В этих условиях необходим систематически обновляемый комплект исполнительной технической документации, позволяющий снабжать обновленными геодезическими данными исполнителей строительных работ. Для этой цели ведется оперативный геодезический план строительной площадки (ОГП).

Генеральный план строительства отражает строящийся объект (объекты) в статике, тогда как ОГП показывает динамику, текущие изменения на строительной площадке.

В состав документов ОГП входит основная, детальная и вспомогательная документация.

Основная графическая документация ОГП включает:

- обзорную карту района строительства в масштабе 1:10 000 – 1:50 000;
- сводный план строительства основных объектов и внешних инженерных сетей в масштабе 1:2000 – 1:10 000;
- план строительной площадки в масштабе 1:500 – 1:2000;
- план строящегося жилого поселка, микрорайона, квартала в масштабе 1:500 – 1:2000;
- план строительства подсобных зданий и сооружений в масштабе 1:500 – 1:2000;
- планы крупных карьеров строительных материалов с жилыми поселками при них в масштабе 1:1000 – 1:2000.

На сводном плане строительства показывают основные строительные объекты, существующие и входящие в строй инженерные сети, вспомогательные сооружения с их основными коммуникациями. На сводный план наносят пункты геодезической и разбивочной сети, рельеф и ситуация местности, внешние линейные сооружения и т.п. Всю графическую документацию оформляют в общепринятых условных знаках, а в случае применения нестандартных обозначений дают пояснительные надписи.

На крупномасштабном плане строительной площадки показывают координатную и строительную сетки, пункты геодезической сети, координаты основных и характерных точек зданий и сооружений, инженерные сети и сооружения, рельеф. Все документы должны содержать точные цифровые данные (координаты, высоты, размеры и т.д.).

Исполнительный чертеж инженерных сетей. По окончании обработки материалов исполнительных съемок инженерных сетей составляют исполнительный чертеж. Его основой служит копия согласованного проекта инженерных сетей в масштабе 1:500 или план масштаба 1:500, составленный по результатам исполнительных съемок.

При вычерчивании исполнительного чертежа на кальке в полосе не менее 20 м в каждую сторону от оси трассы (если иная ширина полосы съемки не установлена заданием) показывают контуры зданий, их характеристики, контуры и покрытие улиц, деревья, опоры ЛЭП, ограды и прочие объекты, предусмотренные «Инструкцией по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500» ГУГК (М., «Недра», 1982).

В состав исполнительного чертежа входят:

- ситуационный план участка в масштабе 1:2000 с указанием месторасположения участка работ и наименованием близлежащих улиц и проездов для всех коммуникаций;
- план трассы в масштабе 1:500;
- продольный профиль, горизонтальный масштаб которого принимают равным масштабу плана, а вертикальный 1:100 или 1:200 и в отдельных случаях 1:50 (для тепловых сетей и кабеля связи);
- размеры колодцев (камер) с указанием материалов, высоты горловины, расположения и привязкой вводов труб в колодец;
- направления на смежные колодцы и вводы;
- характерные сечения коллекторов, каналов, футляров, блоков, накатов.

Состав исполнительной документации на трубопроводы и подземные сооружения определяют на основании технических условий и проектов на их сооружение.

Если прокладка подземных сооружений выполнена с отклонениями от проекта, то на исполнительных чертежах должно быть указано, кем и когда эти отклонения разрешены.

Исполнительный чертеж входит в состав обязательной исполнительной документации, предъявляемой строительной организацией при сдаче в эксплуатацию законченных строительством инженерных сетей.

Контрольную геодезическую съемку подземных инженерных сетей выполняет заказчик (застройщик), осуществляющий технический надзор за строительством.

Не позднее чем за три дня до засыпки траншей и котлованов строительные организации обязаны вызывать заказчиков (застройщиков) для проведения инструментальной проверки соответствия планового и высотного положения построенных подземных инженерных сетей на местности их отображению на предъявляемых исполнительных чертежах.

