

## Глава 7. ОБЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ

### 7.1. Технология разбивки осей сооружений на исходном горизонте

#### 7.1.1. Внешняя и внутренняя разбивочная сеть здания (сооружения)

Для площадочных сооружений различают внешнюю и внутреннюю разбивочные сети (рис. 7.1).

*Внешняя разбивочная сеть* разбивается на местности от пунктов плановой *разбивочной сети строительной площадки* (геодезической основы строительства) согласно СНИП 3.01.03-84 и создается в ходе основных разбивочных работ. Внешняя разбивочная сеть сооружения состоит из плановых (осевых) и высотных знаков, закрепляющих разбивочные оси (главные, основные) и нивелирные пункты на местности. Схема внешней разбивочной сети здания на исходном горизонте приведена на рис. 7.2.



Рис. 7.1. Последовательность построения геодезических сетей (пунктов) на строительной площадке

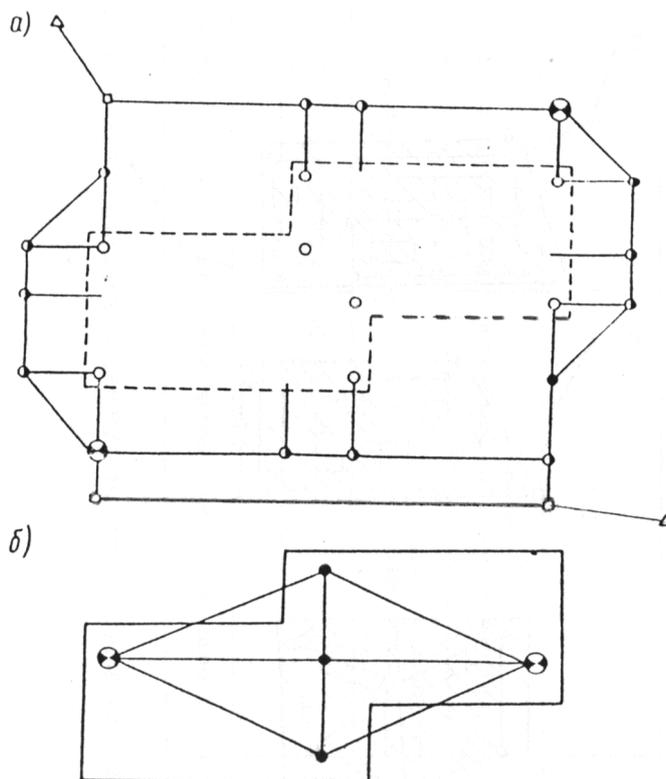


Рис. 7.2. Схемы разбивочной сети здания: а – внешней; б – внутренней

Условные обозначения:  $\otimes$  – репер, совмещенный с осевым знаком;  $\circ$  – временный осевой знак;  $\ominus$  – постоянные осевые знаки;  $\bullet$  – осевой знак на здании;  $\square$  – пункты разбивочной сети строительной площадки;  $\Delta$  – пункты государственной геодезической сети [24]

Внутренняя разбивочная сеть строится по мере возведения объекта и создается в виде сети плановых (осевых) и высотных знаков, закрепляющих эту сеть на элементах сооружения на исходном горизонте и на монтажных горизонтах. Схема внутренней разбивочной сети здания на исходном горизонте приведена на рис. 7.2, б.

Внутренняя разбивочная сеть здания на исходном горизонте строится с привязкой к пунктам внешней разбивочной сети сооружения, а на монтажном горизонте – к пунктам внутренней разбивочной сети исходного горизонта [24].

Схему и способ закрепления пунктов внутренней разбивочной сети здания (сооружения) принимают согласно проекту производства работ или проекту производства геодезических работ. Точность построения внешней и внутренней разбивочной сети здания (сооружения) принимают согласно табл. 2 СНИП 3.01.03-84 (табл. 4.1).

### 7.1.2. Способы разбивки основных (главных) осей сооружений

Выбор способов разбивки зависит от ряда условий, приведённых на рис. 7.3.

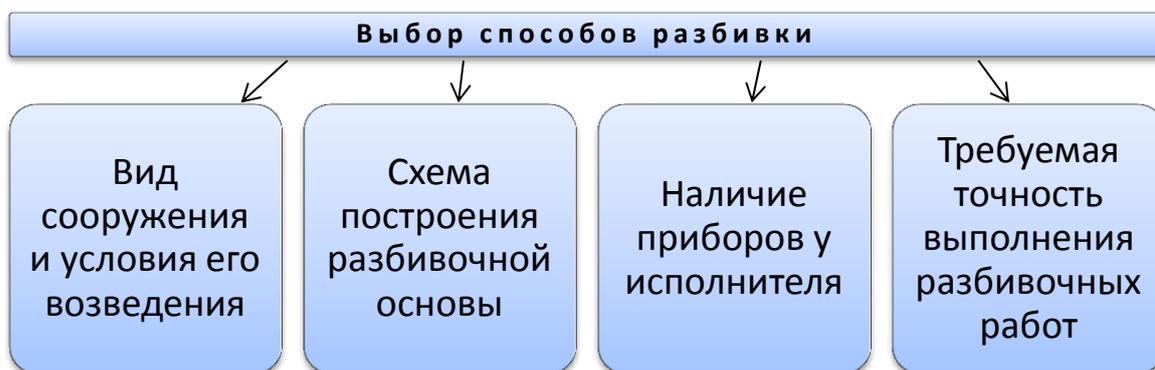


Рис. 7.3. Условия, определяющие выбор способов разбивки сооружения

При наличии на площадке строительной сетки для несложных по геометрии зданий обычно выносят основные оси способом прямоугольных координат. Так, например, положение точек здания Е/1 ( $x = 380$ ;  $y = 236$ ) и Е/11 ( $x = 380$ ;  $y = 356$ ) (рис. 7.4) определяют от ближайших пунктов сетки 10 и 11, вычисляя приращения абсцисс и ординат. От пунктов 17 и 18 аналогичным образом определяют положение точек А/1 и А/11. После закрепления точек на местности устанавливают на каждой из них теодолит и проверяют взаимную перпендикулярность осей. Кроме того, проверяют соответствие расстояний между осями проектным значениям [6].

