ЦНИИОМТП Госстроя СССР

РУКОВОДСТВО

ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В ПРОМЫШЛЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Москва 1977

gost.e-ecolog.ru

УДК 528.3

Рекомендовано к изданию секцией технологии, механизации, качества и техники безопасности строительно-монтажных работ.

Руководство по производству геодезических работ в промышленном строительстве. М., Стройиздат, 1977, 80 с. (Центр. науч.-исслед. и проектно-эксперим. ин-т организации, механизации и техн. помощи стр-ву Госстроя СССР ЦНИИОМТП).

В Руководстве рассмотрены вопросы организации геодезических работ в промышленном строительстве, построения разбивочной основы, методы и средства геодезических разбивочных работ и контроля точности в процессе выполнения строительно-монтажных работ, методика проведения геодезических съемок и составления исполнительной документации в процессе и после завершения строительства, методы проведения наблюдений за осадками и перемещениями строящихся зданий и сооружений, методика расчета точности геодезических работ в промышленном строительстве.

Руководство предназначено для геодезистов проектно-изыскательских и строительно-монтажных организаций, прорабов, мастеров и рабочих строек.

В Руководстве таблицы, заимствованные из глав СНиП, выделены слева полужирной вертикальной чертой.

Рис. 35, табл. 12.

Р $\frac{30213—549}{047(01)—77}$ Инструкт.-нормат., I вып.—22—77 ©Стройиздат, 1977

ЦНИИОМТП Госстроя СССР

РУКОВОДСТВО
ПО ПРОИЗВОДСТВУ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ
В ПРОМЫШЛЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией *Г. А. Жигачева*
Редактор *С. В. Беликина*
Мл. редактор *М. А. Жарикова*
Технический редактор *Ю. Л. Циханкова*
Корректоры *Е. Н. Кудрявцева, Н. П. Чугункова*

Сдано в набор 6/V 1977 г. Подписано в печать 13/VII 1977 г.
Формат 84×108¹/₃₂ Бумага типографская № 3
4,20 усл. печ. л. (уч.-изд. л. 6,06) Изд. № XII—7096
Тираж 20 000 экз. Зак. № 2696 Цена 30 коп.

Стройиздат
103006, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли Хохловский пер., 7.

ВВЕДЕНИЕ

Руководство разработано с учетом современного состояния и перспектив развития техники и геодезического приборостроения, средств и методов строительства промышленных зданий и сооружений и их геодезического обеспечения, на основе использования действующих нормативных документов, методических пособий, результатов научно-исследовательских и опытно-производственных работ, выполненных за последние годы вузами, научно-исследовательскими, проектными и производственными организациями.

Руководство содержит технические требования, методические указания, справочные материалы, а также ряд примеров решения различных геодезических задач, наиболее часто встречающихся в практике промышленного строительства.

Руководство рассчитано на геодезистов проектно-изыскательских и строительно-монтажных организаций, прорабов, мастеров и рабочих строек.

Разработано Отделом метрологии, геодезии, стандартизации и наук *В. С. Сытник, Б. Г. Борисенков*), Мосгоргеотрестом (канд. техн. наук *В. С. Сытник, Б. Г. Борисенков*), Мосгоргеотреста (канд. техн. наук *Б. И. Коськов,* инженеры *К. И. Зимин, И. Г. Лещинский*), ИОМТПС Минстроя СССР (инженеры *В. И. Зайцев, Н. И. Писанко*) в развитии главы СНиП III-2-75 «Геодезические работы в строительстве».

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящее Руководство разработано в развитие главы СНиП III-2-75 «Геодезические работы в строительстве» и определяет содержание и методику геодезических работ, выполняемых при строительстве промышленных зданий и сооружений.

1.2. Решение всех вопросов, связанных с геодезическим обеспечением, возлагается на геодезическую службу строительно-монтажных организаций и линейных инженерно-технических работников.

1.3. Основными задачами геодезической службы в строительно-монтажных организациях является проведение комплекса геодезических работ, обеспечивающих точное соответствие проекту возводимых в натуре предприятий, зданий и сооружений, а также геодезический контроль точности в процессе строительства.

При проведении геодезического контроля точности строительно-монтажных работ задача службы состоит в том, чтобы предупредить возможное появление недопустимых отклонений от проекта. Решение этой задачи способствует повышению качества, снижению стоимости и сокращению продолжительности строительства.

1.4. Геодезическая служба осуществляет:

развитие опорных и создание специальных разбивочных геодезических сетей для выноса проекта в натуру и производства исполнительных съемок на стадии строительства;

проверку в рабочих чертежах всех геометрических размеров, координат, отметок перед выносом проекта здания в натуру;

производство основных и детальных разбивочных работ при возведении зданий;

контрольные геодезические измерения в процессе возведения зданий;

производство геодезических съемок и составление технической исполнительной документации, фиксирующей имеющиеся отклонения от проекта в размерах строящихся зданий и сооружений;

наблюдения за деформациями зданий и сооружений в процессе строительства (если это предусмотрено проектом);

расчет необходимой точности геодезических измерений, выполняемых на всех стадиях возведения зданий и сооружений.

1.5. Одним из главных факторов, определяющих качество строящихся зданий, является правильная организация геодезических работ, их согласованность с отдельными этапами строительства.

Для квалифицированного согласования геодезических и строительно-монтажных работ в проект производства работ (ППР) необходимо включать специальную геодезическую часть. Она может прилагаться к строительной части ППР или составлять самостоятельный проект производства геодезических работ (ППГР).

1.6. Проект производства геодезических работ при возведении зданий включает следующие основные разделы:

Организацию геодезических работ на строительной площадке. *Сюда относятся технологическая схема и календарный план производства* геодезических работ с указанием геодезических измерений, выполняемых инженерно-техническим составом геодезической группы строительно-монтажной организации; график использования геодезических инструментов, приборов и приспособлений; сметы на производство геодезических работ на строительной площадке и технико-экономического обоснования ППГР.

Основные геодезические работы. Этот раздел ППГР включает составление схем построения плановой и высотной локальной геодезической основы разбивочных работ; расчет необходимой точности и обоснование методов измерений длин линий, углов и превышений; выбор и обоснование схемы геодезических построений микротриангуляционной, полигонометрической и нивелирной сетей; обоснование способов уравновешивания геодезических построений и способы закрепления точек локальной разбивочной основы (типы осевых знаков, реперов и марок).

Геодезическое обеспечение при возведении подземной части зданий. Здесь рассматриваются вопросы производства детальных геодезических работ при устройстве обноски, разбивке котлованов и фундаментов (сборных, монолитных и свайных и т. д.); предвычисления необходимой точности геодезических измерений при разбивках и контроле точности монтажа элементов; способов закрепления временных и постоянных монтажных знаков; выбора способов исполнительной геодезической съемки смонтированных конструкций; составления исполнительных схем; выбора геодезических инструментов, приборов и приспособлений для разбивки и контроля точности монтажа элементов.

Геодезическое обеспечение при возведении надземной части зданий. Эта часть ППГР включает создание и расчет необходимой точности измерений элементов плановой и высотной рабочей геодезической основы на исходном горизонте здания; выбор и обоснование методов передачи разбивочных осей и отметок на монтажные горизонты с расчетом точности измерений; создание и способы уравновешивания геодезического разбивочного обоснования на монтажном горизонте и расчет точности измерений; указания по производству и расчету точности детальных геодезических построений на исходном и монтажном горизонтах; указания по способам производства и расчету точности геодезического контроля при монтаже элементов, по исполнительной съемке смонтированных конструкций и составлению исполнительной документации построенных объектов, конструкции временных и постоянных монтажных знаков и реперов.

1.7. Если проектной организацией предусматривается наблюдение за деформациями строящихся зданий, ППГР должен содержать раздел по данному вопросу. Сюда относятся предрасчет необходимой точности определения деформаций фундаментов и точности геодезических измерений; выбор и обоснование планово-высотной геодезической основы; конструкции деформационных марок и реперов; выбор и обоснование методов и инструментов для измерения деформаций; установление сроков наблюдений за деформациями; математическая обработка и графическое представление результатов измерения деформаций.

2. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

2.1. Геодезическая основа всей площадки создается для:

переноса проекта вертикальной планировки площадки в натуру;

разбивки главных и основных осей зданий и инженерных сооружений;

исполнительной съемки законченных строительством объектов, отдельных их частей и подземных инженерных коммуникаций;

наблюдений за осадками и перемещениями зданий и сооружений (если это предусмотрено проектом) в процессе строительства.

2.2. При проектировании геодезической основы следует предусматривать вначале временное, а затем постоянное закрепление пунктов и знаков по этапам и стадиям производства строительно-монтажных работ (в котлованах, на фундаментах и конструкциях зданий и сооружений).

2.3. Проект создания геодезической разбивочной основы должен быть разработан в увязке с календарными графиками строительно-монтажных работ, с учетом технологических особенностей геодезического обеспечения их производства.

В проекте должны быть установлены сроки, состав, объем и последовательность создания геодезической основы, обеспечивающей производство геодезических работ на весь период строительства.

2.4. Геодезические сети для строительства следует проектировать и строить с учетом:

использования имеющейся в районе строительства геодезической основы;

максимальной сохранности знаков и пунктов;

возможности последующего использования их в процессе строительства и эксплуатации объекта;

возможного расширения строительства в будущем;

наличия неблагоприятных физико-геологических процессов в районе строительства.

2.5. Геодезическая разбивочная основа на строительной площадке разделяется на плановую и высотную.

2.6. При проектировании плановой основы следует устанавливать на всю территорию строительства общую условную систему координат с учетом установленной для данного района единой условной системы координат. Начало координат условной системы следует располагать, как правило, в точке, расположенной вблизи юго-западной части района строительства для получения положительных и минимальных по величине координат.

2.7. Привязку геодезической плановой основы к пунктам государственной геодезической сети надлежит производить по согласованию с территориальными органами Госгеонадзора ГУГК.

2.8. При проектировании плановой геодезической основы для нескольких строительных площадок следует устанавливать условные (самостоятельные) системы координат с расположением осей координат параллельно преобладающему направлению главных осей сооружений (улиц, проездов). При этом следует предусмотреть возможность перехода от частных систем к общей условной системе координат района строительства.

Системы координат для строительных площадок надлежит устанавливать в период проектирования объектов и показывать на проектных чертежах. Привязки элементов сооружений, необходимые для производства разбивочных работ, на проектных чертежах должны даваться относительно осей в установленной для данной строительной площадки системе координат.

2.9. Геодезическую высотную разбивочную основу следует создавать в виде замкнутых полигонов или отдельных нивелирных ходов так, чтобы отметки строительных реперов были получены не менее чем от двух реперов государственной или ведомственной нивелирных сетей.

2.10. Пункты высотной разбивочной основы следует совмещать, как правило, с пунктами плановой геодезической разбивочной сети.

2.11. Геодезическую высотную разбивочную основу следует проектировать и строить в Балтийской системе высот. Использование условной системы высот допускается лишь в случаях, когда расстояние участка работ от пунктов государственной или ведомственной нивелирных сетей превышает 3 км.

2.12. Проект геодезической разбивочной основы следует составлять в масштабе генерального плана стройплощадки (1 : 500—1 : 10 000).

2.13. Графическая часть проекта должна содержать схему расположения пунктов геодезической основы и их привязки, условные обозначения знаков, закладываемых на каждом пункте, очередность выполнения работ, чертежи типовых геодезических знаков.

2.14. В пояснительной записке к проекту основы должны быть приведены: расчет точности геодезической основы, параметры систем координат и высот геодезической основы и локальных сетей, формулы перехода от местной геодезической основы к общей и обратно, способы и порядок уравнивания основы, объем и календарный график выполнения работ, потребность материалов, приборов, инструментов и оборудования. К проекту прикладывается смета на производство работ.

ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ПЛАНОВАЯ РАЗБИВОЧНАЯ ОСНОВА

2.15. На промышленных площадках геодезическая плановая разбивочная основа создается в виде строительной сетки методами микротриангуляции, микротрилатерации, полигонометрии или по методу четырехугольников М. В. Зубрицкого.

2.16. Строительная сетка создается для облегчения геодезических работ, связанных со строительством.

Пункты строительной сетки помогают рационально и с большой точностью перенести на промышленную площадку инженерные сети, здания, транспортные пути и др., так как их координаты при прямоугольной системе застройки легко определяются сложением или вычитанием соответствующих данных, показанных на генеральном плане.

2.17. В зависимости от назначения строительная сетка разбивается либо в виде квадратов, либо прямоугольников со сторонами 50, 100 и 200 м. При строительстве многоэтажных зданий стороны основной строительной сетки принимают равными 25—30—50 м. При проведении работ по вертикальной планировке строительную сетку дополнительно разбивают на квадраты со сторонами 20—40 м, в зависимости от характера рельефа и размещения застройки.

2.18. Точность определения сторон строительной сетки зависит от ее назначения и характеризуется значениями средних квадратических ошибок от ±1 до 10 мм.

2.19. После утверждения проекта строительства составляют проект строительной сетки, стараясь выдержать направление сторон, параллельное осям существующих или проектируемых сооружений промышленного строительства, осям или красным линиям проектируемых проездов в городах и жилых поселках.

2.20. Практика работ на строительных площадках подсказывает необходимость надежного закрепления лишь тех пунктов, которые не будут уничтожены земляными работами, остальные же лучше закреплять облегченными знаками, например металлическими штырями в бетоне и пр.

Лучшими знаками для закрепления сетки считаются полигонометрические знаки городского типа с предохранительными колпаками, устанавливаемые несколько ниже проектной отметки.

Необходимо по мере возможности пользоваться настенными знаками, на которые следует переносить координаты знаков строительной сетки, что позволит сохранить надолго строительную сетку.

2.21. Если предполагается в дальнейшем увеличение территории строительства, начало координат сетки выбирают с таким расчетом, чтобы координаты на всей территории имели положительные знаки.

Координаты пунктов опорной геодезической сетки, расположенных в непосредственной близости к строительной площадке, следует перевычислить в систему строительной сетки.

2.22. По плану определяют не менее трех точек строительной сетки, которые наиболее просто перенести на местность либо от пунктов опорной сети, либо от существующей застройки.

После перенесения в натуру этих точек следует измерить между ними углы и расстояния и сравнить их с расчетными.

2.23. Строительная сетка представляет собой геодезическую основу, необходимую для выноса проекта в натуру, поэтому точность определения ее пунктов как в плане, так и по высоте должна быть выше необходимой точности разбивки исходных осей и габаритов сооружений.

2.24. Для части строительной промышленной площадки, где необходимо выдержать взаимную технологическую связь, строительная сетка строится с точностью порядка 1 : 10 000, а на территории, где запроектированы лишь подсобные помещения, — с меньшей точностью.

Поэтому опорной геодезической сетью пользуются лишь для выноса основного направления строительной сетки, т. е. для ее ориентирования.

2.25. Рекомендуется оси координат строительной сетки обозначать через A (ось иксов) и через B (ось игреков), а для обозначения пунктов сети применять сокращенную запись. Так, пункт A_3B_4, или 3, 4, определяет точку с координатами $A=300$ м, $B=400$ м. По этому правилу координаты точки M, равные $A=318{,}71$ и $B=425{,}18$ м, записывают так $A_3+18{,}71$; $B_4+25{,}18$.

РЕДУЦИРОВАНИЕ ТОЧЕК СТРОИТЕЛЬНОЙ СЕТКИ

2.26. Определив на местности несколько точек строительной сетки (не менее трех), задающих ее направление, выносят остальные точки при помощи теодолитного хода, закрепляя их временными знаками. Временные знаки рекомендуется устанавливать в 3—5 м от проектируемых точек строительной сетки, что позволяет устанавливать положение постоянных знаков сетки с помощью теодолита и при установке их исключить повреждение временного пункта. В некоторых случаях можно обходиться без промеров лентой, определяя положение временных знаков как пересечение двух сторон.

После этого координаты всех временных пунктов определяют одним из известных методов (полигонометрией, триангуляцией, аналитической сетью и др.) с необходимой точностью.

2.27 Получив уравненные координаты временных пунктов, их сличают с проектными и определяют элементы редукций e и θ и на основании их выносят (редуцируют) пункты на местности.

Получив, например, для временного пункта $A_3'B_4'$ элементы $e_{3,4}=3{,}143$ м и $\theta_{3,4}=87°14'51''$, на местности производят следующие действия.

Установив теодолит на временном пункте $A_3'B_4'$ и визируя на соседний временный пункт $A_4'B_4'$, при нулевом отсчете на лимбе откладываем угол $\theta_{3,4}$ (в нашем примере $\theta_{3,4}=87°14'51''$).

Если расстояние меньше 2 м, то натягивают струну или тонкую нить так, чтобы она проходила через временный пункт $A_3'B_4'$ и лежала в коллимационной плоскости теодолита. Если же расстояние больше 2 м, как в нашем примере, то измеряют расстояние $e_{3,4}=3{,}143$ м, выставляя по теодолиту и фиксируя его деревянным колышком. Колышек забивают до отметки временного знака, что позволяет не учитывать поправки за наклон линейного элемента редукции.

Забив колышек, натягивают рулетку динамометром с силой натяжения 10 кгс, и с учетом поправки компарирования рулетки при помощи теодолита отмечают окончательное положение точки и закрепляют ее.

2.28. Предельные значения превышений, допустимых при измерении различных линейных элементов редукции, при которых можно не вводить поправки за наклон, определяется равенством

$$l=\frac{\Delta h^2}{e},$$

где Δh — выражено в сантиметрах, а e — в метрах.

2.29. Среднюю квадратическую ошибку m_p редуцированного пункта относительно временного можно вычислить по формуле

$$m_p^2=m_e^2+e^2\frac{m_\beta^2}{\varrho^2},\qquad(1)$$

где m_e — средняя квадратическая ошибка измерения линейного элемента редукции;

m_β — средняя квадратическая ошибка построения угла.

Считая $m_e=\pm 2$ мм, $m_\beta=\pm 1'$ и $e_{3,4}=3$ м, найдем $m_p=\pm 2{,}1$ мм.

2.30. После определения ряда пунктов, лежащих на одной из осей сетки, исполнитель проверяет теодолитом, находятся ли они в одном створе, и только после этого знаки сетки можно закреплять постоянными знаками.

2.31. После закрепления всей сетки производят контрольные угловые измерения оптическим теодолитом одним полным приемом в шахматном порядке с участием всех пунктов закрепленной сетки. Отклонение углов больше чем на 15″ будет свидетельствовать о неправильном редуцировании пунктов, которые следует исправить.

Углы в наиболее слабых и ответственных местах рекомендуется измерять также и по диагонали.

Контрольные линейные измерения следует произвести лишь выборочно в наиболее слабых местах, ограничиваясь 3—5 сторонами сетки.

Сетка разбита правильно, если относительная ошибка сторон не более 1 : 10 000.

ПОСТРОЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ СЕТКИ СПОСОБОМ РАЗБИВКИ ОСЕЙ

2.32. Прежде всего на схеме намечают центральную точку О, которую определяют на местности, после чего выносят исходное направление *EF*, либо *CD* (рис. 1).

Принимая направление *CD* за ось *A*, а *EF* — за ось *B* (или наоборот) строительных координат, разбивают их на местности. Такое построение осуществляется оптическим теодолитом, производя измерение угла 90^δ двумя или тремя приемами, или 30-секундным теодолитом двумя приемами при трех или четырех повторениях. По полученным осевым направлениям от центральной точки *O* откладывают отрезки, равные сторонам сетки.

Рекомендуется эти измерения производить шкаловой лентой с натяжением 10 кгс и учитывать поправки за компарирование, наклон местности и температуру.

2.33. На границе сетки в точках *M*, *N*, *P*, *R* строят при помощи теодолита прямые углы методом, указанным выше, и продолжают разбивку сетки по периметру. Так как в этом способе неизбежно накопление ошибок, то длины сторон будут разные и не все углы равны 90°.

2.34. Точки строительной сетки закрепляют монолитами с площадкой (плитой) для выноса центров сетки. После этого следует одним из методов, например методом городской полигонометрии 1-го разряда, измерить как углы, так и линии и уравнять эти ходы. Таким образом получают координаты всех пунктов сетки, расположенные по периметру этих четырех полигонов.

Сличая эти координаты с заданными, вносят исправления непосредственно на знаке, пользуясь его плитой. При небольшой площадке и тщательной предварительной разбивке обычно эти величины получаются порядка 3 см.

2.35. Внутренние точки обычно получают пользуясь лишь теодолитом, устанавливая его по взаимно перпендикулярным створам. Иногда применяют метод городской полигонометрии 2-го разряда.

2.36. Способ осей обычно применяют в том случае, когда строительная площадка сравнительно невелика или там, где не требуется большой точности и ошибками 3—5 см можно пренебречь, и, следовательно, не исправлять полученные координаты пунктов.

2.37. Проектные и разбивочные работы всегда удобнее вести от пунктов, координаты которых отличаются от проектных на практически неощутимую величину. В этом случае возможно перенесение проекта в натуру с такой точностью, при которой отклонения фактических координат от проектных не будут иметь практического значения.

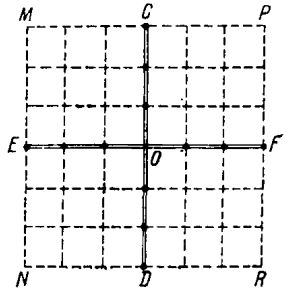


Рис. 1. Построение строительной сетки способом разбивки осей

2.38. Если для построения сетки требуется большая точность, то следует применять метод редуцирования, т. е. намечать новое положение центров, получая небольшие линейные элементы редукций. Угловые элементы редукций определяют при помощи транспортира на площадках (плитах) монолитов.

2.39. Построение в натуре строительной сетки в зависимости от характера

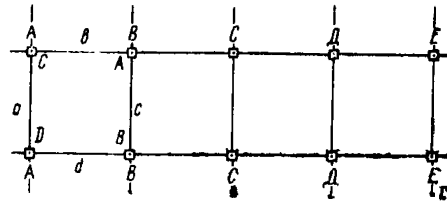


Рис. 2. Построение строительной сетки способом четырехугольников без диагоналей

местности и от точности, которая предъявляется к пунктам сетки, осуществляется способами микротриангуляции, микротрилатерации, полигонометрии и четырехугольников проф. М. В. Зубрицкого.

2.40. Любой из указанных способов можно применять в открытой местности. В закрытой местности чаще всего сетки строят по способу полигонометрии. Характерной особенностью этих работ является необходимость проведения всех работ и вычислений в возможно сжатые сроки, чтобы не создавать большого разрыва между получением координат вспомогательных пунктов и установкой знаков строительной сетки.

2.41. Способ триангуляции можно применять в открытой местности с возвышенностями, трудно доступной для линейных измерений, и при наличии застройки на строительной площадке.

2.42. Вначале создается исходная опорная сеть, образующая систему треугольников. Пункты опорной сети на местности выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечивалась наиболее благоприятная видимость по всем необходимым направлениям, соблюдалось условие простоты и удобств привязки ходов полигонометрии к этим пунктам и обеспечивалась сохранность их на все время строительных работ.

2.43. Базисы (не менее двух) проектируются в местах, удобных для линейных измерений.

Кроме того, желательно, чтобы опорные пункты совпадали с вершинами строительной сетки и стороны треугольников были параллельны сторонам сетки. Базисы измеряются инварными проволоками или светодальномерами с относительной ошибкой 1 : 10 000—1 : 300 000.

В дальнейшем эта сеть сгущается способом полигонометрии.

2.44. Если построение строительной сетки осуществляется способом трилатерации, то проводится только измерение сторон. Такую сеть целесообразно строить на открытой местности, удобной для линейных измерений.

2.45. Способ М. В. Зубрицкого применяется как для определения координат точек основных пунктов строительной сетки, так и заполняющих, когда основные пункты сетки уже получены.

Стороны четырехугольника в этом способе получают в результате вычислений по двум известным сторонам (измеренных или вычисленных) и четырем углам (рис. 2).

2.46. Углы в строительной сетке близки к прямым, что упрощает оценку точности измерения сторон c и d четырехугольника, средняя квадратическая ошибка которых будет

$$m_a^2 = m_b^2 + a^2 m^2 \sin^2 1''; \qquad (2)$$

$$m_c^2 = m_a^2 + b^2 m^2 \sin 1'', \qquad (3)$$

где m_a и m_b — средние квадратические ошибки измерения сторон a и b;

m — средняя квадратическая ошибка измерения угла.

2.47. После уравнивания углов четырехугольников по известным сторонам a и b вычисляют стороны c и d по формулам:

$$c = \frac{a \sin C + b \sin (A + B)}{\sin B}; \tag{4}$$

$$d = \frac{b \sin A + a \sin (A + D)}{\sin B}, \tag{5}$$

вычисляя для контроля стороны a и b:

$$a = \frac{c \sin A + d \sin (C + D)}{\sin D}; \tag{6}$$

$$b = \frac{d \sin C + c \sin (A + D)}{\sin D}. \tag{7}$$

2.48. Формулы для вычисления сторон c и d могут быть получены через дирекционные углы и известные стороны:

$$c = \frac{a \cos \alpha_a + b \cos \alpha_b + d \cos \alpha_d}{\cos \alpha_c}; \tag{8}$$

$$d = \frac{a \sin (\alpha_c - \alpha_a) + b \sin (\alpha_b - \alpha_c)}{\sin (\alpha_d - \alpha_c)}. \tag{9}$$

2.49. Можно формулы для вычисления сторон привести к виду, удобному для логарифмирования:

$$c = \frac{a \sin C \sin (45° + Q_1)}{\sin B \cos 45° \cos Q_1}; \tag{10}$$

$$d = \frac{b \sin A \sin (45° + Q)}{\sin B \cos 45° \cos Q}, \tag{11}$$

где

$$\operatorname{tg} Q_1 = \frac{b \sin (A + B)}{a \sin C}; \quad \operatorname{tg} Q = \frac{a \sin (B + C)}{b \sin A}. \tag{11а}$$

2.50. В результате последовательных вычислений всех сторон по ряду в последнем четырехугольнике получится невязка, которая распределяется пропорционально длинам сторон.

РАЗБИВКА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ПУНКТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ СЕТКИ

2.51. После закрепления на местности монолитами основных пунктов строительной сетки U, E, O, D, F, G проводится разбивка в натуре всех остальных точек строительной сетки (рис. 3).

2.52. Вначале определяют положение точек L и I. Для этого по измеренным сторонам решают треугольники ELU, ELO для определения координат точки L и треугольники FIG, FID для определения координат точки I.