По подземным инженерным сетям, имеющим большую протяженность и находящимся длительное время в процессе строительства, исполнительные чертежи представляют частями, оформленными по мере окончания строительства отдельных участков.

Ответственность за правильное составление и своевременное представление исполнительных чертежей на проложенные подземные инженерные сети и сооружения несут руководители строительных (специализированных) организаций и лица, ответственные за производство работ и составление исполнительных чертежей.

7. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ И ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

7.1. Цель и организация геодезического мониторинга перемещений и деформаций сооружений

1. Геодезические наблюдения за перемещениями и деформациями зданий и сооружений (геодезический мониторинг строительных объектов) проводятся в целях:

– выполнения требований ведомственных инструкций и предписаний проектных организаций на постоянный геодезический мониторинг осадки и деформаций в процессе возведения и эксплуатации зданий и сооружений, имеющих большое народнохозяйственное значение (например атомных, гидро- и тепловых электростанций, других промышленных зданий и фундаментов под сложным оборудованием на крупных предприятиях, высоких башен и др.);

– измерения фактических пространственных перемещений элементов несущих конструкций в процессе возведения сложных сооружений для своевременного выявления возможных чрезмерных деформаций объекта и принятия своевременных мер по предотвращению их аварийного состояния, а также для экспериментальной проверки методов расчета конструкций на устойчивость;

– корректировки норм на предельно допустимые величины нагрузки на грунтовые основания для различных видов грунтов и типов зданий и сооружений.

– выявления степени опасности деформаций оснований под фундаментами эксплуатируемых зданий и сооружений, развивающихся в результате извлечения жидких, твердых и газообразных полезных ископаемых, а также принятия своевременных мер по устранению последствий возникших деформаций объекта;

2. Геодезические наблюдения за перемещениями и деформациями (осадками, сдвигами, неравномерными осадками, кренами) оснований, фундаментов, а также возведенных на них зданий и сооружений, производятся по специальной программе, составленной на основе технического задания. Наблюдения могут начинаться со стадии устройства фундаментов или после окончания строительства при обнаружении признаков чрезмерных деформаций объекта.

3. Комплексные измерения вертикальных и горизонтальных перемещений сооружений надлежит выполнять с точностью, установленной проектной документацией или правилами технической эксплуатации объекта.

Для *особо значимых сооружений* требуемую точность измерения вертикальных и горизонтальных перемещений обосновывают специальными расчетами и предусматривают максимально надежные и точные методы геодезического мониторинга деформаций.

Для *неуникальных зданий и сооружений* при отсутствии специальных требований принимают следующие величины допустимых погрешностей измерения вертикальных и горизонтальных перемещений:

– для объектов в процессе возведения на песчаных, глинистых и других сжимаемых грунтах – 2 и 5 мм;

– для объектов, длительное время находящихся в эксплуатации, а также возводимых на плотных моренных и скальных грунтах, – 1 и 2 мм;

– для зданий и сооружений в процессе возведения на насыпных, просадочных, заторфованных и других сильно сжимаемых грунтах, – 5 и 10 мм;

– для земляных сооружений – 10 и 15 мм.

4. Геодезические наблюдения за перемещениями и деформациями зданий и сооружений следует проводить в соответствии с техническим заданием, например в течение всего периода строительства и в период эксплуатации до достижения параметров условной стабилизации деформаций, установленных проектной или эксплуатирующей организацией.

7.2. Измерения вертикальных перемещений

5. Перед началом измерений вертикальных перемещений (осадки) фундаментов необходимо установить опорные реперы (исходные геодезические знаки высотной основы) и деформационные (осадочные) знаки (см. рис. 4.4) на контролируемых зданиях, для которых определяются вертикальные перемещения. Примерная схема размещения реперов вне здания и осадочных знаков на несущих колоннах в цехе промышленного здания приведена на рис. 7.1.