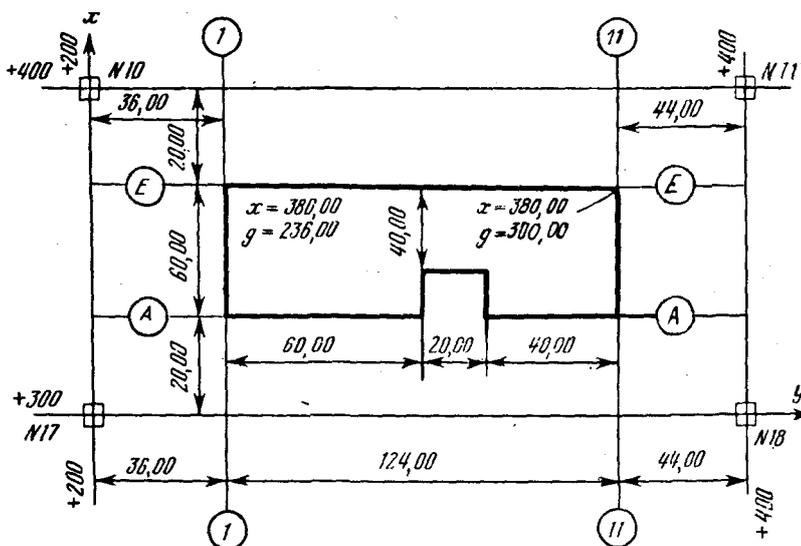


Рис. 7.4. Схема разбивки основных осей здания от пунктов строительной сетки [6]

Взаимная перпендикулярность основных осей является одним из главных требований, предъявляемых к их разбивке. Перекос этих осей может в дальнейшем привести к перекосу всех остальных осей сооружения, так как основные оси служат исходными для детальной разбивки.

### 7.1.2.2. Вынос от точек полигонометрических ходов

Для разбивки основных осей зданий с точек полигонометрических или теодолитных ходов чаще всего применяют способы полярных координат, угловых и линейных засечек, створно-линейный способ.

Точку пересечения осей А/1 выносят от точки V теодолитного хода путем построения полярного угла и полярного расстояния (рис. 7.5). Аналогично с точки VI теодолитного хода выносят точки А/10 и В/10. Можно было бы ограничиться выносом лишь двух точек длинной оси А здания, а две остальные точки найти путем построений прямых углов и соответствующих расстояний. Однако третью точку пересечения осей определяют с целью исключения разворота здания. Часто выносят и четвертую точку, контролируя выполненную разбивку путем измерения прямых углов и длин сторон по зданию [6].

С целью контроля положения вынесенных точек выполняют независимые (отличные от основной разбивки) измерения несколькими способами: измерением диагоналей и сторон построенного прямоугольника и сравнением их с проектными; прокладкой теодолитного хода и т.д. В приведенном примере на створе теодолитного хода намечают вспомогательную точку V+49,87, измеряют на ней контрольный полярный угол  $\beta_k$  и контрольное полярное расстояние  $S_k$ . По полученным значениям вычисляют координаты точки А/10 и сравнивают их с проектными [6].

После уравнивания результатов выполненных геодезических измерений и вычисления координат точек закрепления осей их сравнивают с проектными значениями и находят величины линейных редуций. В случае недопустимых значений редуций изменяют положения центров осевых знаков на местности. После редуцирования производятся угловые и линейные контрольные измерения.

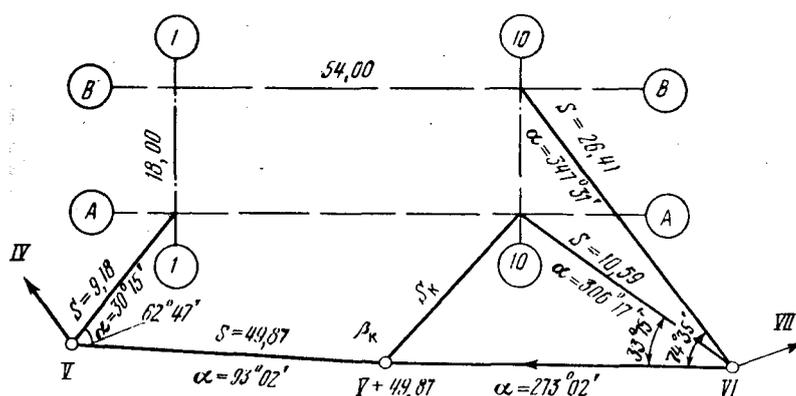


Рис. 7.5. Схема разбивки основных осей здания с точек полигонометрических или теодолитных ходов [6]

### 7.1.2.3. Разбивка от существующих зданий (упрощенный способ разбивки)

Размещение новых зданий и сооружений среди существующей застройки иногда производят графически по топографическому плану крупного масштаба (1:500–1:1000), а их разбивку – от существующих зданий

по данным, полученным также графически [6]. Применяется на частично застроенных территориях при перенесении в натуру осей и точек вспомогательных или временных сооружений.

При разбивке сооружений от местных предметов используют способы створов, прямоугольных и полярных координат, угловых и линейных засечек и различные комбинации этих способов. Все исходные данные (углы и расстояния) определяют на плане графически, так как высокой точности разбивок при этом не требуется.

