



Тема лекции 12 ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАЗБИВОЧНЫЕ РАБОТЫ

Вопросы:

- 12.1. Сущность геодезических разбивочных работ. Основные понятия разбивки сооружений. Требования к точности разбивочных работ
- 12.2. Подготовка геодезических данных для перенесения на местность проектов зданий и сооружений. Вычисление проектных углов и расстояний.
- 12.3. Способы перенесения на местность основных осей и точек сооружений
- 12.4. Вынос в натуру проектной отметки.
- 12.5. Вынос в натуру проектного уклона способом горизонтального луча
- 12.6. Построение на местности проектного угла и проектного расстояния
- 12.7. Вынос в натуру осей мелиоративных сооружений.
- 12.8. Перенесение на местность высотного положения гидромелиоративных систем.
- 12.9. Вынос в натуру с использованием лазерного уклоноуказателя.
- 12.10. Геодезические разбивочные работы при возведении зданий и сооружений
- 12.11. Передача отметки на дно глубокого котлована
- 12.12. Разбивка осей при закладке фундамента
- 12.13. Вынос основных осей сооружений на обноску

Вопрос 12.1. Сущность геодезических разбивочных работ. Основные понятия разбивки сооружений. Требования к точности разбивочных работ

Назначение геодезических разбивочных работ. *Геодезические разбивочные работы в строительстве (разбивки)* - это действия по перенесению на местность (в натуру) проектов зданий и сооружений и по обеспечению их строительства с заданной геометрической точностью. По завершению отдельных этапов строительства геометрическая точность установки конструкций в проектное положение проверяется *исполнительными съемками*, которые выполняются практически теми же способами, которые имели место при разбивочных работах.

Все этапы и методика геодезических разбивочных работ на строительной площадке предусматриваются заранее разработанным проектом производства

геодезических работ (ППГР), являющимся частью общего проекта производства строительных работ. ППГР содержит технологическую схему и календарный план выполнения всех видов геодезических работ на стройплощадке и на строительных объектах. В него включается техническое задание, расчеты объемов разбивочных работ, сметно-финансовые расчеты на производство разбивочных работ и исполнительных съемок, схемы плановых и высотных геодезических опорных сетей и разбивочной основы стройплощадки, описываются методы и способы выноса в натуру основных осей зданий и сооружений и детальной разбивки вспомогательных осей для строительства фундаментов и других конструкций нулевого цикла (конструкций, расположенных ниже нулевой строительной отметки, отнесенной обычно к уровню пола первого этажа), а также всех вышележащих конструкций, этапы и способы исполнительных съемок.

Для строительства жилых и гражданских зданий и соответствующих сооружений общие нормы точности геодезических работ определены нормативным документом - Техническим кодексом установившейся практики «ТКП 45-1.03-26-2006. Геодезические работы в строительстве. Правила проведения», а также нормативными документами на отдельные виды строительства. Для дорогостоящих и сложных уникальных сооружений в ППГР приводятся предварительные расчеты точности разбивочных работ и геодезического мониторинга смещений и деформаций этих объектов в процессе строительства и затем эксплуатации.

При возведении крупных и сложных объектов (атомных, тепловых и гидроэлектростанций, промышленных комплексов, уникальных зданий и сооружений) геодезические работы на стройплощадке выполняет либо специализированное геодезическое учреждение (по договору), либо геодезическая группа, входящая в штат строительной организации. Геодезическое сопровождение (обеспечение) строительства совершается согласно графику строительного-монтажных работ как их необходимая составная часть.

В жилищно-гражданском строительстве изыскания и наиболее сложные геодезические работы на территории городской застройки (создание геодезической основы стройплощадки, вынос в натуру осей объекта, сложные разбивки и др.) выполняют специалисты городской (в районных административных центрах - районной) геодезической службы или городского геодезического учреждения. Менее сложные разбивочные работы и исполнительные съемки осуществляют штатные геодезисты строительных трестов, строительных управлений. Отдельные текущие разбивки и исполнительные съемки выполняют сами строители.

Различают требования к точности разбивочных работ по выносу проекта зданий и сооружений в натуру и к точности детальных разбивочных работ при возведении объекта. Точность выноса в натуру осей зданий и сооружений промышленного и гражданского строительства обычно соответствует графической точности топографических планов и чертежей, на которых

решено проектное размещение объектов нового строительства относительно существующих объектов, и характеризуется средней погрешностью измерения расстояний по плану, вычисляемой по формуле (2.4), т.е. $\Delta_d = 0,0005 M$, где M - знаменатель масштаба плана. При $1 : M = 1 : 500$ находим $\Delta_d = \pm 0,25$ м. После выноса главных или основных осей объекта в натуру с началом его возведения приступают к детальным разбивочным работам и вступает в действие система допусков, обеспечивающих заданную геометрическую точность возведения данного строительного объекта, предусмотренную техническими нормативными правовыми актами в области строительства и проектной документацией на данный объект. При этом геодезические разбивочные работы выполняются с погрешностями, не превышающими нескольких миллиметров (см. табл. 12.1).

Согласно ТКП 45-1.03-26-2006 (02250) расчетные показатели требуемой точности геодезических разбивочных работ определяются по формулам:

$$\delta_{г. ср} \leq 0,16\Delta x;$$

$$\delta_{г. пр} \leq 0,4\Delta x,$$

где $\Delta_{г ср}$ - средняя квадратическая суммарная погрешность принимаемого метода и средств измерений; $\Delta_{г пр}$ - предельная погрешность принимаемого метода и средств измерений; Δx - допустимое отклонение измеряемого геометрического параметра, установленное нормативно-технической документацией на объект.

На практике для измерений в процессе и контроле точности изготовления и установки элементов, а также при контроле точности разбивочных работ выбираются средства и методы измерений, предельная суммарная метрологическая погрешность которых удовлетворяет условию

$$\delta_{г} \leq 0,2\Delta x,$$

т.е. средняя квадратическая погрешность разбивочных измерений должна быть в пять раз меньше допустимого геометрического отклонения конструкции, т.е.

$$\delta_{г. доп} = 2\delta_{г} = 0,4\Delta x.$$

В табл. 12.1 приведены значения строительных допусков Δx : и величины среднеквадратических погрешностей разбивочных измерений $\delta_{г} = 0,2\Delta x$: для основных видов строительно-монтажных работ. В практике монтажа геометрически высокоточных сооружений и прецизионного оборудования принимают, что погрешности разбивочных работ должны быть ничтожно малыми и удовлетворять соотношению

$$\delta'_{г} \leq 0,1\Delta x.$$

Примеры значений $\delta'_{г}$ приведены в и. 17 табл. 8.2.

При геодезических разбивках показатели точности линейных и угловых измерений следует обосновывать, придерживаясь по возможности условия их

«равной значимости. Например, если задана допустимая относительная погрешность измерения линии $(1/T)_{\text{доп}}$, то при разбивке должен применяться угломерный прибор, погрешность которого

$$\Delta\beta' \leq \rho'(1/T)_{\text{доп}}; \quad \Delta\beta'' \leq \rho''(1/T)_{\text{доп}},$$

где $\rho' = 3438'$; $\rho'' = 206\,265''$ - число минут и секунд в радиане.

Если же указана допустимая погрешность измерения горизонтальных углов $\Delta\beta_{\text{доп}}$, то определяется допустимая относительная погрешность измерения линии $(1/T)_{\text{доп}}$. Затем вычисляется допустимая абсолютная погрешность измерения линии

$$\left. \begin{aligned} \Delta D_{\text{доп}} &= D(\Delta\beta'_{\text{доп}} / \rho') \leq \Delta x_{\text{пред}}; \\ \Delta D_{\text{доп}} &= D(\Delta\beta''_{\text{доп}} / \rho'') \leq \Delta x_{\text{пред}}; \end{aligned} \right\}$$

где $\Delta x_{\text{пред}}$ - предел допустимой абсолютной погрешности измерения линии.

Таблица 12.1. Допустимые геометрические отклонения строительных конструкций и средние квадратические погрешности разбивочных работ при возведении гражданских и промышленных зданий

Вид геометрического отклонения	Допустимые отклонения Δ , мм	Средние квадратические погрешности разбивки $\delta_{\text{Г}}$, мм
1	2	3
1. Горизонтальное смещение осей фундаментных блоков и стаканов относительно монтажных осей	± 13	± 3
2. Отклонение поверхности основания под фундаменты в котловане	-10	± 3
3. Отклонение отметок верхней опорной поверхности фундамента в гражданских зданиях	± 10	± 2
4. Отклонение поверхности ленточного фундамента от горизонтального положения на 10 м длины	± 10	± 2
5. Отклонение отметки дна стакана фундаментов в производственных зданиях	-20	± 4
6. Смещения опалубки в плане	± 15	± 3
7. Отклонения опалубки от вертикали: на 1 м высоты	± 5	± 1
на высоту фундамента	± 20	± 4
8. Отклонение отметки поверхности фундамента для опирания стальной колонны: по высоте	± 5	± 1
по уклону	1/1000	январь.00
9. Смещения опорных болтов в плане, расположенных: внутри контура опоры	± 5	± 1

вне контура опоры	±10	±2
10. Отклонение отметки вертикального горца анкерного болта	±20	±4
11. Отклонение оси колонны от разбивочной оси: в нижнем сечении	±5	±1
в верхнем сечении при высоте колонны: до 8 м	±20	±4
8-16 м	±25	±5
свыше 16 м	0,001H	±7
12. Боковое отклонение стеновой панели и блоков: в нижнем сечении	±5	±1
в верхнем сечении	±10	±2
13. Передача отметки на высоту монтажного горизонта: до 15 м		±3
свыше 15 до 60 м	-	±4
свыше 60 до 100 м	-	±5
свыше 100 до 120 м	-	±6
14. Разность отметок поверхности покрытия: в пределах этажа	±20	±4
на комнату	±10	±2
15. Подкрановые балки:	±5	±1
смещение продольной оси балки с разбивочной оси		
отклонение по высоте консолей на двух соседних колоннах вдоль ряда и в пролете	±15	±4
16. Подкрановые рельсы (по головке): разность отметок на соседних опорах ряда	±15	±4
разность отметок на опорах в пролете	±20	±4
отклонение в расстоянии между рельсами	±10	±2
отклонение рельса от прямой линии на участке длиной 40 м (мостовые краны)	±15	±4
17. Плановая и высотная разбивка: типового оборудования	—	±(1-3)
прецизионных оборудования и направляющих опор	-	±(0,2-1)
уникальных прецизионных конструкций	—	±(0,05-0,2)

Вопрос 12.2. Подготовка геодезических данных для перенесения на местность проектов зданий и сооружений. Вычисление проектных углов и расстояний

Технически перенесение проекта на местность представляет действие, обратное съемке. Следовательно, точность перенесения можно приравнять к точности съемки:

1. Если перенесение проекта на местность производится по геодезическим данным (величинам углов и длинам линий), получаемым путем вычислений при проектировании аналитическим способом, то на точность перенесенных на местность участков будут влиять только ошибки полевых измерений.