2.53. Координаты точек L и I получают дважды; из среднего значения получают окончательные значения уравненных координат и уклонения от проектных значений δx_I, δy_I, δx_L, δy_L. После этого

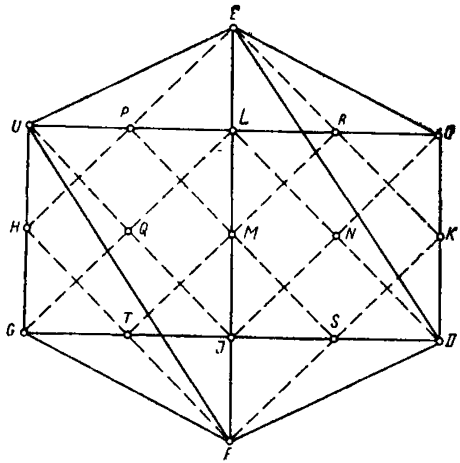
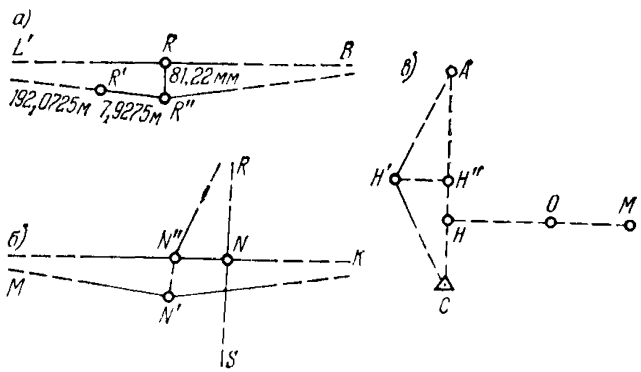


Рис. 3. Схема разбивки строительной сетки

Рис. 4. Построение точек строительной сетки методом створов

а—общий случай; *б*—для точки, находящейся в середине квадрата; *в*—для точки, находящейся на стороне квадрата.



точки L и I закрепляют на местности аналогично закреплению основных точек строительной сетки.

2.54. Точки L и I могут быть определены также следующим образом. В точке L, имеющей приближенное положение точки на местности, устанавливают теодолит и измеряют углы ELF и ULO. По табл. 1 (таблица смещений) находят смещения δx_L и δy_L. Откладывая их на местности, получают окончательное положение точки L, где и устанавливают монолит. Окончательное положение точки контролируют измерением углов ELF и ULO.

Затем определяют положение точек R, P, K, S, M, T и H в натуре методом створов, который рассмотрим на примере определения точки R (рис. 4).

Пусть длина $L'R'$, измеренная в натуре, будет равна 192, 147 м, где L' и R' — точки, закрепленные на местности временными знаками (деревянные столбы или колья).

Допустим координаты точки L' уклоняются от проектного значения на величины $\delta x_L = +45{,}0$ мм и $\delta y_L = +75{,}0$ мм, тогда длина линии $LR' = 192{,}147 - 0{,}075 = 192{,}072$ м.

Если сторона квадрата строительной сетки равна 200 м, то, отложив от точки R' по продолжению линии $L'R'$ расстояние $200{,}000 - 192{,}0725 = 7{,}9275$ м, мы на местности получим точку R''.

Таблица 1

Угол	Стороны квадрата строительной сетки											
	100 100	100 200	100 300	100 400	100 500	200 200	200 300	200 400	200 500	300 300	300 400	400 400
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
180°00′00″	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	2,4	3,2	3,6	3,9	4,0	4,8	5,8	6,5	6,9	7,3	8,3	9,7
20	4,8	6,5	7,3	7,8	8,1	9,7	11,6	12,9	13,9	14,5	16,6	19,3
30	7,3	9,7	10,9	11,6	12,1	14,5	17,5	19,4	20,8	21,8	25,0	29,0
40	9,7	12,9	14,5	15,5	16,1	19,3	23,3	25,9	27,7	29,1	33,3	38,7
50	12,1	16,2	18,2	19,4	20,2	24,2	29,1	32,3	34,7	36,3	41,6	48,3
180°01′00″	14,5	19,4	21,8	23,3	24,2	29,0	34,9	38,8	41,6	43,6	49,9	58,0
10	16,9	22,6	25,4	27,2	28,2	33,8	40,7	45,3	48,5	50,9	58,2	67,1
20	19,3	25,9	29,1	31,1	32,2	38,7	46,5	51,7	55,5	58,1	66,5	77,3
30	21,8	29,1	32,7	34,9	36,3	43,5	52,4	58,2	62,4	65,4	74,9	87,0
40	24,2	32,3	36,3	38,8	40,3	48,3	58,2	64,7	69,3	72,7	83,2	96,6
50	26,5	35,6	40,0	42,7	44,4	53,2	64,0	71,1	76,3	79,9	91,5	106,3
180°02′00″	29,0	38,8	43,6	46,5	48,5	58,0	69,8	77,5	83,1	87,2	99,8	116,0
10	31,4	42,0	47,2	50,5	52,4	62,8	75,6	84,0	90,0	94,5	108,1	125,7

Продолжение табл. 1

Угол	Стороны квадрата строительной сетки											
	100 100	100 200	100 300	100 400	100 500	200 200	200 300	200 400	200 500	300 300	300 400	400 400
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
20	33,8	45,3	50,9	54,4	56,5	67,7	81,4	90,4	97,0	101,7	116,4	135,3
30	36,2	48,5	54,5	58,2	60,5	72,5	87,3	96,9	103,9	109,0	124,8	145,0
40	38,7	51,7	58,1	62,1	64,5	77,3	93,1	103,4	110,8	115,3	133,1	154,7
50	41,1	55,0	61,8	66,0	68,6	82,2	98,9	109,8	117,8	123,5	141,4	164,3
180°03′00″	43,5	58,1	65,5	69,8	72,7	87,0	104,7	116,3	124,6	130,9	149,6	174,0
10	45,9	61,4	69,0	73,8	76,6	91,8	110,5	122,8	131,5	138,1	158,0	183,7
20	48,3	64,7	72,7	77,7	80,7	96,7	116,3	129,2	138,5	145,4	166,3	193,3
30	50,8	67,9	76,3	81,5	84,7	101,5	122,2	135,8	145,4	152,7	174,6	203,0
40	53,2	71,1	79,9	85,4	88,7	106,3	128,0	142,2	152,3	160,0	182,9	212,7
50	55,6	74,4	83,6	89,3	92,7	112,2	133,8	148,6	159,3	167,2	191,2	222,3
180°04′00″	58,0	77,5	87,3	93,1	96,9	116,0	139,6	155,0	166,2	174,5	199,5	232,1
10	60,4	80,8	90,8	97,1	100,8	120,8	142,4	161,5	173,1	181,8	207,9	241,1
20	62,8	84,1	94,5	101,0	104,9	126,7	151,2	167,9	180,1	189,0	216,2	251,3
30	65,3	87,3	98,1	104,8	108,9	130,5	159,1	174,4	187,0	196,3	224,5	261,0
40	67,7	90,5	101,7	108,7	112,9	135,3	162,9	180,9	183,9	203,6	232,8	270,7
50	70,1	93,8	105,4	112,6	117,0	140,2	158,7	187,3	200,9	210,8	241,1	280,3
180°05′00″	72,7	96,9	109,1	116,4	121,2	145,0	174,5	193,8	207,8	218,1	249,4	290,0

Чтобы определить точку R, измеряют угол $BR''L$. Пусть этот угол будет равен 180°02′48″.

Затем по табл. 1 берем угол, близкий к 180°02′48″, т. е. 180°02′50″. В графе 7 находим величину 82,2, а интерполируя на 2″, получим 81,22. Это и будет величина, которую необходимо отложить по биссектрисе внутреннего угла, чтобы получить точку R.

2.55. Точку R закрепляют колышком с гвоздем и проверяют измерением угла LRB, который в этом случае должен быть равен 180°00′00″, а расстояние от точки L должно быть равно точно 200 м, после чего точку R закрепляют знаком, принятым для промежуточных точек строительной сетки.

Аналогично получаются точки K, S, M, T, H и P.

2.56. Для определения по методу створов точек, находящихся в середине квадратов U, I, L, G, например точки N в пунктах M, R, K, S, устанавливают визирные марки. Простым вешением на глаз с точек M и R или с точек K и S находят пересечение направлений RS и MK (точку N'), где и устанавливают теодолит. По измеренному углу $MN'K$ и расстояниям до точек M и K по табл. 1 находят величину поправки. Перемещая точку N' в новое положение по биссектрисе на величину поправки, получают точку N'', лежащую на линии сетки MK, на которой измеряют угол $RN''S$. Пусть этот угол будет 180°03′10″. По таблице для угла 180°03′10″ и длинам сторон графы 7 находят поправку, равную 91,8 мм, которую и откладывают по биссектрисе угла, меньшего 180°. Полученная точка и будет точка N.

2.57. После закрепления на местности точки монолитом положение ее контролируется повторным измерением углов MNK и RNS. На монолите целесообразно нанести обозначение точки в соответствии с принятым в проекте.

При наличии существующих зданий и сооружений рекомендуется передавать координаты точек строительной сетки на настенные знаки.

2.58. Точки строительной сетки H, T, S, K, R, P определяют измерением углов. Так, например, для определения точки H намечаем точку H' (см. рис. 4, *в*) по створу MQ и AC, после чего измеряем угол $AH'C$ и по табл. 1 смещение находим по углу и расстояниям.

Отложив это смещение по биссектрисе, находим точку H'', на которой для контроля измеряют угол $AH''C$ (он должен быть равен 180°0′0″). Наблюдая точки Q и M и передвигаясь по $H''C$, намечают точку H.

Аналогично получают точки T, S, K, R и P.

2.59. При методе полигонометрии на точках измеряют углы и расстояния и вычисляют, как указывалось, координаты этих точек. По уклонениям δx и δy полученных значений координат от проектных устанавливают монолиты. Точки внутри полигонов получают методом створов.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ПУНКТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ СЕТКИ

2.60. Независимо от способа построения в натуре строительной сетки основные пункты O, G, D, E, F и промежуточные точки строительной сетки I, L, P, R, M, T, S, K и H (см. рис. 3) закрепляют вначале временными центрами.

2.61. Временные центры представляют собой деревянные колья или столбы диаметром не менее 15 см и длиной не менее 1 м, кото-

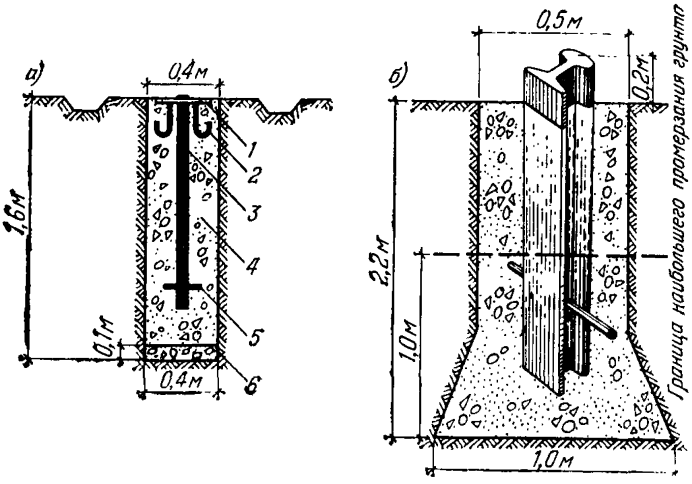


Рис. 5. Грунтовые знаки закрепления плановых разбивочных осей

а—монолит с маркой; *б*—рельс с насечкой керном; *1*—металлическая пластина 200×200×5÷10; *2*—анкер; *3*—металлический сердечник; *4*—бетон марки 200—300 с наполнителем мелкой фракции; *5*—якорь; *6*—щебень

рые для большей сохранности устанавливают ниже поверхности земли на 10—15 см.

2.62. Постоянные знаки заготовляют заранее. В большинстве случаев они представляют собой монолит. Постоянными знаками могут служить также рельсы и металлические трубы диаметром 10—15 см с приваренной к ним сверху маркой (рис. 5).

2.63. Закрепление точек строительной сетки постоянными знаками выполняют в следующем порядке:

1) устанавливают теодолит над временным центром и наводят трубу теодолита на соседний временный центр и в 2 м от теодолита забивают колья, диаметрально расположенные под углами 90, 180 и 270°, центры которых отмечают гвоздями, забитыми в колья наполовину;

2) центры этих кольев отмечают так, чтобы пересечение проволок, натянутых через диаметрально расположенные точки, проходило через временный центр, над которым установлен теодолит. После этого кол удаляют и на его место устанавливают бетонный монолит, совмещая пересечение нитей с серединой плиты. Монолит бетонируют, дают ему устояться 6—10 дней, после чего проектируют пересечение нитей на металлическую плиту и просверливают отверстие диаметром 1—2, глубиной 3—4 мм, которое и является центром знака.

2.64. Для удобства нахождения отверстия, фиксирующего центр знака, через него прочерчивают две взаимно перпендикулярные линии. Установку и бетонирование на месте трубы или рельса производят, совмещая центр трубы или рельса с пересечением нитей.

ВЫСОТНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА

2.65. Высотная геодезическая основа для строительства, топографических съемок и решения ряда архитектурных и инженерных за-

дач строится на нивелирных сетях III и IV классов и создается в виде замкнутых полигонов или систем ходов, опирающихся на марки и реперы государственной сети.

2.66. Высотная геодезическая основа на территории строительства должна быть закреплена постоянными знаками с таким расчетом, чтобы высотные отметки можно было получать на объекты строительства от двух реперов не более чем с трех станций нивелирного хода.

2.67. Высотная геодезическая основа IV класса развивается внутри полигонов III класса.

Ходы нивелирования III и IV классов должны прокладываться не далее 0,5 км от рабочих реперов и марок стройплощадки.

2.68. Работы по созданию высотной геодезической основы начинают со сбора и анализа материалов ранее исполненных работ, которые получают в территориальных инспекциях Государственного геодезического надзора и соответствующих организациях, проводивших топографо-геодезические работы.

Все знаки, находящиеся вблизи территории строительства, должны быть разысканы и обследованы.

2.69. Затем составляется проект размещения знаков нивелирования с учетом обеспечения ими строящихся объектов на всех стадиях их возведения с необходимой точностью определения абсолютных отметок, подтверждающих обеспечение соответствующих допусков, приведенных в табл. 2.

Таблица 2

Показатели	Требования к нивелированию	
	Классы	
	III	IV
Предельная невязка на 1 км хода при числе станций:		
менее 15	$10\sqrt{L}$ *	$20\sqrt{L}$ *
более 15	$2{,}6\sqrt{n}$	$5\sqrt{n}$
Максимальная длина ходов:		
между пунктами нивелирования высших классов, км	15	—
между узловыми точками, км	5	—
Расстояние между параллельно прокладываемыми ходами, км	5	—
Наибольшее расстояние от нивелира до реек, м	75	100
Неравенство расстояний от нивелира до реек на станции, м	2	5
Накопление неравенств расстояний в секции, м	5	10
Минимальная высота визирного луча над поверхностью, м	0,3	0,2
Максимальная разность превышений, полученных по основной и дополнительной шкалам реек:		
черной и красной сторонам, мм	1,5	5
в делениях барабана	30	—

2.70. При определении местоположения нивелирных знаков должны быть учтены местные условия, размещение существующих сооружений и дорожной сети, движение транспорта в период строительства, перемещение грунта из котлованов и траншей, а также возможное изменение уровня грунтовых вод на стройплощадке и другие факторы, влияющие на изменение знаков по высоте.

2.71. Проект нивелирной сети должен содержать схемы сети, показанные на стройгенплане с топографической основой в масштабе 1 : 5000 и 1 : 10 000, чертежи закладываемых знаков, описание состояния знаков, заложенных в период изысканий, описание пунктов, отметки которых определяются при нивелировании высотной сети (уровень грунтовых вод и др.) и пояснительную записку с расчетом ожидаемой точности.

2.72. Для контроля возможных изменений отметок знаков необходимо предусматривать повторные нивелировки III класса, периодичность которых должна быть установлена проектом.

2.73. Нивелиры и рейки должны соответствовать требованиям нивелирования соответствующего класса.

2.74. При вычислении невязок нивелирных ходов в суммы превышений вводят поправки за среднюю длину 1 м пары реек.

2.75. Нивелирование III класса выполняют при хорошей видимости реек, защищая в солнечную погоду нивелир и штатив зонтом.

2.76. Уравнивание нивелирных сетей производят методами эквивалентной замены, узлов или полигонов. Перед уравниванием следует проверить все вычисления в журналах и ввести поправки в превышения за компарирование реек.

2.77. Метод полигонов представляет собой, по существу, метод условных измерений, причем нормальные уравнения коррелат составляют непосредственно по схематическому чертежу, руководствуясь правилами, предложенными проф. В. В. Поповым.

2.78. Вычисления при этом способе производятся в следующем порядке.

1. Составляют рабочий чертеж уравниваемой сети, на который выписываются для каждого хода номер, число станций и периметр, а также опорные данные — отметки.

Намечают на чертеже и нумеруют арабскими цифрами направления полигонов, следя за тем, чтобы, с одной стороны, ни один ход данной сети не остался не включенным в полигон, а с другой стороны, чтобы условия, возникшие в выбранных полигонах, были независимы.

2. Составляют нормальные уравнения коррелат, в которых свободными членами будут невязки соответствующих полигонов, а коэффициенты составляют по приведенным ниже привилам:

а) коэффициент при коррелате, номер которой совпадает с номером уравнения, всегда положителен и равен периметру полигона или числу станций, имеющего тот же номер;

б) коэффициент при остальных коррелатах равен числу станций хода или периметру хода, общего двум полигонам, с номером данного уравнения и с номером данной коррелаты; если при этом направления обоих полигонов в их общей части совпадают, то берется знак плюс (+), в противном случае минус (—). Направления ходов при этом никакого значения не имеют.

3. Решая полученную систему нормальных уравнений, находят значения коррелат.

4. Вычисляют поправки в превышения, руководствуясь тем, что поправка в превышение равна разности коррелат, в которые это превышение входит.

5. Исправив превышения, подсчитывают невязки для каждого хода и убедившись в их допустимости, записывают их на схематический чертеж.

2.79. Метод узлов также представляет собой метод посредственных измерений (параметрический метод), причем значения высот узловых точек получаются из решения нормальных уравнений, составляемых непосредственно по чертежу.

2.80. Работа при уравнивании методом узлов производится в следующем порядке:

1. Составляют схематический чертеж.

2. Подсчитывают отметки узловых реперов от ближайших узловых пунктов и показывают число станций или периметр по данному ходу. Все полученные отметки принимаются за приближенные для определяемых высот узловых реперов, и к ним определяется поправка.

3. Для каждого определяемого репера подсчитываются отметки по всем ходам, связывающим этот репер, причем веса вычисляются по формуле $p=\frac{1}{n}$, где n — число станций данного хода, или по формуле $p=\frac{1}{[L]}$, где $[L]$ — периметр данного хода.

4. Подсчитывают на каждом пункте суммы весов $[p]$ и произведений $[p\,v]$, где v — уклонение полученной отметки от приближенной.

5. Получают нормальные уравнения

$$[p]_l x_1 - p_2 x_{l-1} - \ldots + [pv]_l = 0. \qquad (12)$$

6. Решают нормальные уравнения, получают поправки x_l, $x_{l-1}, \ldots, x_1$. Исправляют приближенные поправки на эти величины, после чего убеждаются, что произведения $[p\,W]=0$. Вычисляют $[p\,W^2]$ и производят оценку точности

$$m = \sqrt{\frac{[pw^2]}{r-q}}, \qquad (13)$$

где r — число ходов; q — число определяемых отметок.

2.81. Геодезическая разбивочная основа, разбивочные оси зданий и сооружений закрепляются на местности постоянными и временными знаками.

2.82. Местоположение постоянных знаков должно обеспечить их сохранность и долговечность. Место закрепления знака должно быть удобным для установки на знаке геодезических приборов и визирных целей и ведения измерения с них.

Знаки устанавливают на строительной площадке вне зоны земляных работ и в местах, свободных от временных сооружений, складирования материалов и др.

ЗНАКИ И ЦЕНТРЫ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ РАЗБИВОЧНОЙ ОСНОВЫ

2.83. Выбор конструкций знаков закрепления осей зданий и сооружений зависит: от условий строительной площадки, от наличия строительных материалов, изделий и конструкций, от сроков строительства, от применяемых методов и видов разбивочных работ.

2.84. Временные знаки закрепления осей представляют собой обычно металлические штыри, обрезки труб с деревянными пробками или деревянные колья. На временных знаках оси закрепляются краской или забитыми в их верхнюю часть гвоздями (по одному в знак).

2.85. Все грунтовые центры и реперы геодезической разбивочной основы вне зон влияния процессов, неблагоприятных для устойчивости и сохранности знаков, следует закладывать преимущественно вровень с поверхностью земли, глубина их закладки устанавливается в зависимости от геологических, гидрогеологических и гидрологических условий. При этом предпочтение следует отдавать коренным породам, возвышенным местам с глубоким залеганием грунтовых вод и вдали от оползней, плывунов, а также в местах, не подвергающихся затоплению, деформациям, т. е. не ближе 200—400 м от котлованов крупных объектов.

2.86. Все имеющиеся вблизи района работ капитальные здания и сооружения должны быть использованы для закладки в них стенных знаков. Стенные знаки, марки или реперы надлежит закладывать на цементном растворе в соотношении 1 : 3 не менее чем за три дня до начала наблюдений.

2.87. Наиболее ответственные центры и реперы должны быть защищены от возможных повреждений прочной металлической оградой или специальным предохранительным кольцом.

2.88. Все знаки геодезической разбивочной основы, заложенные на территории строительства, подлежат сдаче по акту под наблюдение за сохранностью дирекции строящегося предприятия и руководителю строительного участка, а знаки, заложенные за пределами территории строительства, — исполкомам местных Советов депутатов трудящихся или (по согласованию с ним) соответствующему землепользователю.

2.89. Знаки геодезической разбивочной основы должны указываться на стройгенплане и на всех чертежах, выдаваемых для производства работ по планировке и застройке территории.

2.90. По окончании закладки знаков составляются: схема их расположения на планах в масштабах 1 : 5000—1 : 10 000 с указанием их типов, журнал зарисовок и привязок пунктов (кроки) или фотографии мест закладки знаков и акты их сдачи под наблюдение за сохранностью.

2.91. Пункты триангуляции, трилатерации и полигонометрии 4-го класса и 1-го и 2-го разрядов, нивелирования всех классов закрепляются знаками, указанными в книге «Центры геодезических пунктов для территории городов, поселков и промышленных площадок», утвержденные Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР.

2.92. Конструкция постоянных знаков закрепления осей может быть различной. Наиболее часто для закрепления осей пользуются грунтовыми постоянными знаками. Закладка грунтовых знаков производится до начала строительно-монтажных работ подземной части зданий и сооружений. Постоянные грунтовые знаки представляют

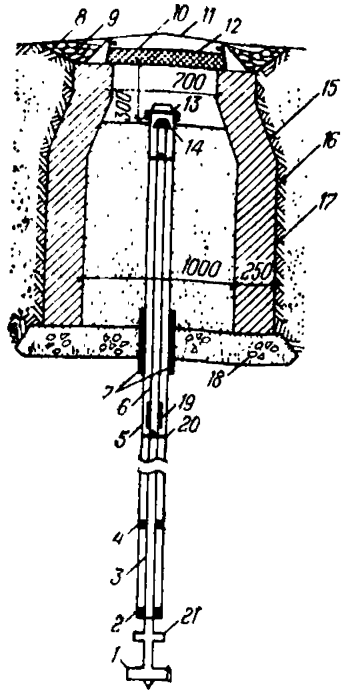


Рис. 6. Глубинный репер (общий вид и детали)

1—башмак (чугунный или металлический); *2*—нижнее стальное кольцо сальника; *3*—сальник; *4*—верхнее стальное кольцо сальника; *5*—защитная труба; *6*—реперная труба; *7*—два слоя толя вокруг защитной трубы; *8*—засыпка вокруг колодца плотно трамбованным грунтом; *9*—бетонный отлив вокруг колодца; *10*—реперный колодец; *11*—чугунный люк с крышкой; *12*—деревянная крышка, обитая войлоком; *13*—крышка защитной трубы; *14*—реперная головка из нержавеющего металла; *15*—кирпичная стенка колодца; *16*—засыпка колодца (до реперной головки) сухим шлаком или другим теплоизоляционным материалом; *17*—цементная штукатурка; *18*—бетонное дно колодца; *19*—муфта, соединяющая звенья реперной трубы; *20*—стальные шпильки; *21*—фланец

собой обрезки металлических труб диаметром 60—100 мм или рельсов (см рис. 5).

2.93. Реперные трубы или рельсы устанавливают в скважине диаметром 250—300 мм, пробуренной на 1,0—2,0 м ниже глубины наибольшего промерзания грунта. После установки знака скважину бетонируют до верха или только нижнюю часть, а оставшуюся — заполняют шлаком или сухим песком.

2.94. Для обеспечения долговременной сохранности грунтовые знаки закрепления осей ограждают деревянной или металлической обноской высотой до 1 м. Обноска делается треугольная или квадратная со стороной 1,5—2,0 м.

2.95. При построении плановой разбивочной основы на исходном горизонте и при передаче осей на монтажный горизонт для закрепления основных осей зданий или их параллелей применяются грунтовые знаки в сочетании с откраскими. Достоинством такой комбинации знака являются относительная простота его устройства и удобство передачи осей на монтажный горизонт.

2.96. Откраски представляют собой цветные риски, закрепленные яркой несмываемой краской. Они наносятся на металлические, бетонные, деревянные и прочие части постоянных и временных зданий и сооружений.

2.97. Часто для закрепления точек пересечения вспомогательных осей здания на исходном горизонте и для передачи их на монтажный горизонт используются монолиты (см. рис. 5).

2.98. В некоторых случаях проектные оси здания или сооружения закрепляются дополнительными знаками в виде марок, различной формы скоб, металлических заершенных стержней, прочно заделываемых в бетон, кирпичную кладку или деревянные части здания или сооружения.

2.99. На рис. 6 показана конструкция глубинного репера, опирающегося на твердые скальные грунты. Он представляет собой две колонны металлических труб, опущенных в буровую скважину. Внутреннюю трубу репера устанавливают в несжимаемом слое грунта (известняка) для фиксирования неизменяемого высотного положения точки, относительно которой измеряют осадки. Наружная

труба его при помощи сальника служит для устранения появляющегося с течением времени зазора пространства между трубами, что может служить причиной передачи на внутреннюю трубу смещений наружных труб, вызываемых деформациями грунтов. Такой репер состоит из башмака, сальника, битума, заполняющего пространство между реперной и защитной трубами, деревянной диафрагмы, обсадной трубы 325 мм, щебеночной подготовки со смазкой, бетонного пола, засыпки из опилок, пропитанных битумом, двойного слоя толя (рубероида) на клебемассе, типового кольца, планировочной отметки, отмостки высотой в 18 см, чугунного люка, металлической и деревянной крышек, реперной головки и резиновой диафрагмы.

