

Разбивка криволинейных сооружений

Для вынесения на местность контуров криволинейных очертаний можно использовать для менее ответственных сооружений различные способы детальной разбивки круговых кривых (способ прямоугольных координат, продолженных хорд, полярный, углов и др.). Для ответственных сооружений разбивают воробу.

1. Способ прямоугольных координат

Порядок разбивки данным способом следующий.

1. Задавшись длиной дуги S (расстояние между соседними точками разбивки), приняв $нк$ или $кк$ за начало координат, направление тангенсов на вершину угла за направление оси X , вычисляют координаты точек кривой по формулам, очевидным из рис. 92.

2. По φ и R определяют главные элементы кривой – T (тангенс, касательная к кривой), B (биссектриса), K (длина кривой), D (домер).

3. Закрепляют главные точки кривой – $нк$, $ск$, $кк$.

Для этого от вершины угла при помощи рулетки по направлению к началу трассы откладывают T . Полученная точка является $нк$ и закрепляется деревянным кольшком. Затем откладывают T от $ВУ$ по направлению на последующее направление трассы, получают таким образом $кк$, которую тоже закрепляют кольшком. Внутренний угол при помощи теодолита делят пополам и на полученном направлении откладывают B , получают $ск$.

φ – угол поворота трассы (в данном случае вправо); $ВУ$ – вершина угла; $нк$ – начало кривой; $кк$ – конец кривой; $ск$ – середина кривой. Эти точки называют главными точками кривой. R – радиус кривой.

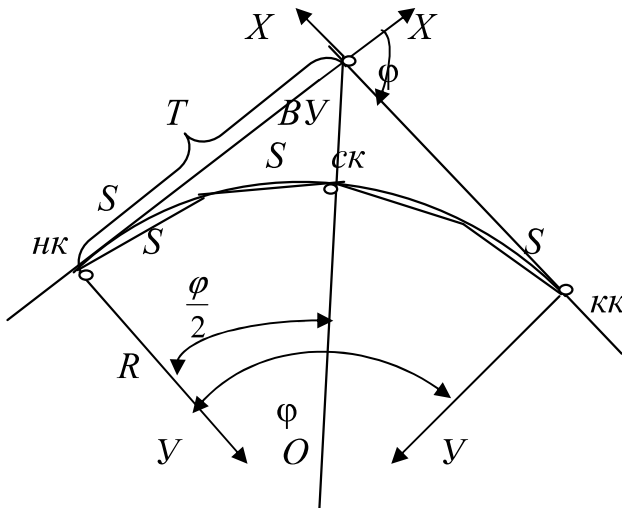


Рис. 91. Главные точки горизонтальной круговой кривой

$$y_1 = R - R \cdot \cos\beta = R \cdot (1 - \cos\beta) = 2R \cdot \sin^2 \frac{\beta}{2}; \quad x_1 = R \cdot \sin\beta; \quad y_2 = 2R \cdot \sin^2 \beta; \quad x_2 = R \cdot \sin 2\beta;$$

$$x_n = R \cdot \sin \beta; \quad y_n = 2R \cdot \sin^2 \frac{n\beta}{2}; \quad \beta = \frac{S}{R} \rho, \quad \rho - \text{радиан, единица плоского угла} = 206265''.$$

Значения x_n, y_n можно выбирать из таблиц для разбивки круговых кривых.

4. Вдоль тангенсов от $нк$ и $кк$ откладывают при помощи рулетки значения x_n по перпендикуляру y_n и закрепляют полученные точки колышками.

2. Способ продолженных хорд

Способ продолжения хорд заключается в следующем (рис. 93):

1. По значению S и R вычисляют $x_1=R\sin\beta$; $y_1=2R\sin^2\frac{\beta}{2}$ и промежуточное

перемещение $\epsilon=\frac{S^2}{R}$ (из подобия равнобедренных треугольников $\Delta(1-2'-2) \sim \Delta(1-2-K)$ с равными вершинными углами $\beta - \epsilon:S=S:R$).

2. Точку 1 закрепляют колышком, отложив при помощи рулетки x_1 от начала кривой по направлению на вершину угла (по оси X) и y_1 перпендикулярно этому направлению.