Например, чтобы разместить здание А (рис. 7.6) по линии застройки между зданиями Б и В, находят по плану расстояния между соответствующими углами этих зданий и выносимыми в натуру углами здания А. Так как в этом случае все размеры берутся с плана, то при разбивке в натуре расстояние между углами а и д существующих зданий окажется не равным проектному, т. е. появится невязка. Поскольку размер выносимого в натуру здания А должен в точности соответствовать проектному, то полученную невязку поровну распределяют на промежутки а – б и с – д между зданиями. В этом случае несколько изменятся проектные размеры планировочных элементов (внутренних проездов, газонов и т. п.) между зданиями, но это вполне допустимо [6].

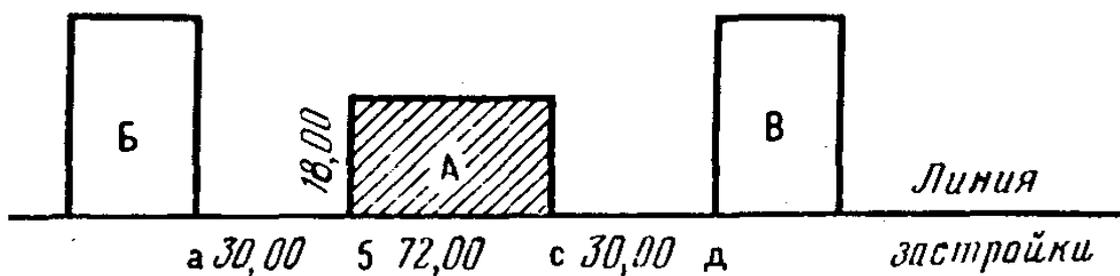


Рис. 7.6. Упрощённый способ разбивки от существующих сооружений [6]

По окончании разбивки для контроля необходимо измерить диагонали прямоугольника, расхождение в  $\frac{1}{1000} \div \frac{1}{3000}$  считается допустимым.

#### 7.1.2.4. Вынос прямолинейного участка

Вынос в натуру сравнительно протяженной линии – часто встречающийся случай в практике разбивочных работ. Это и главная ось линейного сооружения (плотины, моста, взлетно-посадочной полосы аэропорта и др.), и прямой участок МТ, и исходное направление для построения строительной сетки, и базис для последующих разбивочных работ. Для этого случая разбивки чаще всего применяют полярный способ, а также способы прямой угловой и линейной засечек. Приведем пример выноса в натуру оси А–В линейного сооружения (рис. 7.7) [6].

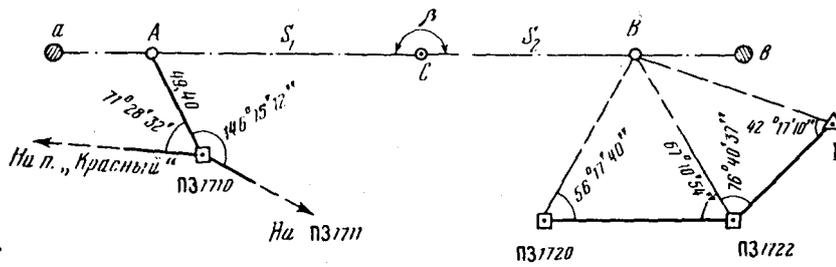


Рис. 7.7. Схема выноса в натуру оси линейного сооружения [6]

Точка А выносится от ближайших пунктов геодезического обоснования полярным способом, а точка В – прямой угловой засечкой. Если между точками А и В нет прямой видимости, то дополнительно выносят промежуточные точки, например, точку С. При наличии вблизи промежуточной точки пунктов геодезического обоснования она выносится аналогично основным точкам с проверкой ее положения по створу [6].

Положение промежуточной точки С на створе А–В может быть найдено и иным способом. Первоначально ее положение на створе определяют приближенно. Затем на этой точке при помощи теодолита измеряют угол  $\beta$ . Величину нестворности, на которую необходимо переместить точку С, чтобы она находилась на створе А–В, можно вычислить по формуле

$$q = \frac{S_1 S_2 (180^\circ - \beta)}{(S_1 + S_2) \rho}, \quad (7.1)$$

где  $S_1$  и  $S_2$  – расстояния от точки С до пунктов А и В соответственно. Расстояния  $S_1$  и  $S_2$  определяют приближенно, например, по генплану [13].

Для контроля вновь измеряют угол  $\beta$ . В случае недопустимого отклонения этого угла от  $180^\circ$  вновь вычисляют нестворность и вновь редуцируют [6].

### 7.1.3. Разбивка с помощью теодолита детальных осей

Детальную разбивку по определению положения точек пересечения промежуточных осей с главными или основными выполняют, как правило, створно-линейным способом с помощью теодолита. Предположим, что в натуру вынесены и закреплены основные оси А–А, В–В, 1–1 и 8–8 (рис. 10.8).

