

Глава 2. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

2.1. Состав сетей геодезической основы для строительства

При строительстве магистральных нефтепроводов следует соблюдать требования СНиП 11-02-96, СНиП 3.01.03-84, СП 11-104-97, согласно которым инженерно-геодезические изыскания в период строительства магистрального нефтепровода и сопутствующих технологических объектов должны обеспечивать следующий комплекс работ:

создание геодезической разбивочной основы для строительства;
вынос в натуру основных или главных разбивочных осей зданий и сооружений;
геодезические разбивочные работы в процессе строительства,
геодезический контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений в процессе строительства;
исполнительные геодезические съемки построенных зданий, сооружений и инженерных коммуникаций (с нанесением границ землепользования);
наблюдение за деформациями оснований зданий и сооружений;
наблюдение за состоянием рельефа берегов и пойм на участках подводных переходов в процессе мониторинга;
геодезические работы при монтаже оборудования;
составление исполнительной геодезической документации.

Геодезической основой при производстве инженерно-геодезических изысканий на этапе строительства сооружений служат *геодезические разбивочные сети*, которые создаются специально для производства разбивочных работ. Однако для разбивки сооружений могут быть использованы и пункты других сетей [27] (рис. 2.1):

пункты государственных геодезических сетей (плановых и высотных), в том числе пункты спутниковых геодезических определений координат;
пункты опорной геодезической сети, в том числе геодезических сетей специального назначения¹ для строительства;
точки (пункты) плано-высотной съёмочной геодезической сети (постоянного съёмочного обоснования²) и фотограмметрического сгущения.

¹ *Геодезическая сеть специального назначения* (специальная геодезическая сеть) – разновидность опорных геодезических сетей, в которой плотность, точность определения положения и условия закрепления на местности геодезических пунктов устанавливаются в программе инженерных изысканий на основании расчетов для конкретных объектов строительства [27].

² *Постоянное съёмочное обоснование* – разновидность съёмочной геодезической сети, состоящая из фиксированных на местности характерных точек капитальных зданий и сооружений, обеспечивающих в качестве пунктов планового и (или) высотного обоснования производство топографических съемок и разбивочных работ. Точками постоянного съёмочного обоснования могут служить элементы ситуации (центры

В целом геодезическую основу для строительства определяют как совокупность пунктов (точек) геодезических сетей на территории изысканий (районе, площадке, участке, трассе), используемых при осуществлении строительной деятельности и включающих государственные, опорные и съёмочные геодезические сети, а также пункты геодезической разбивочной основы [27].



Рис. 2.1. Виды геодезической основы

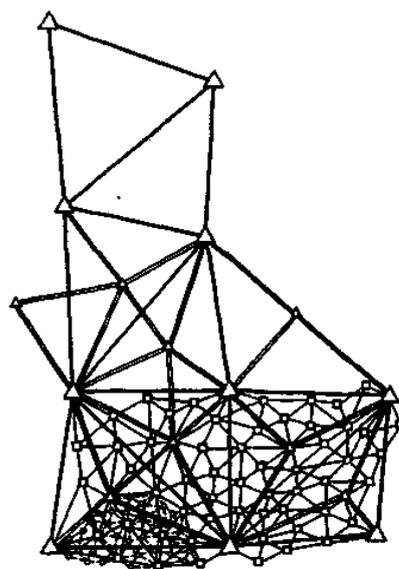
2.2. Государственная геодезическая сеть

Геодезическая сеть – это система закреплённых на местности точек, положение которых определено в единой системе координат и высот с определённой точностью. По территориальному признаку геодезические сети подразделяются на глобальные (общеземные), национальные (государственные), сети сгущения и местные сети.

К национальным геодезическим сетям относятся: Государственная геодезическая сеть (плановая) (рис. 2.2), Государственная нивелирная сеть (высотная), Государственная гравиметрическая сеть.

Точки государственных сетей закрепляют на местности постоянными знаками – центрами и реперами.

смотровых колодцев, углы кварталов, углы зданий, опоры линий электропередачи и т.п.) [27].



К л а с с ы:
 Δ 1-й, Δ 2-й, \square 3-й, \circ 4-й

Рис. 2.2. Схема построения государственных плановых геодезических сетей 1,2,3 и 4-го классов методом триангуляции [34]

Конструкции центров обеспечивают их сохранность и неизменность положения в течение длительного периода времени. Как правило, подземный центр представляет собой бетонный монолит (рис. 2.3), закладываемый ниже глубины промерзания грунта и не в насыпной массив. У поверхности земли в монолите устанавливают чугунную марку, на которой наносят центр в виде креста или точки. Положению этого центра соответствуют координаты X и Y и во многих случаях отметки H.

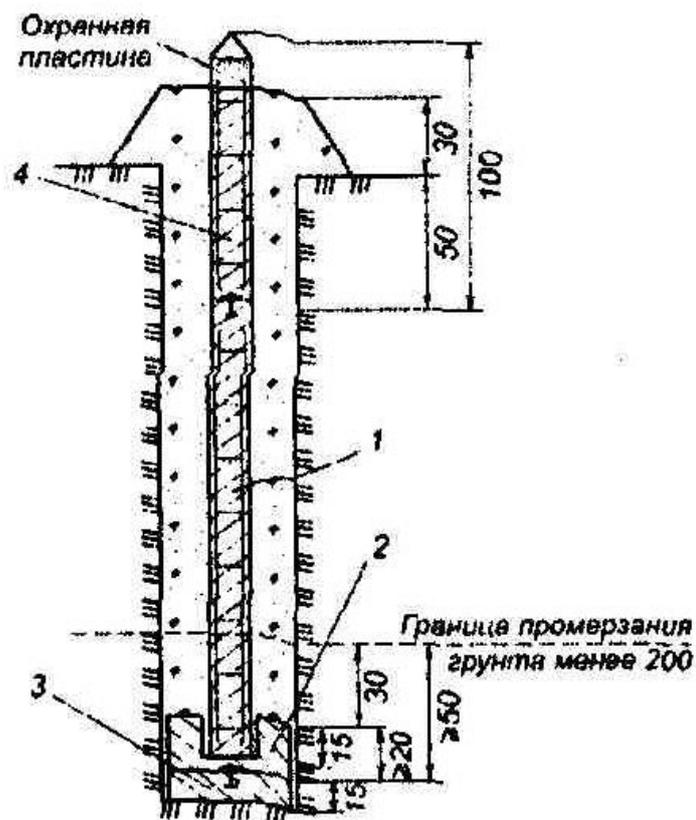


Рис. 2.3. Центр пункта государственной геодезической сети: 1 – железобетонный пилон, 2 – бетонные плиты, 3 – нижний центр с маркой, 4 – опознавательный столб с охранной пластиной [18]

Для того чтобы с одного знака был виден другой (смежный), над подземными центрами устанавливают наружные знаки в виде металлических или деревянных трех- или четырехгранных пирамид или сигналов [16].