Опорные реперы числом не менее трех должны размещаться:

- в стороне от проездов, подземных коммуникаций, складских и других территорий;
- вне зоны распространения деформаций грунтового массива от давления на него здания или сооружения;
- вне зон влияния оползневых склонов, нестабилизированных насыпей, осадки земной поверхности от извлечения подземных твердых и жидких полезных ископаемых, карстовых образований и других неблагоприятных инженерно-геологических и гидрогеологических воздействий;
- на расстоянии от здания не менее тройной толщины слоя просадочного грунта;
- в местах, где исключены влияния вибраций грунта на устойчивость репера от транспортных средств, машин, механизмов;
- в местах, где в течение всего периода наблюдений возможен удобный подход к реперам для нивелирных работ.

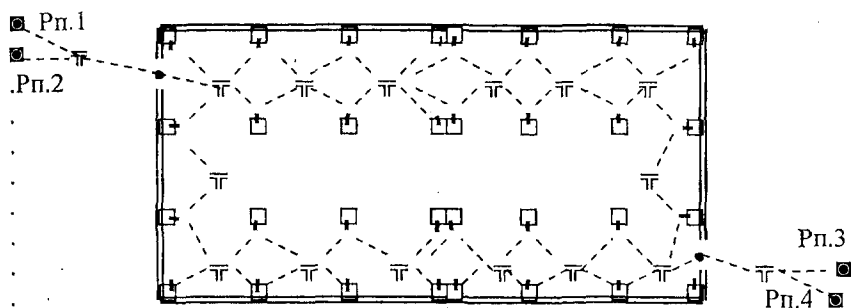


Рис. 7.1. Примерная схема размещения опорных реперов и садочных знаков при определении осадки несущих колонн в цехе промышленного предприятия

6. После установки репера на него должна быть передана высотная отметка от ближайших пунктов геодезической сети. При значительном (более 2 км) удалении пунктов геодезической сети от устанавливаемых реперов допускается принимать условную систему высот.

7. Осадочные знаки устанавливаются в нижней части несущих конструкций по периметру здания снаружи или внутри его, на стыках строительных блоков, по обе стороны осадочного или температурного шва, в местах примыкания продольных и поперечных стен, на поперечных стенах в местах пересечения их с продольной осью,

на несущих колоннах, вокруг зон с большими динамическими нагрузками от оборудования, на участках с неблагоприятными геологическими условиями.

8. Геометрическое нивелирование служит основным способом измерения вертикальных перемещений. Методы геометрического нивелирования изложены в Инструкции по нивелированию I, II, III и IV классов (М., Недра, 1990). Технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования должны отвечать требованиям табл. 7.1.

Методика проведения работ принимается для нивелирования классов:

I – двойным горизонтом, способ совмещения, в прямом и обратном направлении или замкнутый ход;

II и III – одним горизонтом, способ совмещения, способ наведения, замкнутый ход;

IV – одним горизонтом, способом наведения.

В результате нивелирования определяют отметки осадочных знаков относительно отметок опорных реперов. Величина осадки (приращения осадки) ΔH марки за соответствующий период наблюдений определяется как разность ее отметок, полученных по данным текущего (H_i) и начального циклов наблюдений (H_0), т. е. по формуле

$$\Delta H_i = H_i - H_0. \quad (7.1)$$

9. Тригонометрическое нивелирование применяется при измерениях вертикальных перемещений фундаментов в условиях резких перепадов высот (больших насыпей, глубоких котлованов, косогоров и т.д.). Измерение вертикальных перемещений методом тригонометрического нивелирования выполняют короткими визирными лучами (до 100 м), при помощи точных (Т-2, Т-5 и им равноточных) и высокоточных (Т-05, Т-1 и равноточных) теодолитов с накладными цилиндрическими уровнями, а также электронных тахеометров соответствующей высокой точности. Допускаемые погрешности измерения расстояний и вертикальных углов не должны превышать величин, приведенных в табл. 7.2.