2. Если же перенесение проекта на местность производится по данным, определяемым графически по плану (после проектирования графическим или механическим способом), то на точность перенесенных на местность участков, помимо ошибок полевых измерений, будут влиять и ошибки графического определения величин углов и длин линий по плану.

Перенесение проекта на местность производится следующими методами:

– способом промеров длин линий лентой, рулеткой, электронным тахеометром от твердых точек ситуации;

– инструментальным способом – теодолитом, лентой, рулеткой, а также электронным тахеометром.

Применение этих методов возможно для любого землеустроительного проекта и на материале любого вида съемки.

Целесообразность применения того или иного метода зависит от:

1) технических требований к параллельности и перпендикулярности сторон проектируемых участков;

2) способа проектирования, который применялся при составлении проекта землеустройства;

3) топографических условий местности (ровная с ясно выраженным рельефом, открытая, закрытая);

4) вида планово-картографического материала, использованного при проектировании (планы теодолитной, аэрофотосъемки и др.).

При этих условиях перенесение проекта в пределах одного землепользования может быть произведено различными методами.

Перенесению проекта мерным способом следует всегда отдавать предпочтение перед другими методами, особенно в тех случаях, когда: местность открытая, т.е. проложению проектной линии на местности не препятствуют древесные насаждения, постройки, рельеф; положение концов переносимых на местность линий определяется промером между точками, которые обозначены на плане и надежно определяются на местности (знаки, столбы, вершины углов поворотов четко отображенных контуров ситуации).

Если проектирование производилось аналитическим или графическим способом, когда в процессе проектирования вычислялись длины промеров, то в качестве опоры при перенесении проекта используются точки ранее проложенных теодолитных ходов или пункты других видов геодезических сетей.

Способ промеров применяется в открытой местности, когда точки поворота границы земельного участка находятся в створе опорных пунктов геодезической сети или бесспорно опознанных контурных точек, либо когда

положение точек границы можно определить по перпендикуляру к этому створу.

Инструментальный способ применяется при необходимости построения углов для получения направления от пункта геодезической сети, на точку поворота границы предоставленного земельного участка; проектные границы представляют ломаные линии, точки ситуации не могут служить надежной опорой для перенесения проекта.

В зависимости от конкретных условий можно применять различные комбинации способов перенесения на местность проектов.

В случаях, когда границей предоставленного земельного участка является канал, канава, профилированная дорога, капитальное ограждение и другие твердые линейные контуры, то эти границы переносятся на местность путем отождествления картографического материала (архитектурного (строительного) проекта) с местностью, а в случае необходимости – промерами от оси канала, канавы, дороги, внешней стороны капитального здания или сооружения, внешней стороны ограждения.

Геодезические данные, необходимые для перенесения проекта, определяются в зависимости от способа проектирования. При аналитическом способе проектирования принимают значения углов и линий, заданные при составлении проекта отвода на архитектурном (строительном) проекте объекта строительства. При графическом способе проектирования угловые и линейные величины определяются графически по плану или вычисляются по известным (аналитическим) координатам исходных точек и графическим координатам проектных точек.

После нанесения на проектный план всех проектных линий спроектированных объектов и записей на нем всех отрезков (промеров) и углов, необходимых для перенесения проекта составляют разбивочный чертеж.

Подготовка данных для перенесения проектов на местность. Перед перенесением проекта на местность производят подготовительные работы в целях установления порядка геодезических действий, которые включают:

- рекогносцировку местности;
- установление методов перенесения проекта на местность;
- сгущение пунктов геодезического обоснования (при необходимости);
- определение величин промеров (проектных отрезков) и углов с отображением их на проектном плане;
- составление разбивочного чертежа перенесения проекта на местность.

При осмотре местности проверяют наличие закрепленных пунктов геодезических сетей для перенесения проекта и устанавливают необходимость их сгущения; уточняют возможности их применения различных методов перенесения проекта на местность.

Если в качестве опоры будут использованы контурные точки ситуации, то выборочно проверяют соответствие этих точек на плане и на местности, сличая контрольные промеры между ними. Если при этом расхождения между результатами измерения линий на плане и на местности превышают величину

1 мм, т. е. предельную ошибку положения точки на плане, то эти точки не могут быть использованы в качестве опоры при перенесении проекта.

Геодезическое обоснование сгущают, если между съемкой и перенесением проекта на местность большой промежуток времени, за который могли оказаться уничтоженными закрепленные пункты, необходимые для перенесения проекта или существующая сеть имеет недостаточную густоту.

Получение необходимых исходных угловых и линейных данных путем проложения теодолитных ходов по границам массивов, в которых проектируются участки, позволит быстрее и точнее составить технический проект, упростить составление разбивочного чертежа, что ускорит и облегчит перенесение проекта на местность.

Вопрос 12.3. Способы выноса на местность основных осей и точек сооружений

Способ промеров по створу. Этот способ является довольно простым, для его выполнения на местности необходимо иметь только мерную ленту.

Сущность работы заключается в определении на местности положения точек P_1, P_2, \dots, P_n , которые получаются в результате пересечения исходной прямой линии $1-2$ с линиями проекта.

В камеральных условиях определяются отрезки S_1, S_2, \dots, S_n .

Для контроля необходимо иметь длину всего отрезка $1-2$ (S_{1-2}).

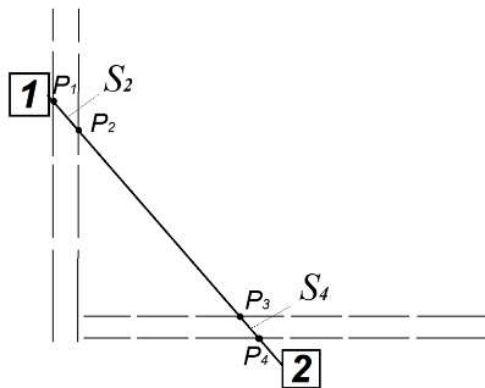


Рис. 12.1. Способ измерений по створу

Если S_{1-2} измерена с помощью измерителя и масштабной линейки, то допустимое расхождение в сумме измеренных отрезков с длиной S_{1-2} можно вычислить по формуле:

$$f_{\text{доп}} = 0,16\sqrt{n+1} \text{ мм на плане,} \quad (12.1)$$

где n – число отрезков.

Когда расстояние S_{1-2} найдено из решения обратной геодезической задачи по координатам пунктов 1 и 2 , то величина f вычисляется по формуле:

$$f_{\text{доп}} = 0,16\sqrt{n+5} \text{ мм на плане.} \quad (12.2)$$

Если невязка допустима, то ее распределяют, вводя поправку поровну в каждый отрезок.

Когда число отрезков S будет большим, то лучше брать не длину каждого из них, а суммарную их величину. Отрезки затем можно найти путем вычитания предыдущего суммарного измерения из последующего. Они могут быть вычислены также по проектным размерам.

В полевых условиях инструментально провешивают исходную линию 1–2 и измеряют ее, откладывая одновременно в ее створе отрезки S_i . В полученных местах забивают колья. Относительные расхождения измеренной длины с той, которая получена в камеральных условиях, не должны превышать 1/1500–1/500 длины всей линии.

Если относительное расхождение допустимо, то каждую из первоначально намеченных точек передвигают вдоль опорной линии на величину поправки, пропорциональной длинам промеров S_i от исходного пункта. В результате этой работы получают окончательное положение исходных точек, которые закрепляют знаками.

Способ линейной засечки. Этот способ применяют в том случае, когда на плане и местности имеется густая сеть геодезических пунктов и расстояния от исходных пунктов до проектных точек, не превышают длины мерного прибора. Он удобен при детальной разбивке зданий и сооружений, а также определении вспомогательных точек.

На местности выполняют следующие работы. От исходных пунктов A и B с помощью ленты или рулетки радиусами, равными отрезкам a и b , описывают дуги, в пересечении которых будет находиться проектная точка P (рис. 12.2).

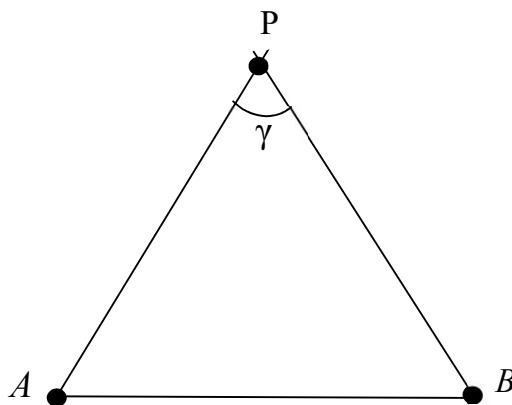


Рис. 12.2. Способ линейной засечки

Для повышения точности определения точки P необходимо, чтобы угол засечки не был меньше 40° и не превышал 140° . Для контроля измерений необходимо иметь еще одну дополнительную исходную точку.

Точность перенесения проектной точки P на местность зависит от точности отложения длины отрезков a и b и величины угла при этой точке.

$$m_p = \frac{m_s \sqrt{2}}{\sin \gamma}$$

Способ прямой угловой засечки применяется в том случае, когда на местности имеется густая сеть геодезических пунктов и невозможно провести линейные измерения от исходного пункта до определенной точки, обычно расположенной на значительном удалении.

Камеральные работы по подготовке исходных данных для перенесения проекта на местность заключаются в вычислении проектных горизонтальных углов $\beta_1, \beta_2, \beta_3$. Проектный угол β_3 необходим для контроля полевых построений.

Построения проектных углов на местности выполняют одним или двумя тахеометрами. Для этого в каждом из пунктов 1 и 2 (рис. 6.4) строят дважды соответственно углы β_1, β_2 . Положение проектной точки P получают на пересечении направлений 1- P и 2- P , что достигается следующим образом.

В месте примерного пересечения лучей на каждом из направлений 1- P и 2- P намечают по две точки c и c', d и d' . Затем натягивают тонкий шпагат соответственно между точками c и c', d и d' и в месте пересечения отмечают на местности положение точки P .

Точность перенесения точки P на местность этим способом зависит главным образом от точности построения проектных углов, величины угла при проектной точке P и расстояний a и b от исходных пунктов до определяемой точки.