Пирамиды или сигналы имеют высоту 3... 30 м и более. На рис. 2.4 изображен геодезический сигнал 3 с подземным центром 2, столиком 5 для установки измерительных приборов и настилом 4 для работы с него наблюдателя. Верх сигнала или пирамиды заканчивается визирной целью 6, на которую при измерении углов направляют зрительную трубу теодолита.

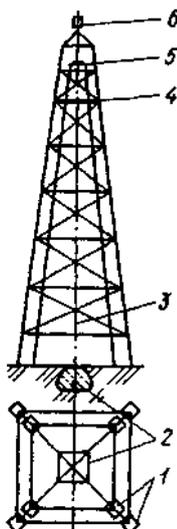


Рис. 2.4. Наружный металлический сигнал над подземным центром плановой сети: 1 – фундаменты, 2 – центр, 3 – сигнал, 4 – настил, 5 – столик, 6 – визирная цель [34]

2.3. Опорная геодезическая сеть как геодезическая основа для строительства

Опорные сети³ (сети сгущения) строят для дальнейшего увеличения плотности (числа пунктов, приходящихся на единицу площади) государственных сетей. Опорная геодезическая сеть должна проектироваться с учетом ее последующего использования при геодезическом обеспечении строительства и эксплуатации объекта.

Плотность пунктов опорной геодезической сети при производстве инженерно-геодезических изысканий устанавливают в программе изысканий из расчета [27]:

не менее четырех пунктов на 1 км² на застроенных территориях;
 один пункт на 1 км² на незастроенных территориях.

Предельная погрешность (предельная ошибка) взаимного планового положения смежных пунктов опорной геодезической сети после ее уравнивания не должна превышать 5 см [27].

Закрепление пунктов опорной геодезической сети на местности и их наружное оформление осуществляют в соответствии с требованиями нормативных документов Роскартографии («Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей СССР») и с учетом требований производственно-отраслевых (ведомственных) нормативных документов по производству инженерно-геодезических изысканий для

³ *Опорная геодезическая сеть* – геодезическая сеть заданного класса (разряда) точности, создаваемая в процессе инженерных изысканий и служащая геодезической основой для обоснования проектной подготовке строительства, выполнения топографических съемок, аналитических определений положения точек местности и сооружений, для планировки местности, создания разбивочной основы для строительства, обеспечения других видов изысканий, а также выполнения стационарных геодезических работ и исследований [27].

отдельных видов строительства (гидротехническое, энергетическое, транспортное, мелиоративное и др.).

Высотная привязка центров пунктов опорной геодезической сети производится нивелированием IV класса или техническим (тригонометрическим) нивелированием с учетом типов заложённых центров, а также на основе использования спутниковой геодезической аппаратуры [27].

Плановое положение пунктов опорной геодезической сети при инженерно-геодезических изысканиях для строительства определяют методами *триангуляции, полигонометрии, трилатерации, построения линейно-угловых сетей*, а также на основе использования *спутниковой геодезической аппаратуры* (приемники GPS и др.) и их сочетанием [23].

2.3.1. Полигонометрические сети

Полигонометрические сети являются наиболее распространенным видом инженерно-геодезических опорных сетей. Полигонометрические сети состоят из полигонометрических ходов, аналогичных теодолитным ходам. В этих ходах линии и углы измеряют с большой точностью. В отличие от триангуляции и трилатерации полигонометрия позволяет расположить пункты в стесненных для видимости местах, например, в тоннелях или между высокими зданиями, когда можно обеспечить видимость только в двух направлениях [34].

Ходы подразделяют по видам, форме и способам измерений. Ходы бывают разомкнутые и замкнутые, вытянутые, пересекающиеся (с узловыми точками в пересечениях (рис. 2.5) и в виде системы полигонов. Вид зависит от площади объекта, его формы, обеспеченности исходными пунктами.

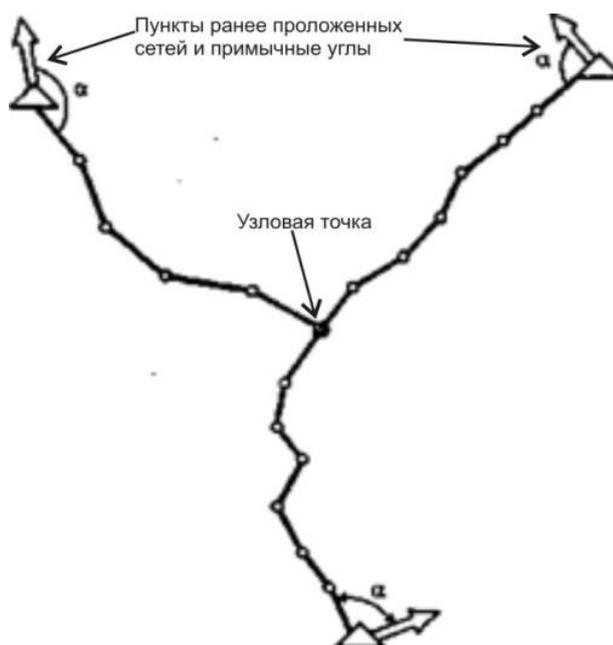


Рис. 2.5. Схема сети полигонометрии [34]

Наиболее широко применяемые в практике инженерно-геодезических

работ полигонометрические сети состоят из ходов 4 класса, 1 и 2 разрядов. При этом полигонометрия 4 класса существенно отличается от той же полигонометрии, создаваемой для построения государственной геодезической сети, допустимыми длинами ходов и ошибками измерения углов. Основные характеристики полигонометрии приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Технические характеристики полигонометрических ходов [34]

Показатель	4-й класс	1-й разряд	2-й разряд
Предельные длины ходов, км....	15	5	3
Периметры полигонов, образованные полигонометрическими ходами в свободных сетях, км, не более	30	15	9
Длины сторон хода, км	0,25.. .2,0*	0,12.. .0,8	0,08.. .0,35
Длина хода от узловой точки до пункта высшего класса или разряда, км, не более	7	3	2
Число сторон в ходе, не более	15	15	15

Относительная невязка хода, не более	1:25000	1:10000	1:5000
Средняя квадратическая погрешность измеренного угла (по невязкам в полигонах), не более	3"	5"	10"
Угловая невязка хода или полигона	$5\sqrt{n}$	$10\sqrt{n}$	$20\sqrt{n}$

*Первые значения соответствуют открытой, равнинной местности, а вторые – залесённой, горной.