3. По точкам $0 - 1$ натягивают ленту или рулетку и на продолжении 01 откладывают S , закрепляют точку $2'$.

4. Точку 2 на кривой получают способом линейных засечек: пересечением отрезка S , который откладывают рулеткой из точки 1 и отрезка ϵ , откладываемого из точки $2'$. Полученную точку закрепляют деревянным колышком.

5. Таким же образом разбивают точки 3, 4, до середины кривой. Вторую половину кривой разбивают таким же образом от точки конца кривой.

Достоинство способа в том, что он применим на любой местности (косогоры, впадины и т.д.). Недостаток – с возрастанием длины кривой точность разбивки падает, так как положение последующей точки определяется относительно предыдущей. Происходит накопление ошибок.

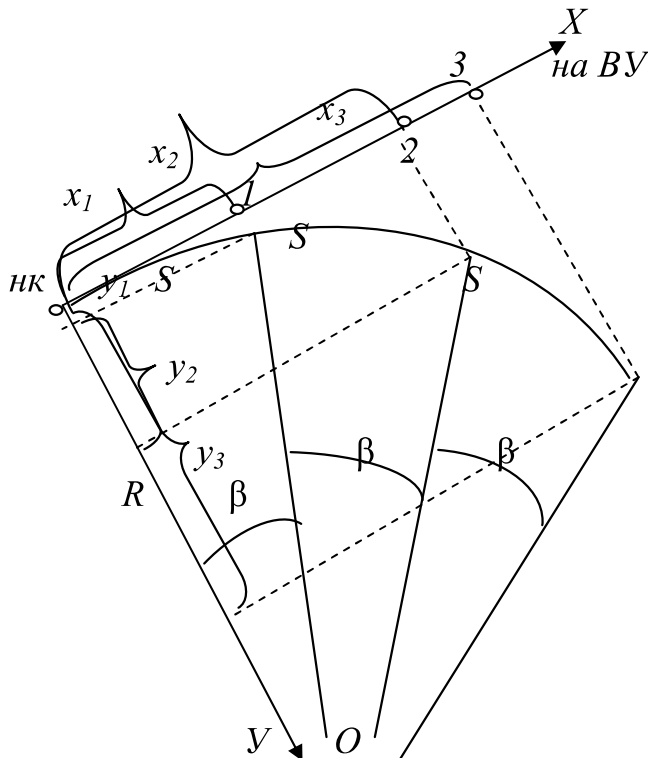


Рис. 92. Разбивка способом прямоугольных координат

Если на местности вынесены начальная и конечная точки линии с заданным уклоном, то для получения промежуточных точек можно использовать наклонный луч визирования (рис. 95). Нивелир устанавливают посередине между точками A и B таким образом, чтобы направление его двух подъемных винтов было параллельно линии AB . Приводят визирную ось зрительной трубы в строго горизонтальное положение, а затем подъемными винтами, направленными вдоль линии AB , наклоняют трубу до тех пор, пока отсчеты по рейкам в точках A и B станут равными. В этом положении визирный луч параллелен проектной линии, имеющей заданный уклон. После этого забивают промежуточные колышки, отсчеты на которых должны быть равны отсчетам в точках A и B .

Эту же задачу можно решить с помощью визирок, если требования к точности невысоки.

В точках A и B закрепляют постоянные визирки одинаковой (проектной) высоты, а на промежуточные колышки устанавливают ходовую визирку такой же высоты и забивают колышки до положения, когда прорезь ходовой визирки окажется на линии, соединяющей прорези постоянных визирок, то есть на визирной линии.