У поверхности земли реперную трубу устанавливают в кирпичном колодце, имеющем изоляцию от промерзания.

2.100. Для определения вертикальных перемещений (деформаций) фундаментов на нижней и верхней плитах его устанавливают плитную марку и потайную. Первая из них представляет металлический болт (заклепку) со сферической головкой, заделанную в плиту, а вторая состоит из металлической трубки с приваренными зубцами в ее хвостовой части, закрывающейся крышкой и располагающейся заподлицо со стенкой здания. Во время наблюдения за деформациями крышка с такого знака снимается, а в отверстие трубки вставляется установочный шаровой болт.

3. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАЗБИВОЧНЫЕ РАБОТЫ НА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПЛОЩАДКЕ

РАЗБИВКА ГЛАВНЫХ И ОСНОВНЫХ ОСЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

3.1. Главные оси разбиваются в том случае, когда здание имеет сложную конфигурацию и значительные размеры, а также когда группа зданий тесно связана между собой технологическими процессами.

Основные оси разбиваются в тех случаях, когда здание имеет простую конфигурацию в виде прямоугольника любых размеров и не связано с другими зданиями единым технологическим процессом.

Главные и основные оси являются геодезической основой для детальной разбивки промежуточных осей.

3.2. Исходными материалами для разбивки главных, основных осей здания являются: план фундаментов; генеральный план строительной площадки; проект производства геодезических работ; разбивочный чертеж; документация по геодезической планово-высотной основе на строительной площадке.

Главные и основные оси здания разбиваются на местности. от геодезических опорных пунктов, от пунктов строительной сетки, от точек красной линии, от существующих капитальных зданий.

3.3. Разбивка осей производится от пунктов разбивочной основы способом прямоугольных и полярных координат, угловых и линейных засечек. Взаимное положение главных и основных осей определяется более точно, чем взаимное положение пунктов разбивочной основы. Поэтому от опорных пунктов разбивается в натуре только одна из наиболее длинных продольных осей, от которой в последующем производится дальнейшая разбивка.

3.4. Перенесение в натуру главных, основных осей контролируется дважды.

Первый контроль — соответствия посадки здания относительно разбивочной основы — производится контрольными угловыми и линейными измерениями до пунктов разбивочной основы по направлениям, не применявшимся при разбивке главных и основных осей.

Второй контроль — точности взаимного положения вынесенных главных и основных осей здания — производится путем измерения прямых углов между осями, а также линейными промерами сторон и диагоналей образованного прямоугольника.

3.5. При возведении крупноразмерных современных промышленных предприятий возникает необходимость в увязке с высокой степенью точности технологических линий и целых комплексов зданий. Это требует создания специальных разбивочных сетей с высокой степенью точности. Точки, закрепляющие главные и основные оси здания, совмещаются с пунктами данной сети, и вынос их в натуру производится поэтапно. Сначала производится предварительная разбивка осей с закреплением их временными или постоянными знаками.

3.6. При использовании постоянных знаков должны быть учтены возможности перемещения центра знака в плане. Методом триангуляции, трилатерации, микротриангуляции, полигонометрии, засечек определяют точные координаты точек, предварительно закрепляющих оси на местности. Выбор метода определения координат точек зависит от требуемой точности разбивочных работ, размеров стройплощадки, условий работы на ней, формы здания и других факторов.

После уравновешивания выполненных геодезических измерений вычисляют точные координаты точек, находят величины линейных редукций, на которые изменяют положения центров знаков на местности. После редуцирования производят угловые и линейные контрольные измерения.

3.7. Главные и основные оси здания закрепляют следующими осевыми знаками: бетонными монолитами; забетонированными рельсами, штырями, трубками; штырями, трубками, деревянными кольями с гвоздями, вбитыми в землю; специальными марками и откраской на капитальных существующих зданиях.

Некоторые типы знаков закрепления осей показаны на рис. 7, 8.

3.8. Осевые знаки закрепляются от контура здания на расстоянии не менее 1—1,5 высоты здания в местах, свободных от размещения временных и постоянных подземных и наземных сооружений, складирования строительных материалов, установки подъемных механизмов и т. д.

Место закрепления знака должно быть удобным для установки на знаке геодезических инструментов и ведения наблюдения с них.

3.9. Точность производства разбивочных работ по выносу главных и основных осей, тип знаков закрепления главных и основных осей, места их установки, методика производства разбивочных работ — все эти вопросы разрабатываются в проекте производства геодезических работ (ППГР) или в отдельном разделе в проекте производства работ (ППР).

При этом точность производства разбивочных работ должна соответствовать допускам разбивки осей в плане по ГОСТ 21779—76 (табл. 3).

Класс точности разбивки зависит от сложности промышленного здания, обосновывается в ППГР и согласовывается с проектной организацией или непосредственно ею рассчитывается и задается.

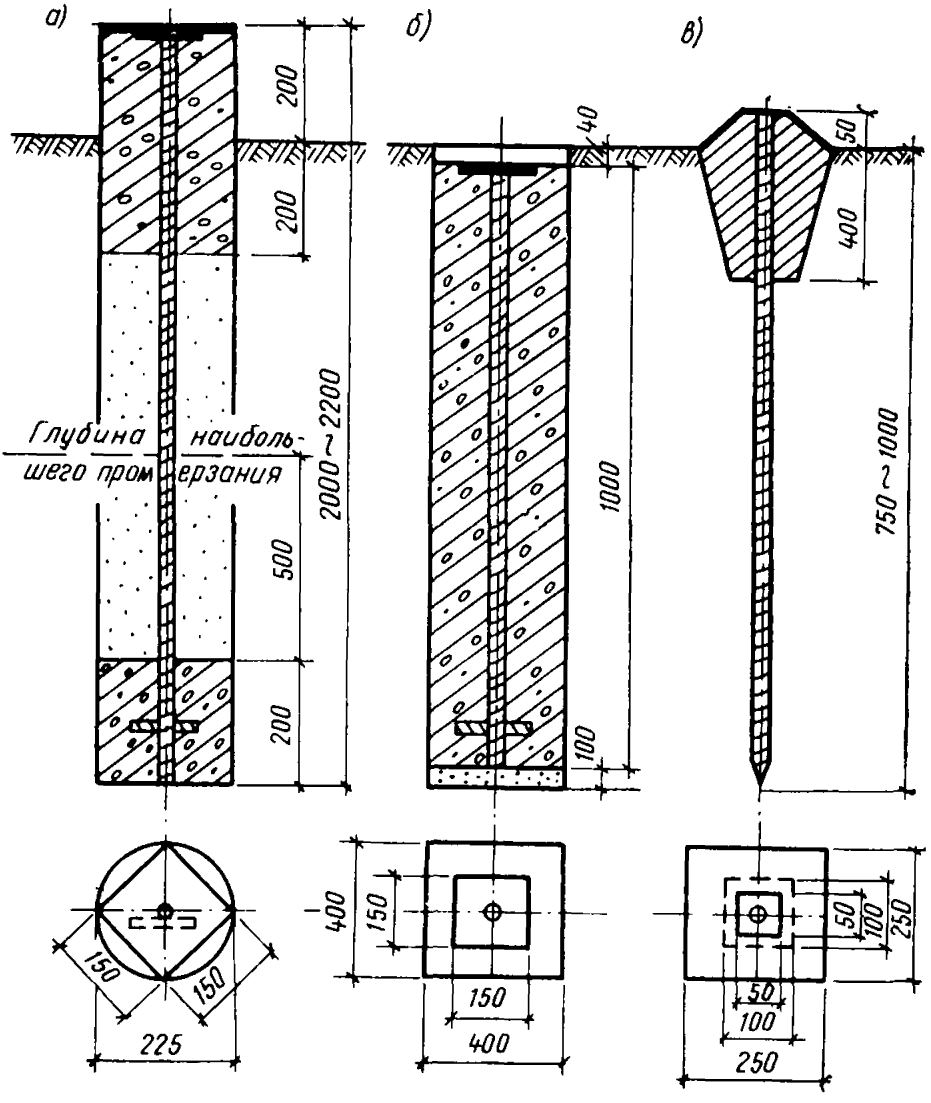


Рис. 7. Типы знаков закрепления главных и основных осей здания

а—знак закрепления осей, закладываемый ниже глубины промерзания; *б*—знак, закладываемый выше глубины промерзания; *в*—металлический штырь, замоноличенный сверху

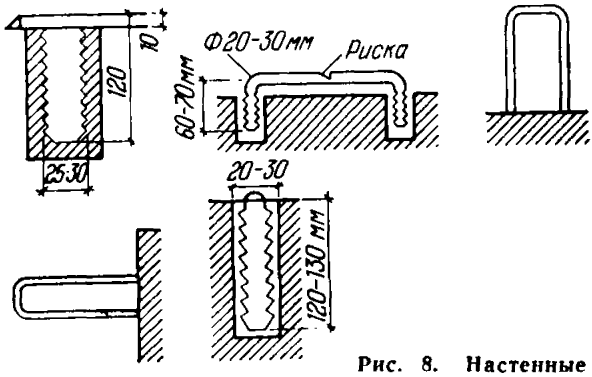


Рис. 8. Настенные знаки для закрепления разбивочных осей

Таблица 3*

Интервалы номинальных размеров l между разбивочными осями	Классы точности					
	1	2	3	4	5	6
	Величина допуска					
До 16 000	2	4	6	10	16	26
Свыше 16 000 » 25 000	4	6	10	16	26	40
» 25 000 » 40 000	6	10	16	26	40	64
» 40 000 » 63 000	10	16	26	40	64	100
» 63 000 » 100 000	16	26	40	64	100	160
» 100 000 » 160 000	26	40	64	100	160	260

* См. табл. 5 ГОСТ 21779—76.

3.10. По окончании разбивочных работ по выносу в натуру главных, основных осей здания должны составляться: акт разбивки осей, исполнительный разбивочный чертеж (схема).

3.11. На исполнительном чертеже показываются: вынесенные в натуру оси здания; знаки закрепления осей; расстояние между осями здания, между знаками закрепления осей и между осями и знаками закрепления;

координаты точек пересечения основных осей в системе строительной сетки;

строительные реперы и их отметки, а также вынесенные условные нулевые отметки;

предметы ситуации (включая подземные инженерные сети);

пункты планово-высотного обоснования.

Форма исполнительных чертежей по разбивке главных и основных осей здания показана на рис. 9, 10.

3.12. Акт разбивки и разбивочный чертеж составляется в пяти экземплярах. Первый экземпляр (оригинал) хранится у специализированной геодезической организации, производящей разбивку. Один экземпляр заказчик оставляет у себя, а три экземпляра выдает генподрядчику.

ДЕТАЛЬНАЯ РАЗБИВКА ОСЕЙ

3.13. После разбивки главных и основных осей здания и производства земляных работ по отрывке котлована и уборке земли от бровки котлована производят детальную разбивку и закрепление всех промежуточных осей здания.

Промежуточные оси здания должны быть разбиты одна относительно другой с ошибкой порядка 1—2 мм (допуски осевых разбивочных размеров см. в табл. 3).

3.14. Детальную разбивку промежуточных осей производят двумя способами.

Первый способ — разбивка промежуточных осей по обноске, устраиваемой по периметру сооружения на расстоянии 3—5 м от бровки котлована. Стороны обноски должны быть по возможности параллельны соответствующим продольным и поперечным осям сооружения, прямолинейны, а верх обрезной доски должен быть го-

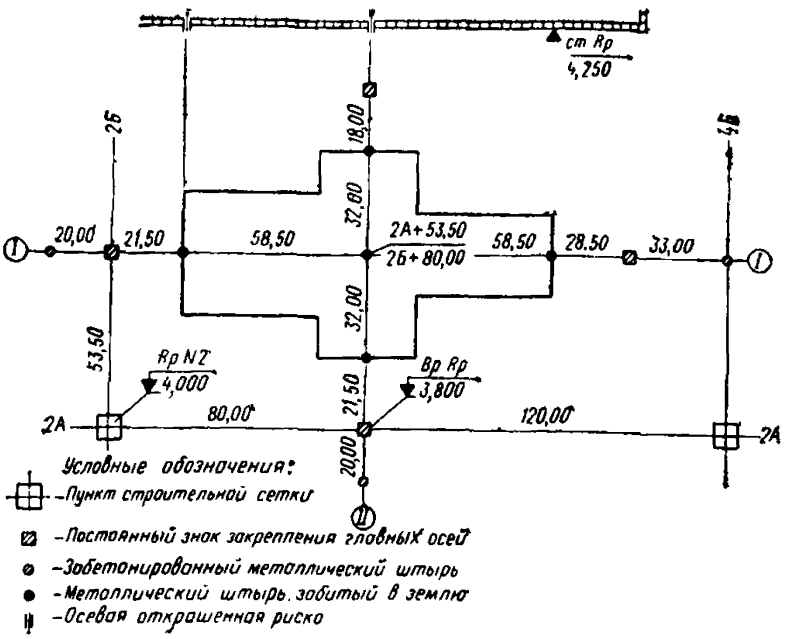


Рис. 9. Исполнительная схема разбивки и закрепления главных осей

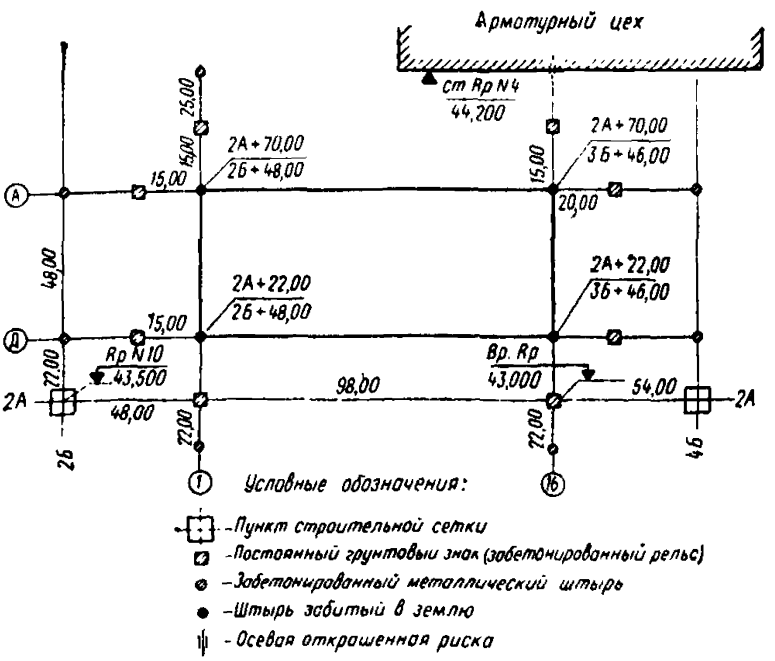


Рис. 10. Исполнительная схема разбивки и закрепления основных осей

ризонтален, поэтому устройство обноски производят при помощи геодезических инструментов.

Обноска создает благоприятные условия для линейных измерений и закрепления разбивочных осей. Обноску создают сплошную, разреженную или створную.

3.15. На построенную обноску с помощью теодолита с точек закрепления выносят главные, основные оси. От вынесенных на обноску осей производят линейные измерения инварной лентой или компарированной 20-метровой стальной рулеткой с натяжением 10 кгс. В процессе измерения вводят поправки за компарирование, непараллельность обноски осям, за температуру, а также за провес мерного прибора при измерениях по разреженной или створной обноске.

3.16. Оси на обноске по мере производства измерений фиксируют острым карандашом и подписывают. Конечная ось, разбитая по обноске, как правило, не будет совпадать с одноименной осью, вынесенной по теодолиту на обноске, поэтому производят увязку измерений, вводя поправку в прочерченные на обноске оси.

Окончательное положение оси на обноске фиксируют гвоздем, обводят краской и подписывают наименование оси. Некоторые промежуточные оси (межсекционные, оси от которых разбивают фундаменты под оборудование и т. д.), сохранность которых должна быть обеспечена на длительное время, дополнительно закрепляют грунтовыми знаками как под обноски, так и на выносках.

3.17. Второй способ — разбивка промежуточных осей по дну котлована с производством линейных измерений по деревянным кольям и последующим выносом осей на разреженную или створную обноску.

При этом способе главные, основные оси с точек закрепления выносят на дно котлована и карандашом фиксируют на деревянных кольях. Линейные измерения в основном производятся по главной продольной оси. Поэтому при закрепленных главных осях здания их непосредственно сносят вниз котлована, а при закрепленных основных осях сносят сначала основные оси и от них находят положение главной продольной оси. По створу главной продольной оси на расстоянии длины мерного прибора и в местах прохождения промежуточных осей, которые, будут выноситься на верх котлована, забивают под одну отметку деревянные колья. По кольям производят линейные измерения компарированной 20-метровой лентой с натяжением 10 кгс, с вводом необходимых поправок. Промежуточные оси на кольях фиксируют карандашом.

При закрепленных главных осях здания линейные измерения производят от центральной точки пересечения главных осей, которую предварительно сносят с точек закрепления главных осей.

3.18. Контроль линейных измерений производится по вынесенным основным осям на конечных деревянных кольях закрепления главной оси, где риска выноса основной оси теодолитом должна совпадать с риской выноса основной оси, полученной в результате линейных измерений. При несовпадении (если отсутствует грубая ошибка) производят увязку измерений, вводя пропорциональные поправки в нанесенные на деревянные колья промежуточные оси.

Затем над точками пересечения главной оси с промежуточными осями, полученными в результате линейных измерений, центрируют теодолит, наводят на крайнюю, наиболее удаленную точку закрепления главной оси и откладывают угол 90° при двух положениях вертикального круга с закреплением проекции визирного луча на разреженной или створной обноске по обе стороны котлована. За оконча-

тельное положение промежуточной оси берется среднее из двух проекций и закрепляется гвоздем.

Необходимые промежуточные оси закрепляют грунтовыми знаками как под обноской, так и на выносах.

3.19. Детальная разбивка промежуточных осей оформляется актом разбивки и исполнительным чертежом, составляемым в трех экземплярах. Форма акта аналогична акту закрепления главных и основных осей.

3.20. На исполнительном чертеже детальной разбивки промежуточных осей показывают: главные, основные и закрепленные в натуре промежуточные оси, их наименование, расстояние между ними; обноску, ее вид (сплошная, разреженная, створная); закрепление промежуточных осей, тип знака; привязку знаков закрепления осей к предметам местности и к осям; отметки рабочих реперов.

Исполнительный чертеж по детальной разбивке может составляться как в масштабе (чертеж), так и вне масштаба (схема). Форма исполнительного чертежа (схемы) по детальной разбивке промежуточных осей дана на рис. 11.

3.21. Главные, основные и промежуточные оси, закрепленные на обноске, а также грунтовыми знаками на выносах, по мере возведения стен здания теряют свое практическое значение (особенно в одноэтажных зданиях). Поэтому для продолжения разбивочных работ при строительстве фундаментов под оборудование и монтажа оборудования, знаки закрепления осей приходится переносить внутрь зданий на фундаменты, колонны, стены здания (рис. 12).

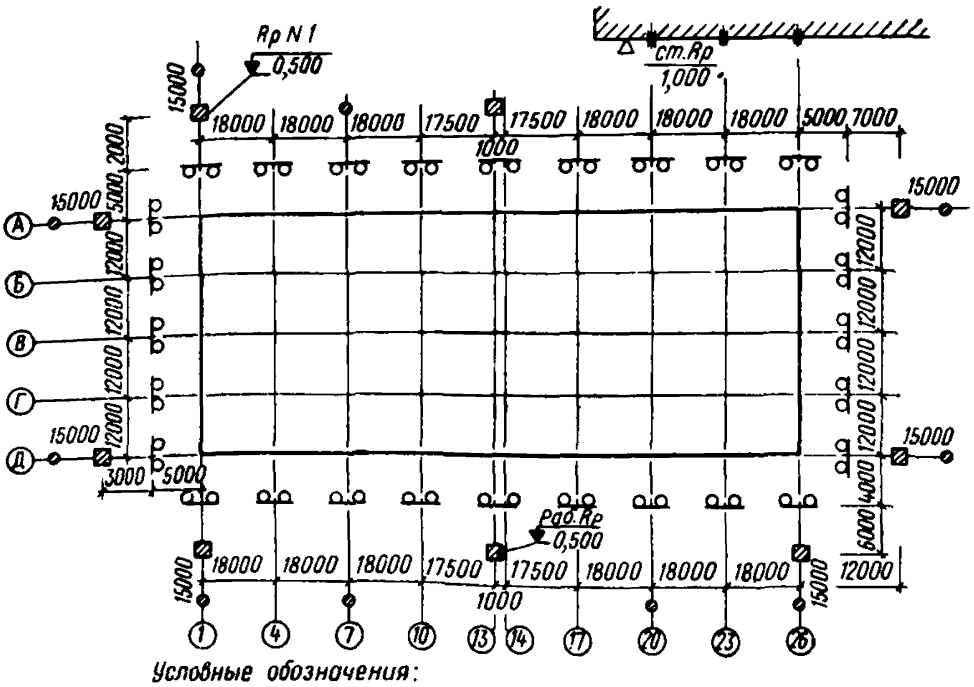
3.22. В зависимости от сложности сооружения и от требуемой точности установки оборудования оси внутри зданий закрепляют различными знаками. Наиболее часто закрепляют оси металлическими знаками (пластинами, скобами, штырями и т. д.), забетонированными в фундаменты и стены здания, а также откраской в виде рисок на колоннах и стенах.

3.23. При устройстве фундаментов под оборудование и монтаже оборудования, требующих высокой точности геодезических работ, оси сооружения закрепляют фундаментальными глубинными знаками. Одновременно с плановыми знаками переносят и высотные знаки — реперы. Последние устанавливают в фундаментах, приваривают к закладным деталям колонн, совмещают с фундаментальными плановыми знаками, а также делают откраску в виде горизонтальной черты на колоннах, стенах здания.

Закрепленные главные, основные и промежуточные оси как вне здания, так и внутри его служат основой для производства всех геодезических работ по строительству здания, начиная от разбивки котлована и кончая монтажом оборудования.

3.24. При строительстве многоэтажного промышленного здания необходимые главные, основные и промежуточные оси передают на монтажный горизонт. На монтажном горизонте производят линейные и угловые измерения для контроля за правильностью выноса осей. От вынесенных осей путем линейных промеров производится детальная разбивка осей на монтажном горизонте.

Оси на монтажный горизонт могут быть переданы методом вертикальной плоскости с помощью теодолита и методом вертикальной линии с помощью зенит-приборов. При использовании метода вертикального проектирования на исходном горизонте должны быть закреплены необходимые главные, основные и промежуточные оси или



Условные обозначения:

- Постоянный знак закрепления осей (бетонный монолит)
- Забетонированный штырь
- Обноска

Рис. 11. Исполнительная схема детальной разбивки осей

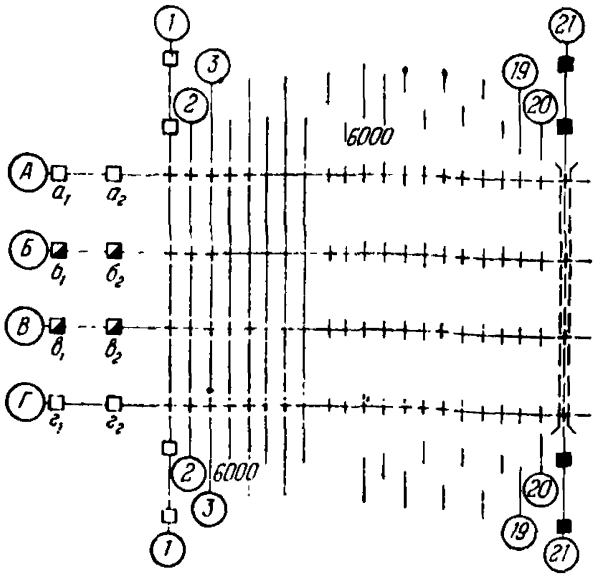


Рис. 12. Схема детального построения основных, межсекционных и пролетных осей на фундаментах промышленного здания

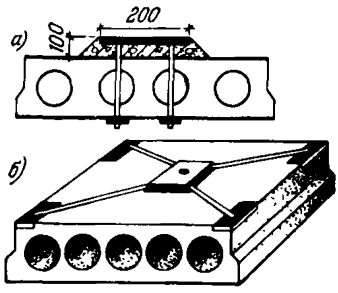


Рис. 13. Монолит для закрепления точек пересечения параллелей основным осям здания (на исходном горизонте)

а—разрез; *б*—общий вид

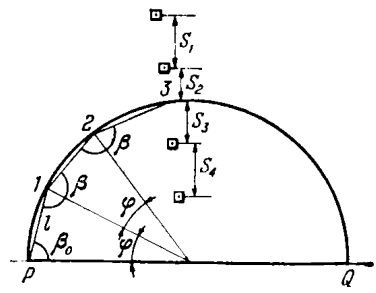


Рис. 14. Разбивка круговых осей

1, 2, 3—номера точек

параллели им (точки их пересечения). Точки пересечения могут закрепляться на капитальных монолитах (рис. 13) дюбелями или откраской на перекрытии.

РАЗБИВКА КРУГОВЫХ ОСЕЙ

3.25. Круговые оси разбивают по методу координат или полярным способом. В последнем случае исходными элементами для разбивки являются длина хорды l и углы β_0, β (рис. 14).

Предварительно на местности закрепляются точки P и Q, лежащие на диаметре сооружения.

3.26. Точки 1, 2... строятся по углам и расстояниям, вычисленным по формулам:

$$l = 2R \sin \frac{\varphi}{2}; \qquad (14)$$

$$\beta_0 = 90° - \frac{\varphi}{2}; \qquad (15)$$

$$\beta = 180° - \varphi. \qquad (16)$$

Откладывание расстояний и углов производится приборами и методами, обеспечивающими требуемую точность.

3.27. Вынесенные точки закрепляют радиально расположенными створными знаками. Расстояния S_1, S_2, S_3, S_4 тщательно измеряют компарированной рулеткой. В дальнейшем с помощью этих расстояний производят разбивку внешнего и внутреннего контура кругового фундамента и перенесение точек P, 1, 2, ..., Q, которые будут уничтожены в процессе строительства, на дно котлована и поверхность фундамента.

ВЫСОТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕТАЛЬНЫХ РАЗБИВОК

3.28. На строительной площадке для каждого здания должно быть закреплено не менее двух строительных (рабочих) реперов, а для многосекционных зданий по одному строительному реперу на

каждую секцию. Рабочие реперы целесообразно совмещать с точками закрепления главных, основных и промежуточных осей.