При проектировании полигонометрической сети стремятся не допускать близкого расположения пунктов, принадлежащих разным ходам, так как в этом случае ошибка их взаимного положения может значительно превосходить ошибки соединяющего их хода, что затруднит их использование в качестве исходных данных для сетей более низкого класса точности.

2.3.2. Сети триангуляции

Триангуляционные сети строятся методом триангуляции. Метод триангуляции – построение на местности цепочки треугольников, в которых измеряют все углы α и некоторые из сторон S (рис. 2.7).

Триангуляцию применяют в качестве исходного построения на значительных по площади или протяженности объектах в открытой пересеченной местности.

При построении сетей сгущения методом триангуляции необходимо руководствоваться требованиями нормативных документов [24]. Триангуляция как разбивочная основа для строительства создается 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов (табл. 2.2).

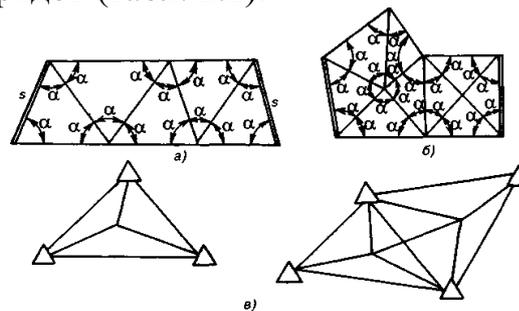


Рис. 2.6. Схемы триангуляции при строительстве [34]: а – линейно-протяженных объектов, б – городских и промышленных объектов, в – вставки пунктов в ранее созданные сети

Таблица 2.2

Технические характеристики триангуляции [34]

Показатель	4-класс	1-й разряд	2-й разряд
Длина стороны треугольника, км	1...5	0,5.. .5	0,25.. .3

Относительная средняя квадратическая погрешность: базисной (выходной) стороны, не более определяемой стороны сети в наиболее слабом месте, не более	1:100000	1:50000	1:20000
	1:50000	1:20000	1:10000
Наименьшее значение угла треугольника между направлениями данного класса (разряда)	20°	20°	20°
Предельная невязка в треугольнике, не более	8"	20"	40"
Средняя квадратическая погрешность измеренного угла (вычисленная по невязкам треугольников), не более	2"	5"	10"
Предельная длина цепи треугольников, км	10	5	3

2.3.3. Сети трилатерации

Это метод построения сети из треугольников (рис.2.7), в которых измеряют только стороны. Сети трилатерации строят обычно на небольших объектах, где требуется высокая точность.

Трилатерация как основа для строительства создается в виде сетей 4-го класса, 1-го и 2-го разрядов. Технические характеристики трилатерации приведены в табл. 2.3 [34].

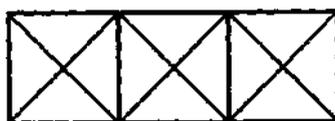


Рис. 2.7. Схема цепочки треугольников сети трилатерации

Таблица 2.3

Технические характеристики трилатерации [34]

Показатель	4-й класс	1-й разряд	2-й разряд
Длина стороны треугольника, км	1...5	0,5.. .5	0,25.. .3
Относительная средняя квадратическая погрешность измерения сторон (по внутренней сходимости), не более	1:100000	1:50000	1:20000
Наименьшее значение угла	20"	20"	20"

треугольника			
Предельная длина цепи треугольников, км.	10	5	3

2.3.4. Линейно-угловые сети

Линейно-угловые сети (рис. 2.8) – это система точек, образующих геометрические фигуры, в которых измерены все углы, все или часть сторон. Такие сети стали возможны в связи с широким распространением светодальномерной техники. Оригинальным с точки зрения ранее известных в геодезической практике построений основ является четырехугольник, в котором не измеряют диагонали [34].

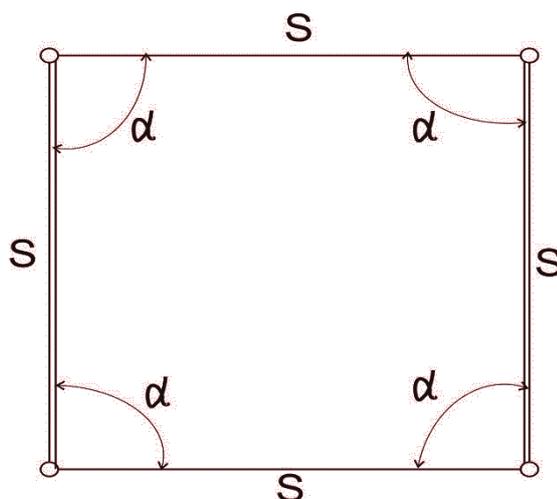


Рис. 2.8. Схема линейно-угловой сети в виде четырехугольника без измеряемых диагоналей

Бездиагональные четырехугольники применяют, как правило, при проектировании и разбивке строительных сеток. Линейно-угловые сети позволяют вычислять координаты пунктов точнее примерно в 1,5 раза, чем в сетях триангуляции и трилатерации, при сохранении геометрических параметров и точности измерений [34].

2.3.5. Высотные сети

В качестве высотной основы для создания топографических планов, производства разбивочных работ и для наблюдений за осадками инженерных сооружений используют систему знаков, абсолютные высоты которых определяют проложенным нивелирным ходом II, III и IV классов (табл. 2.4). Высотные опорные сети, как правило, опираются не менее чем на два репера государственного нивелирования более высокого класса. Однако бывают случаи, особенно при наблюдениях за деформациями инженерных сооружений, когда высотная опорная сеть является свободной и лишь для привязки опирается на один репер государственной сети [34].

Таблица 2.4

Характеристика ходов нивелирования высотных опорных сетей [34]

Основные показатели	Классы нивелирования
---------------------	----------------------

	II	III	IV
Средняя квадратическая ошибка нивелирования на 1 км хода, мм	2	5	10
Допустимые невязки и расхождения сумм превышений прямого и обратного ходов, мм	5	10	20
Максимальная длина хода, км:			
замкнутого	40	25	10
между пунктами высшего класса	—	15	5
между узловыми точками	10	5	3
Наибольшее расстояние от нивелира			
до рейки, м	75	75	100
Наименьшая высота визирного луча, м	0,5	0,3	0,2

2.4. Разбивочная геодезическая основа

2.4.1. Виды разбивочных сетей строительной площадки

Геодезическая разбивочная основа создаётся в районах строительства в виде сети закреплённых знаками пунктов, привязанных к пунктам государственной геодезической сети. Чертёж геодезической разбивочной основы составляют на основе стройгенплана объекта строительства и генерального плана.