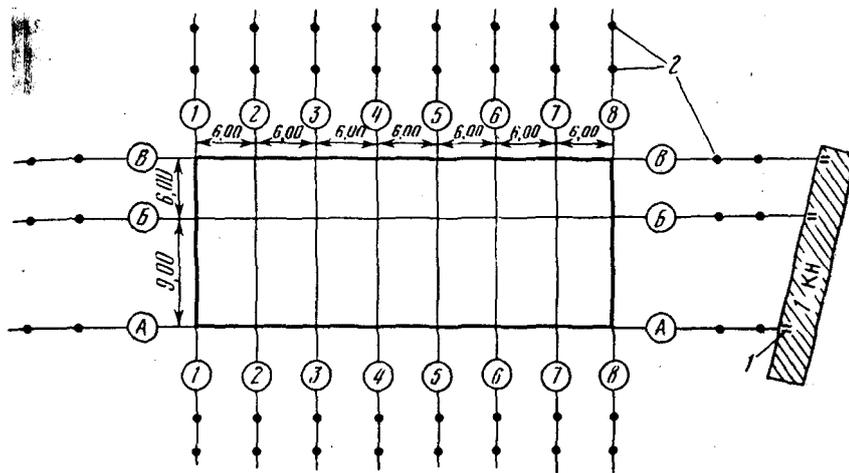


Рис. 7.8. Схема детальной разбивки осей: 1 – откраски, 2 – точки закрепления створов [6]

Для определения положения точек пересечения осей 2...7 с осями А–А и В–В теодолитом задают створы А–А и В–В. От точек А/1 и В/1 вдоль соответствующих створов откладывают проектные расстояния 6,00 м, 12,00 м и т. д. и получают искомые точки. Аналогичным образом находят положение точек Б/1 по створу: оси 1–1 и В/8 по створу 8–8. Створы промежуточных осей выносят за зону будущих земляных работ и закрепляют [6].

Линейные измерения при детальной разбивке необходимо производить 20–30-метровой компарированной стальной рулеткой с введением поправок за компарирование, температуру, наклон и постоянным натяжением 98 Н (10 кгс).

## 7.2. Закрепление створов осей сооружений

### 7.2.1. Способы закрепления створов осей сооружений

Створы осей сооружений закрепляют постоянными и временными знаками (рис. 7.9).



Рис. 7.9. Виды знаков закрепления осей сооружений

### 7.2.1.1. Закрепление осей площадных сооружений на обноске

После разбивки осей сооружения для устройства фундаментов производят детальную разбивку и закрепление всех строительных осей, для чего обычно пользуются так называемой обноской. *Обноска* представляет собой временное сооружение, ограждающее возводимое здание со всех сторон на некотором расстоянии от внешних осей сооружения.

Обноску устраивают следующим образом: примерно через 3 м по периметру возводимого сооружения устанавливают по створам столбы высотой над землей 0,80–1,00 м, вкапывая их в грунт на глубину 1,00–1,20 м. К внешней стороне столбов прибивают обрезные доски толщиной 30–50 мм. Верхняя кромка досок должна находиться в горизонтальной плоскости, для чего предварительно на столбах нивелиром намечают точки, лежащие на одном горизонте.

*Сплошную обноску* устанавливают строго параллельно основным осям, образуя внешний контур здания, на расстоянии, обеспечивающем неизменность ее положения в процессе строительства. Её применяют довольно редко из-за громоздкости и сложности построения. Кроме того, сплошная обноска мешает нормальной организации работ на строительной площадке, особенно применению землеройных машин.

При современной организации работ на строительной площадке более рациональной является *створная (разреженная) обноска*. Она устанавливается лишь фрагментарно в местах закрепления осей (см. рис. 7.10) на произвольном расстоянии от контура здания. Такие обноски применяют при устройстве сборных и свайных фундаментов, а также при возведении столбчатых монолитных фундаментов, расположенных на расстоянии 12 м и более один от другого.

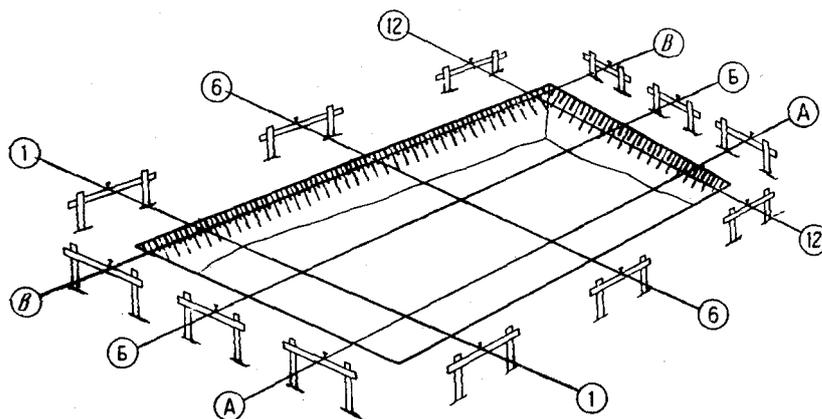


Рис. 7.10. Створная обноска для закрепления осей здания

Обноску устанавливают в 2–3 м от верхней бровки котлована. Если глубина котлована 3 м и более, то обноску часто располагают на дне вдоль его нижней бровки. Применяют также *инвентарную металлическую обноску* многоразового действия.

На построенную обноску с точек закрепления осей выносят при помощи



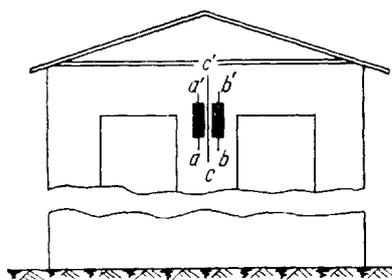


Рис. 7.12. Откраска на здании [2]

Откраски представляют собой цветные риски, наносимые яркой несмываемой краской. Среднюю риску  $c-c'$  прочерчивают цветным карандашом, а с обеих сторон ее на равном отстоянии несмываемой краской рисуют две широкие полосы – откраски створа оси.

Для восстановления оси  $1-1'$  при помощи открасок на сооружениях А и В нужно встать с теодолитом в створе открасок, что достигается последовательным приближением (рис. 7.13).