3.29. При строительстве сложных инженерных сооружений рабочий репер может иметь конструкцию репера опорной высотной сети. В основном употребляются временные рабочие реперы, закладываемые на глубину 1—1,2 м, в виде забетонированных штырей, труб и деревянных столбов, а также стенные марки различных конструкций. Широко используют под рабочий репер пробные сваи, а также окраску в виде горизонтальной черты на колоннах, стенах здания.

Место устройства рабочего репера должно быть выбрано с учетом удобного им пользования и возможности с одной станции нивелировать наибольшее число точек строительного объекта.

3.30. Передача высотных отметок на рабочие реперы производится от репера опорной высотной основы замкнутым ходом, опирающимся на два репера высотной основы. Тип рабочего репера, место его установки и разряд геометрического нивелирования по передаче отметки на рабочий репер разрабатывается в ППГР.

Отметки рабочих реперов должны вычисляться в единой системе высот, принятой для стройплощадки.

3.31. Контроль положения рабочих реперов в процессе возведения объекта следует осуществлять от реперов опорной высотной основы (сети).

На каждом монтажном горизонте должно быть не менее двух рабочих реперов. Отметки на монтажный горизонт должны передаваться с помощью компарированной подвешенной на кронштейне рулетки и двух нивелиров.

После завершения работ по созданию рабочей высотной основы должны быть представлены следующие документы: схема рабочей высотной основы; каталог отметок реперов; кроки и чертежи рабочих реперов; журнал нивелирования.

РАЗБИВОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЛИНЕЙНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

3.32. К сооружениям линейного типа на промышленной площадке относятся пути сообщения, разного назначения трубопроводы, линии электропередач, линии связи и т. д., т. е. сооружения, вытянутые в длину и занимающие на местности узкую полосу земли. Ось сооружения линейного типа называется трассой.

Геодезические разбивочные работы по вынесению проекта в натуру выполняются в соответствии с требованиями Инструкции по топографо-геодезическим работам при инженерных изысканиях для промышленного, сельскохозяйственного, городского и поселкового строительства (СН 212-73) и с правилами СНиП.

3.33. Плановая и высотная геодезическая сеть сооружаемой дороги создается в изыскательский период. Вынесенная на местность и закрепленная трасса является опорной геодезической сетью и служит основой для выполнения всех последующих разбивочных работ.

3.34. Геодезические разбивочные работы заключаются в обозначении и закреплении на местности через определенный интервал проектного положения точек, определяющих контуры сооружаемой дороги в плане и профиле.

Все закрепленные и выносимые точки наносятся на схему (рис. 15).

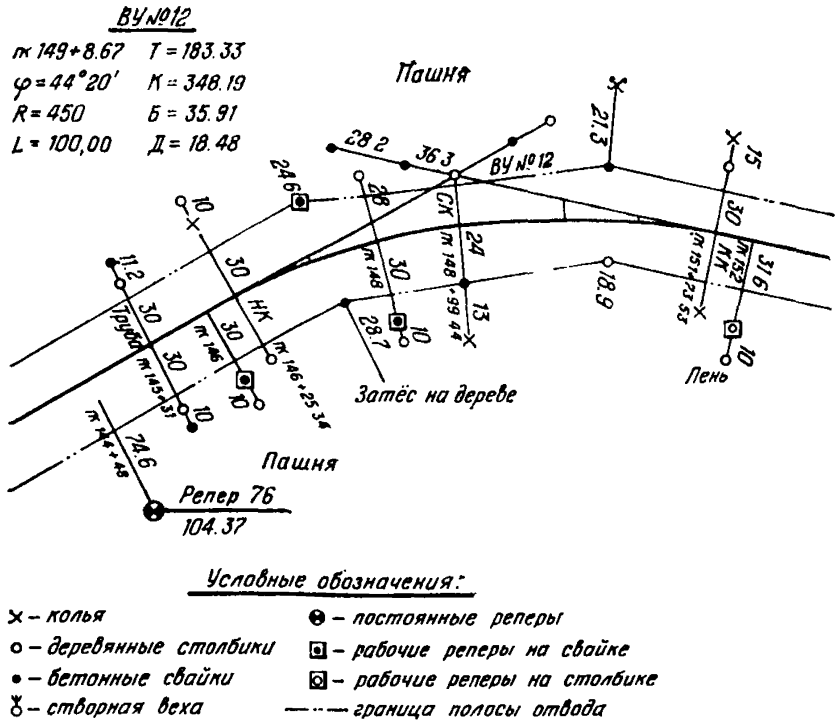


Рис. 15. Разбивочная схема трассы

3.35. После проведения изысканий строительная организация производит полевую приемку от заказчика вынесенной и закрепленной геодезическими знаками трассы. Прием-передача закрепленной трассы оформляется специальным актом за подписью представителей изыскателей, строителей и заказчика.

3.36. Строительная организация принимает от заказчика следующие точки закрепления трассы с выносками: пикетаж (в том числе плюсовые точки); створные точки на длинных прямых; вершины углов поворота; главные и промежуточные точки переходных и круговых кривых; оси искусственных сооружений; границы полосы отвода.

3.37. При приемке высотного обоснования сверяют с каталогом и уточняют в натуре расположение пунктов государственной нивелирной сети, использованных изыскателями.

Выборочной проверке подлежат отметки пикетажа трассы и выносных точек.

3.38. Все точки трассы выносят и закрепляют за границей полосы отвода с целью сохранности.

Пикетные и плюсовые точки выносят при помощи теодолита перпендикулярно к оси в виде створов из двух или четырех точек или ведут привязку засечками к местным предметам на местности (не менее трех засечек).

3.39. Пункты государственной нивелирной сети, расположенные вблизи зоны работ, используют в качестве высотного обоснования. Временные реперы (столбы массивные местные предметы) устанавливают вне зоны земляных работ и полосы отвода (в пере-

сеченной местности через 1 км, в равнинной — через 2 км). Отметки этих реперов определяют путем проложения нивелирного хода IV класса. Реперы нивелирования IV класса служат рабочим обоснованием для разбивочных работ при строительстве сооружения.

В качестве реперов используют оголовки сваек, столбов выносных точек, выступы скалы и т. д. Общее число рабочих реперов должно быть 3—5 на 1 км трассы.

3.40. После проведения полевой приемки планово-высотного положения трассы строительная организация в качестве приложения к акту принимает: продольный профиль трассы; ведомость реперов; журнал выносок с указанием закрепленных пикетов; схему закрепления трассы.

3.41. Детальные геодезические разбивочные работы выполняют в соответствии с поэтапной последовательностью строительных процессов, на основе вышеперечисленной технической документации и генерального плана застройки, плана трассы, проекта вертикальной планировки.

3.42. Одновременно с детальной разбивкой земляного полотна в плане и по высоте производят сгущение геодезических пунктов для закрепления трассы в плане, установку нивелирных реперов и определение их абсолютных отметок.

Сгущение сети выполняется в объеме, достаточном для производства всех последующих разбивок, как дополнение к геодезической основе, созданной на стадии изыскании.

3.43. Используя основные осевые точки и выноски, намечают положение поперечников на трассе, всех пикетных и плюсовых точек и на полученных поперечниках производят детальную разбивку земляного полотна. Перенесению на местность и закреплению подлежат проекции земляного полотна, границы заложения откосов насыпей, выемок, водоотводных сооружений, направлений образующих, высотные отметки насыпеи, выемок и т. д.

3.44. Элементы детальной плановой и высотной разбивки фиксируются в специальнои схеме и журнале разбивочных работ.

3.45. Допускаемые размеры отклонении установлены соответствующими нормативными документами.

Приняв величину предельного строительного допуска Δ равной удвоенному значению средней квадратической ошиоки и приняв погрешности геодезических разбивочных работ $m_г$ равными погрешностям строительных работ $m_с$, получим зависимость $m_г = \pm 0{,}35\Delta$, которая распространяется на плановые и высотные разбивочные работы.

3.46. При производстве разбивочных работ измерение и отложение углов (горизонтальных и вертикальных) производится при помощи технических теодолитов.

В дорожном строительстве при углах наклона до 2° пренебрегают разницей в длине наклонных линий и их горизонтальных проложений. При больших углах наклона вводится поправка за наклон линии.

3.47. При производстве разбивочных работ определение и вынос в натуру высотных элементов дороги осуществляют в основном геометрическим нивелированием.

При восстановлении трассы планового и высотного обоснования точность геодезических работ должна быть не ниже допусков, указанных в табл. 4.

Таблица 4*

Виды полевых ходов	Угловые измерения, мин.	Линейные измерения	Высотные измерения, мм
Магистральные ходы автомобильных дорог и трубопроводов; трасса линий связи: во всех случаях в замкнутых полигонах, а также при наличии привязок или определений истинных азимутов	2—между полуприемами на стоянке $3\sqrt{n}$	$\frac{1}{300}$	$300\sqrt{L}$
Ходы обоснования аэрофотосъемки. Магистральный ход и предварительная трасса железной дороги.	$3\sqrt{n}$	$\frac{1}{1000}$ (в трудных условиях 500)	$150\sqrt{L}$
Трасса автомобильной дороги, ход по существующей автомобильной дороге и трасса трубопровода (высотные привязки для сооружений и участков трассы, требующих большей точности, —$50\sqrt{L}$)	$3\sqrt{n}$	То же	$100\sqrt{L}$
Окончательная трасса железной дороги и ход по существующей железной дороге	$3\sqrt{n}$	»	$50\sqrt{L}$
Трасса линий электропередачи: в горной местности в равнинной местности	$1{,}5\sqrt{n}$ 1,5	$\frac{1}{300}$ $\frac{1}{1000}$	$300\sqrt{L}$ $50\sqrt{L}$
Съемочные полигоны для детальных планов: поселка на всех линейных объектах, мостовых, переходов, транспортных узлов и пр. раздельных пунктов существующих железных дорог	$1{,}5\sqrt{n}$ $\sqrt{n}$	$\frac{1}{1000}$ $\frac{1}{2000}$	$50\sqrt{L}$ $50\sqrt{L}$

Примечание. n — чило стоянок, L — длина хода в километрах.

* См. табл. 1 Инструкции по инженерным изысканиям для линейного строительства СН 234—62

3.48. На закруглениях трассы детально разбивают переходные и круговые кривые, причем для кривых с радиусом 500 м и больше эта разбивка выполняется через 20 м, а при радиусе меньше 500 м — через 10 м. Все точки закрепляют вне зоны производства работ.

Если вершина угла попадает в зону работ, то ее закрепляют двумя знаками на продолжении сторон.

3.49. Знаки крепления окапывают и маркируют. При маркировке указывают наименование знака, в какую сторону от оси (по ходу пикетажа) знак вынесен и расстояние от осевой точки до знака крепления. Записи заносят в журнал закрепления трассы.

3.50. При разбивке трасс следует соблюдать допуски, указываемые в технических условиях (минимальные радиусы, уклоны и предельные расстояния осей путей от различных сооружений, расстояния между путями при разбивках железных дорог и т. п.). Точность угловых, линейных и высотных измерений указана в табл. 4.

3.51. К инженерным сетям относятся: сети водопровода, канализации (сточных вод), ливневой канализации, теплосетей и т. д. и надземные, и подземные.

3.52. Исходной проектной документацией для разбивки сетей являются: план внутриплощадочных сетей (разбивочный чертеж); генеральный план застройки участка; продольные и поперечные профили трассы.

3.53. На застроенных территориях трассу коммуникаций привязывают преимущественно к существующим зданиям и сооружениям, а в местах новой застройки — к красным линиям и точкам геодезической опорной сети, определенным на стадии изысканий. В местах, где застройка совсем отсутствует, положение трассы определяют по опорным геодезическим пунктам строительной сетки, имеющимся на промышленной площадке.

3.54. Вынос в натуру точек трассы коммуникации выполняют дважды: сначала в процессе изысканий, а затем перед началом земляных работ, когда выносят в натуру проекты траншей, смотровых колодцев и других сооружений.

В процессе изысканий точки трассы выносят и закрепляют на самой оси сооружения. Такими являются: углы поворота, пикетаж. Пикетаж ведется и нумеруется от самой нижней точки проекта, так как прокладку инженерных сетей начинают обычно от пониженных точек заложения труб, чтобы грунтовые воды стекали по вырытой траншее.

3.55. Перед началом строительства сгущают сеть рабочих реперов. Трассы самотечных коллекторов с незначительными уклонами должны быть хорошо обеспечены постоянными и временными реперами. Для этого вблизи трассы коллектора прокладывают нивелирный ход III и IV класса с установкой временных реперов не реже чем через 200 м. Одновременно с восстановлением трассы согласно проекту разбивают и закрепляют кольями: вводы в здания и сооружения; центры смотровых и водопроводных колодцев, камер; места перепадов проектируемых уклонов; места пересечений с осями существующих и проектируемых сооружений (в том числе и с линиями других коммуникаций); с выносками их за пределы зоны земляных работ.

3.56. Детальная разбивка трассы производится от точек закрепления ее вершин поворота. При этом положение точек в створе оси определяется теодолитом (с предельной ошибкой не более 3 см), а

линейные измерения должны выполняться с предельной относительной ошибкой не более $\frac{1}{2000}$.

3.57. Оси смотровых колодцев и других наружных частей трубопроводов должны быть закреплены в натуре не менее чем двумя знаками и вынесены на обноску. При больших расстояниях между колодцами обноска устанавливается над ними или на оси трубопровода.

При расстояниях между опорными визирками до 100 м этот способ обеспечивает точность соблюдения проектных отметок в среднем около 1—2 см.

3.58. Трассы паропроводов могут быть как надземными, так и подземными. Разбивка подземных паропроводов начинается с разбивки фундаментов для опор по привязкам и отметкам, данным проектной организацией (в соответствующих рабочих чертежах). Все данные по детальной разбивке инженерных сетей отмечаются в схеме разбивки и закрепляются актами.

4. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОТЛОВАНОВ

4.1. Геодезические работы при выемке котлованов должны включать разбивку нижнего контура, верхней бровки, предварительную нивелировку дневной поверхности, передачу отметок на его дно и определение объемов земляных масс.

При зачистке откосов и дна котлована за правильностью выполнения работ должен осуществляться геодезический контроль.

4.2. Разбивка котлована производится в соответствии с рабочими чертежами, на которых указаны основные оси сооружений и все размеры, определяющие расположение контуров котлованов относительно осей зданий и сооружений, способами прямоугольных и полярных координат, угловых засечек, промеров.

4.3. Перенесение осей зданий и сооружений на дно котлована производится способом створных засечек с точек закрепления осей, расположенных вне зоны земляных работ.

4.4. Для создания высотной основы на дне котлована закладывается не менее двух временных реперов.

Передача отметок на дно котлована производится: при помощи рулетки, подвешенной на кронштейне, и двух нивелиров; проложением замкнутого нивелирного хода IV класса по въезду в котлован.

Контроль зачистки дна котлована производится при помощи визирок.

4.5. Ошибки разбивки границ нижнего контура и верхней бровки котлована относительно основных осей зданий не должны превышать в плане 5 см;

4.6. После зачистки дна котлована и откосов производится исполнительная съемка. Контур основания снимается от осей, перенесенных на дно котлована. Нивелирование производится от рабочих реперов.

4.7. По материалам нивелирования дневной поверхности и исполнительной съемки котлована производится подсчет объемов земляных масс способами профилей и призм или по номограммам.

4.8. После окончания работ по разбивке котлована представляются следующие документы: чертеж исполнительной съемки дна котлованов; результаты подсчета объемов земляных масс.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ СООРУЖЕНИИ НАСЫПЕЙ И ВЫЕМОК

4.9. Геодезические работы при сооружении насыпей и выемок включают: перенесение и закрепление в натуре характерных плановых и высотных точек насыпей и выемок; контроль за соблюдением геометрической формы сооружения в процессе строительства; составление отчетной документации.

4.10. Перенесение в натуру характерных точек насыпей (выемок) производится в соответствии с рабочими чертежами способами прямоугольных или полярных координат; линейных или угловых засечек; створов.

4.11. При перенесении в натуру проекта насыпей (выемок) закреплению подлежат точки поворота, промежуточные точки на прямолинейных участках — главные точки кривых (НК, СК и КК). Кроме этого, закрепляются в натуре точки пересечения границ насыпи (выемки) с существующими и проектируемыми коммуникациями, проездами, акведуками и т. д.

4.12. По вынесенной в натуру трассе производится продольное и поперечное нивелирование, составляются рабочие профили и уточняются рабочие чертежи.

4.13. Разбивка бровок насыпей (выемок) производится на основе рабочих чертежей от точек закрепления оси трассы, при этом на ровной местности основание откосов насыпи определяется путем отложения в обе стороны от оси насыпи отрезков, равных половине проектной ширины основания насыпи.

4.14. При однообразном поперечном уклоне местности основание откосов насыпи (выемок) определяется путем отложения на местности от оси насыпи отрезков L_1 и L_2, вычисляемых по формулам:

$$L_1 = \frac{m}{m+n}\left(\frac{b}{2} + \frac{H}{m}\right); \qquad (17)$$

$$L_2 = \frac{m}{m-n}\left(\frac{b}{2} + \frac{H}{m}\right), \qquad (18)$$

где b — ширина насыпи поверху;
m — величина откоса насыпи;
H — высота насыпи на осевом пикете;
n — поперечный уклон местности.

Контроль за правильностью отсыпки насыпи (устройства выемки) осуществляется с помощью заранее установленных на трассе (не реже чем через 50 м) откосников, высотников и визирок.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПРИ ПЕРЕНЕСЕНИИ В НАТУРУ ПРОЕКТА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛАНИРОВКИ

4.15. Геодезические работы при перенесении в натуру проекта вертикальной планировки включают: трассирование на местности линий заданного уклона; перенесение в натуру проектной плоскости; геодезический контроль за сооружением насыпей и выемок.

4.16. Исходными данными для перенесения проекта вертикальной планировки в натуру являются: план вертикальной планировки; высотная геодезическая основа; картограмма земляных работ.

4.17. Перенесение в натуру проектной плоскости производится в случае небольшой площади с малым уклоном, оформляемой одной плоскостью — наклонным лучом нивелира, а в случае большой площади или оформляемых несколькими плоскостями — способом профилей или способом квадратных призм.

4.18. Предельные ошибки положения разбивочных точек относительно исходных пунктов (линий) не должны превышать: в плановом положении — 10 см, в высотном положении — 5 см.

Контрольные измерения производятся от закрепленных пунктов геодезической основы, красных линий, осей зданий и от реперов высотного обоснования.

4.19. После окончания работ по перенесению в натуру проекта вертикальной планировки представляются следующие документы: схема разбивки в натуре сетки квадратов с отметками вершин квадратов; план исполнительной съемки в масштабе 1 : 200 или 1 : 500.

4.20. Допускаемые отклонения при приемке земляных сооружений должны быть не более указанных в табл. 5.

ПЕРЕНЕСЕНИЕ В НАТУРУ И ДЕТАЛЬНАЯ РАЗБИВКА ТРАСС ПОДЗЕМНЫХ КОММУНИКАЦИЙ

4.21. Геодезические работы по перенесению в натуру трасс подземных коммуникаций включают: перенесение в натуру осей коммуникаций; разбивку смотровых колодцев, вводов в здания и других наружных частей подземных коммуникаций.

4.22. Для разбивки подземных коммуникаций используются рабочие чертежи, на которых показываются: красные линии и линии застройки; оси проектируемых зданий и сооружений; координаты углов поворота и пересечения трасс; координаты центра колодцев и других наружных частей сооружения; расстояния между отдельными элементами коммуникаций; привязки трасс к опорной сети, к зданиям и сооружениям; уклоны между смежными колодцами; отметки дна лотков и верха колодцев.

4.23. Для перенесения в натуру трасс подземных коммуникаций составляется разбивочный чертеж, на котором показываются: оси и размеры проектируемых трасс; пункты опорной сети (включая точки теодолитного хода); элементы привязки трассы к существующей застройке или пунктам опорной сети.

4.24. Перенесение проекта в натуру производится в такой последовательности; перенесение в натуру осей коммуникаций; разбивка смотровых колодцев, вводов в здания и других наружных частей коммуникаций.

4.25. Перенесение в натуру осей подземных коммуникаций производится способами: прямоугольных координат; полярных координат; створных засечек; линейных засечек.

4.26. Точность разбивочных работ в плане при выносе в натуру осей коммуникаций принимается равной графической точности масштаба проектного плана.

4.27. При переносе проекта трасс подземных коммуникаций в натуру закреплению подлежат: места примыкания трассы к существующим и проектируемым зданиям; точки подвода трассы; смотро-

Таблица 5*

Отклонения	Величина допускаемых отклонений	Способ проверки
1. Отклонение отметок бровки или оси земляного сооружения	0,05 м	Нивелировка
2. Отклонение от проектного продольного уклона траншей, дренажа и т. п.	0,0005	То же
3. Уменьшение минимально допустимых уклонов дна канав и дренажа	Не допускается	»
4. Сужение земляного полотна (уменьшение расстояния от оси пути до бровки)	То же	Промеры через 50 м
5. Отклонение по ширине верха сливной призмы	0,1 м	То же
6. Увеличение крутизны откосов земляных сооружений	Не допускается	Промеры не менее чем в двух поперечниках на каждом пикете
7. Уменьшение крутизны откосов дренажных призм из каменной наброски плотин	5—10%	То же
8. Отклонение по ширине насыпных берм	0,15 м	Промеры через 50 м
9. Отклонение в поперечных размерах дренажных траншей	0,05 м	Промеры через 50 м, а также в местах выпусков
10. Отклонение в поперечных размерах канав	0,1 м	Промеры через 50 м
11. Уменьшение поперечных размеров кювета	Не допускается	Промеры через 50 м, а также в местах выпусков
12. Отклонения от проекта вертикальной планировки:		
по уклонам спланированной территории	0,001	Нивелировка через 50 м
по уклонам водоотводных канав	0,0005	То же
по толщине растительного слоя	10%	Промерами на 1000 м²

* См. табл. 23 главы СНиП III-Б.1-71 «Земляные сооружения. Правила производства и приемки работ».

вые колодцы; места перепада отметок проектируемого трубопровода; точки пересечения трассы с другими существующими и проектируемыми коммуникациями, проездами и т. п.

4.28. Закрепленные точки привязываются либо к выносным знакам, устанавливаемым вне зоны земляных работ, либо к постоянным предметам ситуации.

4.29. Для контроля правильности перенесения проекта осей коммуникаций в натуру по вынесенным точкам прокладываются теодолитные ходы с привязкой их к пунктам геодезической основы.

4.30. Расхождение значений координат, полученных из вычислений контрольных ходов и проектных значений, не должно превышать графической точности масштаба.

При допустимых расхождениях значений координат точек за окончательные принимаются их проектные значения.

4.31. Разбивка котлована для колодца состоит: в закреплении центра колодца; в установке обноски, закрепленной на расстоянии 0,6—0,7 м от бровки траншеи; в передаче отметок на обноску.

4.32. Разбивка проектного уклона дна траншеи производится с помощью постоянных и ходовых визирок. Отметки постоянных визирок, прикрепленных к обноске гвоздями, выносятся нивелиром с учетом проектного уклона дна траншеи.

Разность отметок постоянных визирок определяется по формуле

$$\Delta h = i\,l, \qquad (19)$$

где l — расстояние между визирками;

i — проектный уклон траншеи.

Высота (длина) ходовой визирки определяется по разбивочным чертежам как разность отметок верха постоянной визирки и дна траншеи.

4.33. Разбивка по высоте основания под укладку трубопроводов с малыми уклонами ($\leqslant 0{,}0005$) производится с помощью нивелира.

4.34. Перед засыпкой траншей производится исполнительная съемка, в состав которой входит составление исполнительного плана и профиля трассы. Углы поворота трассы, смотровые и другие колодцы должны быть закоординированы или привязаны к постоянным элементам ситуации (углам фундаментных зданий и т. п.).

На исполнительном продольном профиле трассы должны быть указаны отметки верха колодца, входа и выхода лотка, фактические расстояния между колодцами и уклоны трубопроводов.

4.35. По окончании всех работ представляются: разбивочные чертежи трасс; каталог проектных и исполнительных отметок углов поворота трассы и смотровых колодцев; чертеж исполнительной съемки трассы.

5. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1. Процесс возведения всех конструкций здания или сооружения должен обязательно сопровождаться контрольными геодезическими измерениями.

Геодезический контроль (выверка) должен включать определение действительного планового, высотного и вертикального положе-

ния конструкций относительно проектного значения как на стадии временного закрепления конструкций, так и после окончательного их закрепления.

Геодезическую основу контрольных измерений при установке конструкций в проектное положение должны составлять разбивочные оси и линии им параллельные, установочные риски на боковых гранях конструкций, реперы, марки и маяки.

5.2. Плановый геодезический контроль должен включать определение фактического положения продольных и поперечных осей или граней конструкций относительно разбивочных осей или линий им параллельных.

Высотный геодезический контроль должен обеспечить положение опорных плоскостей конструкций здания или сооружения по высоте в соответствии с проектом в пределах заданных допусков.

Вертикальный геодезический контроль должен обеспечить отвесное положение монтируемых конструкций и не допускать их наклонов, превышающих установленные допуски.

5.3. Положение возводимых фундаментов блоков, колонн, подкрановых балок и рельсов, строительных ферм в плане при длине здания или сооружения более 100 м необходимо определять методом бокового нивелирования с помощью теодолита, а при длине здания или сооружения менее 100 м — с помощью причальной струны. При монтаже стеновых панелей и блоков в бескаркасных зданиях геодезический контроль их планового положения осуществляется от установочных рисок, смещенных относительно разбивочной оси на 200 мм, с помощью линейки или метра по внутренним граням панелей или блоков.

5.4. При монтаже многоэтажных (многоярусных) зданий должен осуществляться геодезический контроль соосности сборных элементов фундамента и ствола колонны. Величина несоосности определяется путем измерения расстояний между установочными рисками предыдущего и монтируемого элемента в плане.

5.5. При возведении конструкций из монолитного железобетона геодезический плановый контроль должен обеспечить проектное положение опалубки в пределах заданных допусков.

5.6. Геодезический контроль планового взаимного положения подкрановых балок и рельсов, стропильных и подстропильных ферм, ригелей и т. д. должен осуществляться путем линейных измерений расстояния между осями смежных конструкций при шаге или пролете конструкции более 12 м, до 12 м — с помощью шаблонов.

5.7. Высотный контроль при возведении конструкций зданий и сооружений должен выполняться методом геометрического нивелирования основных и рабочих реперов высотной разбивочной основы.