Работы по созданию разбивочных сетей выполняют по проекту, который разрабатывают в масштабе генерального плана [27]. При его составлении собирают сведения, относящиеся к геодезическим сетям во всех организациях, производящих работы на территории города или поселка в районе строительства. По собранным материалам составляют схему расположения пунктов ранее выполненных опорных геодезических сетей всех классов и разрядов в пределах территории предстоящих работ.

Инженерно-геодезические сети обладают рядом характерных особенностей:

- сети часто создаются в условной системе координат;
- форма сети определяется обслуживаемой территорией или формой объектов, группы объектов;
- сети имеют ограниченные размеры, часто с незначительным числом фигур или полигонов;
- длины сторон, как правило, короткие;
- к пунктам сети предъявляются повышенные требования по стабильности положения в сложных условиях их эксплуатации;
- условия наблюдений, как правило, неблагоприятные.

Согласно [23] геодезическая разбивочная основа для строительства состоит из двух видов сетей – *разбивочной сети строительной площадки* и *внешней разбивочной сети зданий* (сооружений). Разбивочная сеть строительной площадки создаётся для выноса в натуру основных или главных осей зданий и сооружений, производства исполнительных съёмок. Внешняя разбивочная сеть зданий и сооружений создаётся для перенесения в

натуру и закрепления проектных параметров здания (сооружения), производства детальных разбивочных работ и исполнительных съёмок.

Плановую разбивочную основу создают в виде строительной сетки, системы красных и других линий регулирования застройки (основных или главных осей, определяющих габариты зданий и сооружений), сетей триангуляции или трилатерации, полигонометрических и линейно-угловых ходов; высотную – в виде нивелирных ходов, опирающихся не менее чем на два репера государственной (опорной) геодезической сети [27, 23]. Пункты нивелирных ходов по возможности совмещают с пунктами плановой разбивочной сети.

Выбор вида построения разбивочной сети строительной площадки определяется:

- типом объекта, его формой и занимаемой площадью;
- назначением сети;
- физико-географическими условиями;
- требуемой точностью построения;
- наличием измерительных средств у исполнителя работ.

Развитие измерительных средств во многом определяет выбор метода построения опорных сетей. Широкое внедрение в производство электронных тахеометров привело к тому, что линейно–угловые сети и полигонометрия используются наиболее часто.

Высотные опорные сети создают, как правило, методом геометрического нивелирования в виде одиночных ходов или систем ходов и полигонов, проложенных между исходными реперами. Использование электронных тахеометров позволяет заменять в отдельных случаях метод геометрического нивелирования методом тригонометрического.

Для строительства промышленных комплексов разбивочную сеть создают в виде *строительной сетки* (рис. 2.9, а).

Для строительства уникальных сооружений, требующих высокой точности производства разбивочных работ, строятся специальные *линейно-угловые сети, микротриангуляция, микротрилатерация* в виде систем прямоугольников, центральных или радиально-кольцевых сетей (рис. 2.9, б).

Для строительства жилых и гражданских зданий (сооружений) разбивочную сеть строительной площадки создают в виде сетей *красных линий регулирования застройки*⁴ (рис. 2.10), для строительства подземных инженерных сетей – в виде *сетей теодолитных ходов* (рис. 2.9, в).

⁴ Границы между улицами и домами внутри квартала, жилыми и промышленными зонами, зонами зеленых массивов называют красными линиями. Их форма - прямые и сопрягаемые с ними кривые линии. Красные линии проектируют на планах, где уже нанесены основные элементы существующей застройки. Масштабы таких планов, как правило, 1:2000. Исходным материалом для проектирования служат координаты углов уже построенных и не сносимых по реконструкции зданий (опорных). Эти координаты либо определяют от ранее проложенных геодезических сетей, либо снимают графически

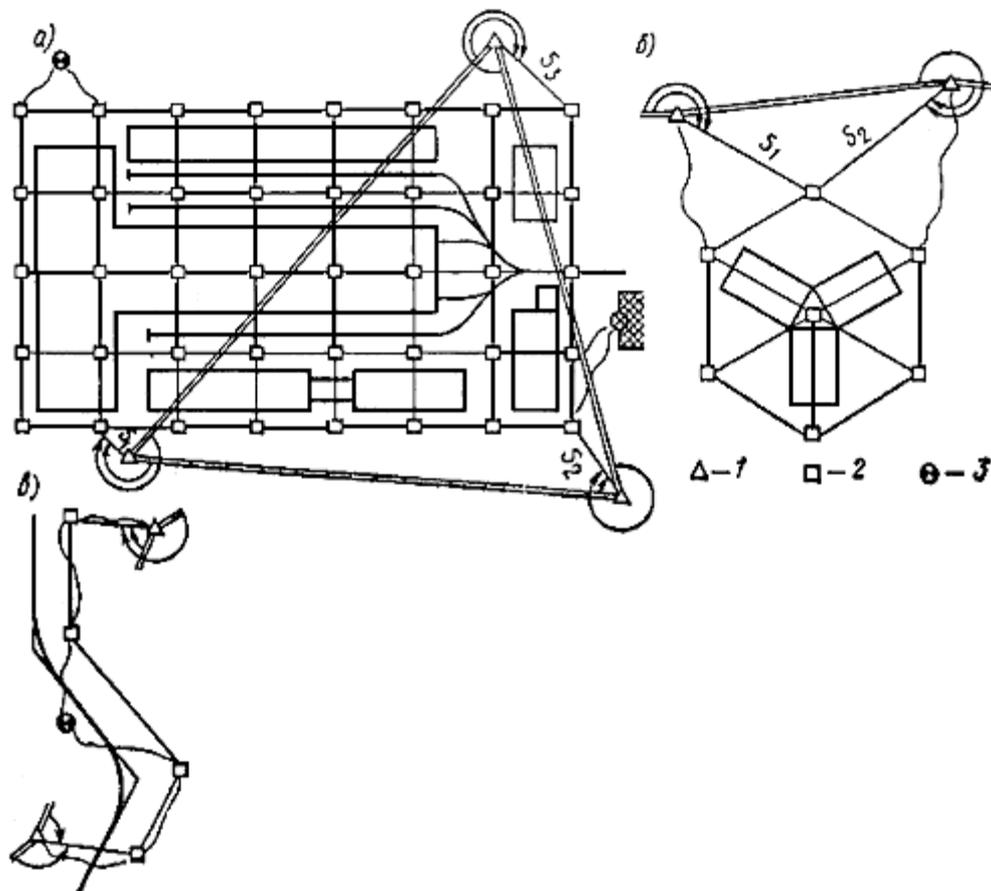


Рис. 2.9. Виды разбивочных сетей: а – строительная сетка; б – центральная система; в – теодолитный ход; 1 – пункты государственной геодезической сети; 2 – пункты разбивочной сети строительной площадки; 3 – репер [20]

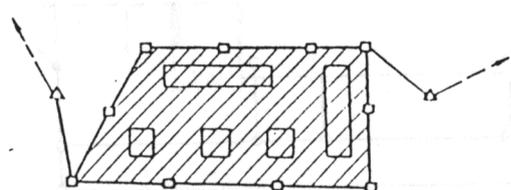


Рис. 2.10. Схема расположения красных линий [23]

2.4.2. Геодезическая строительная сетка

2.4.2.1. Общие положения

На строительной площадке разбивочную основу чаще всего создают в виде строительной сетки (системы смежных квадратов или прямоугольников).