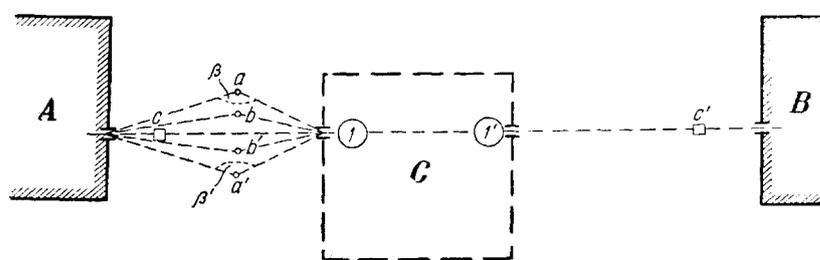


Рис. 7.13. Восстановление створа оси по откраске [2]

Теодолит считается установленным в створ, если при переводе трубы через зенит крест нитей сетки совмещается с центральными линиями открасок на стене существующего сооружения и на цокольной части возводимого здания.

### 7.2.2. Схемы закрепления створов осей грунтовыми знаками

Построением и измерением проектных углов и длин получают положение всех точек пересечения основных осей. Положение промежуточных, створных и других точек получают при более детальной разбивке, но уже в пределах определенной по контуру фигуры (отрезка). Оси выносят на обноску, однако в процессе строительных работ части обноска не сохраняются, взаимная видимость между противоположными осевыми точками пропадает. Поэтому для сохранения основных строительных осей створы их продолжают за линией обноска и закрепляют на каждом конце створа грунтовыми знаками [35].

Согласно СНиП 3.01.03-84 плановые (осевые) знаки внешней разбивочной сети здания (сооружения) закрепляют в количестве не менее четырех на каждую ось, в том числе знаки, определяющие точки пересечения основных разбивочных осей всех углов здания (сооружения) (рис. 7.14, 7.15). На местности закрепляют основные разбивочные оси, определяющие габариты здания (сооружения), оси в местах температурных

(деформационных) швов, главные оси сложных инженерных сооружений. Для этого теодолит устанавливают последовательно над точками пересечения основных осей (рис. 7.8, 7.14). Приведённый в рабочее положение теодолит в точке А/1 ориентируют по точке А/4 (рис. 7.14). По горизонтальному кругу дважды откладывают (при двух кругах) угол  $180^\circ$ . Точки закрепляют грунтовыми знаками.

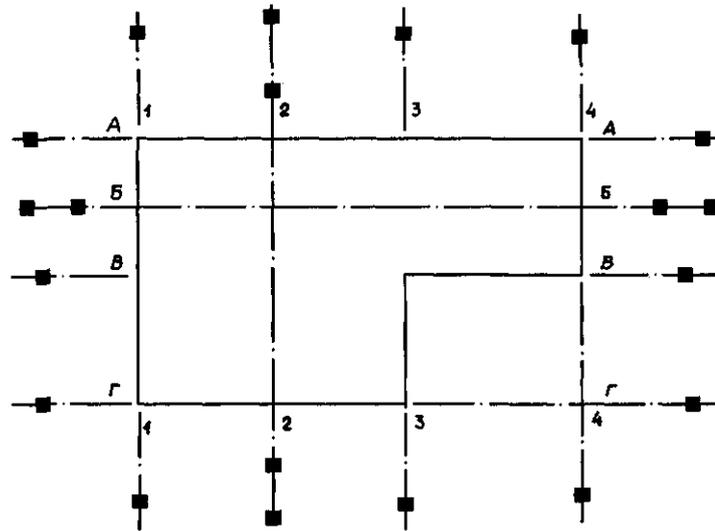


Рис. 7.14. Закрепление осей строящегося здания [17]

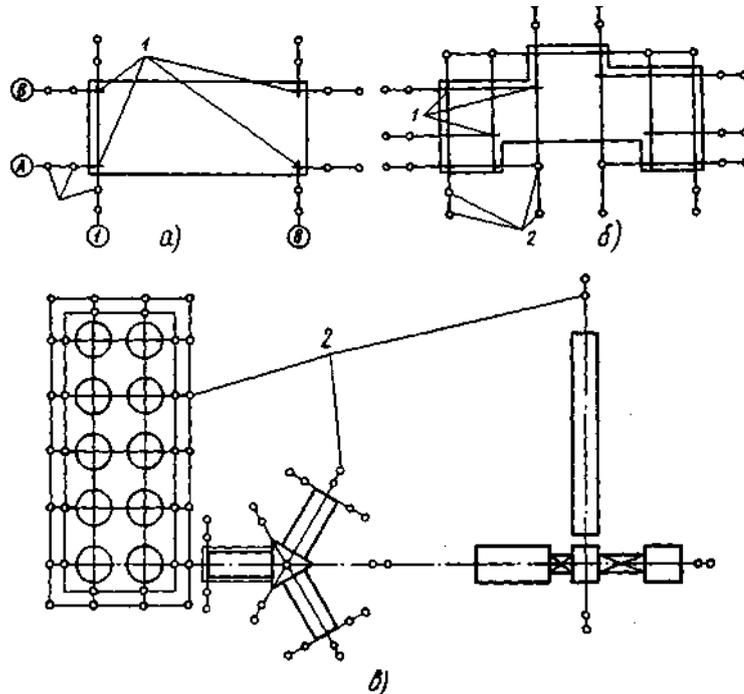


Рис. 7.15. Схемы размещения знаков закрепления осей зданий: а – простой конфигурации (жилое здание), б – усложненной конфигурации, в – связанных единой технологической цепочкой (резервуарный парк, жилое здание, завод); 2 – знаки закрепления створов осей, 1 – точки пересечения осей [35]

Плановые (осевые) знаки линейных сооружений, определяющие ось, начало, конец трассы, колодцы (камеры), закрепляют на прямых участках не менее чем через 0,5 км и на углах поворота трассы [22]. Расстояние от

возводимого сооружения до грунтового знака принимают приблизительно равным высоте сооружения.