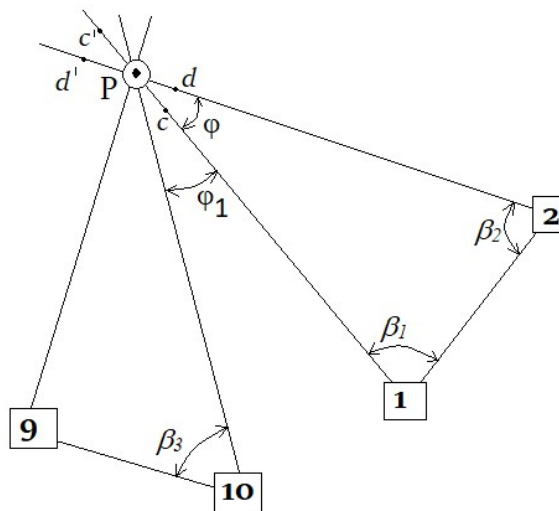


Рис. 12.3. Разбивка прямой угловой засечки

Средняя квадратическая ошибка в положении проектной точки (m_p) относительно исходных пунктов может быть вычислена по формуле

$$m_P = \frac{m_\beta}{\rho \sin \varphi} \sqrt{a^2 + b^2}, \quad (12.3)$$

$$m_P = \frac{m_\beta \cdot b}{\rho \sin \varphi} \sqrt{\sin^2 \beta_1 + \sin^2 \beta_2}, \quad (12.4)$$

где m_β – средняя квадратическая ошибка построения угла;

φ – угол засечки;

$b = S_{12}$ – базис.

При выборе исходных пунктов для перенесения на местность точки P нужно стремиться к тому, чтобы угол φ был не менее 40° и не более 140° . Наилучшим вариантом по точности определения положения проектной точки будет тот, при котором стороны a и b будут равны между собой.

Способ обратной угловой засечки основан на принципе редуцирования. На местности находят приближенно положение P' проектной точки P (рис. 12.4). В этой точке P' устанавливают тахеометр и с требуемой точностью измеряют углы не менее, чем на три исходных пункта с известными координатами. По формулам обратной засечки вычисляют координаты приближенно определенной точки P' и сравнивают их с проектными значениями.

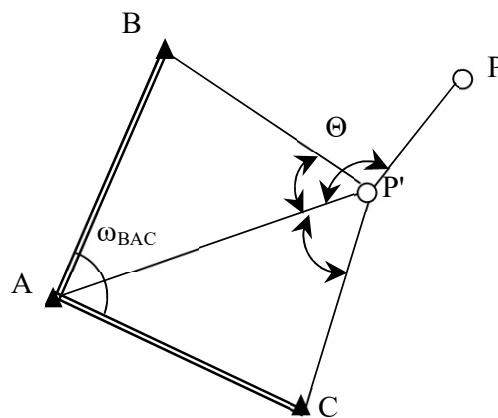


Рис. 12.4. Схема способа обратной угловой засечки

По разности координат вычисляют величины редукции (угловой и линейный элемент) и смещают точку в проектное положение. Для контроля на этой точке измеряют углы, вновь вычисляют координаты и сравнивают их с проектными. В случае недопустимых расхождений все действия повторяют. На точность разбивки способом обратной угловой засечки оказывают влияние ошибки собственно засечки, исходных данных, центрирования тахеометра и визирных целей, фиксации разбивочной точки и редуцирования.

При сравнительно больших расстояниях от определяемого до опорных пунктов влияние первых двух источников будет наиболее существенным, остальными ошибками можно пренебречь.

Ошибка положения пункта может быть подсчитана по приближенной формуле:

$$m_P = \frac{m_\beta \cdot S_A}{\rho \sin(\beta_1 + \beta_2 + \omega_{BAC})} \cdot \sqrt{\left(\frac{S_B}{S_{AB}}\right)^2 + \left(\frac{S_C}{S_{AC}}\right)^2}, \quad (12.5)$$

где S – расстояние от определяемого до соответствующих опорных пунктов;

b – расстояние между соответствующими опорными пунктами;

ω_{BAC} – угол между исходными сторонами.

Способ прямоугольных координат. Этот способ имеет преимущество в том случае, когда на плане и местности имеется довольно густая сеть исходных пунктов. Тогда от исходной линии, например $1-2$ (рис. 12.5), проектная точка P может быть определена с помощью двух отрезков $D_1 = x$ и $D_2 = y$, один из которых откладывают по направлению линии $1-2$, а другой D_2 – по перпендикуляру к ней.

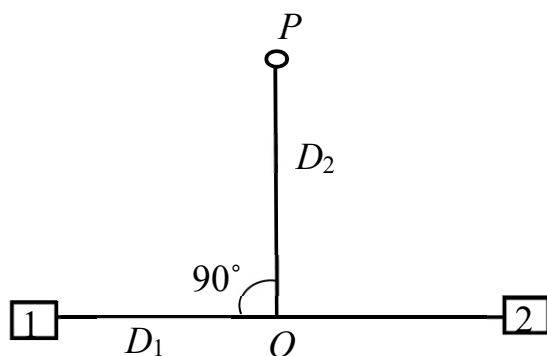


Рис. 12.5. Способ прямоугольных координат

Полевые работы сводятся к следующему. От исходной точки по направлению к $1-2$ откладывают отрезок D_1 и намечают точку O .

В этой точке строят прямой угол и по полученному направлению откладывают отрезок D_2 , в результате чего получают проектную точку P .

Прямой угол с вершиной в точке O можно построить различными способами. Так, например, если отрезок D_2 окажется менее 5 м, то прямой угол можно построить с помощью рулетки, в иных случаях при работе нужно использовать электронный тахеометр.

Точность положения точки P относительно исходной линии на местности зависит главным образом от точности откладывания проектных расстояний, построения прямого угла и длины проектных отрезков. Среднюю квадратическую погрешность положения проектной точки относительно исходной линии можно вычислить по формуле:

$$m_P = \sqrt{m_{D_1}^2 + m_{D_2}^2 + D_2^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2}}. \quad (12.6)$$

Способ полярных координат. Этот способ применяют в тех случаях, когда имеется возможность измерить расстояние от исходного пункта до проектной точки. Разбивку производят с пунктов теодолитных или полигонометрических ходов, когда эти пункты расположены сравнительно недалеко от выносимых на местность точек. Сущность работы по перенесению на местность проектной точки P заключается в построении проектного горизонтального угла β или β_1 ; и откладывании по полученному направлению проектного расстояния S (рис. 12.6).

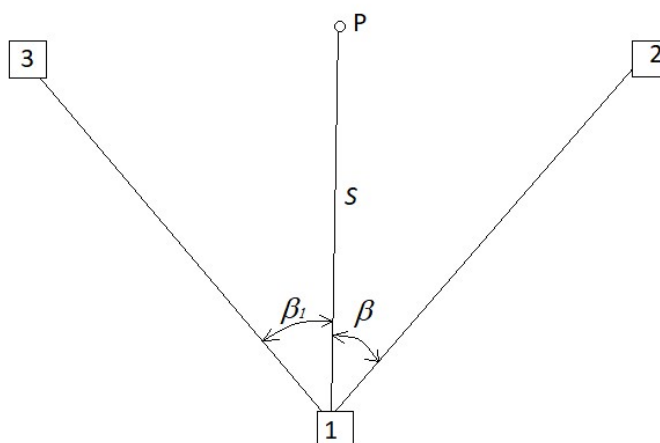


Рис. 12.6. Способ полярных координат

Точность определения положения точки P относительно опорной точки будет зависеть от точности построения проектного угла и отложения проектного расстояния. Средняя квадратическую ошибку m_p положения проектной точки на местности относительно разбивочной сети (без учета ошибок закрепления точки, ошибок исходных данных и ошибок центрирования) может быть вычислена по формуле:

$$M_p = \sqrt{m_s^2 + S_{AP}^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2}}, \quad (12.7)$$

где m_s , m_β соответственно средние квадратические погрешности полярного расстояния S и полярного угла β ;

ρ – число угловых секунд или минут в радиане.

Если проектная точка находится на значительном расстоянии от исходного пункта, то приходится несколько раз откладывать полярным способом проектные углы и расстояния, прокладывая ход. Такой способ называют способом проектного хода (полигона). При точных разбивочных работах углы хода уравнивают, вычисляют по ним и проектным расстояниям координаты точек, сравнивают их с проектными и при необходимости редуцируют в проектное положение.

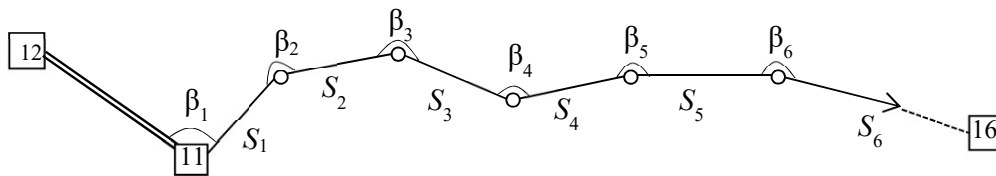


Рис. 12.7. Проектный ход

Точность положения проектных точек на местности зависит от точности построения проектных углов, отложения длины проектных линий. Наибольшую ошибку следует ожидать в середине теодолитного хода. Среднюю квадратическую ошибку в положении точки, находящейся в середине вытянутого проектного хода с равными сторонами и увязанного на местности по способу параллельных линий, можно вычислить по формуле:

$$m_p^2 = \frac{N}{4} m_D^2 + \frac{N^2 + 2}{48N} \cdot \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot (\sum S)^2, \quad (12.8)$$

где m_D – средняя квадратическая ошибка откладывания сторон теодолитного хода;

m_β – средняя квадратическая ошибка построения проектного горизонтального угла;

$\sum S$ – длина теодолитного хода;

N – число сторон.

Метод свободного выбора станции. Широкое использование цифровых моделей при проектировании инженерных сооружений обусловило представление данных для выноса проекта на местность в виде координат отдельных точек возводимых сооружений.

Использование при разбивочных работах новых измерительных средств дало возможность реализовать новую технологию под названием «метод свободного выбора станции».

При реализации данного метода местоположение проектных точек определяется от пунктов исходной разбивочной сети сразу с необходимой точностью.

Порядок выполнения работ будет следующим.

Электронный тахеометр устанавливают вблизи выносимых точек и известными способами (обратная, линейная, комбинированная засечка) определяют координаты точки стояния прибора (рис. 12.8).