Характеристики геометрического нивелирования

Условия геометрического нивелирования	Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования классов			
	I	II	III	IV
Применяемые Нивелиры	Н-1 Н-2 и равноточные		Н-03 и равноточные	
Применяемые рейки	РН-05 (с инварной полосой и двумя шкалами)		РН-3 (двусторонние шашечные)	
Число станций незамкнутого хода, не более	2	3	5	8
Визирный луч: длина, м, не более;	25	40	50	100
высота над препятствием, м, не более	1	0,8	0,5	0,3
Неравенство плеч (расстояний от нивелира до реек) на станции, м, не более	0,2	0,4	1	3
Накопление неравенств плеч в замкнутом ходе, м, не более	1	2	5	10
Допускаемая невязка в замкнутом ходе при числе станций n , мм	$\pm 0,15 \times \sqrt{n}$	$+ 0,5 \sqrt{n}$	$\pm 1,5 \sqrt{n}$	$\pm 5,0 \sqrt{n}$

Показатели тригонометрического нивелирования

Класс точности измерений	Допускаемая погрешность измерения			
	расстояний, мм при значении вертикальных углов,		вертикальных углов, с, при их значениях, град	
	до 10°	10°–40°	до 10°	10–40°
II	7	1	2,5"	1,5"
III	14	3	5"	3"
IV	35	8	12"	10"

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

7.3. Измерения горизонтальных перемещений и крена

11. Горизонтальные перемещения зданий и сооружений измеряют методом створных наблюдений, отдельных направлений, полярным (с помощью электронного тахеометра), триангуляции, фотограмметрии или их комбинированием. Метод измерений горизонтальных перемещений принимают в зависимости от необходимой точности результатов.

12. Метод створных наблюдений при измерениях горизонтальных перемещений сооружений следует применять для протяженных объектов. Измерение угла отклонения марки от створа следует проводить точным или высокоточным теодолитом. Средняя квадратическая погрешность измерения малых углов при расстоянии от опорного знака до марки, равном 100 и менее метров, не должна превышать 2", при расстоянии 600–1000 м – 0,5".

Способ струны следует применять в защищенных от воздушных потоков зданиях и прямолинейных галереях сооружений для непосредственного получения величин горизонтальных смещений конструкций относительно створа, обозначенного струной.

13. Метод отдельных пересекающихся направлений следует применять для измерения горизонтальных перемещений зданий при невозможности создать створ или обеспечить устойчивость концевых опорных знаков створа. На объекте закрепляют деформационные марки (визирные цели), а вне его в устойчивых грунтах закладывают не менее трех опорных знаков с расчетом, чтобы направления со знаков на каждую визирную цель пересекались под углами, не меньшими 30° и не большими 150° .

В каждом цикле высокоточным теодолитом измеряют горизонтальные углы β_i между опорными направлениями и направлениями на каждую деформационную марку. Составляющая q горизонтального перемещения марки вдоль перпендикуляра к направлению теодолит-марка вычисляется по формуле:

$$q = L \operatorname{tg} \Delta\beta = \Delta\beta \cdot L / \rho, \quad (7.2)$$

где $\Delta\beta = \beta_i - \beta_0$ – разность в секундах между текущим значением угла β_i и его первоначальной величиной β_0 ;

L – расстояние от теодолита до марки, измеренное с относительной погрешностью не грубее 1:2000;

$\rho = 206265''$ – число секунд в радиане.

По величинам трех составляющих крена q_1 , q_2 и q_3 определяют полную величину крена Q и дирекционный угол α горизонтального перемещения марки.

14. Крен (величину приращения крена) здания, сооружения измеряют методом вертикальной плоскости, отвесного проецирования, координирования, измерения углов или направлений, фотограмметрии, механическими способами с применением кренометров, отвесов, а также их комбинированием. Крен фундаментов определяется также нивелированием.

15. Предельные абсолютные погрешности измерения крена в зависимости от высоты H объекта, вида фундамента не должны превышать величин, для:

- гражданских зданий – $0,0001H$;
- промышленных зданий, дымовых труб, доменных печей, башен и др. – $0,0005H$;
- фундаментов под машины и агрегаты – $0,00001H$ или $0,00001L$, где L – длина (ширина) фундамента.