5.8. Геодезический контроль вертикальности стеновых панелей, фундаментных блоков, опалубки, сборных колонн высотой до 5 м, подкрановых балок и ферм должен осуществляться механической либо электрической рейкой-отвесом; конструкций высотой более 5 м — с помощью теодолита при двух положениях его вертикального круга методом отвесной плоскости.

5.9. Геодезический контроль вертикальности высотных железобетонных сооружений (дымовые трубы, градирни и т. д.) высотой до 50 м должен осуществляться способом измерения горизонтальных углов или направлений с трех опорных точек на визирные марки, устанавливаемые на образующей поверхности бетона; высотой более 50 м — с помощью приборов типа ОЦП или лазерных приборов.

5.10. Сборные конструкции и их элементы, поступающие на монтажную площадку, должны подвергаться выборочному контролю их геометрических параметров (размеры, перекос и пропеллерность граней, расположение закладных деталей и т. д.).

Допустимая средняя квадратическая погрешность геодезического контроля геометрических параметров сборных конструкций и их элементов не должна превышать 0,15 величины допустимого отклонения для данного параметра.

Выборочный периодический контроль геометрических параметров сборных конструкций и математическую обработку результатов измерения должен выполнять геодезист монтажной организации.

Поштучный текущий контроль геометрических параметров колонн, стропильных и подстропильных ферм, подкрановых балок и ригелей должен выполняться силами монтажников.

5.11. Результаты контрольных геодезических измерений должны наноситься на копии рабочих чертежей или на специальные схемы-чертежи и заноситься в полевой журнал. Этот материал должен служить контролем при составлении исполнительной документации по результатам исполнительной съемки возведенных конструкций или габаритных обмеров.

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ МОНТАЖА ФУНДАМЕНТОВ

5.12. Степень точности установки фундаментов в проектное положение характеризуется величиной смещения осей монтируемых элементов относительно монтажных осей.

5.13. По конструкции ленточные фундаменты разделяются на сборные и монолитные. Последний тип фундаментов применяется при значительных нагрузках.

5.14. При разбивке под монтаж сборных ленточных фундаментов на дне котлована от угловых точек откладывают в обе стороны проектные размеры подошвы фундаментных подушек по продолжению направлений осей. В найденных точках забивают штыри или колья и между ними натягивают шнур на высоте подушки фундамента.

Шнур фиксирует грани фундаментных подушек.

Монтаж фундаментов технического этажа начинается с установки угловых маячных блоков. При длине здания более трех секций следует установить ряд промежуточных (маячных) блоков с интервалом 20—25 м. Остальные блоки ориентируются по причалке, закрепленной по внешней грани ранее смонтированных блоков.

5.15. Вместе с геодезическим обслуживанием монтажа фундаментных блоков производят разбивку вводов в здание подземных коммуникаций, используя для этого продольные и поперечные строительные оси. Промерами рулеткой заданных проектных величин от этих осей устанавливают положение осей подземных коммуникаций.

5.16. Подземные сети могут быть расположены как выше, так и ниже подошвы фундамента. В первом случае в кладке блоков для вводов предусматривают необходимые отверстия, во втором случае кладку фундамента под местами ввода армируют.

В отдельных случаях, когда точное место ввода не определено, в предполагаемом месте фундамент закладывают ниже проектного уровня ввода, оставляя в блоке соответствующее отверстие.

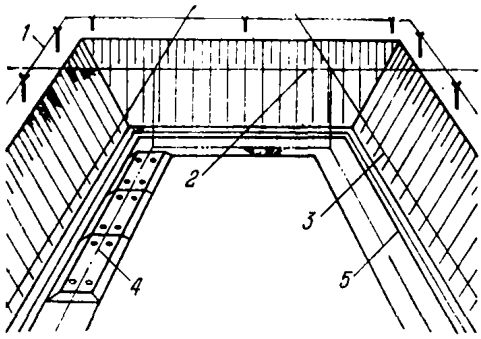


Рис. 16. Проектирование осей фундамента в котлован

1—инвентарная обноска; *2*—проволока по оси торцевой стены; *3*—проволока по оси продольной стены; *4*—ось фундамента; *5*—причалка

5.17. Высотное положение вводов подземных коммуникаций определяют от рабочих реперов, а при готовом фундаменте — от верхнего обреза фундамента. Для разбивки вводов необходимо иметь профили выпусков и вводов подземных сетей, в которых указываются отметки лотков труб, их диаметры, уклоны и расстояния до ближайших колодцев.

5.18. После окончания монтажа первого ряда блоков производят нивелировку. Отклонения в положении верхней поверхности блоков от горизонта, если они незначительны, исправляются при устройстве горизонтального шва (постели) для следующего ряда блоков или блоками.

5.19. По окончании монтажа фундаментных блоков производится инструментальная проверка их расположения с составлением исполнительной схемы, на которой показывается смещение блоков от осей и отклонения фактических отметок от проектных.

5.20. По результатам исполнительной съемки производится выравнивание монтажного горизонта.

5.21. Котлован для ленточного монолитного фундамента отрывается несколько шире фундамента для того, чтобы беспрепятственно установить щитовую опалубку для укладки арматуры и бетона.

5.22. Исходными документами для разбивки под установку опалубки служат план осей и план опалубки. Опалубку под фундаменты устанавливают в строгом соответствии с проектными разбивочными осями здания или сооружения.

Для этого между осевыми рисками, нанесенными на обноске, или между осевыми створными знаками натягивают тонкую проволоку. В точках их пересечения подвешивают отвесы и проектируют оси фундаментов в котлован (рис. 16). Осевая линия корыта опалубки, отмеченная на схватках рисками, должна совпадать с линией, образованной отвесами. Допуски на установку опалубки приведены в табл. 6. В табл. 7 приведены допустимые отклонения монолитных фундаментов.

5.23. На опалубку после ее выверки выносят проектную отметку верхнего обреза фундамента, чтобы можно было следить за правильностью укладки бетона до проектной отметки.

Для проверки горизонтальности поверхности фундамента в бетон вставляют штыри-маяки, торцы которых устанавливают под проектную отметку нивелированием от строительных рабочих реперов, а поверхность бетона затирают по торцам маяков.

5.24. Способы установки фундаментов под несущие колонны зависят от особенностей их устройства. Отдельные фундаменты под колонны выполняют преимущественно из железобетона. Они разделяются на три основных типа: монолитные фундаменты под монолит-

Таблица 6*

Отклонения	Величина допускаемых отклонений, мм
1. Отклонения в расстояниях между опорами изгибаемых элементов опалубки (стойками, схватками, ригелями, прогонами, тяжами и пр.) и в расстояниях между раскосами и другими связями вертикальных поддерживающих элементов и лесов от проектных расстояний:	
на 1 м длины	±25
на весь пролет, не более	±75
2. Отклонения от вертикали или проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечений:	
на 1 м высоты	5
на всю высоту конструкций фундаментов стен и колонн высотой до 5 м, поддерживающих монолитные перекрытия	20
то же, высотой более 5 м	10
колонн каркаса, связанных балками	15
балок и арок	10
3. Смещение осей опалубки от проектного положения:	5
фундаментов	15
стен и колонн	8
балок, прогонов, арок	10
фундаментов под стальные конструкции	$1{,}1\sqrt{L}$, где L — длина пролета или шага конструкции, м
4. Смещение осей горизонтально перемещаемой опалубки относительно осей сооружения	10
5. Отклонения во внутренних размерах коробов опалубки балок, колонн и в расстояниях между внутренними поверхностями опалубки стен от проектных размеров	+5
6. Местные неровности опалубки при проверке двухметровой рейкой	3

* См. табл. 3 главы СНиП III-В.1-70 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ».

ные колонны, монолитные фундаменты под сборные колонны, сборные фундаменты под сборные колонны. Фундаменты любого типа обычно выполняют квадратными в плане, за исключением случаев, когда они не могут быть размещены во все стороны из-за фундаментов под оборудование или подземных сооружений.

5.25. Фундаменты высотой более 35 см сооружают ступенчатыми. Ступени монолитных фундаментов выполняют с горизонтальны-

Таблица 7*

Отклонения	Величины допускаемых отклонений
1. Отклонения плоскостей и линий их пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкции:	
а) для фундаментов	20 мм
б) для стен, возведенных в неподвижной опалубке, и для колонн, поддерживающих монолитное перекрытие	15 »
в) для колонн каркаса, связанных подкрановыми и обвязочными балками	10 »
г) для сооружений, возведенных в скользящей опалубке	$^1/_{500}$ высоты сооружения, но не более 100 мм
д) для зданий, возведенных в скользящей опалубке	$^1/_{1000}$ высоты, но не более 50 мм
2. Отклонения горизонтальных плоскостей *от горизонтали:*	
на 1 м плоскости в любом направлении	5 мм
на всю плоскость выверяемого участка	20 »
3. Местные отклонения верхней поверхности бетона от проектной при проверке конструкций рейкой длиной 2 м кроме опорных поверхностей	8 »
4. Отклонения в длине или пролете элементов	±20 »
5. Отклонения в размерах поперечного сечения элементов	±8 »
6. Отклонения в отметках поверхностей и закладных частей, служащих опорами для металлических или сборных железобетонных колонн и других сборных элементов	±5 мм
7. Отклонения от проектных размеров в отдельных местах при устройстве дорожных покрытий:	
а) отметка верха покрытия на пикет	± 50 мм
б) поперечный уклон	+0,25%, — 0,5%
в) ширина покрытия	±50 мм
г) толщина плиты	± 5%
8. Отклонения от проектных размеров пазов шахт и других аналогичных устройств в гидротехническом строительстве:	
а) местоположение	± 10 мм
б) расстояние между осями	+ 15 »
в) поперечные размеры	+ 10 »
9. Отклонения в расположении анкерных болтов:	
а) в плане при расположении внутри контура опоры	5 »
б) то же, вне контура опоры	10 »
в) по высоте	+ 20 »

*Продолжение табл. 7**

Отклонения	Величина допускаемых отклонений
10. Отклонения при разбивке осей основания, фундаментов и других опор под металлические конструкции с нефрезерованными торцами	$1{,}1\sqrt{L}$ мм, где L — величина пролета или шага конструкций, мм

* См. табл. 22 главы СНиП III-В.1-70 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ».

ми поверхностями, а ступени сборных фундаментов — с наклонными поверхностями пирамидальной формы.

5.26. Под железобетонные колонны наиболее распространенным является фундамент стаканного типа. Укладку плит производят по закрепленным на местности осям. Правильность установки плит проверяют теодолитом, а по высоте — нивелиром. При устройстве стакана бетонирование его дна не доводят до проектной отметки на 2—3 см с тем, чтобы после нивелирования заполнить днище цементным раствором до нужной отметки.

5.27. В результате исполнительных съемок определяют расстояния между осями фундаментов, смещение осей фундаментов от разбивочных осей и расстояния от осей до стенок стаканов фундаментов или до закладных частей. Допустимые отклонения при монтаже сборных фундаментов приведены в табл. 8.

Таблица 8*

Отклонения	Величина отклонений, мм
1. Смещение осей фундаментных блоков и стаканов фундаментов относительно разбивочных осей	±10
2. Отклонение отметок верхних опорных поверхностей элементов фундаментов	—10
3. Отклонение отметок дна стаканов фундаментов	—20
4. Смещение осей или граней панелей стен, колонн и объемных блоков в нижнем сечении относительно разбивочных осей или геометрических осей нижеустановленных конструкций	±5
5. Отклонение осей колонн одноэтажных зданий и сооружений в верхнем сечении от вертикали при высоте колонн H, м:	
до 10	±10
свыше 10	0,001 H, но не более 35

* См. п. 4.18 главы СНиП III-16-73 «Бетонные и железобетонные конструкции сборные».

*Продолжение табл. 8**

Отклонения	Величина отклонений, мм
6. Смещение осей колонн многоэтажных зданий и сооружений в верхнем сечении относительно разбивочных осей для колонн высотой, м:	
до 4,5	±10
свыше 4,5	±15
7. Смещение осей ригелей и прогонов, а также ферм (балок) по нижнему поясу, относительно геометрических осей опорных конструкций	±5
8. Отклонение расстояний между осями ферм (балок) покрытий и перекрытий в уровне верхних поясов	±20
9. Отклонение плоскостей стеновых панелей в верхнем сечении от вертикали (на высоту этажа или яруса)	±5
10. Разность отметок верха смежных колонн или опорных площадок (кронштейнов, консолей), а также верха панелей стен	10
11. Разность отметок верха колонн или опорных площадок, а также верха стеновых панелей каждого яруса или этажа в пределах выверяемого участка:	
при контактной установке	12+2 *n*, где *n*— порядковый номер яруса
при установке по маякам	10
12. Разность отметок лицевых поверхностей двух смежных плит перекрытий (покрытий) в стыке	5
13. Смещение в плане плит покрытий или перекрытий относительно их проектного положения на опорных поверхностях и узлах ферм и других несущих конструкций (вдоль опорных сторон плит)	±20

5.28. В фундаментах под колонны металлоконструкций и под оборудование устанавливаются анкерные болты. Для точной установки анкерных болтов на каждую типичную группу анкерных устройств изготовляют особый шаблон. Применение шаблона ускоряет и повышает точность установки анкерных устройств. После установки анкерных болтов производят исполнительную съемку. Съемка выполняется теодолитом, который устанавливается на створных знаках двух взаимно перпендикулярных осей. По вертикальной нити теодолита берут отсчет на металлической линейке с миллиметровыми делениями, прикладываемой к центру анкерного болта. Отсчет сравнивают с проектной величиной, а разности с полученным знаком заносят в исполнительную схему.

5.29. Фундаменты под оборудование сдаются до строительной готовности объекта в целом. При этом до сдачи фундаментов необ-

ходимо закончить укладку подземных коммуникаций, обратную засыпку, планировку и уплотнение грунта прилагающих площадок.

На фундаментах до их сдачи для монтажа оборудования строительной организацией наносятся основные, а при необходимости и вспомогательные оси, и фиксируются высотные отметки.

5.30. Приемка готовых фундаментов для монтажа оборудования производится при условии соответствия фактических размеров (основных и привязочных) и высотных отметок фундаментов, а также расположения закладных деталей и колодцев для анкерных болтов проектным. Отклонения не должны превышать допусков, указанных в табл. 9.

Таблица 9*

Отклонения	Величина допускаемых отклонений
Верхняя плоскость опорной плиты (согласно п. 1.103 «а»):	
по высоте	±1,5 мм
по уклону	$^1/_{1500}$
Поверхность фундамента (согласно п. 1.103 «б») и отметки опорных деталей (согласно п. 1.103 «в»):	
по высоте	±5 мм
по уклону	$^1/_{1000}$
Смещения анкерных болтов (в плане), расположенных:	
внутри контура опоры конструкции	5 мм
вне » » »	10 мм
Отклонения отметки верхнего торца анкерного болта от проектной	+20 мм—0 мм
Отклонения длины нарезки анкерного болта	+30—0 мм

* См. табл. 11 главы СНиП III-18-75 «Металлические конструкции».

5.31. Готовность фундаментов к производству монтажных работ оформляется актом, подписанным представителями строительной и монтажной организаций и технадзора заказчика.

5.32. К акту прилагаются составленные строительной организацией исполнительные (в соответствии с проектными) схемы:

основных и привязочных размеров и отметок фундамента, анкерных болтов;

расположения металлических плашек и реперов, заделанных в тело фундамента, фиксирующих оси фундамента и высотные отметки, или скоб, закрепленных на конструкциях здания, а также данные о качестве фундамента.

РАЗБИВКА И МОНТАЖ БЛОКОВ, СТЕН ПОДВАЛА, БЛОКОВ ЦОКОЛЯ, ПЕРЕКРЫТИЯ НАД ПОДВАЛОМ

5.33. Перед началом монтажа технического подполья выполняются подготовительные работы, заключающиеся в вынесении и проверке нанесения всех необходимых для установки рисок. Для этого

организация, сдающая готовые фундаменты, к началу монтажных работ цокольного этажа наносит основные разбивочные оси в виде рисок на лицевую поверхность фундамента. С помощью нивелира и рейки проверяют горизонтальность верхней поверхности фундаментов, а затем, пользуясь теодолитом или проволокой, натянутой по осям, и отвесами, проверяют правильность вынесения осей.

5.34. Исходными документами для разбивки являются планы осей технического подполья и акт разбивки основных осей.

Разбивку поперечных осей выполняют с помощью рулетки (шаблона), поочередно укладываемой в створе разбитых продольных осей, между двумя соседними основными осями. Для сохранения разбивки на весь период монтажа здания одновременно с детальными разбивочными работами на фундаменте производится вынос разбивочных осей на наружные и боковые грани.

5.35. По данным нивелирования определяется монтажный горизонт, который не должен отличаться от проектного более чем на 10 мм. Маяки устанавливают с расчетом, чтобы верх их соответствовал монтажному горизонту.

5.36. Монтаж стеновых панелей технического подполья производится от параллелей осям, которые разбиваются от рисок осей со смещением на расстояние, равное половине толщины панели стен. Верх панелей устанавливается в проектное положение при помощи рейки-отвеса.

5.37. Выверка наружных стен технического подполья выполняется по внутренней плоскости цокольных панелей.

5.38. По окончании монтажа блоков стен подвала до укладки блоков цоколя разбивают оси и намечают места укладки каждого цокольного блока.

Поверхность уложенных блоков цоколя нивелируют и определяют фактические отметки верхней плоскости цокольных блоков, уложенных через 3—5 м по периметру здания.

5.39. Завершение геодезических работ при возведении подземной части здания заключается в вынесении осей наружных и внутренних стен, а также условного нулевого горизонта на цоколь возводимого здания (рис. 17).

Оси на цоколь здания выносят при помощи теодолита, установленного на точке закрепления оси и ориентированного по риске на фундаменте (створному знаку). Следы проекций осей отмечают краской.

Для контроля ось выносят при двух положениях вертикального круга.

5.40. Нулевой горизонт выносят на цокольную часть при помощи нивелира.

Этот нулевой горизонт будет условным, так как действительный вынести невозможно — горизонт чистого пола будет на 8—10 мм выше цоколя и перекрытия над подвалом. Поэтому на цоколь выносят некоторый условный, находящийся ниже нулевого всегда на целое число дециметров.

5.41. По окончании работ нулевого цикла составляется исполнительная схема планово-высотного положения элементов конструкций цокольного этажа.

Отметки перекрытий определяются для всех четырех углов каждой панели (плиты) перекрытия.

5.42. До начала монтажа надземной части здания необходимо: проверить положение осей наружных стен и рисок нулевого горизон-

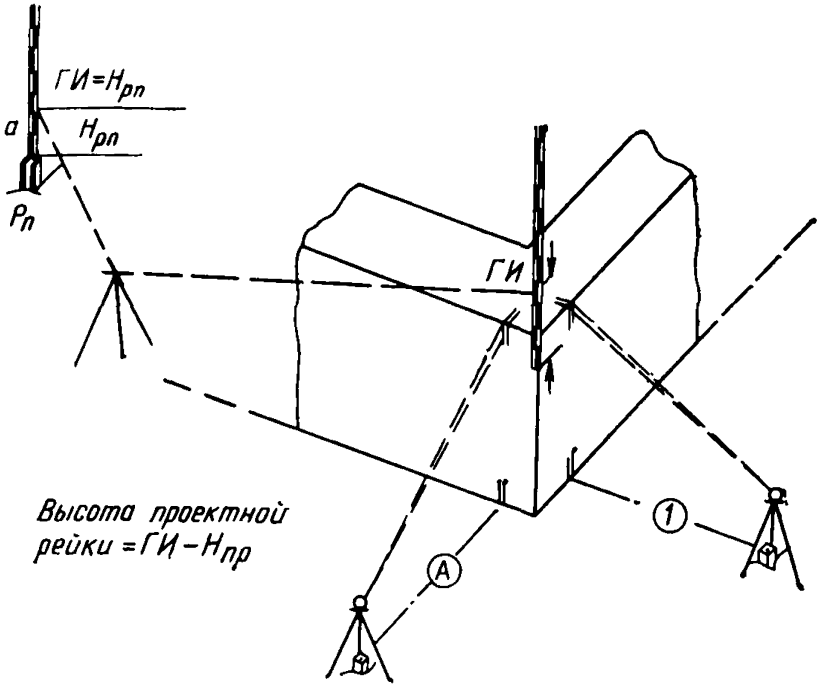


Рис. 17. Вынесение осей наружных и внутренних стен, а также условного нулевого горизонта на цоколь возводимого здания

та, вынесенных на цоколь здания, а также правильность вынесения и закрепления откраскими рисок основных осей на перекрытии над подвалом, убедиться в сохранности геодезических знаков, закрепляющих основные оси здания, и реперов основной нивелирной сети.

Результаты проверки работ, завершающих нулевой цикл, оформляются двухсторонним актом с приложением исполнительных схем.

СОЗДАНИЕ ПЛАНОВОЙ И ВЫСОТНОЙ РАЗБИВОЧНОЙ СЕТИ НА ИСХОДНОМ ГОРИЗОНТЕ

5.43. Перед производством работ по надземной части здания необходимо иметь следующую документацию: план фундамента; план осей; план первого и типового этажей; разрезы подземной части здания; схему исполнительной планово-высотной съемки нулевого цикла.

5.44. Геодезическая служба строительной организации, производившая работы по нулевому циклу до начала монтажа надземной части, должна вынести на цокольную часть здания, сооружения основные и промежуточные оси.

5.45. Построение плановой разбивочной сети на исходном горизонте должно включать разбивочные работы и закрепление точек пересечения параллелей основным осям здания для их последующей передачи на монтажные горизонты.

За исходный горизонт следует принимать условную плоскость, проходящую через опорные площадки последних по высоте несущих конструкций подземной части здания, сооружения.

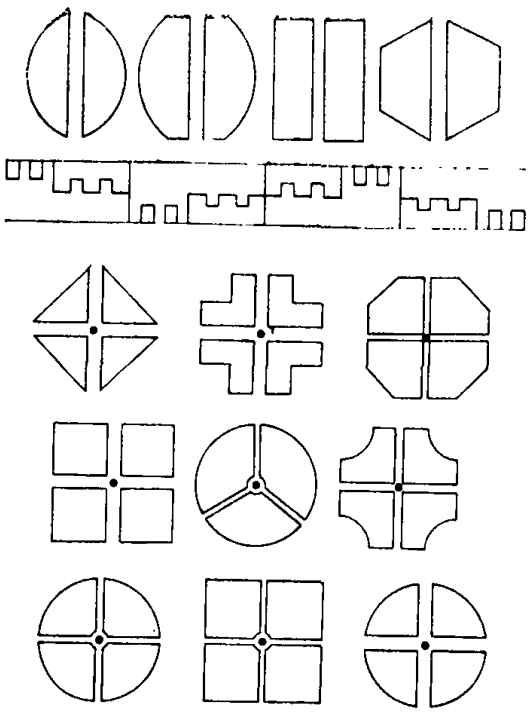


Рис. 18. Откраски для закрепления осей и точек плановой сети на исходном горизонте

Построение плановой сети может осуществляться на блоках фундамента, бетонной подготовке или перекрытиях нулевого цикла.

Плановую разбивочную сеть на исходном горизонте следует создавать в виде правильных фигур (преимущественно прямоугольников), повторяющих в общих чертах конфигурацию здания, сооружения. Точки сети должны располагаться в местах, обеспечивающих взаимную видимость и сохранность на период монтажа.

Стороны плановой сети на исходном горизонте следует располагать параллельно основным осям здания, чтобы разбивку установочных осей можно было выполнять непосредственно линейными измерениями вдоль сторон данной сети или методом построения створов.

5.46. Построение плановой разбивочной сети на исходном горизонте следует выполнять в такой последовательности: построение основных точек плановой сети; проложение основного хода по исходным точкам; редуцирование основных точек плановой разбивочной сети; построение промежуточных точек сети; проложение контрольного хода.

5.47. Построение основных точек плановой сети на исходном горизонте следует производить со знаком разбивки основных осей здания или сооружения методами полярных, прямоугольных координат или построением створов.

5.48. Точность построения плановой разбивочной сети на исходном горизонте следует назначать на класс выше точности плановой сети на монтажном горизонте.

5.49. Количество опорных точек плановой разбивочной сети на исходном горизонте следует определять при составлении ППГР в зависимости от назначения здания или сооружения, схемы технологии выполнения строительно-монтажных работ и других факторов.

Окончательно определенные точки плановой сети на исходном горизонте следует надежно закреплять (дюбелями, керном на закладных деталях, в специальных турах в подземной части здания, монолитами на плитах перекрытия, откраскими и т. п.).

5.50. Откраски — это цветные карандашные риски, закрепленные яркой несмываемой краской (рис. 18), которую наносят на ме-

таллические, бетонные, деревянные и прочие части здания, сооружения.

5.51. В зависимости от размеров здания, сооружения, его конфигурации по основным точкам разбивочной сети следует прокладывать полигонометрический ход или определять координаты точек методом трилатерации.

В полигонометрических ходах измерение углов и линий следует выполнять в зависимости от класса точности, построения сети при соблюдении условий, перечисленных в соответствующих графах табл.

5.52. Для получения значений редукций следует вычислять теоретические и фактические координаты исходных точек сети. Для упрощения вычислений рекомендуется условная система координат.

При вычислении фактических координат хода следует применять раздельное уравновешивание углов и линий.

5.53. Для введения редукций в натуре следует составлять на миллиметровой бумаге редукционные листы, содержащие порядковый номер точки, ее фактическое положение и теоретическое положение, направление не менее чем на 2 пункта сети, линейное и угловое значение редукций.

Точки на редукционный лист следует наносить по координатам и контролировать сравнением значений угловой и линейной редукции, полученных в результате вычислений и снятых графически

5.54. Введение редукций следует осуществлять следующим образом: совместить на редукционном листе изображение фактического положения точки с положением точки в натуре; ориентировать редукционный лист по одному направлению и произвести контроль по другим направлениям; перенести на пластины закладных деталей теоретическое положение точки с редукционного листа; по линейному и угловому значениям редукции проконтролировать положение точки на исходном горизонте и затем окончательно ее закрепить.

5.55. После введения редукций приступить к построению на исходном горизонте промежуточных точек плановой разбивочной сети.

Линейными измерениями вдоль сторон плановой сети следует наметить и после контрольных измерений закрепить положение промежуточных точек.

5.56. По основным и промежуточным точкам сети следует проложить контрольный полигонометрический ход, точность которого та же, что и основного полигонометрического хода.

По результатам измерений контрольного хода следует вычислить координаты основных и промежуточных точек плановой сети на исходном горизонте.