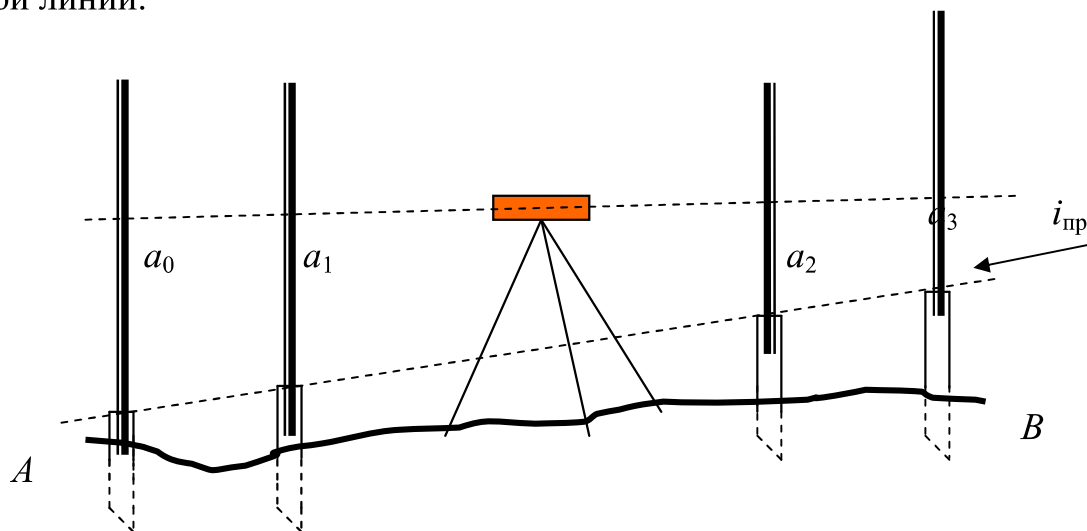


Рис. 94. Разбивка горизонтальным лучом визирования

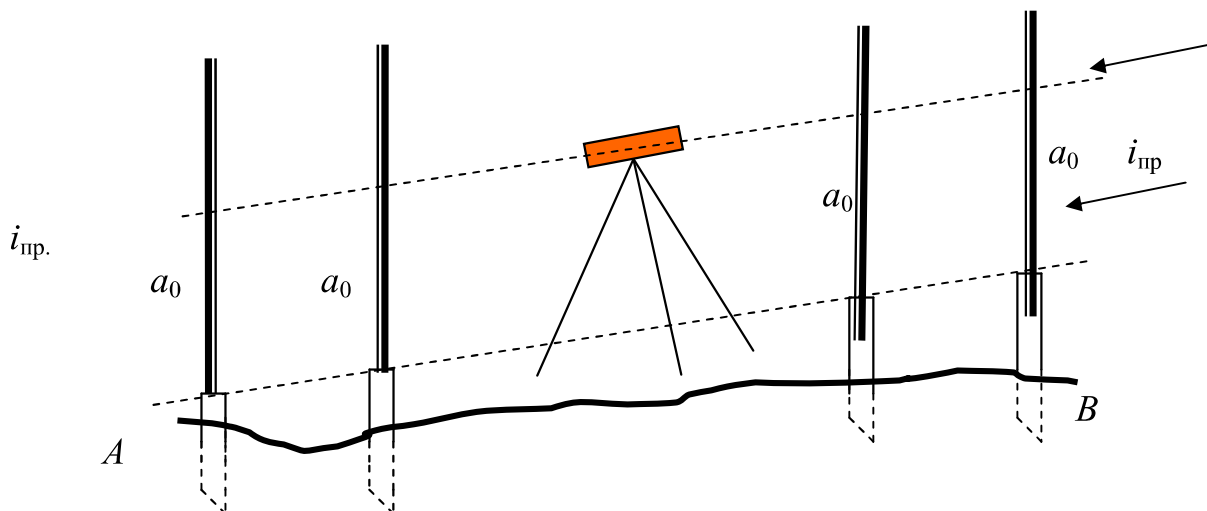


Рис. 95. Разбивка наклонным лучом визирования

Если в натуре задается линия определенного уклона, для последующей отрывки траншей, каналов, кюветов с помощью землеройных машин, то задачу соблюдения проектного уклона дна можно автоматизировать. Например, используя лазерные приборы или электронно-оптический прибор управления лучом ПУЛ-3 (раздел 9.2). Этот прибор включает в себя два блока: передающий и приемный.

Передающий блок устанавливают в центре строительной площадки над точкой с известной высотой, а приемный – на рабочем органе землеройной машины (например, на ковше экскаватора).