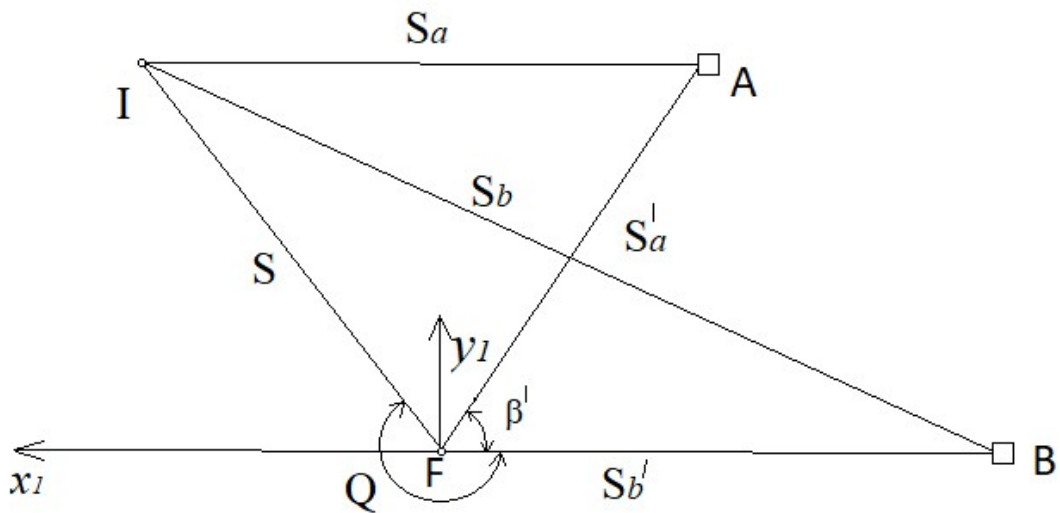


Рис. 12.8. Метод свободного выбора станции

Полученные координаты сравнивают с проектными координатами выносимых точек и, задавшись методом разбивки проектных точек, вычисляют в поле необходимые разбивочные элементы (полярный угол и полярное расстояние). Затем выполняют соответствующие построения и фиксируют на местности проектное положение выносимых точек.

Пусть требуется вынести на местность точку I . В качестве исходных используются пункты A и B .

Измерив расстояния S_a и S_b и угол β' с пункта F (свободная станция) на опорные пункты A и B вычисляют разности:

$$\begin{aligned}\Delta S_a &= S'_a - S_a, \\ \Delta S_b &= S'_b - S_b.\end{aligned}\tag{12.9}$$

Редукционные элементы y_1 , x_1 вычисляют по формулам:

$$\begin{aligned}y_1 &= \frac{\Delta S_a}{\sin \beta'} - \frac{\Delta S_b}{\operatorname{tg} \beta'}, \\ x_1 &\approx -\Delta S_b.\end{aligned}\tag{12.10}$$

В случае использования для разбивки метода полярных координат

$$\begin{aligned}Q &= 180^\circ + \operatorname{arctg} \frac{y_1}{x_1}, \\ S &= \sqrt{(x_1)^2 + (y_1)^2}.\end{aligned}\tag{12.11}$$

Вопрос 12.4. Вынос в натуру проектной отметки.

Для перенесения точки на местность с заданной высотой нивелир устанавливают примерно посередине между репером и точкой B .



Рис. 12.9. Вынос на местность проектной точки по высоте

Приводят его в рабочее положение и берут отсчет « a » по черной стороне рейки, установленной на репере. Вычисляют горизонт прибора (ГП)

$$ГП = H_{RP} + a, \quad (12.12)$$

где H_{RP} – высота репера.

Через горизонт прибора получаем отсчет:

$$b = ГП - H_{PR}. \quad (12.13)$$

Затем передвигают рейку по точке B по команде наблюдателя вверх или вниз до получения вычисленного отсчета b , называемого «проектной рейкой». В этом случае пятка (нуль) рейки будет находиться на необходимой высоте.

Вопрос 12.5. Вынос в натуру проектного уклона способом горизонтального луча

Для проложения на местности линии с заданным (проектным) уклоном необходимо от точки B , закрепленной на местности, выполнить построение линии с заданным уклоном i через точки 1, 2, и 3.

Примем расстояние между точками $d_{b-1} = d_{1-2} = d_{2-3} = 10$ м. (рис. 12.10).

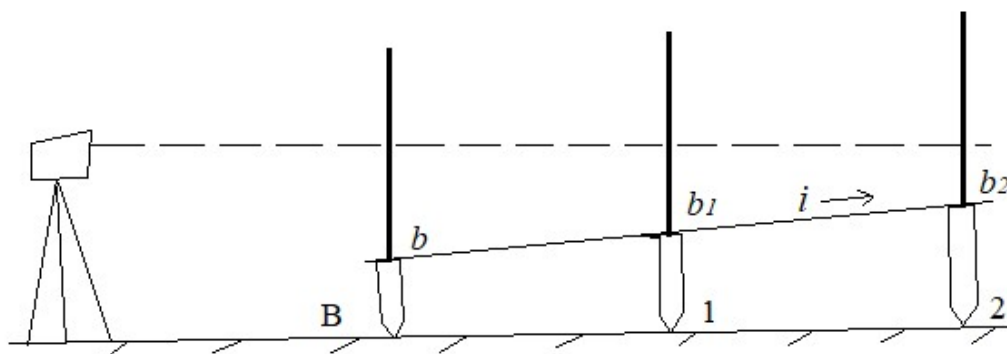


Рис. 12.10. Проложение линии на местности с заданным проектным уклоном

Определяют проектные высоты точек 1, 2, и 3 по формуле:

$$H_i = H_b + i + d_i, \quad (12.14)$$

где H_b – высота репера;

i – проектный уклон;

d_i – расстояние между точками.

Затем вычисляют «проектные рейки» (b_i) в этих точках:

$$b_i = ГП - H_i, \quad (12.15)$$

где

$$ГП = H_b + b. \quad (12.16)$$

Устанавливая последовательно рейку в точках 1, 2, 3, опускаем или поднимаем ее до тех пор, пока отсчет по ней окажется соответственно равным b_1, b_2, b_3 , а пятка рейки будет находиться на проектных высотах. Прямая, проходящая через отмеченные точки, и будет линией заданного уклона.

Вопрос 12.6. Построение на местности проектного угла и проектного расстояния

Пусть необходимо построить на местности проектный угол и проектную длину линии. Работы ведут в следующем порядке. Установив тахеометр в точку B , наводят зрительную трубу на точку A и берут отсчет по горизонтальному кругу. Далее прибавляют к этому отсчету проектный угол β и, вращая тахеометр, устанавливают вычисленный отсчет. Теперь визирная ось зрительной трубы тахеометра указывает искомое направление. Это направление на соответствующем проекту расстоянии фиксируют на местности в точке C_1 . Аналогичные действия выполняют повторно и отмечают на местности вторую точку C_2 . Из положения двух точек берут среднее (точка C , рис. 12.11), принимая угол ABC за проектный.

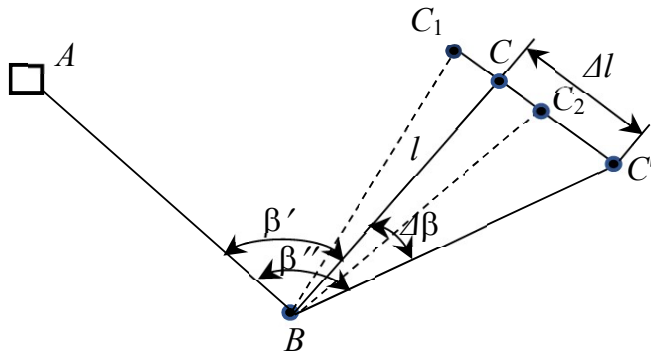


Рис. 12.11. Схема построения на местности проектного угла

Стандартные геодезические приборы, изготовленные серийно, по точности предназначены для выполнения измерений, а не построений. В результате точность отложения разбивочных элементов этими приборами оказывается ниже, чем точность измерений с использованием этих приборов. Поэтому, если необходимо построить проектный угол с повышенной точностью, то поступают следующим образом.

Построенный на местности угол измеряют несколькими приемами и определяют его более точное значение β'' . Число приемов и измерения угла можно определить по приближенной формуле:

$$n = \frac{(m_{\beta}')^2}{m_{\beta}^2}, \quad (12.17)$$

где m_{β}' – номинальная для данного теодолита средняя квадратическая ошибка измеренного угла;

m_{β} – требуемая средняя квадратическая ошибка отложения угла.

Измерив построенный на местности угол, вычисляют поправку

$$\Delta\beta = \beta' - \beta, \quad (12.18)$$

которую необходимо ввести для уточнения построенного угла.

Зная проектное расстояние $BC = l$, вычисляют линейную поправку $CC' = \Delta l$. Из геометрии построений (рис. 12.11) следует, что

$$\Delta l = l \frac{\Delta\beta}{\rho}, \quad (12.19)$$

где β и ρ выражены в секундах.

Далее откладывают от точки C перпендикулярно к линии BC величину вычисленной поправки Δl и фиксируют точку C' . Угол ABC' и будет равен проектному углу с заданной точностью. Для контроля угол ABC' измеряют. Если полученное значение отличается от проектного на допускаемую

величину, то работу заканчивают. В противном случае требуется дальнейшее уточнение.

Точность построения на местности проектного угла зависит от инструментальных ошибок, ошибок собственно измерения (визирования), а также ошибок из-за влияния внешних условий. Ошибки центрирования, редукции и исходных данных (ошибки в положении пунктов A и B) на точность отложения проектного угла влияния не оказывают, что позволяет учитывать их отдельно. В этом заключается еще одна особенность разбивочных работ. Однако эти ошибки вызывают смещение на местности направления BC и выносимой точки C .

Необходимая точность отложения линейной поправки (редукции) Δl может быть подсчитана по формуле:

$$m_{\Delta l} = l \frac{m_{\Delta \beta}}{\rho}. \quad (12.20)$$

На местности от исходной точки A сначала откладывают и закрепляют приближенное значение проектного расстояния (точка B'). Это расстояние с необходимой точностью измеряют мерными приборами или тахеометрами, учитывая все поправки.

Вычислив длину закрепленного отрезка, сравнивают его с проектным значением, находят линейную поправку:

$$\Delta L = L_{\text{пр}} - L_{\text{изм}} \quad (12.21)$$

откладывают ее с соответствующим знаком от конечной точки B' отрезка. Затем, для контроля, построенную линию AB измеряют.

Точность построения проектного расстояния в способе редукции в основном зависит от точности линейных измерений расстояния AB' . Исходя из требуемой точности определения проектного расстояния, выбирают приборы для измерений.

Вопрос 12.7. Вынос в натуру осей мелиоративных сооружений.

Нормативные требования к геометрической точности перенесения на местность проекта мелиоративных систем, запроектированных на плане масштаба $1 : M$, приведены в табл. 12.2, где $\delta_{\text{х.п}}$ - допустимая графическая погрешность проектного положения точки на плане.

Осевые точки мелиоративной системы выносят относительно пунктов теодолитных ходов. Внесенные осевые точки служат основой для детальных разбивок в плане остальных элементов системы.