с плана. Если красные линии продолжают ранее проложенные, исходными данными служат ранее вычисленные координаты пунктов красных линий.

В зависимости от назначения строительной сетки и типа строящегося объекта длину стороны квадрата сетки принимают от 10 до 400 м. Наибольшее распространение получила сетка со стороной 200 м. В цеховых условиях для расстановки технологического оборудования сетку проектируют со стороной 10–20 м.

Пункты сетки закрепляют надежными центрами в местах, где может быть обеспечена их сохранность на весь период строительства.

2.4.2.2. Проектирование сетки

Проектирование выполняют на генеральном плане будущего сооружения.

Строительные разбивочные сетки создаются на местности в соответствии с проектом производства геодезических работ (ППГР). Принципы расположения их следующие:

линии сетки располагают параллельно главным осям сооружений;

линии сетки располагаются вблизи контуров объектов;

возводимое сооружение не должно закрывать видимость между линиями сетки.

2.4.2.3. Обозначение пунктов сетки

Для удобства составления разбивочных чертежей и ведения геодезических работ координаты пунктов строительной сетки чаще всего вычисляют в условной системе координат. Одной из вершин присваивают условные координаты так, чтобы координаты всех остальных пунктов были положительными. Для этого одну из вершин сетки, размеченной на генплане, принимают за начало координат. Эту вершину выбирают в юго-западном углу строительной площадки или вне ее с таким расчетом, чтобы основные точки сооружений были заданы с положительными абсциссами и ординатами. Если удастся совместить начало координат с пунктом государственной геодезической сети, это значительно облегчает разбив сетки на местности и упрощает вычисления [34].

Координатные оси в большинстве случаев обозначают буквами А – вертикальные и В – горизонтальные (рис. 2.11). В результате точки пересечения линий сетки получают координаты в такой условной системе координат – для обозначения номера пункта (координаты) к буквам добавляют индекс, указывающий число сотен метров по оси абсцисс или ординат. Так, например, номер пункта, обозначенный А3/В5, будет указывать, что этот пункт имеет координаты: $X=300$ м, $Y=500$ м.

Точки пересечения осей сооружений получают координаты в этой условной системе координат. Их координаты обозначают подобно пикетажным; например, запись 2А+32,72/1В+74,50 будет означать, что точка имеет координаты $X=232,72$ м, $Y=174,50$ м.

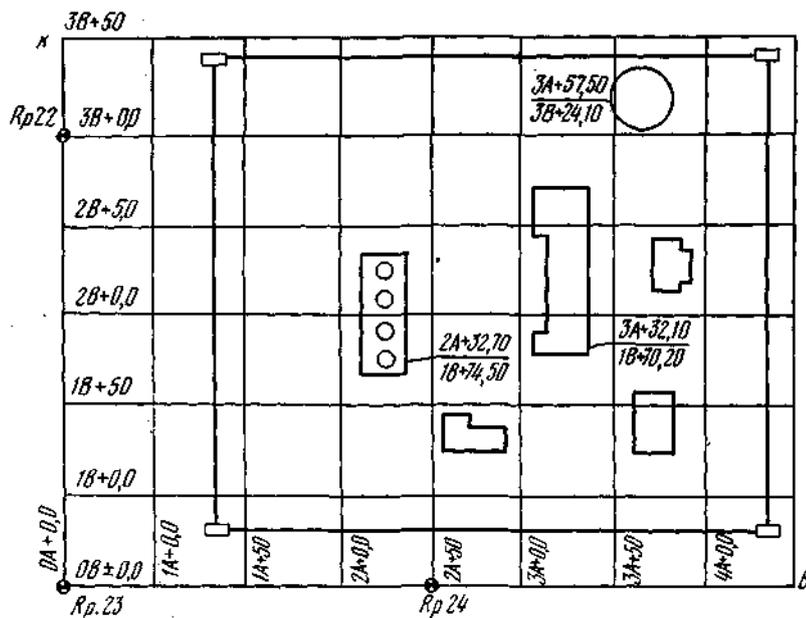


Рис. 2.11. Обозначение строительной сетки [29]

2.4.2.4. Точность построения строительной сетки

Точность построения геодезической разбивочной основы регламентируется требованиями СНиП 3.01.03-84, а также требованиями производственно-отраслевых нормативных документов. Точность построения разбивочной сети строительной площадки следует принимать соответственно данным, приведённым в табл. 2.5.

Таблица 2.5
Величины средних квадратических погрешностей построения разбивочной сети строительной площадки

Характеристика объектов строительства	Угловые измерения, с	Линейные измерения	Определение превышения на 1 км хода, мм
---------------------------------------	----------------------	--------------------	---

Характеристика объектов строительства	Угловые измерения, с	Линейные измерения	Определение превышения на 1 км хода, мм
Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью более 1 км ² ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки более 100 тыс. м ²	3	$\frac{1}{25\ 000}$	4
Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью менее 1 км ² ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки от 10 до 100 тыс. м ²	5	$\frac{1}{10\ 000}$	6
Отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки менее 10 тыс. м ² ; дороги, инженерные сети в пределах застраиваемых территорий	10	$\frac{1}{5\ 000}$	10
Дороги, инженерные сети вне застраиваемых территорий; земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	30	$\frac{1}{2\ 000}$	15

2.4.2.5. Перенесение проекта строительной сетки на местность

Вынос в натуру строительной сетки производят в два этапа: вынос исходных направлений (внешних сторон сетки); детальная разбивка.

2.4.2.5.1. Вынос исходных направлений

При выносе исходных направлений порядок работ зависит от положения начального пункта сетки относительно пунктов Государственной геодезической сети. Рассмотрим два варианта.

1 вариант. Начало координат совмещено с пунктом государственной геодезической сети (рис. 2.12).

Порядок работ.