16. При измерении крена здания, сооружения методом вертикальной плоскости следует применять высокоточные теодолиты и электронные тахеометры, а проецирование выполнять при двух положениях вертикального круга (при КП и КЛ).

С помощью оптических или лазерных приборов вертикального проецирования положение искомой точки должно определяться не менее чем тремя приемами при четырех ориентациях (через 90°) прибора. Проецирование производят на палетку, закрепленную на требуемом горизонте. По палетке определяют линейные значения отклонений Q_B и Q_H проекций верхней и нижней точек от данной вертикальной оси.

Абсолютная величина крена $q = Q_B - Q_H$.

Относительная величина крена представляет отношение линейной величины q к высоте H проецирования

$$q/H = (Q_B - Q_H) / H. \quad (7.3)$$

Контрольные точки фундаментов под оборудование в проектном положении должны располагаться в одной горизонтальной плоскости. Абсолютная величина крена фундамента ΔK в направлении отрезка $AB = l$ определяется разностью фактических отметок его контрольных точек A и B , т. е. $\Delta K = (H_A - H_B)$. Относительная величина крена фундамента

$$\Delta K / l = (H_A - H_B) / l. \quad (7.4)$$

Для измерения крена фундаментов под машины и агрегаты в промышленных зданиях и сооружениях помимо нивелирования целесообразно применять переносные или стационарные высокоточные кренометры, позволяющие определить наклон в градусной или относительной мере.

17. **Камеральная обработка результатов измерений.** В процессе работ по измерениям перемещений и деформаций зданий по

каждому циклу измерений должна выполняться камеральная обработка полученных результатов:

- проверка полевых журналов;
- уравнивание геодезических сетей;
- составление ведомостей отметок и осадки марок, направлений (углов), величин абсолютного и относительного крена, пространственных перемещений деформационных марок;
- оценка точности проведенных измерений, включая сравнение полученных погрешностей (или невязок) с допусками для данного метода и класса точности измерений;
- графическое оформление результатов измерений.

8. ОХРАНА ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ НА СТРОИТЕЛЬНОМ ОБЪЕКТЕ (ТКП 45-1.03-26-2006)

1. При выполнении геодезических работ на строительном объекте следует руководствоваться правилами охраны труда, изложенными в СНиП III-4-80* и ведомственных инструкциях по охране труда, разработанных и утвержденных в установленном порядке. В ППГР должны быть предусмотрены мероприятия по обеспечению безопасных условий труда на геодезических работах.

2. При внедрении в строительство новых технологий труда или нового оборудования геодезические работы следует производить в соответствии с инструкциями, разработанными специально для этих случаев и утвержденными в установленном порядке.

3. К производству геодезических работ допускаются лица, прошедшие вводный инструктаж и обучение правилам охраны труда на геодезических и строительных работах, а также инструктаж по охране труда непосредственно на рабочем месте, проведение которых должно оформляться согласно требованиям СНиП III-4-80*.

4. При геодезических работах на краю проезжей части дороги с интенсивным движением транспорта и на строительной площадке с большим количеством работающих механизмов назначается наблюдатель из числа рабочих, в обязанности которого входит обеспечение безопасности работающих вблизи движущегося транспорта и механизмов.

5. Рабочие места геодезистов, расположенные у перепадов по высоте на 1,3 м и более, должны быть ограждены защитными или сигнальными ограждениями в соответствии с требованиями СНиП III-4-80*.

6. К работам на высоте допускаются лица, прошедшие медицинское освидетельствование в порядке, определенном Министерством здравоохранения РБ.

7. Нельзя производить геодезические работы вблизи нависших стенок котлована, на краю незакрепленных земляных откосов, под стрелой грузоподъемного механизма, даже если он не работает, а также находиться вблизи грузоподъемного механизма во время его работы.