Таблица 12.2 Допустимые погрешности выноса в натуру осей мелиоративных сооружений

№	Вид сооружения	Допустимая погрешность выноса в натуру оси сооружения $\delta_{п}$, м, запроектированного на плане масштаба 1 : М		
			1,4306	3,513889
1	Плотины бетонные, дамбы, каналы, шлюзы, насосные станции, мосты, дренажные коллекторы, дрены, трубопроводы, границы контуров планировки	0,0005М	± 1	$\pm 2,5$
2	Плотины земляные	0,001М	± 2	± 5
3	Дороги, линии электропередачи и связи	0,0004М	$\pm 0,8$	± 2

Вынос в натуру проекта трассы мелиоративного канала производится по данным его камерального трассирования. По плану определяют координаты ПК0 и вершин углов поворота проектной трассы В1, В2, ... (рис. 12.12) и, решая обратные геодезические задачи (Δ), находят значения длины ее сторон, их дирекционных углов и углов уг. 1, уг. 2, ... между сторонами. Для небольших по площади объектов длины сторон и углы проектного хода допускается определять графически с помощью масштабной линейки и геодезического транспортира.

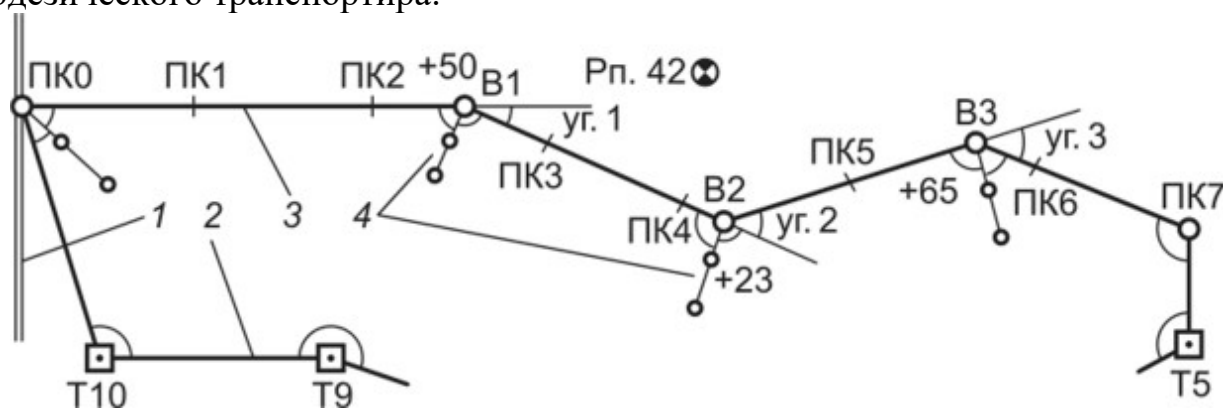


Рис. 12.12. Полевое трассирование мелиоративного канала:

1 - водоприемник; 2 - привязочный теодолитный ход; 3 - трасса; 4 - выносные точки створного закрепления вершин углов поворота трассы

Вынос трассы начинают от устья канала (ПК0), определяют направления ее прямых отрезков, измеряют углы поворота, разбивают пикетаж. Получают линейно-угловой ход, абсолютная погрешность которого допускается до 1 : 1000— 1 : 2000 (такая точность достигается при использовании теодолита и мерных лент). С применением электронного тахеометра производительность труда намного возрастает и точность результатов полевых измерений повышается. Вершины углов поворота трассы В1, В2, ... и основные точки

круговых кривых обозначают кольшками и дополнительно закрепляют створными выносными знаками. Прямые отрезки трассы не реже чем через 500 м обозначают створными точками и закрепляют выносными знаками. В плане трасса должна быть привязана к ближайшим пунктам геодезической сети, например, теодолитным ходом (см. рис. 10.16).

Вынос опорных точек трассы и ее плановая привязка с помощью спутниковых приборов существенно уменьшает затраты времени и труда.

Вблизи трассы закладывают дополнительные реперы (например, Рп. 42 на рис. 10.16), количество которых определяется проектом. Высотная сеть трассы создается замкнутыми ходами технического нивелирования относительно не менее трех реперов государственной геодезической сети. Определяются отметки пикетов и выносных точек трассы, а также поперечников на косогорах. Допустимая невязка превышений в миллиметрах вычисляется по формуле $A_{доп} = \pm 30VZ$.

Камеральные работы. По результатам плановой и высотной съемки составляют продольный профиль трассы в масштабах: горизонтальном - 1 : 5000 или 1:10 000, вертикальном - 1 : 100. Профили поперечников - в масштабах соответственно 1 : 200 и 1 : 100. На профиль наносят проектные линии дна канала, расчетные уровни потока воды, места и вид гидротехнических сооружений, указывают принятое сечение канала и результаты определения объемов земляных масс.

Составление проекта производится по данным генерального плана системы, нанесенного на топографическую подоснову. В проекте выноса в натуру системы выделяются осевые опорные разбивочные точки системы с указанием их координат, указываются длины линейных элементов, величины углов поворота. Вынос в натуру в плане опорных осевых точек системы производится от сохранившихся пунктов съемочного обоснования. Но если таких пунктов недостаточно, то по плану системы проектируют разбивочный теодолитный или электронно-тахеометрический ход, вершины которого намечают вблизи опорных осевых точек объекта. Перенесение проектного разбивочного хода на местность состоит в последовательном построении проектных горизонтальных углов и сторон (наиболее эффективно с помощью электронного тахеометра). После закрепления вершин допускаются погрешности полученных углов до 0,5-Г, а длины сторон - около 1 : 2000. Угловая и линейная невязки разбивочного хода должны отвечать соответствующим допустимым невязкам теодолитного хода ().

Вынос в натуру осевых точек относительно разбивочного хода производится различными способами, в том числе рассмотренными в п. 9.12 и на фрагменте разбивочного чертежа (рис. 12.13). На рисунке показаны вершины 5, 6, 7, 16 разбивочного хода, осевые точки *A* и *B*, *C* и *E*, которыми на местности после их выноса обозначаются оси коллекторов *AB* и *CE* гидромелиоративной системы. Для выноса дрен *D* способом перпендикуляров (см. рис. 12.13, *a*) относительно стороны 5-6 хода и створной линии 7-16 разбивочные расстояния *d* определены графически по

плану-проекту системы или рассчитаны аналитически в горизонтальном положении.

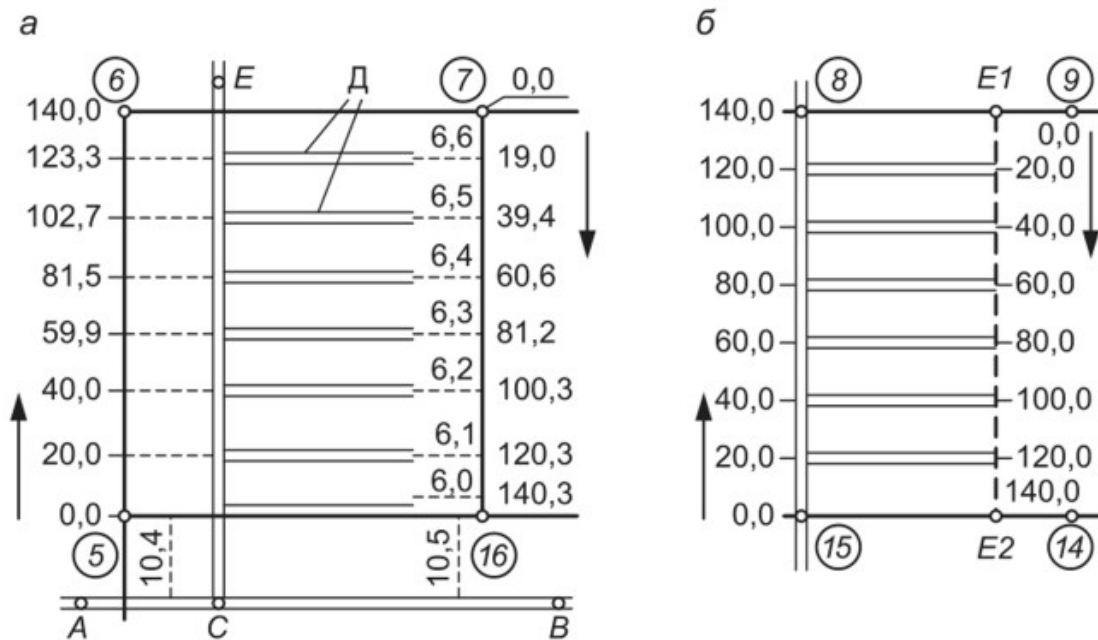


Рис. 12.13. Примеры разбивочных чертежей: а - способ перпендикуляров; б - способ створов

Если на местности по створам 5-6 и 7-16 уклоны линий получаются значительными ($i > 0,026$; углы наклона $v > 1,5^\circ$), то от начальных точек 5 и 7 должны откладываться наклонные расстояния $D-d / \cos v$. Каждый створ обозначается вехами, точки в створе закрепляются колышками, обозначающими основание разбивочных перпендикуляров. На перпендикулярах находят и закрепляют точки начала и конца каждой дрены.

На рис. 12.13, б показано, что вынос дрен по их конечным точкам, лежащим в створах 15-8 и E1-E2, производится с минимальным объемом линейных измерений.

После выноса в натуру осевых опорных точек системы разбивают пикетаж вдоль осей каналов, коллекторов с обозначением мест примыкания к ним других элементов, например каждой дрены. Вдоль каналов, дрен и канав разбивают пикетаж через 20 м. Затем производят техническое нивелирование по пикетажу замкнутыми ходами с привязкой к ближайшим реперам геодезической сети или съемочного обоснования. Полученные уточненные отметки пикетных точек наносят на предварительные проектные профили магистрального канала и коллекторов. При допустимых отклонениях уточненных отметок от проектных предварительный профиль принимают как проектный с сохранением проектных отметок и уклонов дна канала и коллекторов. В случае значительных расхождений между указанными отметками (свыше 20-30 см) корректируют проектные отметки и уклоны дна канала и коллекторов. Затем с ними увязывают отметки устьев дрен.

Вопрос 12.8. Перенесение на местность высотного положения гидромелиоративных систем.

Перенесение в натуру в проектное положение по высоте характерных точек сооружаемой гидромелиоративной системы (в первую очередь дна самотечных каналов, коллекторов, дрен и др.) должно выполняться с обоснованной точностью, обеспечивающей высокое качество строительства и соответствующее функционирование системы. Оптимальные и допустимые уклоны водопроводящих сооружений указаны и приведены в табл. 12.3.