Исследования показали, что применение этих приборов повышает производительность землеройных машин на 20–70%, сокращает в 2–3 раза нивелирные работы и обеспечивает точность соблюдения проектного уклона ± 5 см на расстоянии до 800 м.

3. Построение на местности горизонтальной и наклонной плоскости

Участок местности, подлежащий планировке, разбивают на квадраты со сторонами 10–20 м и вершины закрепляют колышками (рис. 96). Для построения горизонтальной плоскости выносят на местность одну точку с проектной отметкой, равной отметке плоскости. Затем устанавливают нивелир в середине участка – (два подъемных винта по направлению одной диагонали участка, один – по другой) и горизонтальным лучом визируют на рейку, устанавливаемую поочередно в каждую вершину квадратов, и добиваются, чтобы отсчеты по ней были равны отсчету на исходной вынесенной точке. Если в камеральных условиях были вычислены рабочие отметки вершин квадратов, то построение проектной плоскости сводится к записи на каждом колышке соответствующей рабочей отметки.

Работы, связанные с заданием на местности проектных точек, линий и плоскостей по высоте, называют выносом в натуру проекта вертикальной планировки. Необходимые данные получают с генерального плана и с проекта вертикальной планировки.

Плоскость заданного уклона можно построить путем разбивки в натуре нескольких параллельных линий (профилей) с уклоном, равным заданному уклону плоскости. При этом каждая линия разбивается описанным выше способом. Начальные точки профилей должны быть заданы на генеральном плане.

Задать в натуре наклонную плоскость можно и с помощью наклонного луча визирования. В этом случае по проекту вертикальной планировки (РГР №3) определяют направление линии AB с нулевым уклоном и переносят это направление на местность. Затем из любой точки C на прямой AB восстанавливают перпендикуляр CD и устанавливают точку D на такой отметке, чтобы уклон линии CD был равен проектному. В точке C устанавливают нивелир и вращением подъемного винта наклоняют зрительную трубу до тех пор, пока отсчет по установленной в точке D рейке не станет равным высоте инструмента. В этом положении визирный луч будет параллелен линии CD и иметь проектный

уклон. Отсчеты по рейке, установленной на забитые под проектную отметку колышки, во всех точках запроектированной наклонной плоскости будут одинаковыми и равными высоте инструмента. Количество вынесенных в натуру проектных точек может быть произвольным.

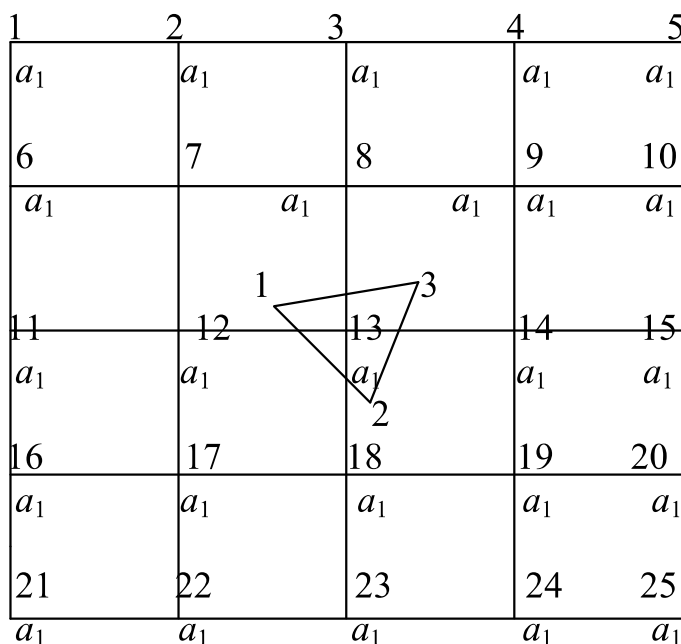


Рис. 96. Построение на местности горизонтальной плоскости

Развитие плановой и высотной геодезической основы на строительной площадке

В предыдущих разделах уже отмечалось, что плановым обоснованием геодезических съемок, по результатам которых составляют топографическую основу для генеральных планов в масштабах 1:500-1:5 000, служат пункты триангуляции, полигонометрии и трилатерации. Высотным обоснованием служат марки и реперы нивелирной сети.