### 7.2.3. Знаки закрепления внешней разбивочной сети здания (сооружения)

Выбор конструкции геодезических знаков определяется рядом условий, показанных на схеме (рис. 7.16).



Рис. 7.16. Условия выбора конструкции геодезических знаков

Места закрепления осей постоянными знаками выбирают на стройгенплане с учетом долговременной их сохранности, а также обеспечения беспрепятственного ведения строительного-монтажных работ. Эти места должны быть удобными для установки над знаком геодезических приборов и выполнения измерений. Знаки устанавливают вне зоны земляных работ в местах, свободных от складирования строительных материалов, размещения временных сооружений и т. п.

Вид геодезических знаков для закрепления разбивочной сети зданий (сооружений) приводится согласно [24] в проекте производства работ или в проекте производства геодезических работ.

Постоянными знаками обычно закрепляют главные и основные оси (рис. 7.17) [18]. Конструкции постоянных знаков могут быть различными. Наиболее часто для закрепления осей применяют грунтовые постоянные знаки, для которых используют обрезки металлических труб или рельсов, к нижней части которых приваривают металлические якоря для закрепления в бетонном монолите. К верхней части знака приваривают квадратную металлическую пластину, на которой с помощью керны отмечают положение точки закрепления оси. Реперные трубы или рельсы устанавливают в скважине, пробуренной на глубину не менее 0,5 м ниже глубины промерзания грунта. После установки знака скважину бетонируют.

В качестве постоянных знаков используют также забетонированные деревянные столбы (рис. 7.17, в), специальные марки на капитальных зданиях (рис. 7.17, г), кованые гвозди и дюбели в бетонных покрытиях и скалах (рис. 7.17, д; 7.18).

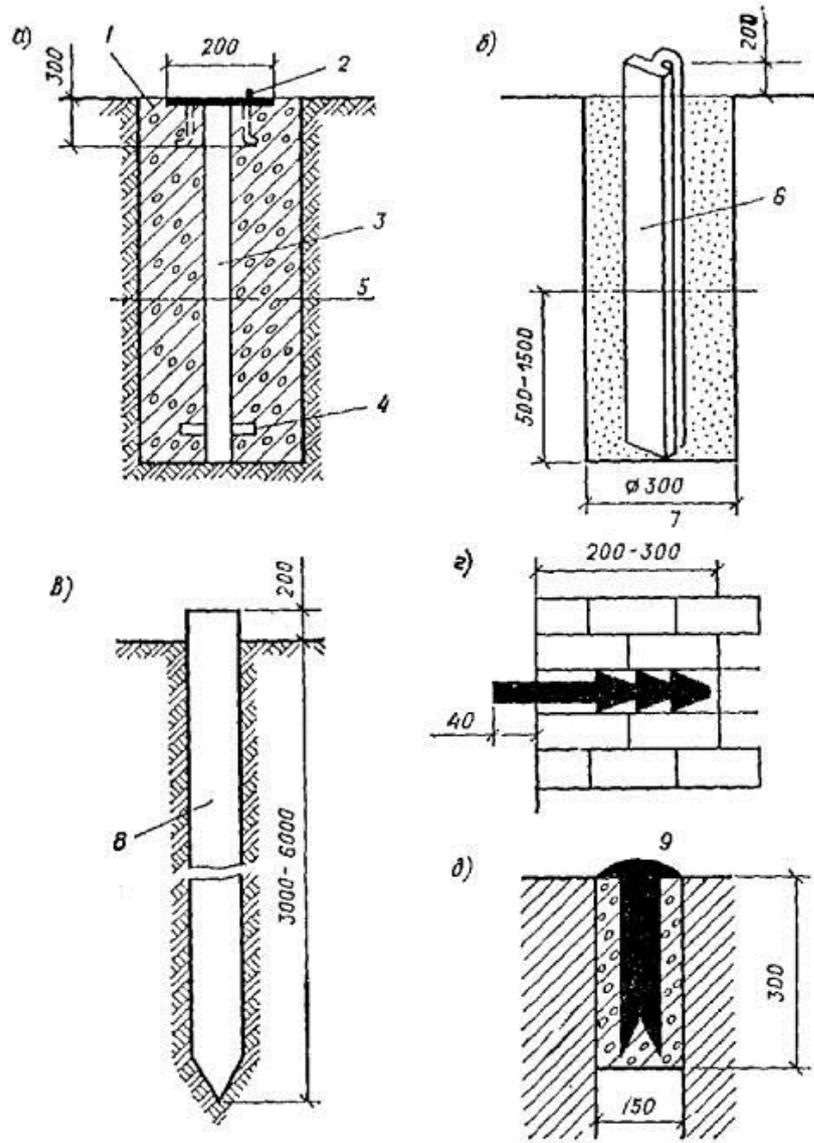


Рис. 7.17. Типы постоянных знаков внешней разбивочной сети зданий: а, б – для зоны сезонного промерзания; в – для зоны глубинного промерзания; г – для заложения в капитальные сооружения; д – для заложения в бетонные покрытия; 1 – пластина 200 × 200 мм; 2 – наплыв от сварки; 3 – труба диаметром 50–70 мм; 4 – якорь; 5 – зона промерзания грунтов; 6 – рельс; 7 – скважина под бур; 8 – свая; 9 – сферическая поверхность [18]