Таблица 12.3. Примеры значения уклонов водопроводящих сооружений мелиоративных систем

Вид водопроводящего сооружения	Уклон, вид грунта	
Каналы открытой регулирующей сети при плоском рельефе	0,0002 - минимально допустимый	
Каналы открытой регулирующей сети при неразмывающей скорости воды	0,0005 - песчаный 0,003 - суглинистый 0,005 - глинистый	
Дрены, водосбросные трубопроводы с внутренним диаметром, мм:	Минимально допустимые уклоны	
	Плывун, песок	Торфянистый
75,1	0,0035	0,002
125	0,003	0,0015
150	0,0025	0,001
175,2	0,002	0,0007

В процессе строительства высотная разбивка системы производится относительно реперов нивелирной сети IV класса и технического, при этом повышенное внимание уделяется прямолинейности профиля дна каналов и лотка труб.

В случаях минимального (критического) уклона $i_{кр}$ допустимые погрешности превышений между точками открытого канала оцениваются по формуле

$$\Delta h_{доп} = i_{кр} l / 3.$$

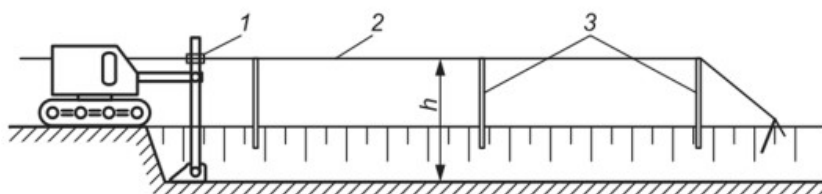


Рис. 12.14. Контроль глубины выемки грунта из траншеи относительно копирного троса:

1 - визирный целик; 2 - копирный трос; 3 – колья

При $i_{кр} = 0,0002$ для длины l - 100 м находим проектное превышение $\Delta H = 20$ мм и теоретически допустимую погрешность высотной укладки лотков водотока в расчете на 100 м: $\delta h_{пред} = \pm 7$ мм. Промежуточные точки лотка не должны отклоняться от проектной высоты свыше 5-7 мм.

На практике принято, что при уклонах $i > 0,001$ отклонения фактических отметок концов дренажных труб от проектных не должны превышать ± 15 мм для дрен и ± 30 мм для коллекторов.

Геодезические работы при рытье траншей с помощью экскаватора. При использовании *механического копира* на рукоятке ковша экскаватора на уровне глаз оператора закрепляют визирный целик 1 (рис. 10.18), отстоящий от режущей кромки зубьев ковша на отрезок l , рассчитанный как сумма средней глубины траншеи и высоты глаз оператора над поверхностью земли. Механический копир уклона устанавливают параллельно оси траншеи, для этого забивают колья 3 через 10 м и на их верх выносят линию с уклоном, равным проектному уклону дна траншеи (см. рис. 8.27, а). По верху столбов натягивают проволоку 2 (копирный трос), отметки которого выше проектных отметок дна траншеи на постоянную величину h . Контроль отрывки дна траншеи по проектному уклону производится визуально, для этого ковш должен опираться на грунт при вертикальном положении рукоятки, а визирный целик должен совпадать с линией копирного троса.

Вопрос 12.9. Вынос в натуру с использованием лазерного уклоноуказателя.

Лазерные системы вертикальной планировки используются в устройствах целевой автоматизации управления землеройными и планировочными машинами. Принцип работы одной из лазерных систем вертикальной планировки применительно к рытью траншеи показан на рис. 12.15. Лазерный построитель плоскости 3, вращающимся лучом обозначает опорную плоскость, которой должно быть придано положение 2, отвечающее проектному уклону дна траншеи.

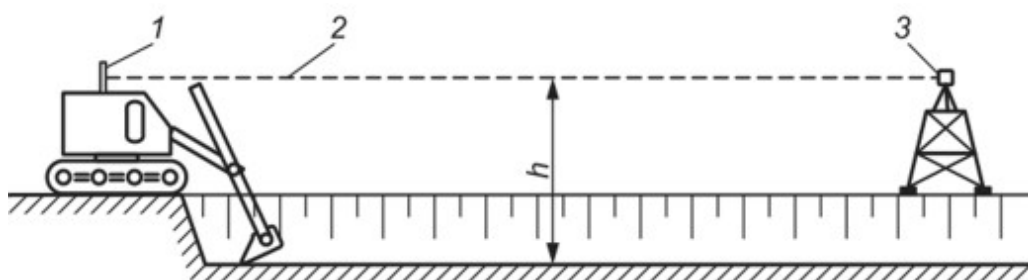


Рис. 12.15. Применение построителя лазерной плоскости при рытье траншеи: 1 - фотоприемник; 2 - лазерная плоскость; 3 - лазерный излучатель

На экскаваторе установлено электронное устройство, состоящее из специальной рейки-фотоприемника 1, регистрирующего высотное положение машины относительно опорной лазерной плоскости 2, вычислительного блока и индикатора, на котором отображается высотное положение машины, заданная и текущая глубина разработки траншеи. В процессе экскавации

грунта оператор вручную выдерживает высотное положение ковша. При определенной автоматизации рытья траншеи процессор устройства выдает команды на привод ковша для удержания его в нужном высотном положении относительно лазерной плоскости при разработке дна траншеи.

Вопрос 12.10. Геодезические работы при возведении зданий и сооружений.

В состав геодезических работ, связанных с их выполнением непосредственно на строительной площадке, входят:

- создание геодезической разбивочной основы для строительства, включающее построение разбивочной сети строительной площадки и вынос в натуру основных или главных разбивочных осей зданий и сооружений, магистральных и внеплощадочных линейных сооружений, а также для монтажа технологического оборудования;

- разбивка внутриплощадочных линейных сооружений или их частей, временных зданий (сооружений);

- создание внутренней разбивочной сети здания (сооружения) на исходном и монтажном горизонтах и разбивочной сети для монтажа технологического оборудования, а также производство детальных разбивочных работ;

- геодезический контроль точности геометрических параметров зданий (сооружений) и исполнительные съемки законченных объектов или их отдельных частей с составлением исполнительной геодезической документации;

- геодезические измерения деформаций оснований, конструкций зданий (сооружений) и их частей, если это предусмотрено проектной документацией, установлено авторским надзором или органами государственного надзора.

Указанные выше геодезические работы являются необходимой частью технологии строительно-монтажных работ и осуществляются по единому графику, увязанному со сроками выполнения процесса строительного производства. Для крупных и сложных объектов и зданий выше 9 этажей разрабатываются проекты производства геодезических работ.

Геодезические работы в строительстве выполняются в объеме и с точностью, которые обеспечивают при размещении и возведении объектов строительства соответствие геометрических параметров проектной документации требованиям строительных норм и правил. Поэтому для выполнения работ по геодезическому обеспечению строительства на объектах необходимо иметь разбивочную основу.

Геодезическая основа стройплощадки строится из сети плановых и высотных пунктов и служит для выноса в натуру всех объектов строительства в плане и по высоте на основе проекта.

Основные требования, которые предъявляются к разбивочной основе,

следующие:

- пункты разбивочной основы выбираются таким образом, чтобы они были удобны для установки геодезических приборов и по возможности сохранялись до конца строительства;

- она должна иметь заданную степень точности, которая устанавливается с учетом вида и характера сооружения.

троеительные оси зданий и сооружений. В плане геометрической основой объекта строительства служат его оси:

• главные - оси симметрии здания, сооружения. Такие оси используют для строительства объектов большой площади и сложной конфигурации (рис. 12.16; 12.17);

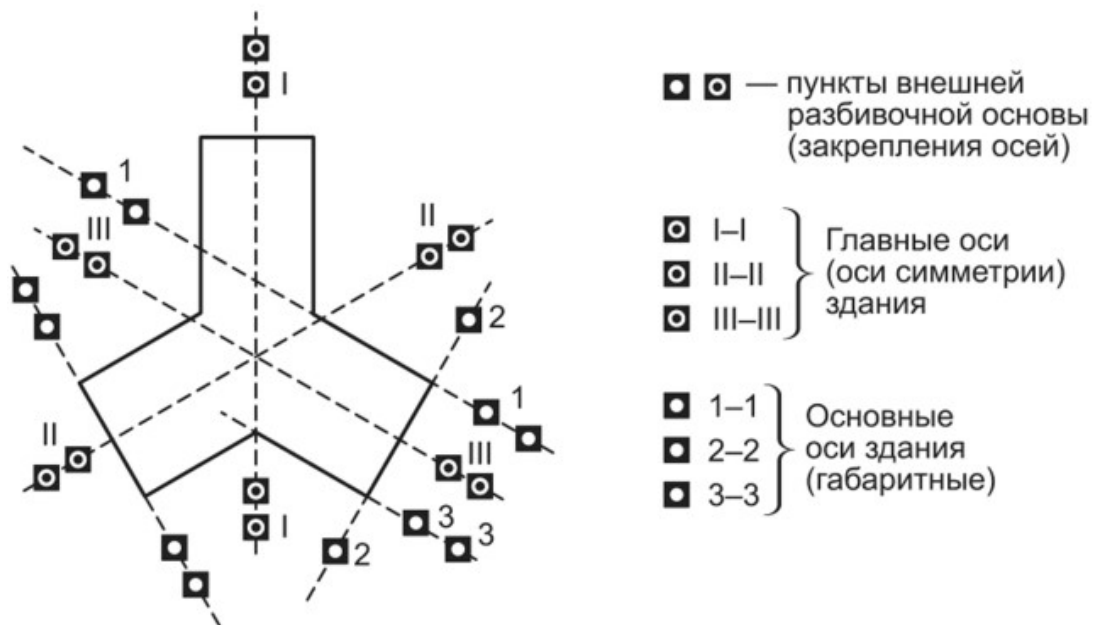


Рис. 12.16. Главные и основные оси здания сложной геометрии в плане

- основные - оси, которые образуют внешний контур здания (его габариты) и характерны для объектов промышленного и гражданского строительства;
- дополнительные - оси, которые чаще бывают промежуточными, иногда внешними, и служат геометрической основой монтажа внутренних и наружных конструкций здания, сооружения.