Для нормальных условий на 10 га предполагаемого участка строительства должен приходиться один пункт триангуляции или полигонометрии. На участках площадью до 50 км² плановой съемочной основой могут служить полигонометрические ходы повышенной точности и 1-го разряда или аналитические сети соответствующей точности.

Затем от опорных точек развивают рабочее обоснование и производят съемки.

Высотная опорная сеть создается методами геометрического или тригонометрического нивелирования в зависимости от требуемой точности. Она подразделяется на основную и дополнительную. В качестве основной сети служат пункты нивелирования 2-х и 3-х классов, в качестве дополнительной –

пункты 4-го класса и технического нивелирования, а также нулевые точки⁴, отмечаемые на стенах зданий.

Наряду с понятием «съёмочная опорная сеть» существует понятие «разбивочная опорная сеть» или «геодезическая разбивочная основа». Пункты и реперы геодезической разбивочной основы служат для проведения строительства в единой системе координат и высот. От этих пунктов осуществляется вынос в натуру осей строящегося объекта, определение отметок. Все работы по переносу проекта в натуру называют разбивочными или просто разбивками.

1. Геодезическая разбивочная основа для строительства

Создание геодезической разбивочной основы для строительства регламентирует СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строительстве».

Геодезическую разбивочную основу на строительной площадке или вблизи объекта строительства следует создавать в виде сети закрепленных знаками геодезических пунктов в местах, обеспечивающих их сохранность на весь период строительства с учетом удобства, определения положения здания (сооружения) на местности и обеспечивающих выполнение дальнейших построений и измерений в процессе строительства с необходимой точностью.

Разбивочная основа для строительства строится в несколько этапов, причем точность построения сетей возрастает от этапа к этапу. Она подразделяется на плановую и высотную основу, но эти пункты желательно совмещать.

1) *Разбивочная сеть строительной площадки* создается для выноса в натуру основных или главных разбивочных осей здания (сооружения), а также, при необходимости, для построения внешней разбивочной сети здания (сооружения), производства исполнительных съемок, наблюдения за осадками и другими деформациями. Плановую разбивочную сеть строительной площадки следует создавать в виде:

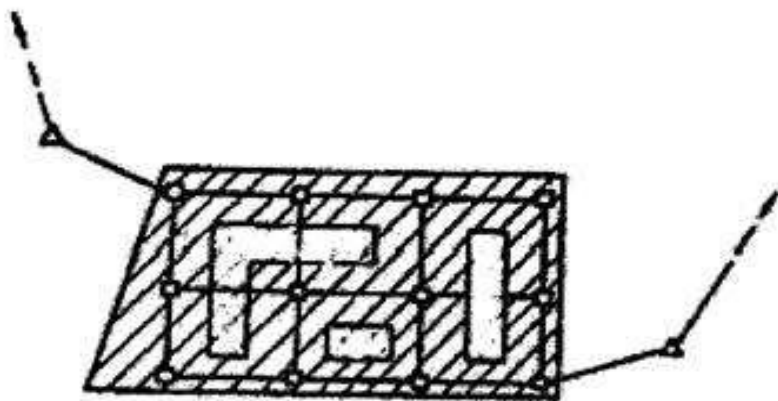
а) красных или других линий регулирования застройки;

б) строительной сетки, как правило, с размерами сторон 50; 100; 200 м и других видов геодезических сетей.