8. В зимнее время при обогреве грунта или бетона электрическим током, линейные измерения следует вести, не допуская касания стальной лентой или рулеткой арматуры, находящейся под на-

пряжением. В случае необходимости проведения геодезических работ в местах, где проходят неизолированные токоведущие линии, их необходимо отключить. При подсвечивании геодезических приборов и приспособлений следует пользоваться только шахтерскими или карманными электрическими фонарями.

9. Подъем на сооружение геодезистов с приборами допускается только по лестничным маршам, имеющим ограждения. Лестницы должны быть в исправном состоянии и надежно закреплены. Следует избегать передвижения с приборами по лестницам, ступеньки которых не очищены от грязи, снега и льда. Нельзя ходить по опалубке, если она не укреплена окончательно и не имеет ограждений. Запрещается перемещаться по вертикали, пользуясь тросом, канатом, а также по краю монтажного горизонта, перемышкам, перегородкам, капитальным стенам.

Переходы с приборами на высоте от колонны к колонне, с ригеля на ригель допускаются только по подмостям или переносным мостикам, оборудованным ограждениями. При работе в опасных местах исполнитель должен привязать себя предохранительным поясом к прочно закрепленным конструкциям, предотвратить возможность падения приборов.

10. При работе геодезиста на монтажном горизонте все опасные для него проемы и отверстия должны быть закрыты или ограждены.

11. При передаче точек разбивочной сети на этажи здания методом вертикального проецирования соответствующие отверстия в перекрытиях необходимо оградить с расчетом, чтобы исключить падения через них различных предметов.

12. Выполняя работы на строительной площадке, геодезист должен находиться за пределами опасной зоны. Геодезические приборы должны устанавливаться на расстоянии от монтируемого элемента, не ближе его полуторной высоты

13. При исполнительной съемке внутри водопроводных, канализационных и других колодцев нужно убедиться, что в них отсутствуют вредные газы.

14. Запрещается выполнять геодезические работы (прекращение работ):

– при сильном порывистом ветре силой в 6 и более баллов, при сильном снегопаде, дожде, тумане, слабой освещенности и других условиях, ограничивающих видимость;

- без предохранительных касок и поясов на монтажном горизонте, в зоне монтажа и действия грузоподъемных механизмов;
- на строительной площадке при гололедице;
- на проезжей части шоссе́йных дорог и в зоне транспортных габаритов железных дорог.

15. При выполнении работ на строительной площадке с использованием луча лазера необходимо соблюдать следующие меры предосторожности:

- корпус лазерного прибора и блока питания необходимо заземлять;
- категорически запрещается во включенном состоянии вскрывать лазерные приборы и блок питания, так как при этом "выход" прибора находится под напряжением 1500-2500 В;
- отключение разъемов должно производиться не ранее чем через 1,5 мин после выключения блока питания;
- соединительные кабели прибора не должны иметь повреждений;
- все работающие на строительной площадке должны быть хорошо осведомлены о вредном воздействии луча лазера на сетчатку глаза;
- луч лазера должен проходить по возможности выше головы или ниже пояса работающих и не попадать непосредственно в глаз;
- не ставить зеркал или блестящих металлических предметов на пути прохождения лазерного пучка;
- луч лазера не следует направлять за пределы зоны его применения;
- место, где ведутся работы, должно быть ограждено и обозначено предупредительным сигналом, лампой или плакатом.

16. Выполнение мероприятий по безопасности труда входит в обязанности руководителей строительных организаций. Руководитель строительной организации обязан обеспечить ежегодную проверку знаний геодезистами правил техники безопасности.

Литература

1. Инженерная геодезия. Под ред. Д. Ш. Михелева – М.: Академа, 2004.
2. Кулешов, Ф.Е. [и др.]. Инженерная геодезия. – М.: Высшая школа, 1996.
3. Григоренко, А. Г., Киселев, М. И. Инженерная геодезия. – М.: Высшая школа, 1988.
4. Нестеренок, М. С., Нестеренок, В. Ф., Позняк, А.С. Геодезия. – Минск.: Высшэйшая школа, 2001.
5. Булгаков, Н.П., Рывина, Е.М., Федотов, Г.А. Прикладная геодезия. – М.: Недра, 1990.
6. Левчук, Г.П., Новак, В.Е., Конусов, В.Г. Прикладная геодезия. – М.: Недра, 1981.
6. Справочник по геодезическим работам в строительном производстве / под ред. Ю. Г. Полищука. – М.: Недра, 1990.
7. ТКП 45-1.03-26-2006 «Геодезические работы в строительстве. Правила проведения». – Минск.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2006.