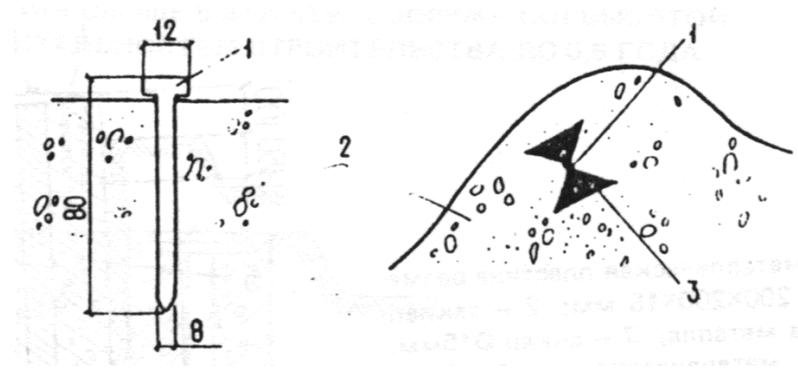


Рис. 7.18. Закрепление разбивочных осей на скалах и бетоне: 1 – дюбель-гвоздь, 2 – скала, бетон, 3 – откраска [24]

Конструкции грунтовых знаков закрепления внешней разбивочной сети в зависимости от высотности зданий и периода строительства приведены в СНиП 3.01.03-84 (рис. 7.18).

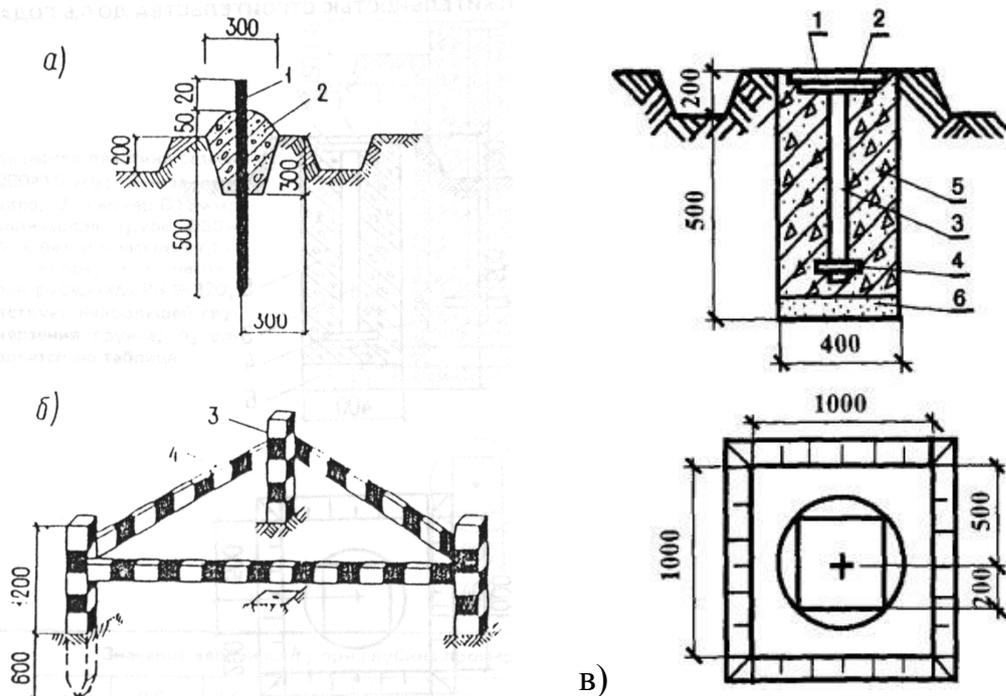


Рис. 7.18. Конструкция грунтовых знаков закрепления основных или главных разбивочных осей: а) внутриплощадочных инженерных сетей, здания до 5 этажей, сооружения высотой до 15 м с продолжительностью строительства до 0,5 года: металлический стержень диаметром 16 мм, 2 – бетон класса В7,5; б) ограждение знака: деревянный столб размером 180x80x80 мм или металлическая труба диаметром 30-50 мм; 4 – доска размером 1500x80x20 мм или металлический уголок размером 25x25x2 мм; в) здания свыше 5 этажей, сооружения высотой свыше 15 м с продолжительностью строительства до 0,5 года: 1 – деревянная крышка; 2 – металлическая пластина размером 200x200x10 мм; металлическая труба диаметром 30 мм; 4 – якорь; бетон класса В7,5; 6 – песок [24]

Грунтовые знаки закрепления осей ограждают деревянной или металлической обноской, квадратной или треугольной формы со стороной 1,5–2,0 м (рис. 7.18, б).

Главные и основные оси зданий могут быть закреплены также временными знаками в виде вбитых в землю деревянных кольев с гвоздями, костылей, металлических штырей и трубок, специальных марок на капитальных зданиях.

#### 7.2.4. Высотное обеспечение детальных разбивок

На строительной площадке для каждого здания закрепляют не менее двух *строительных (рабочих) реперов*. Рабочие реперы совмещают со знаками внешней разбивочной сети здания, сооружения [18].

Рабочие реперы закладывают на глубину 1–1,2 м в виде

забетонированных штырей, труб и деревянных столбов, а также стальных марок различных конструкций. Широко используют под рабочие реперы пробные сваи, а также откраску в виде горизонтальной черты на колоннах и стенах зданий [18].

Рабочий репер должен находиться на удобном для пользования им месте и давать возможность с одной стоянки нивелировать наибольшую площадь строительного объекта [18].

Передачу высотных отметок на рабочие реперы производят замкнутым ходом, опирающимся на два репера высотной основы. Тип рабочих реперов, места их установки указываются в геодезическом разделе ППР или в ППГР [18].