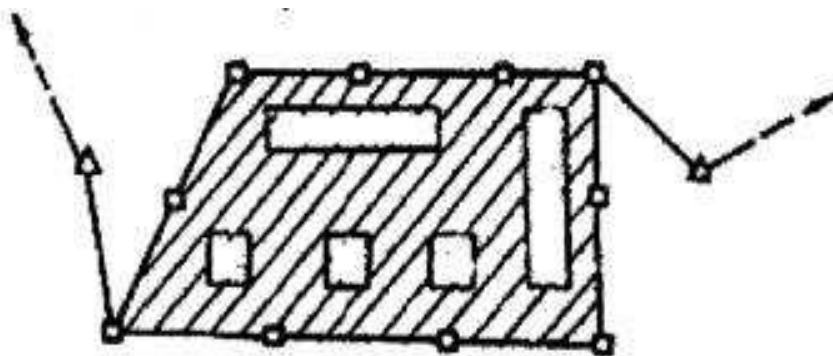
2) *Внешняя разбивочная сеть здания* (сооружения) создается для перенесения в натуру и закрепления проектных параметров здания (сооружения), производства детальных разбивочных работ и исполнительных съемок. Внешнюю разбивочную сеть здания (сооружения) следует создавать в виде геодезической сети, пункты которой закрепляют на местности основные (главные) разбивочные оси, а также углы здания (сооружения), образованные пересечением основных разбивочных осей. Для обеспечения сохранности пунктов необходимо закладывать по 4 пункта на каждую ось.

3) *Внутренняя разбивочная сеть здания* (сооружения) должна создаваться в виде сети геодезических пунктов на исходном и монтажных горизонтах здания (сооружения). Она создается для разбивки детальных осей на монтажном горизонте.

а) в виде строительной сетки



б) в виде красных линий



в) в виде центральной системы

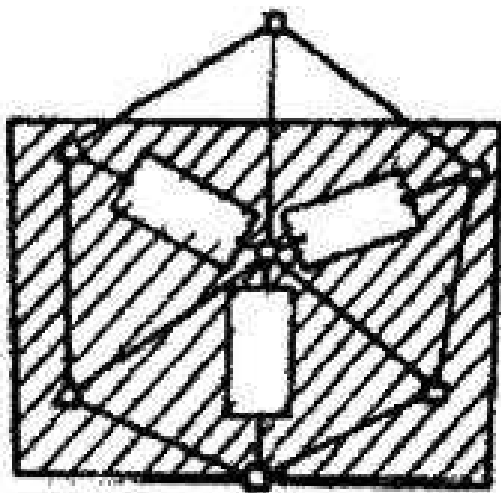


Рис. 97. Способы создания плановой сети строительной площадки

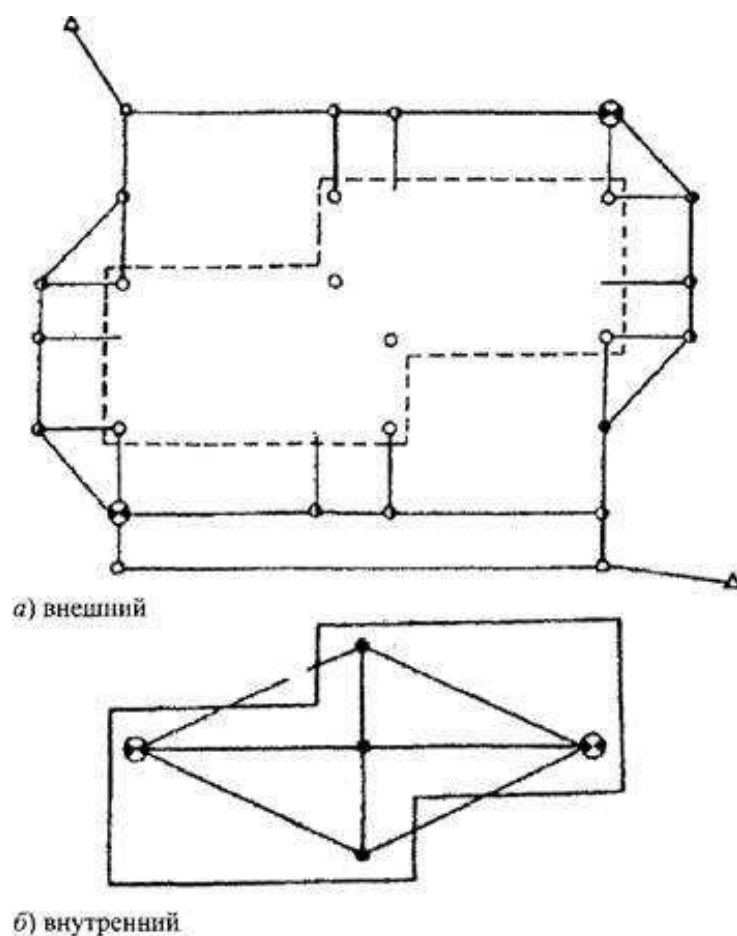
Внутренняя разбивочная сеть строится в виде базисных фигур, которые, как правило повторяют конфигурацию здания. Внутренняя сеть переносится с этажа на этаж методом вертикального проецирования или проецирования наклонным визирным лучом.