Содержание

1. ЗАДАЧИ И ВИДЫ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.	3
1.1. Некоторые основные термины и определения.	3
1.2. Задачи инженерной геодезии в строительстве.	3
1.3. Организация и задачи геодезической службы в строительстве.	5
2. ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА И ЕГО МЕСТО В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ СТРОИТЕЛЬСТВА.	7
2.1. Основные положения метрологии в строительстве.	7
2.2. Метрологическое обеспечение строительства	9
2.3 Основные геодезические приборы, рекомендуемые для контроля геометрических параметров сооружений.	13
3. НОРМАТИВНЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ ПО ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ РАБОТАМ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ.	14
3.1. Технические нормативные правовые акты.	14
3.2. Техническая документация для разработки проекта и производства геодезических работ.	15
3.3. Уровни значимости объектов строительства и обоснование точности разбивочных работ.	17
3.4. Классы точности геодезических разбивочных работ.	20
3.5. Состав проекта производства геодезических разбивочных работ.	21
4. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА СЪЕМОЧНЫХ И РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ.	26
4.1. Виды плановой геодезической основы для строительства.	26
4.2. Схемы, точность и закрепление плановой и высотной геодезической основы стройплощадки.	29
4.3. Вынос оси сооружения в натуру от пунктов теодолитного хода.	36
4.4. Строительная геодезическая сетка.	38
4.5. Плановое и высотное геодезическое обоснование для выноса в натуру оси сооружения линейного вида.	42

5. ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА.	43
5.1. Общие положения.	43
5.2. Геодезическое обеспечение работ нулевого цикла.	46
5.3. Обеспечение геометрической точности строительства надфундаментных частей зданий и сооружений.	52
5.3.1. Разметка колонн, их рихтовка при установке.	52
5.3.2. Передача отметки на монтажный горизонт.	54
5.3.3. Передача основных осей на монтажный горизонт.	57
5.3.4. Геодезическая подготовка на монтажном горизонте.	60
5.3.5. Геометрический контроль кладки каменных стен.	61
5.4. Геодезический контроль монтажа оборудования.	62
5.5. Разбивки при монтаже подкрановых конструкций.	63
5.6. Контроль точности возведения сооружений в скользящей опалубке.	65
5.7. Контроль точности монтажа оболочек.	68
6. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ.	72
6.1. Общие положения.	72
6.2. Исполнительные съемки оснований и фундаментов.	74
6.3. Содержание и оформление исполнительных съемок при возведении надфундаментных конструкций.	77
6.4. Исполнительные съемки инженерных сетей.	84
6.5. Оформление исполнительной документации.	88
7. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПЕРЕМЕЩЕНИ- ЯМИ И ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ.	91
7.1. Цель и организация геодезического мониторинга перемещений и деформаций сооружений.	91
7.2. Измерения вертикальных перемещений.	92
7.3. Измерения горизонтальных перемещений и крена.	96
8. ОХРАНА ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ НА СТРОИТЕЛЬНОМ ОБЪЕКТЕ (ТКП 45-1.03-26–2006).	100
Литература.	103

Учебное издание

НЕСТЕРЁНОК Маргарита Сергеевна

**ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СТРОИТЕЛЬСТВА**

Учебно-методическое пособие

Технический редактор М.И. Гриневич
Компьютерная верстка А.Г. Гармазы

Подписано в печать 21.09.2007.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 6,16. Уч.-изд. л. 4,81. Тираж 150. Заказ 654.

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский национальный технический университет.

ЛИ № 02330/0131627 от 01.04.2004.

220013, Минск, проспект Независимости, 65.