5.57. Расхождение теоретических координат и координат, полученных из вычислений контрольного хода, не должно превышать величины, вычисленной по формуле.

$$\Delta_{x,y} = \frac{S_{x,y}}{[T_{\text{п.с}}}, \qquad (20)$$

где $S_{x,y}$ — расстояние по соответствующей оси между наиболее удаленными основными точками;

$T_{\text{п.с}}$ — знаменатель предельной относительной ошибки построения сети данного класса точности.

5.58. В случае недопустимых отклонений от теоретических координат следует выполнять повторное редуцирование с контрольными измерениями смежных углов и сторон опорной сети.

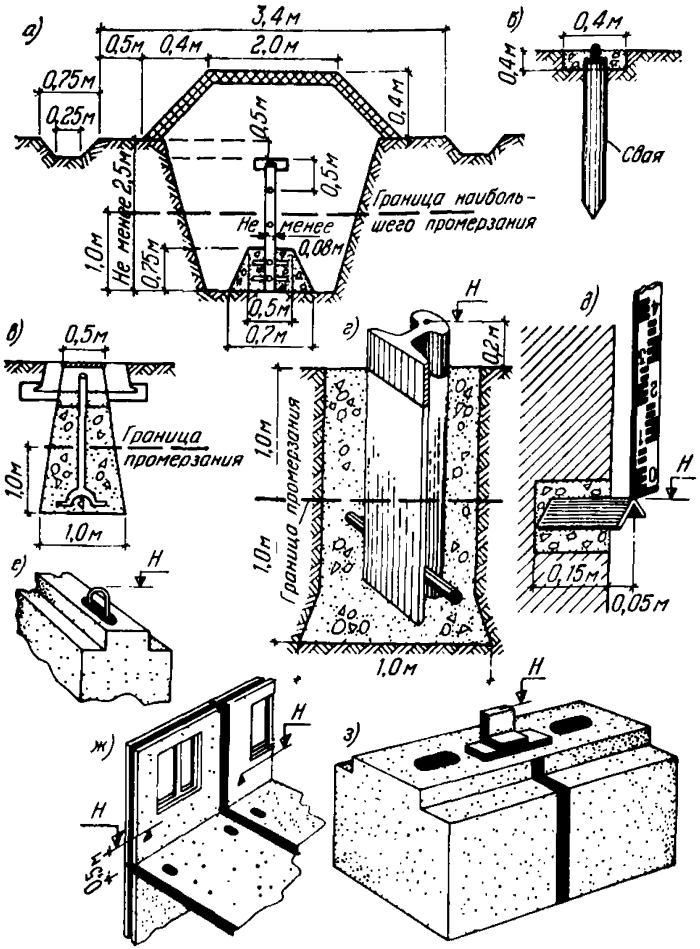


Рис. 19. Закрепление высотной разбивочной сети

а—грунтовый репер; *б*—свайный репер; *в*—замоноличенный стержень; *г*—рельс; *д*—настенный репер; *е*—монтажная петля; *ж*—откраска на панелях; *з*—металлическая плашка

5.59. Высотной разбивочной сетью на исходном горизонте могут служить основные точки плановой разбивочной сети или рабочие реперы, по которым следует прокладывать нивелирный ход соответствующего класса точности.

Абсолютные отметки на исходный горизонт следует передавать от строительных реперов строительной площадки.

5.60. Знаками закрепления высотной разбивочной сети могут служить металлические уголки, приваренные к закладным деталям (элементам) конструкций, монтажные петли конструкций, набравших достаточную прочность (рис. 19).

5.61. После построения плановой и высотной разбивочной сети на исходном горизонте следует составить исполнительную схему.

5.62. Железобетонные или металлические конструкции монтируются по ярусам. Высота яруса зависит от длины колонны, которые изготовляются обычно на высоту двух этажей.

Монтаж колонн может производиться только после инструментальной проверки соответствия проекту планового и высотного положения фундаментов (оснований, опорных поверхностей) конструкций.

5.63. Перед монтажом колонн необходимо иметь схему планово-высотной исполнительной съемки фундаментов под колонны и результаты контроля габаритов монтируемых колонн.

Монтаж колонн должен производиться в пределах допустимых отклонений при монтаже сборных железобетонных конструкций.

5.64. На каждой монтируемой колонне необходимо нанести краской контактные оси, по которым она устанавливается. Монтажные оси следует наносить в нижней и верхней частях двух смежных плоскостей колонны, которые должны совпадать с ее геометрическими осями.

5.65. Установку колонны по осям рекомендуется производить теодолитом, установленным в направлении одной из осей колонны. Установка производится совмещением оси, нанесенной на фундаменте, с осью, нанесенной на нижней части плоскости колонны и на оголовке колонны. Колонну следует приводить в проектное положение или путем заклинивания деревянными клиньями, или, если она закреплена в специальном кондукторе, с помощью винтов редуктора.

5.66. Установку колонны в вертикальное положение рекомендуется производить в зависимости от ее высоты одним из следующих способов:

при высоте колонны до 4,5 м — с применением отвеса, подвешенного на предварительно приваренные для этой цели штыри;

при высоте колонны от 4,5 до 15 м — теодолитом;

при высоте колонны более 15 м — двумя теодолитами одновременно. Геодезический контроль вертикальности колонн при их установке изображен на рис. 20.

5.67. При первом способе на оголовок колонны в двух взаимно перпендикулярных плоскостях следует приварить в виде консоли, выступающей на 150—200 мм, обрезки из углового проката, к которым на расстоянии 100—150 мм от грани колонны следует укрепить нити тяжелых отвесов. Для уменьшения ветрового воздействия на устойчивость отвеса

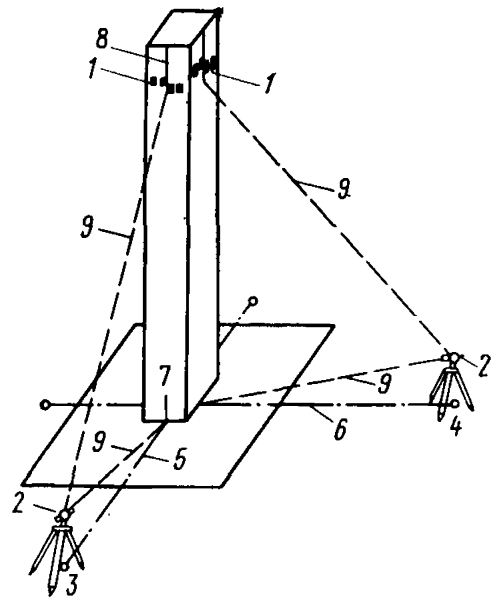


Рис. 20. Геодезический контроль вертикальности колонн при помощи теодолита

1—наблюдательные шкалы на гранях колонны; *2*—теодолит; *3, 4*—осевые знаки; *5, 6*—разбивочные оси; *7, 8*—риски на гранях колонны в нижнем и верхнем ее сечении; *9*—проектируемый визирный луч теодолита

груз у основания колонны следует поместить в сосуд с вяжущей жидкостью (отработанное машинное масло, вода с древесными опилками). Затем следует измерить расстояния от грани колонны до нити отвеса внизу и вверху и определить величину наклона колонны.

Перед окончательным закреплением следует проверить установку колонн.

5.68. Теодолиты следует установить так, чтобы линия визирования была перпендикулярна плоскости колонны, на которой нанесены риски по осям. Затем зрительной трубой следует проектировать нижнюю осевую риску на уровень верхней. Если при этом визирный луч одного из теодолитов или одновременно обоих не совпадает с верхней риской оси на плоскости колонны, то необходимо верх ее наклонить до совмещения установочных осевых рисок с ориентированной коллимационной плоскостью каждого теодолита.

5.69. На консоли колонн техническим нивелированием следует передавать отметки в условной системе высот.

5.70. При установке свай-колонн две смежные грани их верхней и нижней плоскости необходимо разметить рисками, указывающими оси свай-колонн и одну высотную риску, чтобы контролировать их погружение по высоте. Контроль за глубиной погружения сваи-колонны следует осуществлять с помощью нивелира по высотной риске.

5.71. Вертикальность ряда колонн следует проверять боковым нивелированием с помощью теодолита, установленного параллельно линии оси колонн, и рейки.

5.72. При выверке смонтированных колонн рекомендуется проверить соответствие установленных колонн их проектной сетке, измеряя расстояния между ними в продольном и поперечном направлениях стальной компарированной рулеткой.

5.73. При выверке монтажа металлических колонн монтажные оси колонн должны совпадать с продольной и поперечной осями фундамента, закрепленными геодезическими знаками в виде небольших отрезков балки или швеллера (на железобетонном фундаменте) или рисками, нанесенными на стальной опорной плите фундамента.

5.74. При монтаже металлических колонн на железобетонном фундаменте крепление колонны к фундаменту осуществляется при помощи анкерных болтов, которые фиксируют положение колонн в плане и по высоте. Разбивка анкерных болтов относительно разбивочных осей должна быть выполнена очень точно.

5.75. Отверстия для анкерных болтов фундамента в башмаках колонн должны превышать диаметр анкерных болтов, позволяя рихтовать колонну до правильной установки ее в проектное положение.

5.76. С помощью теодолита на выступающие выше уровня перекрытия оголовки уже смонтированных колонн следует вынести их проектные и геометрические оси с учетом невязки между ними.

5.77. По окончании монтажа одного яруса каркаса необходимо приступать к установке двухэтажных простеночных панелей, начиная с угла здания.

5.78. Места установки панелей рекомендуется размечать на цоколе или на промежуточном поясе, для чего следует вдоль монтажного участка натянуть проволоку на заданном расстоянии, поперечные расстояния отложить от проектных осей, нанесенных на оголовках колонн каркаса, места установки колонн наметить рисками.

5.79. Выверку установки простеночных панелей и панелей-вставок по вертикали рекомендуется производить, натянув на проектном

расстоянии от оси колонн по верху панелей тонкую проволоку и доводя грань панели до ее совмещения с ней.

5.80. Устанавливать панели в проектное положение по высоте следует при помощи домкрата и тали. После окончательной выверки нивелиром панели сваривают в местах сопряжения.

5.81. По окончании работ при монтаже строительных конструкций следует выполнить исполнительную планово-высотную съемку.

По результатам исполнительной съемки должна быть представлена исполнительная схема планово-высотного положения смонтированных конструкций.

5.82. Монтаж конструкций следующего этажа можно начинать только после полной установки, выверки, окончательного закрепления и проверки положения всех элементов предыдущего этажа.

5.83. Для правильной установки рам в плане следует предварительно нанести риски геометрических осей на боковые грани стоек рам.

Риски геометрических осей следует нанести также на обрезы фундаментных башмаков.

При установке рам следует совмещать риски стоек и фундаментов.

5.84. Установку стоек рам в вертикальное положение следует осуществлять как и установку колонн.

Незначительные отклонения стоек рам от вертикали следует устранять при помощи регулирования компенсаторов.

5.85. Для установки конструкции по высоте на стойки рам следует выносить риски, соответствующие отметке нуля и совпадающие с обрезом фундаментных стаканов. На внутренние грани стаканных фундаментов нивелированием необходимо выносить заглубляемый размер стойки рамы, затем дно стакана довести до проектной отметки подливкой бетона или подсыпкой песка.

5.86. Перед монтажом ферм и арок необходимо проверять правильность нанесения продольных и поперечных рисок в местах их опирания (опорами для ферм и арок служат железобетонные колонны, блочные или кирпичные стены) теодолитом, установленным над закрепленной точкой оси сооружения и ориентированного по направлению проверяемой оси.

5.87. На подготовленные к монтажу фермы и арки необходимо нанести риски продольных и поперечных разбивочных осей здания. Одновременно проверить фактическую длину монтируемых ферм и арок.

Необходимо проверить геометрическим нивелированием соответствие фактических отметок опор их проектным значениям.

5.88. Для стропильных и подстропильных стальных ферм необходимо производить выверку прямолинейности поясов и вертикальности плоскости ферм. Прямолинейность поясов рекомендуется проверять натяжением шнура или проволоки между опорными узлами. Вертикальность плоскости ферм рекомендуется проверять отвесом.

Исправления полученных отклонений следует производить подтягиванием конструкции пробками и болтами через отверстия в прогонах с последующим закреплением связями.

5.89. Отклонение узла фермы в середине пролета от вертикальной плоскости, проходящей через центры опор, необходимо измерять стальной линейкой с миллиметровыми делениями от шнура подвешенного тяжелого отвеса. Этой же линейкой рекомендуется измерять стрелу прогиба нижнего пояса фермы.

6. ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОНТАЖА ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ

РАЗБИВОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ УСТРОЙСТВЕ ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК И РЕЛЬСОВ

6.1. Подкрановые балки опираются на колонны через подкрановые консоли или непосредственно на подкрановые ветви колонн. По верху балок укладывают подкрановые рельсы.

Точность расположения подкрановых балок в плане должна быть обеспечена измерением расстояний между осями и нанесением рисок на опорные поверхности. Особенно тщательно должны быть выполнены построения осей подкрановых путей и подготовка строго горизонтальной их укладки.

6.2. Для укладки подкрановых балок, а затем и путей в концах пролета на полу цеха строят оси путей $a — a^1$ и $в — в^1$ (рис. 21). Для этого компарированной рулеткой на продолжении осей от крайних колонн в направлении подкрановых консолей (внутрь пролета) восстанавливают перпендикуляры проектной длины и на концах получают точки, являющиеся концами осей подкрановых путей, отмеченных на полу цеха. Устанавливают теодолит последовательно в этих точках и визируют на противоположные осевые точки. Затем наклонным визированием при двух положениях трубы (КП и КЛ) проектируют оси на скобы, предварительно замоноличенные в торцевых стенах цеха и на поверхности консолей колонн, крайних по каждому ряду. На скобах и консолях следы осей путей тщательно фиксируют тонкими рисками.

6.3. Нанесение осевых рисок на плоскости консолей промежуточных по рядам колонн можно выполнять тремя способами:

подвешивая отвесы над каждой консолью колонны на натянутые через осевые риски проволочные струны;

натягивая струну через риски консолей крайних по рядам колонн и фиксируя ее след на плоскостях промежуточных колонн;

устанавливая теодолит и визируя над осевой риской крайней по ряду колонны с помощью тяжелой подставки и визируя на риску консоли конечной по ряду колонн; прямым визированием проектируют (и закрепляют рисками) следы оси на плоскостях консолей всех промежуточных по ряду колонн.

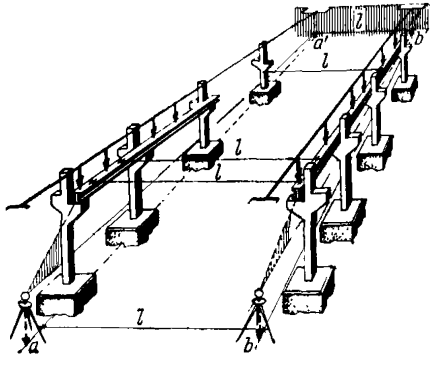


Рис. 21. Геодезические построения при монтаже подкрановых балок

6.4. После разметки осей верхние плоскости консолей обоих рядов нивелируют, устанавливая нивелир с помощью той же металлической подставки непосредственно на плоскость какой-*либо консоли* в середине ряда, противоположного проверяемому. Одновременно на внутреннюю грань колонны выше плоскости консоли выносят и отмечают риской некоторый условный горизонт, превышающий отмет-

ку верхней плоскости подкрановой балки 5—10 см. По этим рискам контролируют толщину металлических подкладок, регулирующих положение подкрановых балок на высоте.

6.5. По результатам нивелирования вычисляют отметки основания подкрановых балок по обоим рядам колонн и составляют исполнительные чертежи-профили оси основания подкрановых балок по обоим рядам в масштабах 1 : 100 (горизонтальный) и 1 : 10 (вертикальный). По разности отметок самой высокой консоли и консолей всех остальных колонн определяют толщину выравнивающих подкладок (маяков) под балки.

6.6. По окончании монтажа балок выверяют их планово-высотное положение. Для этого вновь пользуются подвешенными на проволочные (струны) отвесами и выполняют нивелирование поверхности балок над каждой опорой в порядке, изложенном выше.

На основе данных проверки составляют окончательные исполнительные профили и схему планового положения осей балок.

6.7. Только убедившись в правильном положении балок как в плане, так и по высоте производится монтаж путей со строгим соблюдением проектного расстояния между нитками, которое контролируется рулеткой, предварительно компарированной на весу. Если расстояние между осями подкрановых путей больше длины мерного прибора, то промер производится на земле между нитями опущенных и погруженных в сосуды с вязкой жидкостью отвесов. Возможность рихтовки рельсов при выверке обеспечивается соответствующей конструкцией крепления рельса к балке.

6.8. После укладки подкрановых путей производится геодезическая съемка их положения с составлением исполнительного чертежа. Для контроля планового положения пути в каждом пролете измеряется расстояние между осями рельсов мерным прибором на весу, натягивая его динамометром с силой, равной натяжению при компарировании.

6.9. Высотное положение определяется нивелиром. Для каждой нитки смонтированного пути даются отметки головок рельса на каждой колонне и в средних точках пролетов. По результатам нивелирования производят рихтовку путей. После прокатки смонтированного крана под нагрузкой исследуют равномерность обжатия пути, для чего еще раз нивелиром определяется положение рельсов по высоте, устанавливая нивелир на площадке крана.

6.10. Данные исполнительной съемки и окончательной выверки подкрановых путей, а также проектные данные наносятся на специальную схему, к которой прикладываются продольные профили обоих рельсов, составленные по отметкам после обработки.

КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ МОНТАЖА ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ СПОСОБОМ ПРОИЗВОЛЬНЫХ СТВОРОВ

6.11. Для выверки подкрановых путей можно применять способ произвольных створов. При этом способе визирную плоскостью теодолита можно устанавливать параллельно створу подкрановых путей, а расстояние между осями рельсов определять путем несложных вычислений.

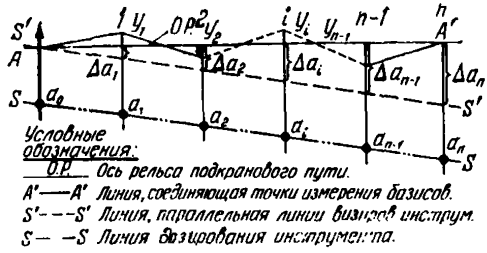


Рис. 22. Контроль точности монтажа подкрановых путей способом произвольных створов

1, 2—номера точек

6.12. Величины отклонения (рис. 22) можно определить по формулам:

$$\left.\begin{aligned} y_1 &= a_1 - a_0 - \Delta a_1; \\ y_2 &= a_2 - a_0 - \Delta a_2; \\ &\cdots\cdots\cdots \\ y_l &= a_l - a_0 - \Delta a_l. \end{aligned}\right\} \qquad (21)$$

где Δa_1, Δa_2, ..., Δa_l — поправки на отклонение произвольного створа от линии $A\,A^1$, соединяющей точки измерения базиса.

В общем случае

$$\Delta a_l = \frac{a_n - a_0}{L} D_l, \qquad (22)$$

где D_i — расстояние между нулевой и текущей точкой.

Из формул (21) и (22) следует:

$$y_l = a_l - a_0 - \frac{a_n - a_0}{L} D_l. \qquad (23)$$

Общая формула для определения расстояний между осями подкрановых рельсов будет иметь следующий вид

$$l_l = l_0 - \frac{b_0 - b_n}{L} D_l + a_l' - a_0' - \frac{a_n' - a_0'}{L} D_l + a_l'' - a_0'' - \frac{a_n'' - a_0''}{L} D_l. \qquad (24)$$

6.13. При выверке подкрановых путей расстояние L и D_l можно не измерять, а брать число пролетов между колоннами (при условии, что точки измерения будут находиться возле колонн). Тогда формула (24) значительно упростится.

6.14. Обозначив через N число пролетов между колоннами на расстоянии L, а через n_l — число пролетов на расстоянии D_l.

Формулу (24) можно переписать в следующем виде:

$$l_l = b_0 - \frac{b_0 - b_n}{N} n_l + a_l' - a_0' - \frac{a_n' - a_0'}{N} n_l + \\ + a_l'' - a_0'' - \frac{a_n'' - a_0''}{N} n_l. \qquad (25)$$

Величины $\frac{\Delta b}{N}$, $\frac{\Delta a'}{N}$, $\frac{\Delta a''}{N}$ являются постоянными. Тогда соответствующие поправки могут быть найдены путем простого перемножения постоянных чисел на номер пролета i. Поэтому для обработки результатов измерений по формуле (25) не требуется больших затрат времени.

КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ МОНТАЖА ПОДКРАНОВЫХ ПУТЕЙ СПОСОБОМ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

6.15. При установках теодолита в точках A и B и при произвольном положении визирных осей AM и BN расстояние h_i в i-том пролете между конструкциями P_1 и P_2 можно вычислить по формуле

$$L_i = L_1 - (a_1 + b_1) + \frac{L_n - L_1 + a_1 + b_1 - a_n - b_n}{S} S_i + (a_i + b_i), \tag{26}$$

где L_1, L_i — исходные базисы, измеряемые непосредственно;

a_1, b_1, a_i, b_i, a_n, b_n — отсчеты по горизонтальной рейке при боковом нивелировании;

S — расстояние между базисами L_1 и L_n;

S_i — расстояние от базиса L_1 до i-го пролета.

6.16. *Для определения расстояния между осями конструкций* P_1 и P_2 надо к базису L_i прибавить постоянную величину $2q$. Если на рейке установить шаблон, то величину q можно учитывать непосредственно на отсчете (рис. 23).

При расположении визирных осей параллельно конструкциям P_1 и P_2 отсчеты по рейке будут $a_1 = a_n$ и $b_1 = b_n$.

Для этого случая формула (25) имеет более простой вид:

$$L_i = L + \frac{L_n - L_1}{S} S_i + (a_i + b_i) - (a_1 - b_1). \tag{27}$$

Так как разности $(a_i - a_1)$ и $(b_i - b_1)$ представляют отклонения y_i осей конструкций от прямых $o_1 o_2$ и $o_1' o_2'$, то

$$L_i = L_1 + \frac{L_n - L_1}{S} S_i + y_{i_л} + y_{i_п}. \tag{28}$$

Если визирные плоскости расположить параллельно друг к другу (практически это сделать несложно), то формула (28) примет еще более простой вид

$$L_i = L_1 - (a_1 - b_1) + (a_i + b_i). \tag{29}$$

6.17. При совместном определении *расстояний* L_i *и отклонений* $y_{i\,л}$ *и* $y_{i\,п}$ наиболее удобна формула (28). В тех случаях, когда надо определить только расстояние между конструкциями P_1 и P_2, проще пользоваться формулой (29).

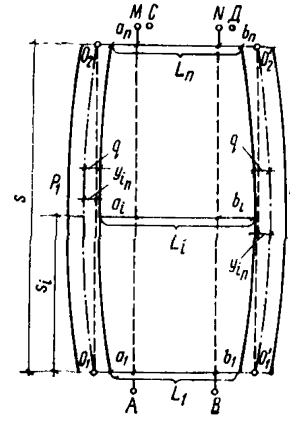


Рис. 23. Определение расстояния между осями двух рельсов способом косвенных измерений

Все приведенные формулы практически обеспечивают одинаковую точность результатов.

6.18. Косвенный способ позволяет измерять расстояния между параллельными конструкциями со средней ошибкой ±2,5 мм и с предельной ±8 мм (при измерении базисов с точностью ±1 мм). Прямолинейность конструкций определяется косвенным способом со средней ошибкой ±2,0 мм и с предельной ±6 мм.

6.19. При совместной выверке параллельности и прямолинейности конструкций визирные оси рекомендуется располагать параллельно выверяемым конструкциям, а вычисления производить по формулам (28) и (29); при определении же только параллельности конструкций визирные оси следует располагать параллельно одна другой, а вычисления производить по формуле (29).

Хороших результатов при косвенном способе можно достичь лишь при большой тщательности выполнения работ и соблюдения определенных правил.

6.20. Перед началом измерений теодолит, рейка и рулетка должны быть тщательно выверены. У теодолитов необходимо проверить влияние фокусировки зрительной трубы на точность визирования.

Теодолит должен устанавливаться на надежное устойчивое основание, исключающее возможность смещения прибора в процессе измерений.

6.21. С одной станции можно выверять участок длиной не более 100—120 м, а при недостаточном освещении — не более 50—60 м. Указанную длину можно увеличивать до 200—240 м, устанавливая теодолит в середине участка. При этом переход от одной половины участка к другой производится путем перевода зрительной трубы через зенит.

6.22. Для контроля отсчета и уменьшения влияния инструментальных ошибок визирование на рейку следует производить при двух положениях вертикального круга и из двух отсчетов принимать средний. Визирную линию желательно располагать при этом горизонтально.

6.23. Не следует производить измерения в жаркую солнечную погоду, так как вокруг нагретой конструкции создается среда, неблагоприятная для работ с оптическим инструментом. По этой же причине надо осторожно подходить к организации измерений в цехах с большими тепловыделениями.

6.24. Необходимо обеспечивать точный контакт нулевого конца рейки с плоскостью выверяемой конструкции. Простейшим контактным устройством может быть шуруп с полусферической головкой, заделанный в пятку рейки.

Рейку надо прикладывать строго перпендикулярно плоскости конструкции, а теодолит располагать так, чтобы отсчеты по рейке не превышали 1000 мм. Можно применить и шаблон, позволяющий устанавливать рейку более правильно.

6.25. Для полного и надежного контроля измерения рекомендуется делать двумя независимыми приемами: устанавливать теодолит сначала в точках A и B, а затем — в точках C и $Д$ и средний из полученных считать окончательным.

6.26. Точность выверки подкрановых путей можно повысить при использовании специальных высокоточных визирных приборов и марок, применяемых при наблюдениях за горизонтальными смещениями сооружений, а также применяя для этих работ лазерные приборы.

6.27. В зависимости от технологии монтажа лазерные приборы могут использоваться для исполнительных съемок планово-высотного положения уложенных подкрановых балок и рельсов или осуществления безвыверочного монтажа.

6.28. При исполнительной съемке лазерный прибор (нивелир, визир, створофиксатор) устанавливается в начальной точке подкранового пути непосредственно на балках, специально сооружаемых подмостях или на кронштейнах, прикрепляемых к колоннам. Луч направляется горизонтально по оси балки (рельса) на высоте 0,1—0,3 м от верхней поверхности балки (рельса). Вдоль балки (рельса) перемещается марка, закрепленная на П-образной скобе. На марке нанесена сетка квадратов со сторонами 5 мм. В процессе съемки берутся отсчеты по двум осям сетки квадратов, которые показывают величину смещения балки (рельса) от направления луча в плане и по высоте.

Лазерный луч должен быть ориентирован по направлению проектной оси.