Таблица 9

Точность построения разбивочной сети строительной площадки

Характеристика объектов строительства	Величины среднеквадратических погрешностей построения разбивочной сети строительной площадки			Предельная погрешность взаимного положения смежных пунктов геодезической сети плоских прямоугольных координат системе МСК-	Плотность пунктов опорной геодезической сети (застроенной (незастроенной) территории)
	Угловые измерения, с	Линейные измерения	Определение превышения на 1 км хода, (отметок смежных реперов), мм		
1 Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью более 1 км ² ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки	3	$\sqrt{25000}$ или $(2 + 10_{ppm})^*$	3 (10)	50	16 (4)
2 Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью менее 1 км ² ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки	5	$\sqrt{10000}$ $(5 + 10_{ppm})^*$	6 (5)	30	9
3 Отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки менее 10 тыс. м ² ; дороги, инженерные сети в пределах застраиваемых территорий	10	$\sqrt{15000}$ $(10 + 10_{ppm})^*$	10 (5)	20	4 (16); для сетей и дорог пункты располагать не реже, чем через 100 м, параллельно осям трасс и в точках резкого излома трасс
4 Дороги, инженерные сети вне застраиваемых территорий; земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	30	$\sqrt{12000}$ $(20 + 10_{ppm})^*$	5 (10)	50	Для сетей и дорог — то же, что и в 3; для земляных сооружений и вертикальной планировки — согласно ППГР и картограмме

* Соответствует $(2 \text{ мм} + 10S^{-6})$, где S — измеренное расстояние между пунктами, мм.



Условные обозначения: \ominus – репер, совмещенный с осевым знаком; \odot – временный осевой знак, конструкция которого приведена в обязательном приложении К; \bullet – постоянные осевые знаки, конструкции которых приведены в приложении К [3]; \circ – осевой знак на здании; \square – пункты разбивочной сети строительной площадки; \triangle – пункты геодезической сети

Рис. 98.Схемы разбивочных сетей здания

Нивелирные сети строительной площадки и внешней разбивочной сети здания (сооружения) создаются в виде нивелирных ходов, опирающихся не менее чем на два репера местной или государственной геодезической сети.

2 Пространственные сети из пленочных отражателей

На строительной площадке очень часто возникает вопрос обеспечения сохранности геодезических пунктов и удобства их использования. В связи с развитием электронных тахеометров широкое применение нашел новый способ создания разбивочной основы для строительства. Суть способа заключается в том, что вместо грунтовых пунктов закрепления основных осей здания применяют пленочные отражатели, которые расклеивают на окружающих объектах (дома, столбы).

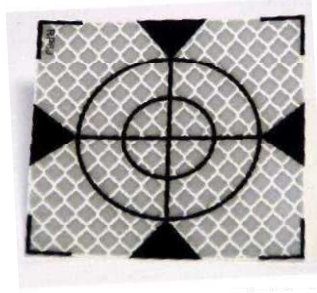


Рис. 99. Пленочный отражатель для тахеометра

Пленочный отражатель представляет собой кусочек специального пластика с нанесенной на него разметкой и служит визирной целью для электронных тахеометров.

На первом этапе определяют координаты отражателей. Для исключения ошибки исходных данных координаты стараются определять с одной станции. Далее можно установить тахеометр в любом удобном месте и определить координаты точки стояния путем обратной засечки по отражателям. Такая методика называется «работа со свободной станции». В этом случае инструмент не надо центрировать и определять высоту инструмента. Ориентирование тахеометра осуществляется по этим же пленочным отражателям автоматически. Таким образом, мы получаем возможность выноса в натуру точек по координатам с любого удобного места.