Намечают одно или два исходных направления сетки, начало которых совмещено с пунктом государственной или опорной сети.

По генеральному плану, на котором нанесен проект строительной сетки, графически определяют координаты пунктов сетки, задающих исходные направления.

По координатам пунктов сетки и государственной сети путем решения обратной задачи вычисляют углы α и β .

Строят исходные направления сетки на местности, закрепляют деревянными или бетонными знаками.

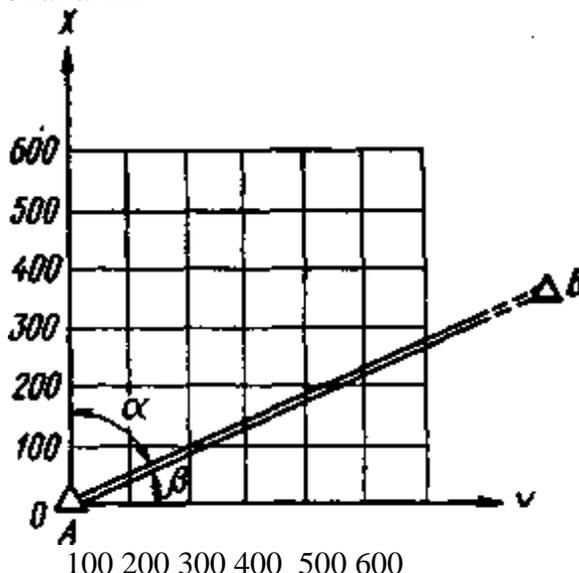


Рис. 2.12. Перенос проекта строительной сетки на местность [8]

2 вариант. Начало координат не совпадает с пунктом Государственной геодезической сети (рис. 2.13).

Порядок работ.

Определяют координаты точек А и С по плану.

Используя координаты пунктов плановой основы, как правило имеющихся в районе строительства, решают обратные геодезические задачи и вычисляют полярные координаты S_1 и S_2 , β_1 и β_2 .

Для исключения грубых ошибок целесообразно вынести в натуру третью точку В по элементам S_3 , β_3 .

После закрепления точек А, В и С на местности измеряют угол ВАС, по отклонению которого от 90° можно судить о точности выполненных работ.

Так как координаты точек А, В, С определялись по генплану графически, то точность их выноса в натуру составит около 0,2–0,3 мм на плане. Но это не играет существенной роли, так как на эту величину сместится весь комплекс проектируемых сооружений.

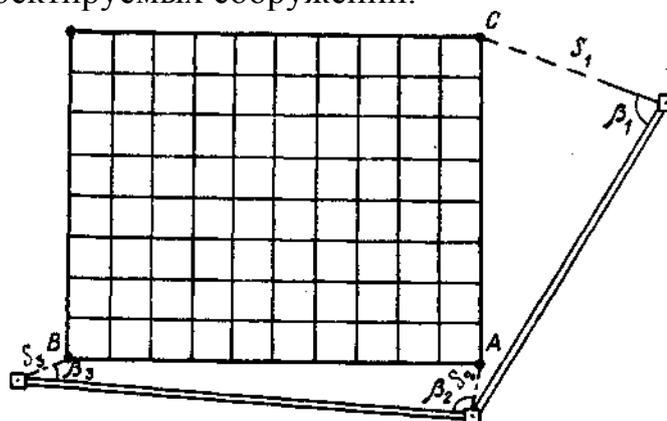


Рис. 2.13. Схема выноса в натуру исходных направлений строительной сетки полярным методом [8]

От вынесенного и закрепленного в натуре исходного направления выполняют детальную разбивку строительной сетки осевым способом и способом редуцирования.

2.4.2.5.2. Детальная разбивка строительной сетки осевым способом

При осевом способе разбивки строительную сетку сразу строят на местности с расчётной точностью путём точного отложения проектных элементов. Поэтому применять осевой способ целесообразно на небольших площадках (площадью до 10 га) или там, где точность разбивочных работ невелика и отклонением координат пунктов сетки от них проектных значений в пределах 3 – 5 см можно пренебречь.

Порядок работ.

Устанавливают на местности положение центральной точки сетки (рис. 2.14, точка А) и строят две взаимно строго перпендикулярные оси (ЕН и МD).

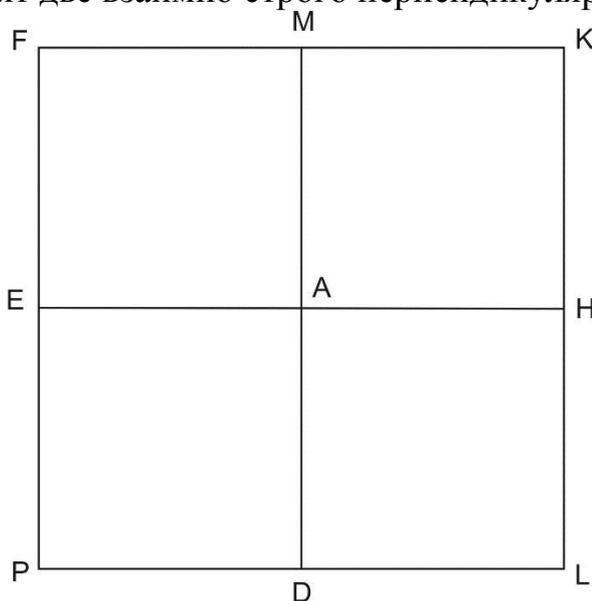


Рис. 2.14. Детальная разбивка сетки осевым способом

От центральной точки с внесением всех поправок откладывают длины сторон сетки.

В граничных точках сетки М, Н, Е, D строят прямые углы.

Откладывают длины сторон квадратов сетки по периметру.

В вершинах углов сетки временные знаки меняют на постоянные. Перед установкой постоянного знака положение вершины сетки закрепляют двумя створами 1 и 2 (рис. 2.16), по которым забивают колья. После установки знака натягивают по верхним торцам колея струны и восстанавливают на знаке вершину сетки.

Методом полигонометрии I разряда измеряют углы и стороны сетки и получают координаты вершин 4-х полигонов.

Между соответствующих пунктов 4-х полигонов разбивают остальные пункты, прокладывая по ним полигонометрические ходы 2 разряда.

Если площадка небольшая, а разбивку вершин сетки производят с высокой точностью, то полученные координаты вершин сетки будут незначительно отличаться от проектных. Однако при разбивке сеток больших размеров трудно с высокой степенью точности выполнить разбивку и учесть все поправки при откладывании длин линий. В результате этого фактические результаты могут существенно отличаться от проектных, что вызовет определенные затруднения при разбивке сооружений.