6.29. При безвыверенном монтаже лазерный прибор устанавливается на проектной оси подкрановой балки (рельса) на высоту $H_1=H_0+h$, где H_0 — проектная отметка верхней грани балки (рельса), h — произвольная величина порядка 0,1—0,3 м. На специальных марках наносится центральная точка (крест) с таким расчетом, чтобы при установке марки на балку (рельс) она располагалась на высоте h от верхней грани балки (рельса) и ее проекция совпадала с продольной геометрической осью балки (рельса). Марки крепят к двум концам укладываемых балок (рельсов), которые рихтуются до такого положения, когда луч лазера попадет в центральные точки обеих марок. При этом балка (рельс) будет находиться точно в проектном положении, в котором она закрепляется.

6.30. При установке и выверке подкрановых рельсов рекомендуется использовать марки с магнитным основанием, которые легко устанавливаются в любой части рельса.

7. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПЕРЕМЕЩЕНИЯМИ И ДЕФОРМАЦИЯМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

7.1. Наблюдения за деформациями фундаментов проводятся в соответствии с требованиями главы СНиП II-15-74 «Основания зданий и сооружений». Здания и сооружения, за деформациями которых должны быть организованы наблюдения, выбираются и назначаются проектной организацией по согласованию с организациями, осуществляющими строительство и эксплуатацию.

Геодезические измерения осадок зданий и сооружений выполняются специализированными организациями по договору с заказчиком или генеральным подрядчиком.

Геодезическая служба строительной организации может осуществлять наблюдения за осадками (по решению руководства строительно-монтажной организации) лишь в случаях, когда необходимая точность определения осадок составляет ±5 мм, число осадочных марок — не более 10 шт. и общая длина нивелирных ходов не превышает 500 м.

7.2. Измерения осадок здания должны производиться в соответствии с техническим заданием, разработанным проектной или научно-исследовательской организацией, давшей заключение о необходимости наблюдения за осадкой.

Техническое задание должно содержать: точность определения осадок; проект размещения осадочных марок; периодичность и сроки наблюдений; проект размещения исходных реперов.

7.3. На основании технического задания геодезическая служба, ведущая наблюдения за осадками, должна составить проект производства геодезических работ, который должен содержать: схему размещения и типы опорных реперов; схему нивелирных ходов; расчет необходимой точности измерения превышения на станции; методику измерений превышений; способ уравнивания превышений; конструкцию осадочной марки и способ ее закрепления; перечень необходимого оборудования; расчет численности и штатов исполнителей; сроки выполнения работ (календарный план); смету с указанием общей суммы и стоимости работ.

7.4. Перед началом работ по измерению осадок устанавливаются реперы:

глубинный — фундаментальный знак, закладываемый в практически несжимаемые грунты;

грунтовый — знак, закладываемый ниже глубины промерзания грунта;

стенной — знак, заложенный в стене существующего здания или сооружения, осадку которого можно считать закончившейся.

7.5. Для наиболее ответственных сооружений глубинные реперы (см. рис. 6) могут являться основными знаками высотной основы, и устанавливают их при измерении осадок нивелированием I класса. Число глубинных реперов должно быть не менее трех для того, чтобы можно было взаимно контролировать их устойчивость и чтобы возможная ошибка измерения высотных положений марок находилась в пределах ±10 мм.

7.6. Для массовых измерений осадок зданий и сооружений, когда установка глубинных реперов экономически нецелесообразна, высотную основу можно создать из свайных или обычных грунтовых реперов или в крайнем случае из стенных марок, закладываемых на старых зданиях группами или кустами по 3—4 знака. Грунтовые знаки хорошо располагать по треугольнику со сторонами 20—30 м так, чтобы отметки их могли определить с одной установки инструмента. Для большей надежности грунтовые знаки следует закладывать на взаимно противоположных сторонах наблюдаемого сооружения.

7.7. Грунтовые реперы используют при измерении осадок нивелированием II и III классов. В отдельных случаях при нивелировании осадочных марок II и III классом используются реперы, заложенные в стенах окружающих зданий или сооружений.

7.8. Грунтовые и стенные реперы размещают вне зоны распространения давления от сооружения. Удаление репера от сооружения для промышленного строительства 50—150 м, для гидротехнического строительства 300—500 м.

Число грунтовых и стенных реперов должно быть не менее трех.

7.9. Реперы должны помещаться в местах, где возможен в течение всего срока наблюдений беспрепятственный и удобный подход к ним с рейкой и обеспечена их сохранность.

На каждом репере должны быть четко обозначены учреждение, год установки и порядковый номер, который не должен повторяться.

7.10. Заложенные реперы должны быть сданы на хранение по актам (3 экз.) геодезической службе города, проектной организации и заказчику.

Использование репера допускается не ранее 10—15 дней после окончания работ по его устройству.

7.11. Перед определением осадок сооружений необходимо проверить (проконтролировать) высотное обоснование — исходные реперы, марки.

Для этого производят их нивелирование и определяют разность отметок момента наблюдения и первоначальных данных его устройства.

7.12. Критерий неподвижности реперов определяется из формулы

$$M < \pm m_{сп}\sqrt{2n}, \qquad (30)$$

где M — критерий неподвижности реперов, мм;

$m_{сп}$ — предельная ошибка превышения на одной станции для I класса — 0,3 мм, для II класса — 1 мм, для III класса — 2 мм;

n — число станций.

7.13. В практике измерения осадок сооружений нивелирные марки часто называют осадочными деформационными. Марки служат постоянными точками для установки на них реек во время нивелирования, поэтому любая конструкция должна обеспечивать возможность установки рейки при повторном нивелировании (серединой ее пятки) строго на одну и ту же точку, т. е. марка должна иметь строго фиксированную точку.

Для этого необходимо, чтобы марка имела сферическую или полусферическую головку и отстояла от стены не менее чем на 3—4 см. В зависимости от места установки нивелирные марки подразделяются на стенные (боковые), плитные (поверхностные), цокольные и т. д.

7.14. При составлении проекта размещения нивелирных марок необходимо определить минимальное число марок, расположив их так, чтобы к маркам был удобный подход с геодезическим инструментом и обеспечивалась их сохранность для всех циклов наблюдений.

На фундаменте марки размещают в местах, подвергающихся различной нагрузке; по обе стороны осадочных швов и линий, разграничивающих разные нагрузки на основание; по осям симметрии здания; в местах примыкания продольных и поперечных стен и т. д.

7.15. В процессе строительства сложность представляет установка марок по периметру сооружения, где устраивается облицовка до 2-го этажа. Тогда наиболее надежным местом следует считать консоль или уступ фундамента, на который кладут облицовочные плиты (рис. 24).

7.16. Если фундамент коробчатый, то марки размещают на нижней и верхней плитах фундамента вне контуров внутренних стен фундамента и опорных плит каркаса (рис. 25).

При ленточном фундаменте многоэтажных зданий марки размещают по периметру через 50 м; для крупнопанельных со сборными фундаментами — по периметру через 6—8 м (приблизительно через двойной шаг панелей) и при свайных фундаментах — через 15 м по продольным и поперечным осям сооружения.

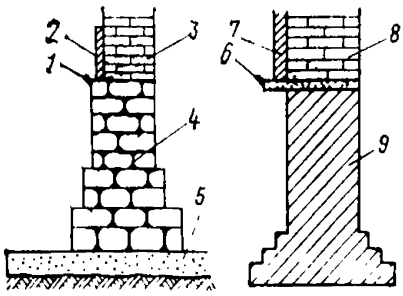


Рис. 24. Размещение марок на консолях или уступах фундамента

1—марка на уступе обреза фундамента; *2*—первый ряд облицовки; *3*—цоколь; *4*—фундамент бутовый; *5*—железобетонная плита; *6*—марка на консоле железобетонной плиты; *7*—облицовка; *8*—цоколь; *9*—фундамент железобетонный

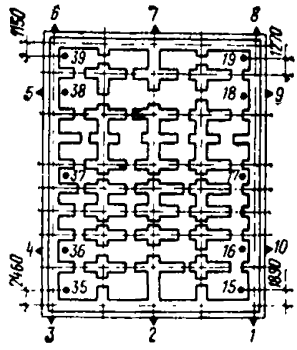


Рис. 25. Схема расположения марок на верхней плите коробчатого фундамента

1—10—номера марок

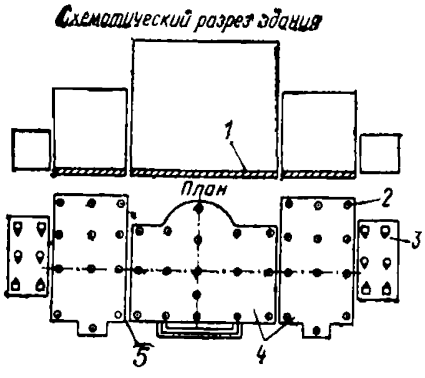


Рис. 26. Размещение марок на зданиях с резкими переходами по высоте

1—железобетонная плита; *2*—плитные марки; *3*—стенные марки; *4*—железобетонная плита; *5*—осадочный шов

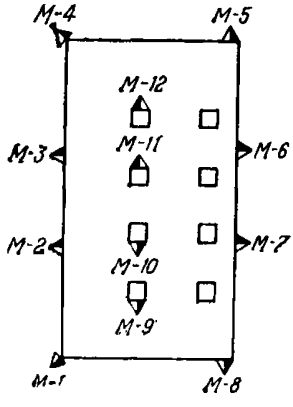


Рис. 27. Размещение марок на колоннах и углах здания

7.17. Для промышленных сооружений, имеющих плоскую фундаментную плиту, марки следует размещать по разбивочным поперечным и продольным осям плиты по ее периметру, по радиусам из расчета одной марки на каждые 100 м² площади. Нивелирные марки необходимо закладывать в местах наиболее рельефного проявления осадок и на участках с резкими переходами сооружений по высоте (рис. 26).

7.18. Обязательна установка марок на углах здания. Марки на колоннах и углах сооружений рекомендуется устанавливать по направлению их биссектрисы (рис. 27, марки М-1, М-4, М-5, М-8), что дает возможность вести наблюдения за их смещениями с двух взаимно перпендикулярных сторон.

7.19. На сооружениях типа дымовых труб, доменных печей, силосов элеваторов, силосных башен и др. допускается установка 3—4 марок по периметру.

7.20. Осадочные марки устанавливают примерно на одинаковой высоте и привязывают их с точностью до 1 см к разбивочным осям, углам здания, проемам и т. д., после чего краской обозначают их номера.

ИЗМЕРЕНИЕ ОСАДОК И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

7.21. Прикладываемый к рабочей программе календарный план должен отражать периодичность проведения циклов измерений.

Первый цикл измерений осадок, проводится после возведения фундаментов до приложения горизонтальной нагрузки к сооружению (например, до наполнения пазух котлована грунтом).

Сроки проведения последующих циклов измерений устанавливаются в техническом задании.

Число циклов измерений осадок фундаментов за период достижения полной нагрузки на основание должно быть не менее четырех (при 25, 50, 75, 100% всего давления).

7.22. В эксплуатационный период проводится не менее двух циклов измерений в год.

Наблюдения за осадками и деформациями фундаментов прекращают, если в течение трех циклов измерений величина их колеблется в пределах заданной точности измерений.

7.23. Измерение осадок фундаментов производится геометрическим нивелированием. Под осадкой понимается величина разности отметок марки, полученной в разных циклах измерения.

Осадка, полученная относительно неподвижных реперов, — абсолютная осадка; относительно одной точки сооружения — относительная осадка.

7.24. Нивелирование для определения осадок фундаментов подразделяется на три класса. Требуемая точность измерения величины осадки определяет выбор класса нивелирования.

Средняя квадратическая ошибка измерений величины осадки:

для I класса . . . . . ±1 мм;
« II » . . . . . ±2 »;
« III » . . . . . ±5 »;

Точность измерения осадок задается техническим заданием.

7.25. Нивелированием первого класса в основном измеряются осадки фундаментов уникальных зданий и сооружений, а также зданий и сооружений, построенных на скальном основании.

Вторым классом измеряются осадки фундаментов любых сооружений, построенных на сжимаемых грунтах.

Третьим классом измеряются осадки фундаментов зданий и сооружений, построенных на насыпных, просадочных и вечномерзлых грунтах.

7.26. Нивелирование марок обычно производят по методике II класса нивелирами типа Н1 и Н2 (ГОСТ 10528—69). К таким инструментам относятся отечественные нивелиры с плоскопараллельной пластинкой и контактным уровнем: НБ-2, НА-1, а также *Ni*=004 (Карл Цейсс, ГДР), *Koni*-006 (Карл Цейсс, ГДР) с самоустанавливающейся линией визирования.

7.27. Рейки применяют инварные со штрихами через 5 мм на двух шкалах, смещенных на 2,5 мм. Нулевой штрих основной шкалы

совпадает с пяткой рейки. Компарирование реек производят нормальным метром. Допускается использование инварных реек с одной шкалой и толщиной штриха 2 мм. Длина реек может быть любой от 0,1 до 3 м.

7.28. Удобны для наблюдения за осадками малогабаритные реечки конструкции М. Е. Пискунова. В зависимости от места установки рейки их постоянно закрепляют (они служат вместо марок), делают переносными или подвесными. На металлических полосках этих реечек шкалы нанесены аналогично шкалам инварных реечек.

7.29. Нивелирование производят или одним горизонтом в прямом и обратном направлении способом совмещения, или двумя горизонтами в одном направлении.

Нивелирный ход по маркам начинают с репера и кончают на нем же или на другом репере. Число станций в висячем ходе допускается не более двух. Число станций в замкнутом ходе должно обеспечивать необходимую точность получения величины осадки.

7.30. Длина визирного луча не должна превышать 30 м. В отдельных случаях при вытянутых ходах с применением штриховых реек, имеющих толщину штриха 2 мм, допускается увеличение длины визирного луча до 40 м. Высота визирного луча должна быть не менее 0,5 м над поверхностью земли.

Неравенство расстояний от нивелира до реек не должно превышать 1 м. Накопление неравенств в замкнутом ходе не должно превышать 2 м.

7.31. Наблюдения на станции при работе способом совмещения нивелирами типа Н2 необходимо проводить в следующем порядке:

установка штатива (штатив нивелира должен устанавливаться на станциях без перекосов, напряжений). Две ноги штатива располагаются вдоль линии нивелирования, а третья — попеременно: то справа, то слева. Все три ноги должны находиться в одинаковых условиях.

закрепление инструмента;

установка цилиндрического уровня (отклонение от контакта не более двух делений уровня);

отсчитывание по рейке, выполняемое по одной из следующих программ:

	I программа	II программа
Первый горизонт инструмента	$З_о$; $П_о$; $П_д$; $З_д$;	$З_о$; $З_д$; $П_о$; $П_д$
Второй » »	$П_о$; $З_о$; $З_д$; $П_д$;	$П_о$; $П_д$; $З_о$; $З_д$,

где: $З_о$ — отсчет по основной шкале задней рейки;
$З_д$ — » » дополнительной шкале задней рейки;
$П_о$ — » » основной шкале передней рейки;
$П_д$ — » » дополнительной шкале передней рейки.

При нивелировании одной рейкой в помещениях и при установке инструмента на жесткое основание применяется вторая программа.

Для фиксации переходных точек используются башмаки и костыли.

7.32. На каждой станции осуществляется полевой контроль наблюдений в следующем порядке:

подсчитывается разность основной и дополнительных шкал реек. Она должна отличаться от постоянного числа не более чем на 3 деления барабана (0,15 мм);

подсчитываются удвоенные превышения по наблюдениям основной и дополнительных шкал задней и передней реек. Расхождение между ними должно быть не более 6 делений барабана (0,3 мм);

подсчитываются превышения.

7.33. По окончании работ в замкнутом ходе вычисляется невязка, которая не должна превышать допустимой величины f_n:

$$f_n = \pm 1 \text{ мм} \sqrt{n}, \tag{31}$$

где n — число станций в нивелирном ходе.

7.34. После контроля полевых измерений вычисляют во вторую руку превышения между марками и реперами и составляют схему нивелирных ходов, на которую выписывают вычисленные превышения, допустимые и полученные невязки.

Округление ведут с точностью, указанной в табл. 10.

Таблица 10

Класс нивелирования	Превышение, мм	Отметки, мм	Осадка, мм
I	0,01	0,1	0,1
II	0,1	0,1	1
III	0,5	1	1

7.35. Составляют ведомость увязки превышений и вычисления отметок марок. Среднюю квадратическую ошибку осадки из двух циклов определяют по формуле

$$m_s = \pm \sqrt{m_1^2 + m_2^2}, \tag{32}$$

где m_s — средняя квадратическая погрешность осадки, мм,

m_1, m_2 — средняя квадратическая погрешность отметки марки, наиболее удаленной от репера в обоих циклах наблюдений.

7.36. В простых одиночных ходах погрешность определяется по формуле

$$m = \pm m_c \sqrt{n}, \tag{33}$$

где m — средняя квадратическая ошибка отметки в каждом цикле;

m_c — то же, одной станции для данного класса;

n — число станций до наиболее удаленной марки хода.

7.37. При большом количестве осадок или полигонов оценку точности производят по данным, полученным до и после уравновешивания, применяя известные формулы геодезии, освещенные, например, в учебнике А. С. Чеботарева «Геодезия» ч. I и II.

7.38. При уравнивании ходов можно применять способ эквивалентной замены, способ последовательных приближений или способ полигонов проф. В. В. Попова. Сеть уравнивается как свободная.

Невязки, не превышающие 1 мм, в одиночных полигонах распределяют равномерно по всем превышениям.

7.39. Ведомость отметок и осадок марок имеет вид, показанный в табл. 11.

Таблица 11

№ п.п.	Номера марок	Исходная абсолютная отметка, мм, на 1.IX.54 г,	Осадки, мм, с 1.IX.54 г. по				Абсолютная отметка, мм, на 20.VII.55 г.
			1.XI. 54 г.	5.I.55 г.	20.V. 55 г.	20.VIII 55 г.	
			Цикл				
			1-й	2-й	3-й	4-й	
1	М-16	149865,6	4,2	6,4	24,9	40,1	149825,5
2	М-17	149800,3	4,3	6,6	27,9	44,3	149756,0
3	М-19	149603,8	5,7	8,1	32,2	52,7	149551,1
4	М-20	149115,9	6,8	8,0	30,3	51,4	150064,5
Средняя осадка, мм		—	5,2	7,3	28,8	47,1	—
Давление на основание, кгс/см^2		0,2	0,7	0,8	1,5	2,5	—

7.40. Пользуясь ведомостью осадок, составляют чертеж распределения осадок в плане. Для этого на плане фундаментов здания под номером каждой марки пишут величину ее осадки в мм.

При значительных неравномерностях осадок необходимо наносить изолинии равных осадок, например для 10 и 20 мм и т. д.

7.41. По данным наблюдений вычисляют:

а) среднюю осадку

$$S_{ср} = \frac{[S]}{n}, \tag{34}$$

где $[S]$ — сумма осадок всех марок на сооружении;
n — число марок;

б) относительные значения прогиба (выгиба)

$$f = \frac{2S_2 - (S_1 + S_3)}{2L}, \tag{35}$$

где f — относительный прогиб;
S_1, S_3 — осадки крайних марок прямой линии, мм;
S_2 — осадка средней марки, мм;
L — расстояние между крайними марками, мм:

в) неравномерность осадок соседних фундаментов, крен

$$K = \frac{S_a - S_b}{L}, \tag{36}$$

где K — относительный крен;
S_a, S_b — осадка крайних марок по оси сооружений;
L — расстояние между этими марками, мм.

7.42. Составляют ведомости среднемесячных и среднегодовых скоростей осадок

$$V = \frac{S_к - S_н}{t}, \qquad (37)$$

где V — среднемесячная или среднегодовая скорость осадки, мм/мес или мм/год;

$S_к$ — средняя осадка сооружения в конце периода;

$S_н$ — то же, в начале периода;

t — период наблюдений.

7.43. Предельные величины деформаций оснований $S_{пр}$ фундаментов зданий и сооружений, не приспособленных к неравномерным осадкам, за время строительства и эксплуатации не должны превышать значений, указанных в табл. 12.

7.47. После завершения работ по каждому циклу наблюдений должны представляться материалы: план расположения знаков высотной основы и осадочных марок; сводка осадок марок двух осадочных циклов; графики осадок всех наблюдений циклов, включая последний;

7.48. После завершения всех работ по наблюдению за осадками сооружений, кроме указанных выше документов, должны быть представлены: журналы полевых работ (измерений); ведомости уравновешивания и вычисления отметок; краткая пояснительная записка.

ИЗМЕРЕНИЕ СДВИГОВ СТРОЯЩИХСЯ СООРУЖЕНИЙ

7.49. Определение сдвигов сооружений ведется от опорных геодезических знаков, намечаемых проектной организацией.

Исходные (опорные и ориентирные) знаки необходимо закладывать в стороне от обочин проездов, вне складских территорий и оползневых склонов, в местах, где возможно вести беспрепятственно наблюдения на протяжении всех циклов. В качестве ориентирных знаков могут быть использованы пункты триангуляции I и II классов, удобные для визирования (шпили колоколен, радиомачт, телевышек и т. п.).

7.50. Марки для определения сдвигов сооружений устанавливают на внутренних и наружных частях сооружений ближе к основанию. На промышленных зданиях при измерении сдвигов отдельно стоящих фундаментов марки устанавливаются не менее двух на каждый фундамент. Для ленточных фундаментов марки устанавливают через 15—20 м.

Конструкции марок, применяемых для определения сдвигов, и визирные цели как дополнительные принадлежности к маркам показаны на рис. 28—30.

7.51. Измерение сдвигов зданий и сооружений выполняется методами: створных наблюдений, отдельных направлений, триангуляции, комбинированным.

Сдвиги зданий и сооружений могут определяться с точностью получения величины сдвига (мм) при методах:

створном	±2;
отдельных направлений	±4;
триангуляции	±8;
комбинированном	±10.

Таблица 12*

Наименование и конструктивные особенности сооружений	Величина предельных деформаций оснований $S_{пр}$			
	Относительные деформации		Максимальные и средние абсолютные осадки, см	
	вид	величина	вид	величина
1. Производственные и гражданские многоэтажные здания с полным каркасом:				
1.1. Железобетонные рамы без заполнения	Относительная разность осадок	0,002	Максимальная абсолютная осадка; $S_{1\,пр}$	8
1.2. Стальные рамы без заполнения	То же	0,004	То же	12
1.3. Железобетонные рамы с заполнением	»	0,001	»	8
1.4. Стальные рамы с заполнением	»	0,002	»	12
2. Здания и сооружения, в конструкциях которых не возникают дополнительные усилия от неравномерных осадок	»	0,006	»	15
3. Многоэтажные бескаркасные здания с несущими стенами из:				
3.1. Крупных панелей	Относительный прогиб или выгиб	0,0007	Средняя осадка $S_{ср.пр}$	10
3.2. Крупных блоков и кирпичной кладки без армирования	То же	0,001	То же	10
3.3. Крупных блоков и кирпичной кладки с армированием или железобетонными поясами	»	0,0012	»	15

*Продолжение табл. 12**

Наименование и конструктивные особенности сооружений	Величина предельных деформаций оснований $S_{пр}$			
	Относительные деформации		Максимальные и средние абсолютные осадки, см	
	вид	величина	вид	величина
3.4. Независимо от материалов стен	Крен в поперечном направлении $i_{пр}$	0,005	—	—
4. Высокие жесткие сооружения:				
4.1. Сооружения элеваторов из железобетонных конструкций:				
а) рабочее здание и силосный корпус монолитной конструкции, сблокированные на одной фундаментной плите	Поперечный и продольный кренны $i_{пр}$	0,003	Средняя осадка $S_{ср.пр}$	40
б) то же, сборной конструкции	То же	0,003	То же	30
в) отдельно стоящее рабочее здание	Поперечный крен $i_{пр}$	0,003	»	25
	Продольный крен	0,004	»	25
г) отдельно стоящий силосный корпус монолитной конструкции	Поперечный и продольный кренны $i_{пр}$	0,004	»	40
д) то же, сборной конструкции	То же	0,004	»	30
4.2. Дымовые трубы высотой:				
а) $H \leqslant 100$ м	Крен $i_{пр}$	0,005	Средняя осадка $S_{ср.пр}$	40
б) $100 < H \leqslant 200$ м	То же	$\frac{1}{2H}$	То же	30
в) $200 < H \leqslant 300$ м	»	$\frac{1}{2H}$	»	20
г) $H > 300$ м	»	$\frac{1}{2H}$	»	10
4.3. Прочие высотой до 100 м жесткие сооружения	»	0,004	»	20

* См. табл. 18 главы СНиП II-15-74 «Основания зданий и сооружений».

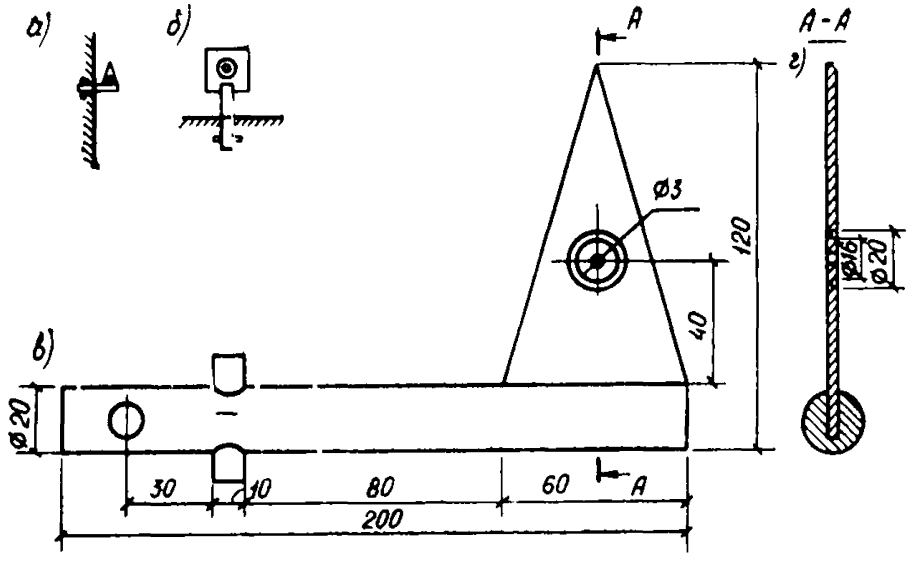


Рис. 28. Марки с визирными целями, наглухо устанавливаемые на сооружении

а, б—общий вид марки; *в*—вид спереди; *г*—разрез по *А—А*

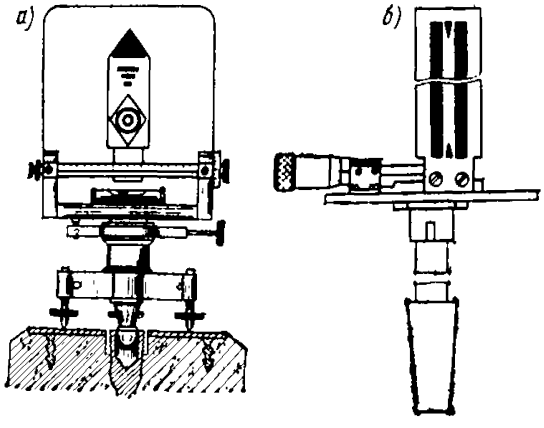


Рис. 29. Подвижные визирные цели

а—визирная цель конструкции М. С. Муравьева; *б*—визирная цель для знаков с гнездовым центром

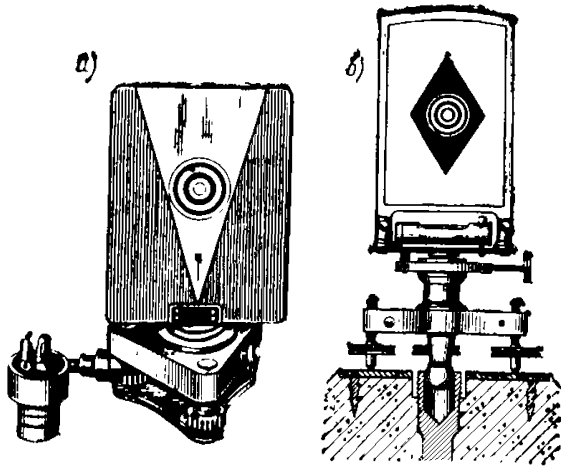


Рис. 30. Неподвижные визирные цели

а—визирная цель для трубчатых знаков и марок; *б*—визирная цель для железобетонных знаков

7.52. Для наблюдения за сдвигами инженерных сооружений, имеющих значительную протяженность, применяют метод микротриангуляции.