3. Строительная сетка

Строительная сетка представляет собой сеть квадратов или прямоугольников со сторонами 400, 200 и 100 м, параллельными основным осям сооружения, проездам и красным линиям застройки. Для генерального плана строительная сетка служит системой координат и поэтому называется еще координатной сеткой. Все элементы генерального плана (оси, углы зданий и т.д.) определяются плоскими прямоугольными координатами в системе строительной координатной сетки. Вертикальная планировка осуществляется также от вершин квадратов или прямоугольников сетки, на которые передается отметка. Поэтому, чтобы перенести все элементы проекта в натуру, необходимо в натуре иметь такую же систему отсчета (координат), что и в проекте, т.е. на местности необходимо разбить строительную координатную сетку, в системе которой разработан генеральный план. В последующем эта сетка является основой разбивочных работ. Относительно нее разбивают главным образом основные оси зданий и сооружений. Создание строительной сетки – весьма ответственный вид работ, который поручают высококвалифицированным геодезистам. Современное строительство требует точности построения сетки не ниже 1:10 000 (точность полигонометрии 1 разряда), а высот вершин квадратов не ниже точности нивелирования 3-го и 4-го классов. Процесс создания строительной координатной сетки предполагает следующие последовательно выполняемые этапы:

1. Проектирование;
2. Предварительная разбивка сетки на местности;

3. Определение координат пунктов предварительно разбитой на местности сетки;

4. Корректирование (редуцирование); передача отметок на вершины квадратов строительной сетки.

Проектирование строительной сетки осуществляется на генеральном плане, выполненном на качественной топографической основе. При проектировании необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Линии сетки должны быть параллельны основным осям зданий и проходить настолько близко к контурам сооружений, чтобы обеспечивались максимальные удобства выполнения основных разбивочных работ;

2. Основные возводимые здания должны размещаться по возможности внутри фигур сетки, чтобы не нарушать видимость вдоль линий сетки;

3. Пункты строительной сетки должны быть размещены с расчетом долговечной сохранности максимального их числа, в зависимости от горизонтальной и вертикальной планировки строительной площадки;

4. Расположение пунктов сетки должно обеспечивать удобство угловых и линейных измерений при разбивке их в натуре.

Предварительная разбивка строительной сетки ведется по принципу перехода от общего к частному, от более точного к менее точному. Для этого на генеральном плане выбирают основные точки и линии сетки, которые переносят в натуре с наибольшей точностью. Затем путем решения обратных геодезических задач привязывают эти точки к пунктам съемочной геодезической основы, имеющейся на местности. С пунктов съемочной основы методом засечек выносят в натуре основные точки строительной сетки. Каждый пункт должен быть определен не менее чем 2–3 засечками.

От основных пунктов путем провешивания, линейных измерений и откладывания углов 90° строят все остальные фигуры строительной сетки, закрепляя вершины временными знаками в виде деревянных столбов 0,5–1,0 м, забиваемых почти вровень с землей.

Определение координат пунктов предварительно разбитой на местности сетки преследует цель – определить величину отклонения в положении пунктов местности от их проектного положения. Наиболее распространенным методом определения координат вершин сетки является метод полигонометрии.

Редуцирование (исправление) строительной сетки выполняется в процессе закладки постоянных знаков и заключается в смещении временных знаков по осям абсцисс и ординат на величину вычисленных разностей координат.

Передача абсолютных отметок на вершины фигур строительной сетки осуществляется в последнюю очередь. С этой целью по направлению ходов полигонометрии повышенной точности и 1-го разряда прокладываются нивелирные ходы 3-го класса, по остальным – 4-го класса.

После этого сетка может быть использована для разбивочных работ. Как уже упоминалось, разбивка сооружений на местности относительно строительной сетки производится способом перпендикуляров. Величина перпендикуля-

ров определяется обычно как разность координат выносимой в натуру точки и координат ближайшей вершины квадрата, в котором эта точка расположена.