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

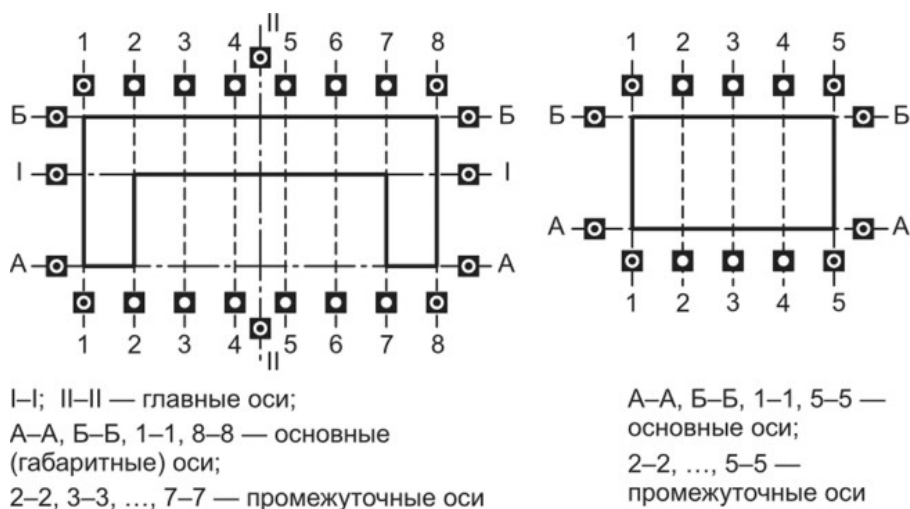


Рис. 12.17. Главные, основные и дополнительные (промежуточные) оси зданий прямоугольной в плане формы

Для топографической съемки участка, а впоследствии для выноса осей сооружения в натуру через участок прокладывают полигонометрический или же теодолитный ход. Относительно пунктов теодолитного хода стройплощадки на местность выносят в проектное положение точки А1 и А2 одной из основных осей объекта (оси А-А), которые служат исходными для разбивки и закрепления остальных основных осей. Закрепленные осевые точки представляют *внешнюю геодезическую основу здания или сооружения*.

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

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

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

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

Строительная геодезическая сетка. Плановую геодезическую основу большой стройплощадки промышленного предприятия, группы жилых и гражданских зданий создают в виде прямоугольной координатной строительной геодезической сетки (рис. 12.18). Оси X и Y сетки расположены параллельно основным осям производственных зданий и технологических линий. Размеры прямоугольных фигур могут быть 100x100 м, 200x200 м и др. Строительную сетку проектируют на генплане стройплощадки и графически определяют государственные или городские (местные) координаты угловых точек сетки *PuE*.

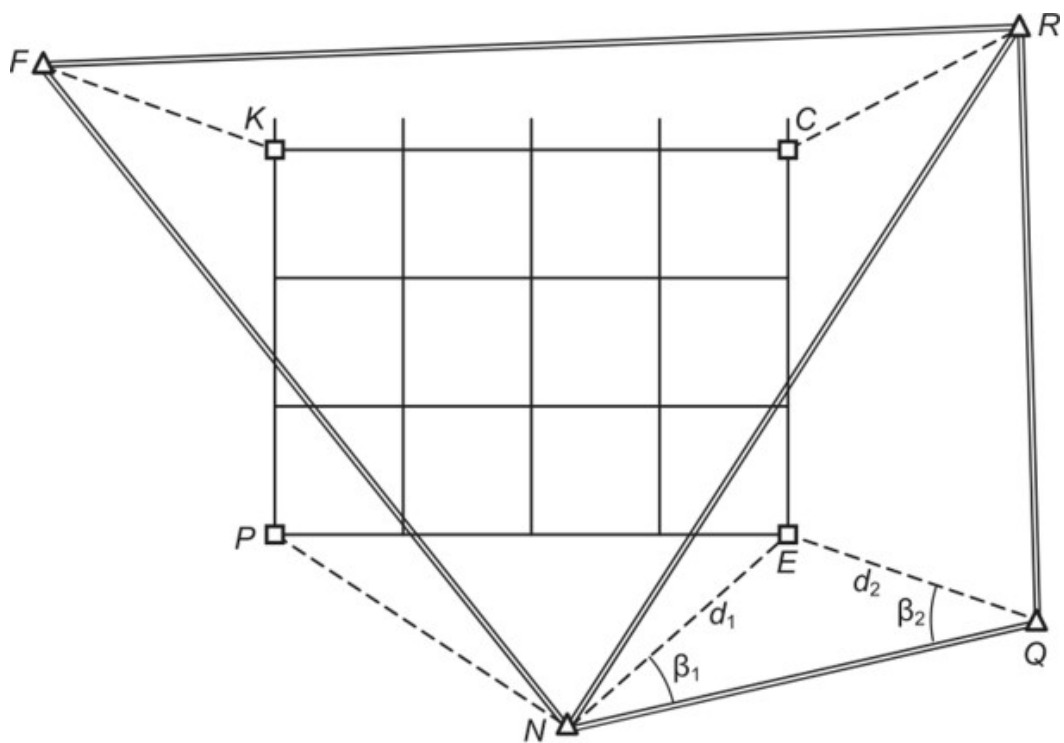


Рис. 12.18. Одна из схем выноса в натуру проекта строительной сетки

Приняв точку P за начальную и зная точные значения размеров фигур сетки, аналитически рассчитывают координаты ее угловых точек K , C и E . Указанные точки выносят в натуру относительно пунктов F , R , Q , N геодезической опорной сети полярным или иным способом.

Местоположение остальных вершин строительной сетки по ее внешнему контуру определяют различными способами, например *створным*. Зрительной трубой теодолита (или электронного тахеометра) задают направления PK и PE и в их створе с помощью металлической рулетки (или светодальномера, электронного тахеометра) находят место промежуточных вершин. Закрепив вершины по контуру сетки, переходят к разбивке внутренних ее вершин. В зависимости от назначения строительную сетку строят из основных и дополнительных фигур. Стороны основных фигур принимают длиной 50, 100, 200 или 400 м. При строительстве многоэтажных зданий стороны строительной сетки выбирают длиной 25, 30 или 50 м.

Вопрос 12.11. Передача отметок в котлован и на монтажный горизонт

Данная передача отметок выполняется с помощью либо светодальномера (лазерной рулетки), либо механической рулетки. Мерную ленту (рулетку) с миллиметровыми или сантиметровыми делениями шкалы подвешивают на устойчивой консоли, к нижнему концу рулетки присоединяют груз массой 10 кг и опускают в ведро с вязкой жидкостью для гашения раскачиваний груза. По горизонтальному лучу нивелира берут отсчеты по шкалам рейки и рулетки. Отметка точки B (Рп.В) на дне котлована (рис. 12.19, а) определяется по формуле

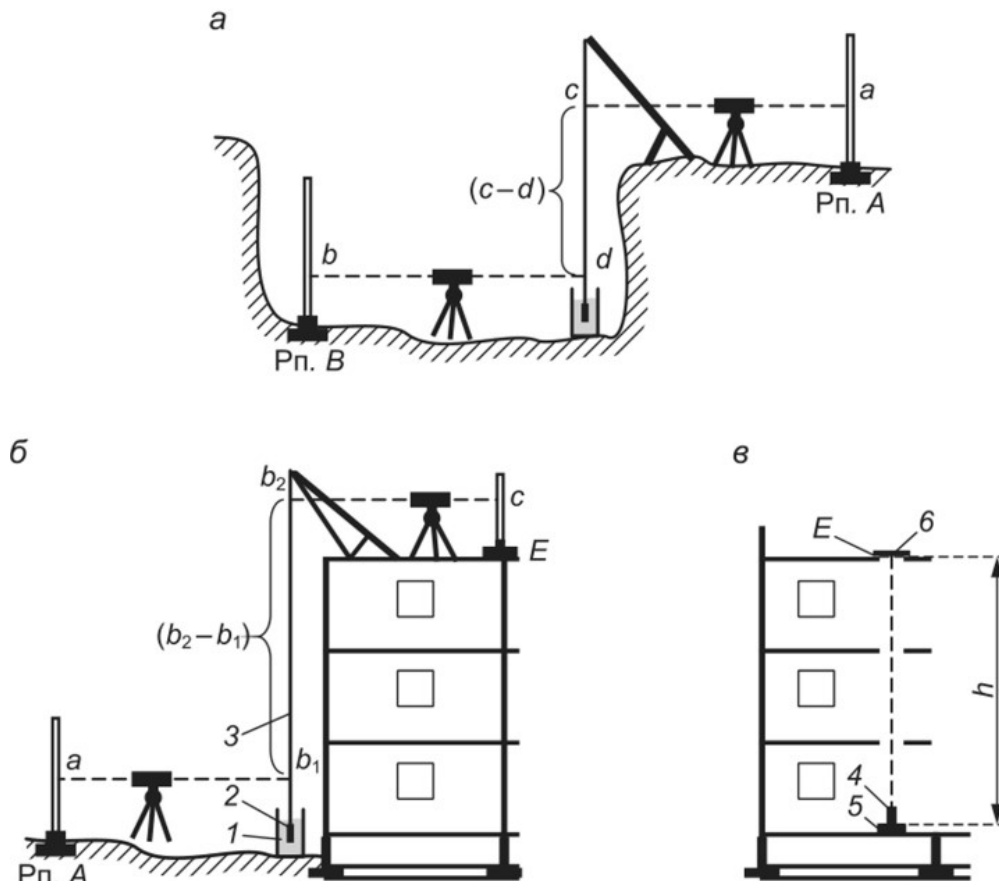


Рис. 12.19. Передача отметок:

a - на дно котлована; *б* - через подвешенную рулетку; *в* - лазерной рулеткой; 1 - емкость с вязкой жидкостью; 2 - груз; 3 - рулетка; 4 - лазерная рулетка; 5 - высотный знак; 6 - пластина; *E* - репер монтажного горизонта

$$H_B = H_{Pп.A} + a - (c - d) - b.$$

Отметка точки *E* на монтажном горизонте (рис. 12.19, б) равна

$$H_E = H_{Pп.A} + a + (b_2 - b_1) - c.$$

Погрешность превышения $h = a + (b_2 - b_1) - c$ оценивается по формуле

$$m_h^2 = m_a^2 + m_{b_1}^2 + m_{b_2}^2 + m_c^2 + m_h^2 \approx 4m_0^2 + m_h^2,$$

где $m_0 \sim 1$ мм - погрешность отсчета по шкале рейки и рулетки с сантиметровыми делениями; $m_h \ll 2$ мм - вероятная погрешность превышения за счет нестабильности среды и отклонения силы натяжения рулетки, тогда * ± 3 мм, а такая точность передачи отметки на монтажный горизонт высотой до 15 м отвечает требованиям ТКП.

При передаче отметки при помощи лазерной рулетки (рис. 12.19, в) превышение h определяется с погрешностью

$$m_h = \sqrt{m_D^2 + m_5^2 + m_E^2},$$

где m_D равно 2-3 мм - погрешность светодальномера; m_5 и m_E - погрешности высотного положения пластин упора и светоотражателя относительно реперов 5 и *E*.

На каждый репер монтажного горизонта отметки передают отдельно от реперов исходного горизонта. Точность передачи контролируется сравнением разности полученных отметок реперов монтажного горизонта с измеренным нивелиром превышением между ними. Расхождение допускается до 2-3 мм или до величины, установленной ППГР.

В рабочую длину рулетки (ее отрезок $b_2 \sim b_1$) между двумя горизонтами нивелиров) вводят поправки на компарирование (ΔK), растяжение (ΔP) и температурную (Δt).