На исследуемом сооружении разбивают цепь треугольников или геодезических четырехугольников, опирающуюся на твердые пункты.

Выполняют периодические наблюдения точек сооружения для определения горизонтальных смещений для каждой точки. По измерению координат точек между циклами наблюдений определяют сдвиг сооружения.

7.53. Если X_1 и Y_1 — координаты одной из точек наблюдения в первом цикле, а X_2 и Y_2 — координаты этой же точки во втором цикле наблюдений, то полная величина сдвига будет равна:

$$r = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}. \qquad (38)$$

Если величина r превышает двойную точность определения сдвига, то горизонтальное перемещение точек считается установленным.

При измерении сдвигов сооружений методом микротриангуляции допускается условная система координат. В этом случае оси координат должны совпадать с поперечной и продольной осями сооружения.

7.54. Метод створов является наиболее распространенным методом наблюдений за сдвигами сооружений.

В этом случае твердые пункты устанавливают на двух противоположных концах вне сооружения примерно на его оси (рис. 31).

7.55. Наиболее простым способом определения горизонтальных смещений при створных наблюдениях является способ визирования по створу.

Для этой цели на сооружении закрепляют точки в створе линии, соединяющей два твердых пункта. Длина линии визирования не должна превышать 500 мм. Над точками сооружения поочередно устанавливают специальные подвижные марки и вводят их в направление створа. Величина смещений по перпендикуляру к створу отсчитывают непосредственно на шкале марки. Величина сдвига определяется как разность отклонений марки от линии створа в двух циклах измерений

$$\Delta = q_2 - q_1, \qquad (39)$$

где q_1 — отклонение от створа в первом цикле измерений;

q_2 — то же, во втором » ».

7.56. Методом направлений измеряются сдвиги любых сооружений при расстоянии от опорного знака до марки на сооружении не более 1000 м (рис. 32). Величина сдвига при данном методе с каждого опорного пункта определяется по расстоянию и изменению ориентируемого направления. Для измерения сдвига сооружений методом направлений достаточно установить три опорных знака, образующих треугольник с углами не менее 30°. При этом один из знаков необходимо расположить так, чтобы направление с него на марки было перпендикулярно направлению ожидаемого сдвига.

7.57. Комбинированный метод измерения сдвигов сооружений применяется в случае неустойчивости опорных знаков (рис. 33). При измерении углов промышленных зданий и сооружений комбинируется любой метод створа с методом отдельных направлений. Возможна комбинация метода створа с методом линейной триангуляции.

7.58. После камеральной обработки цикла измерений сдвигов сооружений составляют: схемы расположения марок и опорных зна-

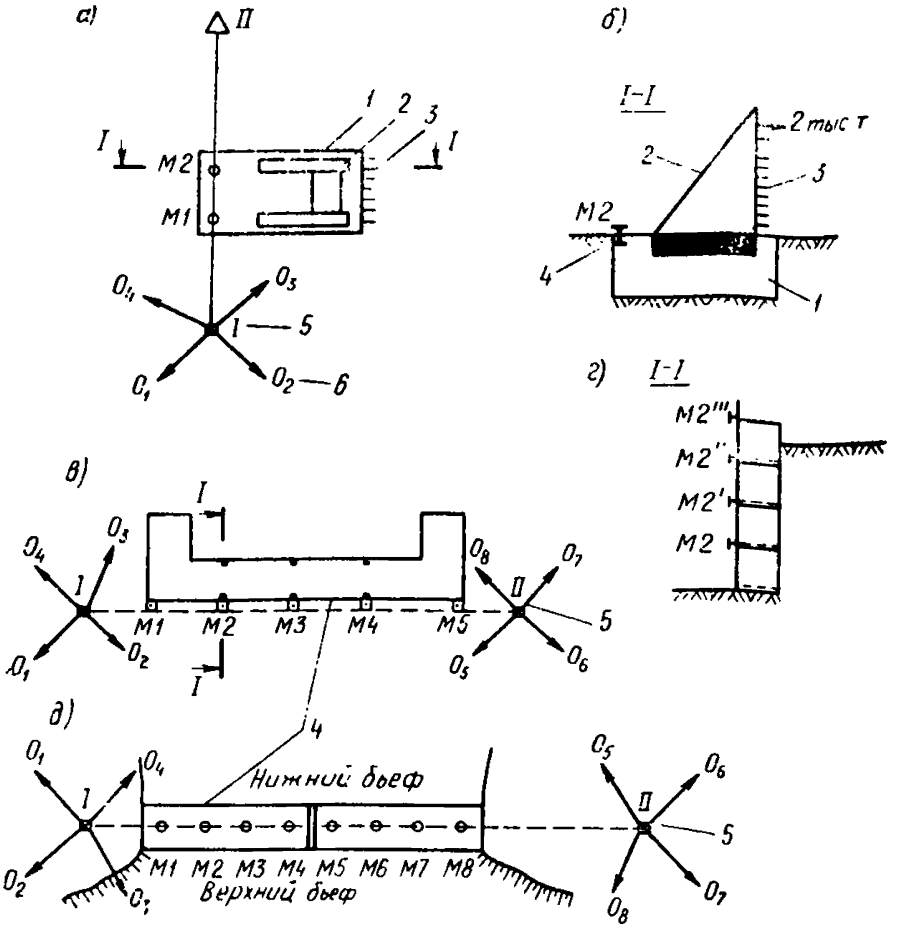


Рис. 31. Метод створа для разного рода сооружений

а—стенд для натяжения арматуры; *б*—разрез стенда по *I—I*; *в*—гражданское здание, построенное на косогоре; *г*—разрез здания по *I—I*; *д*—гидротехническое сооружение; *1*—железобетонный фундамент; *2*—металлический устой; *3*—арматура для натяжения; *4*—марки на сооружениях; *5*—опорные знаки; *6*—ориентирные знаки

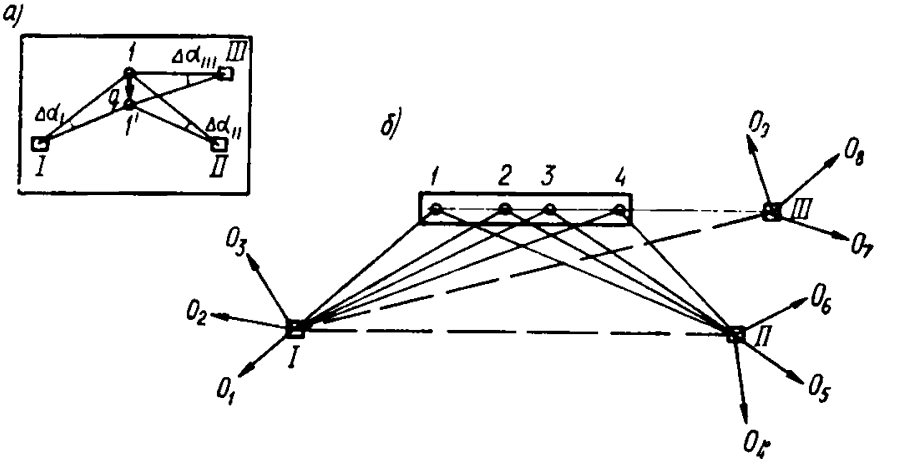


Рис. 32. Метод направлений

а—схема получения сдвига; *б*—схема расположения знаков; *I, II, III*—опорные знаки; O_1, O_2, . . . , O_9—ориентирные знаки; *1, 2, 3*—марки

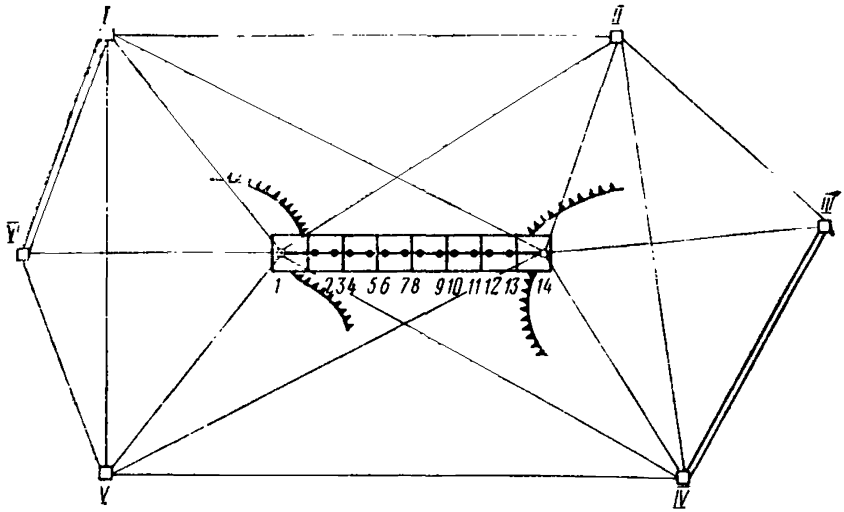


Рис. 33. Комбинированный метод (створ и триангуляция)

I, II, III, IV, V—опорные знаки; *1—14*—марки для определения сдвигов

ков; ведомости сдвигов марок, установленных на сооружениях; графики и эпюры сдвигов марок.

По этим материалам составляются пояснительная записка и научно-технический отчет. Отчет подписывается исполнителями и передается заказчику (проектной или научно-исследовательской организации).

ИЗМЕРЕНИЕ КРЕНОВ СООРУЖЕНИЙ

7.59. Определение кренов сооружений является неотъемлемой частью геодезических наблюдений за осадкой сооружений. Основной причиной крена является неравномерная осадка фундаментов сооружений. Схема определения крена сооружения показана на рис. 34.

Формула определения крена сооружения будет иметь вид:

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{b}{a}. \qquad (40)$$

Для определения крена сооружения необходимо найти разность *a* отметок точек *A* и *B* и длину *в* ортогональной проекции прямой *AB* (см. рис. 34).

7.60. Разнообразные способы определения крена разделяются на две группы. К первой группе относятся

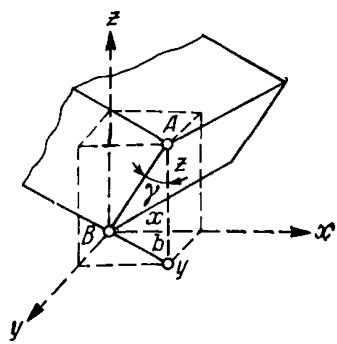


Рис. 34. Схема определения крена сооружения

способы определения крена сооружений, основанные на измерении величины *а* и *в*. Ко второй группе относятся способы непосредственно измерения угла крена сооружения. Способы первой группы — геометрические — имеют наиболее широкое распространение. Способы второй группы — физические — основаны на применении уровней для систематического наблюдения за измерением угла крена сооружений.

Точность определения крена сооружения зависит от точности измерения величины *в* и *а*. Переходя к средним квадратическим ошибкам, получим

$$m\gamma = \frac{\rho''}{a}\sqrt{m_b^2 + \operatorname{tg}^2\gamma\, m_a^2}, \qquad (41)$$

где m_a — средняя квадратическая ошибка определения разности отметок точек *A* и *B* сооружения;

m_b — средняя квадратическая ошибка измерения величины «*b*».

Так как угол крена сравнительно небольшой, то среднюю квадратическую ошибку практически можно вычислить по формуле.

$$m_\gamma'' = \frac{m_b}{m_a}\rho''. \qquad (42)$$

7.61. Крены фундаментов под машины и агрегаты в промышленных зданиях и сооружениях измеряются с помощью переносных и стационарных клинометров.

7.62. Предельные ошибки измерения крена сооружений должны быть не более:

для фундаментов под машины и агрегатов 0,00001*L*,
« труб . . . . . 0,0005*L*.

НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ТРЕЩИНАМИ

7.63. При проведении наблюдений за осадками и деформациями сооружений различают несколько категорий трещин в зависимости от причин возникновения:

усадочные трещины;

деформационные или осадочные трещины, появляющиеся в результате неравномерной осадки несущих конструкций;

температурные трещины.

7.64. Наиболее важно организовать наблюдения в период строительства за второй категорией. Для измерения трещин в строительстве пользуются разнообразными простейшими приборами, при помощи которых фиксируют удлинение трещин, измеряют их глубину и ширину.

Удлинение трещин является наиболее ярким показателем развития деформаций.

7.65. При организации наблюдений концы трещин отмечают поперечными (к трещине) штрихами, нанесенными краской или острым инструментом на поверхность стены. Рядом со штрихом проставляют дату наблюдений. Через определенные промежутки времени такими же штрихами отмечают новые границы трещин. Глубину трещин измеряют при помощи проволочных щупов.

7.66. Наблюдения за изменением ширины (раскрытием трещин) ведут различными способами: по расхождению нанесенных штрихов, при помощи маяков различной конструкции и пр.

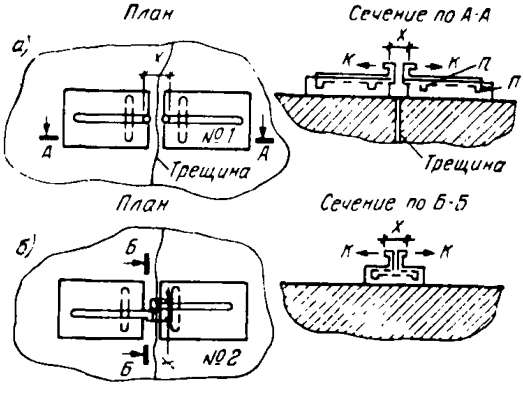


Рис. 35. Маяки конструкции И. М. Литвинова

а—для наблюдений за раскрытием трещин; *б*—для наблюдений за вертикальным смещением одной грани трещин по отношению к другой

В строительстве наиболее распространенным методом наблюдений за трещинами является постановка на них маяков — алебастровых, гипсовых или цементных. Маяки устанавливают перпендикулярно направлению трещин, нумеруют и датируют, а затем через 1—2 недели проверяют. Если трещина продолжает развитие, то на маяке возникает разрыв. После этого маяки заменяют и через некоторое время проверяют снова.

Если маяки в течение длительного срока не получили разрыва, то процесс деформации прекратился.

7.67. Более усовершенствованную конструкцию маяка, дающую возможность вести наблюдения и получить данные, характеризующие не только качественные, но и количественные показатели развития трещин, предложены И. М. Литвиновым.

В зависимости от целей наблюдений за трещинами конструкция маяков И. М. Литвинова может несколько видоизменяться. На рис. 35 показано три типа маяков. Первый тип маяков предназначен для наблюдений за раскрытием трещин, второй — для наблюдений вертикальных смещений одной грани трещины по отношению к другой, третий — для наблюдений за раскрытием трещин в угловых соединениях конструкций.

7.68. Отдельные циклы наблюдений по измерению трещин необходимо вести в одинаковых условиях с учетом времени, температуры, окружающего воздуха и режима работы сооружения.

Результаты наблюдений за маяками заносят в специальные ведомости. Расположение трещин схематично наносят на чертежи общего вида, развертки стен здания или сооружения, отмечая номера и дату установки маяков.

На каждую трещину составляют график ее раскрытия.

7.69. Трещины и маяки в соответствии с графиком наблюдений периодически осматриваются и по результатам осмотра составляется акт. В акте осмотра указывается: дата осмотра; фамилии и должности лиц, производивших осмотр и составивших акт; чертежи с расположением трещин и маяков; сведения о состоянии трещин и маяков во время осмотра и замене разрушившихся маяков новыми; сведения об отсутствии или наличии новых трещин и установке на них маяков.

Существующие методы наблюдений за трещинами не дают величины абсолютных смещений отдельных плоскостей сооружений. Они характеризуют только относительные их смещения.

8. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СЪЕМКА И ДОКУМЕНТАЦИЯ

8.1. Выполнение каждого вида строительных и монтажных работ должно завершаться текущей исполнительной геодезической съемкой.

В процессе производства исполнительной съемки геодезист обязан выполнять комплекс работ для определения планового и высотного положения выверенных и окончательно закрепленных конструкций и их элементов.

8.2. Плановая исполнительная съемка должна производиться с точек плановой сети, разбивочных осей или их параллелей методами створов, створных засечек или бокового нивелирования.

Высотная исполнительная съемка положения конструкций должна выполняться методом геометрического нивелирования от знаков высотного рабочего обоснования.

8.3. Положение возведенных конструкций по вертикали необходимо определять с помощью механической или электрической рейки-отвеса при высоте элементов до 5 м и с помощью теодолита (методом наклонного проектирования) при высоте конструкций более 5 м.

8.4. Геодезическая исполнительная съемка уложенных подземных коммуникаций должна выполняться до засыпки траншей грунтом. При этом должно определяться фактическое плановое и высотное положение смотровых колодцев, точек поворота и перепада уклонов трассы. Отметки трубопроводов между точками перепада уклонов должны определяться не реже чем через 20 м.

8.5. Количество и наименование конструкций и их элементов, подлежащих съемке, а также выбор методов и расчет необходимой точности выполнения работ для каждого конкретного здания или сооружения должны содержаться в ППГР.

8.6. Контроль правильности выполнения исполнительной съемки осуществляется путем измерения в натуре расстояний между точками на элементах конструкций и сравнением их с аналогичными расстояниями по результатам съемки.

8.7. Результаты исполнительной съемки конструкций и их элементов наносятся на копии рабочих чертежей здания или сооружения, а также на специальные схемы-чертежи с указанием направления отклонений от проекта.

8.8. При выполнении геодезической съемки планового, высотного и вертикального положения конструкций точность измерения для конкретного вида работ должна быть согласована с соответствующими допусками.

8.9. При производстве габаритного обмера и координирования характерных точек крупноразмерных и сложных по конфигурации зданий и сооружений необходимо создавать геодезическое съемочное обоснование, которое опирается на главную общеплощадочную геодезическую основу. При создании этого обоснования должны соблюдаться следующие допуски:

в плане

средняя квадратическая ошибка измерения углов в ходах, угл. с.	± 10
предельная относительная невязка хода	1 : 10000

минимальная длина стороны хода	25 м
максимальная длина стороны хода	120 м
по высоте	
допустимая невязка в полигонах, мм	$f_{доп} = \pm 5\sqrt{n}$
предельная длина ходов	(*n* — *число станций*) 400 м

8.10. Координирование характерных точек зданий необходимо выполнять с точностью $m_x = m_y = \pm 10$ мм, а определение отметок $m_H = \pm 5$ мм; подземных трубопроводов соответственно $m_x = m_y \pm \pm 30$ мм и $m_H = \pm 10$ мм.

8.11. При возведении зданий и сооружений должна быть составлена следующая геодезическая исполнительная документация:

по нулевому циклу

а) акт на приемку готового котлована с приложением схемы исполнительной съемки его;

б) акт на разбивку основных осей здания или сооружения с приложением исполнительной схемы;

в) акт готовности подземной части здания или сооружения с приложением исполнительных схем съемки конструкций подземной части;

по каркасу здания или сооружения

г) акт приемки-сдачи исполнительной съемки подземной части с результатами контрольных измерений;

д) поэтажные (поярусные) схемы исполнительной геодезической съемки.

8.12. Документация, указанная в пп. «а», «б» и «в», должна составляться геодезистом генподрядной организации и представляться строительно-монтажной организации в одном экземпляре.

Документация, указанная в пп. «г» и «д», составляется геодезистом строительно-монтажной организации в трех экземплярах, два из которых передаются генподрядчику.

8.13. По окончании работ по устройству подземных и надземных коммуникаций должна быть представлена следующая исполнительная документация: разбивочные чертежи трассы; каталог координат опорных точек и характерных точек трассы; исполнительный план и профиль трассы с указаниями величин отступления от проекта.

8.14. Геодезическая съемка для составления исполнительных генеральных планов должна выполняться геодезической службой при горисполкомах или трестах инженерных изысканий согласно «Инструкции по топографо-геодезическим работам при инженерных изысканиях для промышленного, сельскохозяйственного, городского и поселкового строительства» СН 212—73.

9. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

9.1. При выполнении геодезических работ на строительстве следует руководствоваться правилами техники безопасности, изложенными в нормативных документах:

в главе СНиП III-А. 11-70 «Техника безопасности в строительстве;

в ведомственных инструкциях, разработанных и утвержденных в установленном порядке;

в проекте производства геодезических работ.

9.2. В проекте производства геодезических работ должны быть предусмотрены правила техники безопасности, учитывающие специфические особенности производственного процесса на данном объекте.

При введении на строительстве новых приемов труда или нового оборудования геодезические работы ведутся в соответствии с инструктивными указаниями, разработанными специально для этих случаев и утвержденными в соответствующем порядке.

9.3. При работе на проезжей части дороги с интенсивным движением транспорта и при работе на строительной площадке с большим количеством работающих механизмов назначается наблюдатель-рабочий, освобожденный от всех обязанностей, кроме наблюдения за движущимся транспортом и механизмами.

9.4. Перед началом геодезических работ на монтажном горизонте должны быть: установлены все ограждения, предусмотренные проектом производства работ и указаниями СНиП; закрыты все проемы и отверстия в перекрытиях; установлены необходимые приспособления для подъема людей на высоту.

9.5. При работе на высоте на открытом воздухе в зимнее время следует предусматривать: перерывы в работе для обогревания; сокращение рабочего дня; прекращение работ.

Запрещается выполнять работу: при температуре воздуха ниже минус 30° С; при сильном и порывистом ветре; на проезжей части шоссейных, железных дорог и на монтажных площадках при гололеде, при тумане или ограниченной видимости; на высоте свыше 5 этажей при температуре воздуха ниже минус 10° С; без касок и предохранительных поясов на монтажном горизонте и в опасной зоне.

9.6. Выполнение мероприятий по технике безопасности, предусмотренных в проекте производства работ, обеспечивается администрацией строительства.

9.7. Все ИТР и рабочие полевых подразделений перед началом работ (при оформлении на работу) должны пройти: вводный инструктаж по технике безопасности; инструктаж по технике безопасности непосредственно на рабочем месте.

Инструктаж производится также при каждом переходе на другой вид работ или при изменении условий труда.

9.8. В течение трех месяцев со дня поступления на работу необходимо обучить рабочих безопасным методам работ по утвержденной программе и организовать экзамен по технике безопасности с выдачей удостоверений о сдаче экзамена.

Проверка знаний рабочими правил техники безопасности проводится ежегодно.

9.9. К геодезическим работам на высоте допускаются только лица, прошедшие медицинскую комиссию и получившие медицинское заключение об их пригодности к работе на высоте.

Люди, работающие на высоте, должны проходить медицинскую комиссию ежегодно.

9.10. На каждый несчастный случай, связанный с производством и сопровождающийся утратой трудоспособности на срок не менее одного дня, начальник группы (руководитель работ) обязан не позднее 24 часов:

а) расследовать причины несчастного случая;

б) составить акт в четырех экземплярах о несчастном случае.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	1
1. Общие положения	2
2. Геодезическая основа на строительной площадке	3
Основные сведения	3
Геодезическая плановая разбивочная основа	5
Редуцирование точек строительной сетки	6
Построение строительной сетки способом разбивки осей	8
Разбивка промежуточных пунктов строительной сетки	10
Закрепление пунктов строительной сетки	14
Высотная геодезическая основа	15
Знаки и центры для закрепления геодезической разбивочной основы	19
3. Геодезические разбивочные работы на строительной площадке	21
Разбивка главных и основных осей зданий и сооружений	21
Детальная разбивка осей	24
Разбивка круговых осей	29
Высотное обеспечение детальных разбивок	29
Разбивочные работы при строительстве линейных инженерных сооружений	30
4. Геодезические работы при возведении земляных сооружений и подземных коммуникаций	35
Геодезические работы при разработке котлованов	35
Геодезические работы при сооружении насыпей и выемок	36
Геодезические работы при перенесении в натуру проекта вертикальной планировки	36
Перенесение в натуру и детальная разбивка трасс подземных коммуникаций	37
5. Геодезический контроль точности при возведении конструкций промышленных зданий и сооружений	39
Общие положения	39
Геодезический контроль точности монтажа фундаментов	41
Разбивка и монтаж блоков, стен подвала, блоков цоколя, перекрытия над подвалом	47
Создание плановой и высотной разбивочной сети на исходном горизонте	49
Монтаж колонн, ферм, панелей	53
6. Геодезическое обеспечение монтажа подкрановых путей	56
Разбивочные работы при устройстве подкрановых балок и рельсов	56
Контроль точности монтажа подкрановых путей способом произвольных створов	57
Контроль точности монтажа подкрановых путей способом косвенных измерений	59
7. Геодезические наблюдения за перемещениями и деформациями промышленных зданий и сооружений в период строительства	61
Общие положения	61
Измерение осадок и обработка результатов	65
Измерение сдвигов строящихся сооружений	69
Измерение кренов сооружений	75
Наблюдения за трещинами	76
8. Геодезическая исполнительная съемка и документация	78
9. Техника безопасности при выполнении геодезических работ	79

gost.e-ecolog.ru