2.4.2.5.3. Детальная разбивка способом редуцирования

При построении строительной сетки способом редуцирования координаты её пунктов практически не отличаются от проектных.

2.4.2.5.3.1. Предварительная разбивка

При способе редуцирования сетку сначала строят с точностью 1:1000–1:2000 согласно проекту на всей площадке и закрепляют временными знаками. Порядок работ следующий (рис. 2.15).

Последовательно устанавливая теодолит в точках A и B , восстанавливают перпендикуляры AC и BD и определяют положение угловых точек C и D .

По периметру $ABDC$ шкаловыми мерными приборами откладывают длины сторон квадратов (прямоугольников) и колышками отмечают положение пунктов сетки по внешнему контуру.

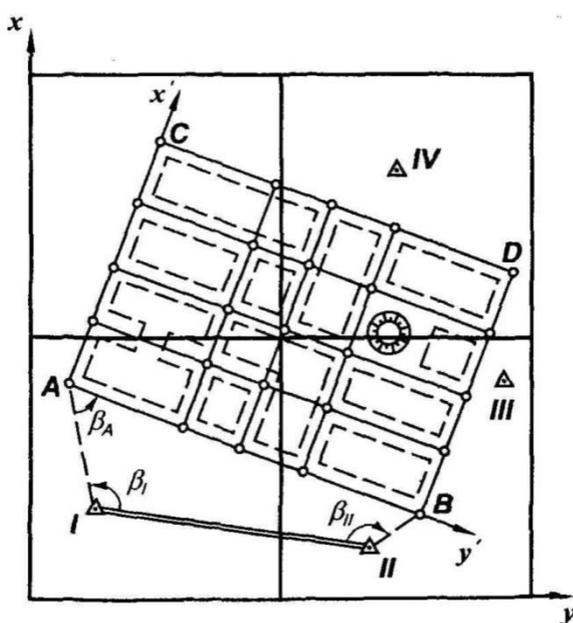


Рис. 2.15. Строительная сетка [17]

Определяют положение заполняющих пунктов сетки способом створов с пунктов внешнего контура.

Прокладывают полигонометрические ходы 1-го разряда, связывающие точки сетки с пунктами геодезической основы. В результате вычислений получают так называемые *исполнительные координаты точек* ($x'_{исп}$, $y'_{исп}$) в системе координат сетки.

2.4.2.5.3.2. Редуцирование

Поскольку предварительная разбивка строительной сетки производится с точностью порядка 1:1000–1:2000, то после уравнивания координаты пунктов сетки будут существенно отличаться от их проектных значений.

По разности координат $x_0 - x_{\text{выч}} = \Delta x$; $y_0 - y_{\text{выч}} = \Delta y$, где x_0, y_0 - проектные координаты; $x_{\text{выч}}, y_{\text{выч}}$ - вычисленные координаты, решая обратные геодезические задачи, находят α и S , называемые элементами редуции, по которым можно найти на местности проектное положение вершин сетки [34].

Редуцирование выполняется следующим образом (рис. 2.16). Над временным знаком, например A' , устанавливается и приводится в рабочее положение теодолит. От направления $A'B'$ откладывается угловой элемент редуции β_A и фиксируется направление $A'A$. Вдоль этого направления при помощи рулетки откладывается линейный элемент редуции l_A . Таким образом, на местности будет определено положение точки A , координаты которой соответствуют проектным значениям. Аналогичным образом редуцируют все пункты строительной сетки.

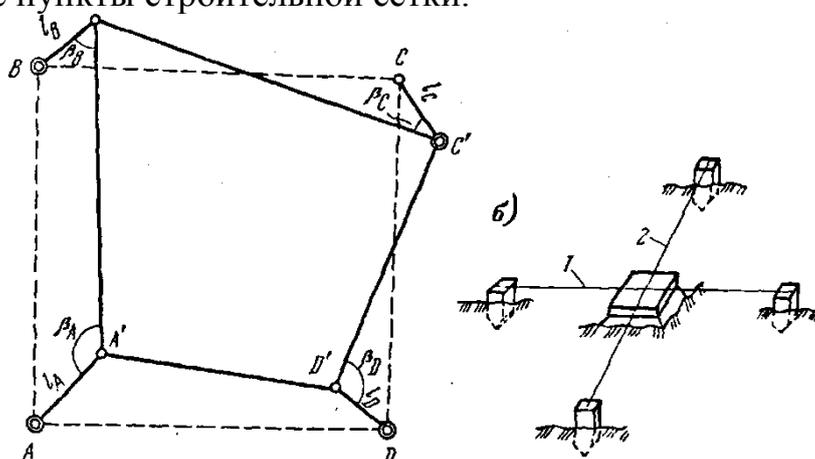


Рис. 2.16. Схема редуцирования пунктов строительной сетки (а) и закрепления пункта постоянным знаком (б): 1 и 2 – створы [8]

Отредуцированные пункты сетки закрепляют постоянными знаками, представляющими собой железобетонные монолиты или забетонированные отрезки рельсов, металлических труб и т. п. с приваренными сверху марками или металлическими пластинами размером 200 x 200 мм. Чтобы при закладке постоянного знака не утратить положение отредуцированного пункта, поступают следующим образом. Перед установкой знака положение пункта фиксируют двумя створами 1 и 2 на кольях. После установки знака по меткам на верхних торцах колея натягивают струны (леску) и восстанавливают на знаке положение вершины сетки (рис. 2.17) [8].

Другой способ редуцирования заключается в следующем [34]. Над закреплённой точкой устанавливают теодолит и приводят его в рабочее положение. Пусть точка имеет проектные координаты: $x_0 = 500,00$ и $y_0 = 500,00$ и фактические вычисленные координаты $x_{\text{выч}} = 500,10$ и $y_{\text{выч}} = 499,99$. Трубу последовательно ориентируют по осям x и y , и по створам на расстоянии 5 м от вершины забивают по два кола. На торцах этих колея

отмечают створы x и y . Леску натягивают по осям, совмещают центр на листе редукции с вершиной сетки, ориентируют лист по створам x и y . По намеченным створам откладывают поправки 10 и 1 мм и находят проектное положение вершины (рис. 2.17).