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

$$\Delta P = Q \cdot l / E \cdot F,$$

где Q - масса груза, кг; l - длина рулетки между горизонтами двух нивелиров, м; E - модуль упругости, кг/см² (для стали $E = 2 \cdot 10^6$); F - площадь поперечного сечения рулетки, см². Поправка температурная определяется по формуле

$$\Delta t = \alpha (t - t_0) l,$$

где α - коэффициент температурной деформации рулетки на 1 °С (для стали $\alpha = 0,0000125$; для нержавеющей стали $\alpha = 0,0000205$); t и t_0 - соответственно температура рулетки в процессе измерений и компарирования.

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

$$h = h_p + \Delta П + \Delta О + \Delta М,$$

где $\Delta П$ - поправка на толщину пластины b ; $\Delta О$ - поправка на место нуля дальномера; $\Delta М$ - поправка на толщину отражающей марки.

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

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

Вопрос 12.12. Разбивка осей при закладке фундамента

При плано-высотной разбивке котлована его контур выносят на местность по данным чертежа, где указаны размеры котлована по верхней бровке и низу откоса, план фундаментов и отметки его подошвы (глубины заложения). На рис. 8.30 приведена схема котлована при ровной горизонтальной поверхности стройплощадки. Габариты котлована и объем земляных масс, подлежащих выемке, определяют по плану объекта, на который нанесены основные оси здания (см. рис. 8.30) согласно проекту его размещения по генплану, проектная отметка дна $H_d = 61,00$ м, фактическая отметка земной поверхности при верхней бровке $H_{в.б} = 64,00$ м. Заданы уклоны откосов котлована $i_0 = 1 : 1,5 = 0,6667$ вдоль основных осей А-А, Б-Б, 7-7; уклон $i_5 = 1 : 2 = 0,5$ поперек оси 5-5 и расстояние d_K - 1 м между нижней бровкой котлована и основными осями.

Заложение откосов вычисляется по формулам

$$d_1 = h_1 / i_0 \quad \text{и} \quad d_3 = h_3 / i_5,$$

где $h = H_{в.б} - H_d = 64,00 - 61,00 = 3,00$ м. Горизонтальные расстояния a от точек основных осей А-А, Б-Б и 7-7 до контура верхней бровки котлована равны $a = d_K + d$, от оси 5-5 до верхней бровки: $b = d_K + d$.

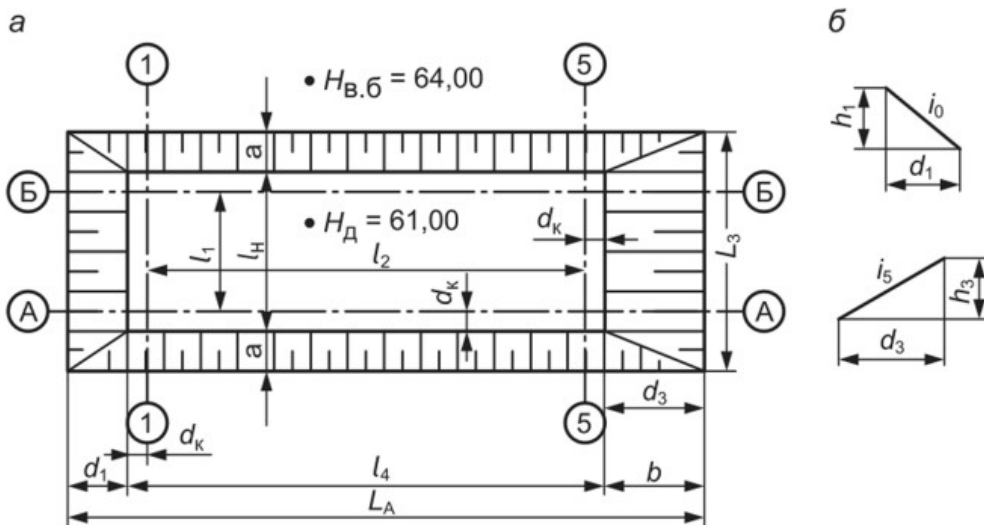


Рис. 12.20. Схема котлована: а - план; б - откосы

Объем котлована в данном простом случае равен произведению глубины h котлована на половину суммы площадей верхнего P_v и нижнего P_n оснований (объем усеченной пирамиды), т.е.

$$V = h_1(P_v + P_n)/2 = h_1(L_A L_3 + l_n \cdot l_4)/2, \quad (8.41)$$

где $h = H_{в.б} - H_d$; $L_A = l_1 + 2d_K + 2d$; $l_n = l_2 + 2d_K$; $l_4 = l_2 + 2d_K$.

Устройство котлована. Для отрывки котлована контур верхней его бровки обозначают кольями на земле и рисками на обноске, если она построена. В процессе рытья котлована с помощью нивелира относительно временного репера определяют текущую глубину выемки и следят, чтобы не было углублений ниже проектной отметки его дна. Для контроля отметки дна

проверяют относительно второго репера. Нижний контур котлована должен соответствовать проектному очертанию и размерам. После окончания рытья на дне котлована закладывают временные реперы (Рп. 1 на рис. 8.28) из расчета, чтобы высотная разбивка фундаментов производилась от двух реперов при длине визирного луча нивелира до 50-75 м, и затем определяют их отметки.

Разбивки для устройства ленточных фундаментов. Разбивки производят после зачистки основания. На дно котлована переносят точки пересечения основных осей: для объектов длиной до 100-140 м - с помощью проволок, закрепленных на обноске и отвесов (см. рис. 8.28), для крупных сооружений - с помощью теодолита.

Проектную поверхность основания (песчаной подушки) обозначают колышками, выставленными с помощью нивелира и рейки относительно реперов, установленных на дне котлована. Расчеты для выноса выполняются по формулам (8.26). После подсыпки песка на дно котлована проверяют фактическую отметку его поверхности, которая допускается ниже проектной отметки на -10 мм (см. табл. 8.2, п. 2). Затем производят исполнительную съемку dna котлована с помощью нивелира.

Подготовка фундаментных блоков к монтажу включает нанесение на них краской осевых рисок б (см. рис. 8.28). На подготовленное основание устанавливают угловые фундаментные блоки, совмещая осевые риски с соответствующими осями здания. Допустимое отклонение риски от оси равно ± 10 мм. Через 10-20 м по рискам устанавливают маячные блоки. Вдоль угловых и маячных блоков натягивают проволоку-причалку для монтажа промежуточных блоков.

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

Вопрос 12.13. Вынос основных осей сооружений на обноску

Она применяется для создания удобных условий по установке строительных конструкций в проектное положение относительно основных и дополнительных осей здания или сооружения на стадии устройства фундаментов и других элементов «нулевого цикла строительства». На рис. 12.21 показана сплошная строительная обноска в виде обрезных досок, горизонтально закрепленных на столбах. Контур обноски размещают за пределами зоны земляных работ при рытье котлована на расстоянии 3-6 м от его верхней бровки. Стороны обноски должны быть параллельны соответствующим осям здания при допустимом отклонении до 0,1 м на длину участка обноски в 15-20 м. Верхняя кромка досок должна быть горизонтальной, ее задают нивелиром с погрешностью не более 0,02 м.

Створная строительная обноска (рис. 12.22) представлена парами столбов, поставленными в створах закрепляемых осей. Используется также *многоцветная инвентарная обноска*, в виде сборно-разборной конструкции,

включающей набор металлических полых якорей, которые забивают в землю на глубину до 0,5-0,7 м. В якоря вставляют металлические стойки, к ним хомутами крепятся горизонтальные трубчатые штанги. На штанги надеты передвижные муфты, на которых и обозначаются осевые точки, по этой причине якоря не ставят на осях объекта.

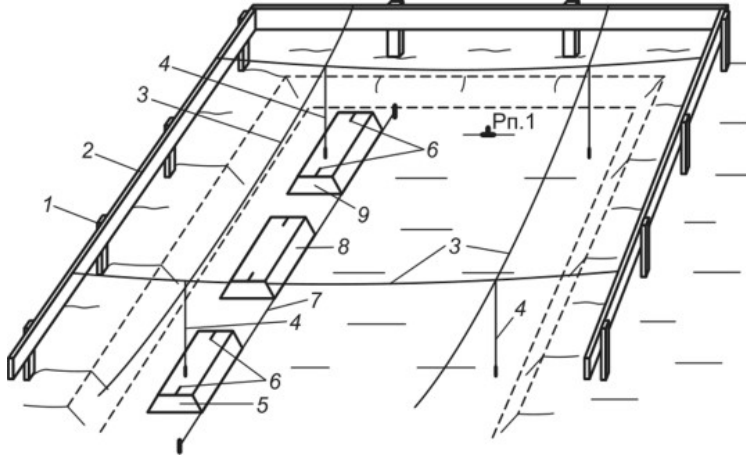


Рис. 12.21. Сплошная обноска и монтаж блоков ленточного фундамента:

1 - столб; 2 - горизонтальная доска обноски; 3 - проволока осевая; 4 - отвес; 5, 9 - крайние фундаментные блоки; 6 - осевые риски; 7 - проволока-причалка; 8 - промежуточный фундаментный блок (не установлен окончательно); Рп. 1 - строительный репер

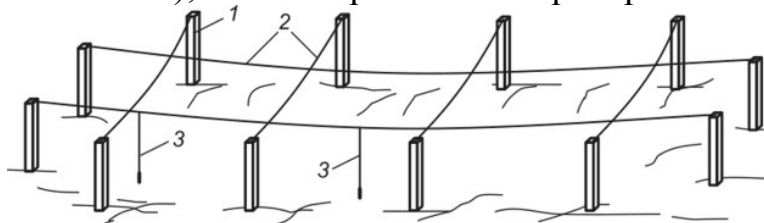


Рис. 21.22. Створная строительная обноска:

1 - столб; 2 - проволока; 3 - отвес

Сначала на обноску выносят главные или основные оси с помощью теодолита, который ставят над соответствующим створным знаком и направляют визирную ось на центр парного створного знака, после чего визируют на обноску и отмечают рисккой проекцию оси. Работу выполняют при двух положениях вертикального круга. Окончательное (среднее) положение проекции закрепляют гвоздем и маркируют окраской. Относительно вынесенных точек главных или основных осей промерами рулеткой на поверхности обноски находят положение промежуточных разбивочных осей. После выноса всех точек измеряют расстояния между ними на обноске и сравнивают их с проектными расстояниями. Все точки закрепляют гвоздями. Для монтажа фундаментов на гвоздях подвешивают проволоки, представляющие соответствующие оси. Для проецирования осей на дно котлована к проволокам подвешивают отвесы.

Необходимость в обноске исчезает после завершения строительства фундаментов и цокольной части здания.