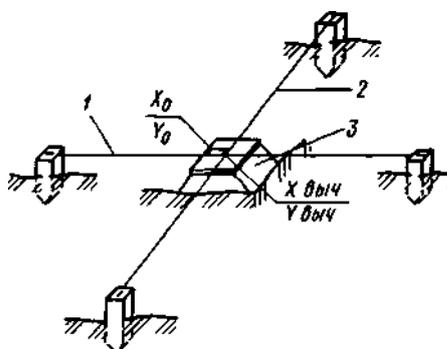


Рис. 2.17. Закрепление железобетонным знаком вершин строительной сетки: 1 и 2 – створы, 3 – знак [34]

После закрепления сетки постоянными знаками выполняют контрольные измерения. Линейные измерения производят выборочно. Обычно проверяют длину отдельных сторон сетки в наиболее слабых местах (между ходами второго порядка), либо диагонали квадратов. Контрольные угловые измерения выполняют на пунктах, расположенных в шахматном порядке, с таким расчетом, чтобы охватить все стороны сетки.

Под влиянием неизбежных ошибок измерений контрольные промеры будут отличаться от теоретических. Эти отклонения не должны превышать 20 мм в длинах сторон, 40" – в прямых углах.

Если в результатах контрольных промеров промахов не обнаружено, то в дальнейшем при разбивке сооружений принимают координаты пунктов сетки, равными проектным, а углы между сторонами – прямыми [34].

2.4.3. Достоинства и недостатки строительной сетки

Строительная сетка как геодезическая основа для разбивки сооружений по сравнению с другими методами имеет ряд преимуществ, к основным из которых относятся:

- простота и удобство вычислений при выполнении разбивочных работ и их контроля;
- обеспечение равномерной точности разбивок по всей территории стройплощадки;
- возможность использования пунктов в качестве геодезического обоснования съемок в процессе строительства и эксплуатации, для наблюдений за деформациями сооружений.

Недостаток. Большое количество трудоёмких линейных и угловых измерений, сложность уравнивательных вычислений требуют специалистов высокой квалификации.

Соответственно предлагаются другие решения, упрощающие геодезические работы применительно к конкретным видам сооружений.

В частности, в натуру выносить не всю сеть, а некоторую геодезическую фигуру (многоугольник с прямыми углами).

Для разбивки небольшого количества объектов целесообразно создавать основу в виде одной - двух сторон квадрата.

Отдельные здания можно вынести в натуру непосредственно от пунктов государственной плановой геодезической сети и сетей местного значения, если получено на это разрешение.

От пунктов съёмочного обоснования, которыми часто служат точки теодолитного хода, разбивку можно производить без согласования, так как эта сеть создана проектной организацией.

2.4.4. Закрепление пунктов разбивочной основы

Все виды сетей проектируют на картах и планах масштаба 1:50000...1:2000. При рекогносцировке мест закладки знаков соблюдают следующие условия [34]:

избегают закладывать знаки на участках, где на положение знаков может влиять вибрация от промышленных предприятий и других сооружений; между двумя смежными знаками должна обеспечиваться хорошая видимость, при этом визирный луч при измерении направлений или углов должен проходить не ближе 0,5 м от поверхности земли (или ее покрытий) и местных предметов.

Согласно [23] заказчик обязан создать геодезическую разбивочную основу для строительства и не менее чем за 10 дней до начала выполнения строительно-монтажных работ передать поэтапно подрядчику техническую документацию на нее и закрепленные на площадке строительства пункты основы, в том числе:

- а) знаки разбивочной сети строительной площадки;
- б) плановые (осевые) знаки внешней разбивочной сети здания (сооружения);
- в) плановые (осевые) знаки линейных сооружений;
- г) нивелирные реперы по границам и внутри застраиваемой территории у каждого здания (сооружения) не менее одного, вдоль осей инженерных сетей не реже чем через 0,5 км;
- д) каталоги координат, высот и абрисы всех пунктов геодезической разбивочной основы.

Приемку геодезической разбивочной основы для строительства оформляют актом. Принятые знаки геодезической разбивочной основы в процессе строительства должны находиться под наблюдением за сохранностью и устойчивостью и проверяться инструментально не реже двух раз в год (в весенний и осенне-зимний периоды) [23].

Пункты разбивочной основы закрепляют долговременными и временными знаками. Как правило, пункты плановых разбивочных сетей и сетей сгущения закрепляют подземными центрами, такими же как и пункты государственных сетей. Так как расстояния между этими пунктами сравнительно небольшие, оформления их наружными знаками не требуется.

Иногда над ними устанавливают Г-образные металлические или деревянные вехи (рис. 2.18). В городах знаки оформляют в виде специальной надстройки на крышах зданий. Знаки могут закладывать в зданиях и сооружениях, в этом случае их называют стенными.

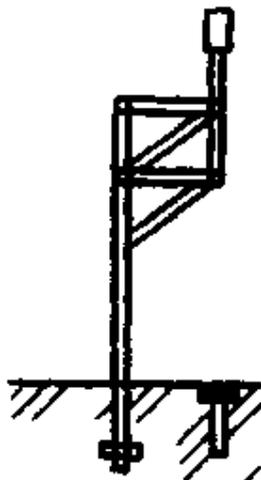
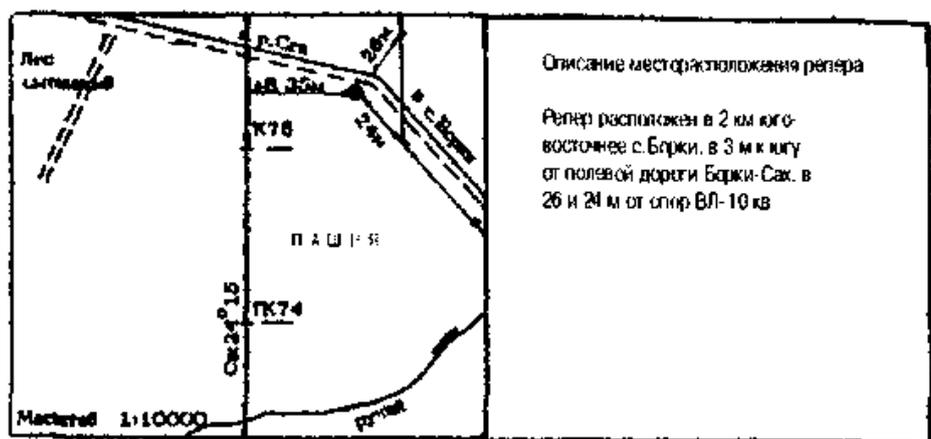


Рис. 2.18. Наружная Г-образная веха над подземным центром плановой сети [34]

Каждый установленный знак привязывают промерами расстояний не менее чем до трех точек постоянных местных предметов (контуров) и составлением абрисов (рис. 2.19). Когда грунтовый знак не может быть привязан к местным предметам (контурам), для удобства его нахождения устанавливают опознавательный столб, который располагают в определенном направлении и на заданном расстоянии от этого знака.



_____ 19 _____ г. Составитель _____
(фамилия, имя, отчество)

Рис. 2.19. Абрис грунтового репера [6]