### 7.2.5. Закрепление оси трассы магистрального трубопровода

Трассу магистрального трубопровода закрепляют по створу<sup>1</sup> временными и постоянными знаками согласно [24] (рис. 7.19). Плановые (осевые) знаки линейных сооружений, определяющие ось, начало, конец трассы, колодцы (камеры), закрепленные на прямых участках не менее чем через 0,5 км и на углах поворота трассы [24].

Пример закрепления оси трассы магистрального трубопровода приведён на рис. 7.20.

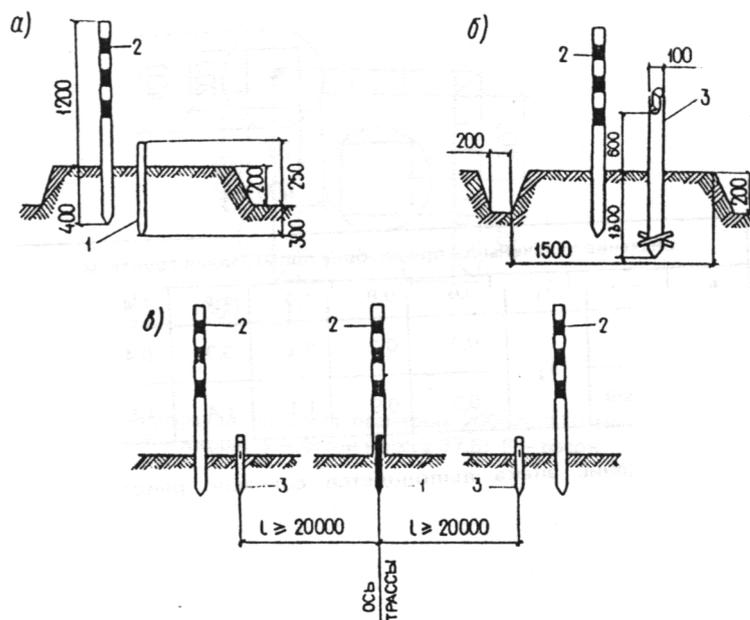


Рис. 7.19. Знаки закрепления оси трассы магистрального трубопровода: а, б – геодезические знаки, в – схема закрепления знаков разбивочных осей: 1 – временный знак из дерева или металла Ø15-30 мм; 2 – опознавательная веха Ø50-80 мм; 3 – постоянный знак из дерева Ø100 мм или металла Ø80 мм [24]

<sup>1</sup> Створ – вертикальная плоскость, проходящая через две данные точки.





Рис. 7.21. Виды подземных коммуникаций

*Трубопроводы* – предназначены для транспортирования различного содержимого по трубам.

*Кабельные сети* предназначены для транспорта электроэнергии. Состоят из кабелей, прокладываемых на глубине до 1 м, распределительных шкафов, трансформаторов. Различают по напряжению и назначению.

*Коллекторы* представляют собой подземные сооружения круглого или прямоугольного сечения сравнительно большого размера (от 1,8 до 3,0 м<sup>2</sup>). В них прокладывают одновременно трубопроводы и кабели различного назначения.

*Водопровод* обеспечивает питьевые, хозяйственные, производственные и пожарные нужды и состоит из водопроводных станций и водоразводящих сетей. Водоразводящая сеть делится на магистральную и распределительную. Магистральная сеть (диаметры труб 400 – 900 мм) обеспечивает водой целые районы, а отходящая от нее распределительная сеть подает воду к домам и промышленным предприятиям. Трубы этой сети имеют диаметр 200 – 400 мм, вводы в дома – 50 мм. Для регулирования работы водопроводных сетей на них устанавливают арматуру – задвижки, выпуски, краны и др. Для доступа к арматуре устраивают *колодцы* [6].

*Канализация* обеспечивает удаление сточных и загрязненных вод на очистные сооружения и далее в ближайшие водоемы. Канализационная сеть состоит из чугунных и железобетонных труб, смотровых и перепадных колодцев, станций перекачки для пониженных частей застройки и других сооружений. Диаметры труб колеблются от 150 до 400 мм [6].

*Водостоками* отводят дождевые и талые воды, а также условно чистые воды (от мытья и поливки улиц). Водосточная сеть состоит из труб, дождеприемных и

перепадных колодцев, выпусков в водоемы и овраги. К водосточным колодцам присоединяют водосточные трубы зданий. Для водосточной сети применяют *асбоцементные и железобетонные* трубы диаметром до 3,5 м [6].

*Дренажи* применяют для сбора грунтовых вод. Состоят они из перфорированных *бетонных, керамических, асбоцементных* труб диаметром до 200 мм [6].

*Газопроводы* служат для транспортирования газа. Они подразделяются на магистральные (диаметр *стальных труб* до 1420 мм) и распределительные. Газопроводы идут от станций и хранилищ в районы застройки по проездам. От них отходят вводы в здания и сооружения. Глубина заложения от поверхности этих сетей 0,8–1,2 м. На газопроводах устанавливают запорные краны, конденсатосборники, нюхательные трубки, регуляторы давления и др. [6].

*Сети теплоснабжения* обеспечивают теплом и горячей водой жилые, общественные и промышленные здания. Теплоснабжение бывает местным (от отдельных котельных) и централизованным (от теплоэлектроцентралей), водяным и паровым. Тепло подают по трубам прямой подачи (температура 120–150 °С), возвращают к источнику по трубам обратного отвода (температура 40–70 °С). Сети теплоснабжения состоят из металлических изолированных труб; задвижек, размещаемых в камерах; воздушных и спускных кранов, конденсационных устройств, компенсаторов. Диаметр труб достигает 400 мм. Под землей их прокладывают в *железобетонных коробах* (рис. 7.23), а при массовой плотной застройке трубы ведут прямо через подвалы зданий [6].

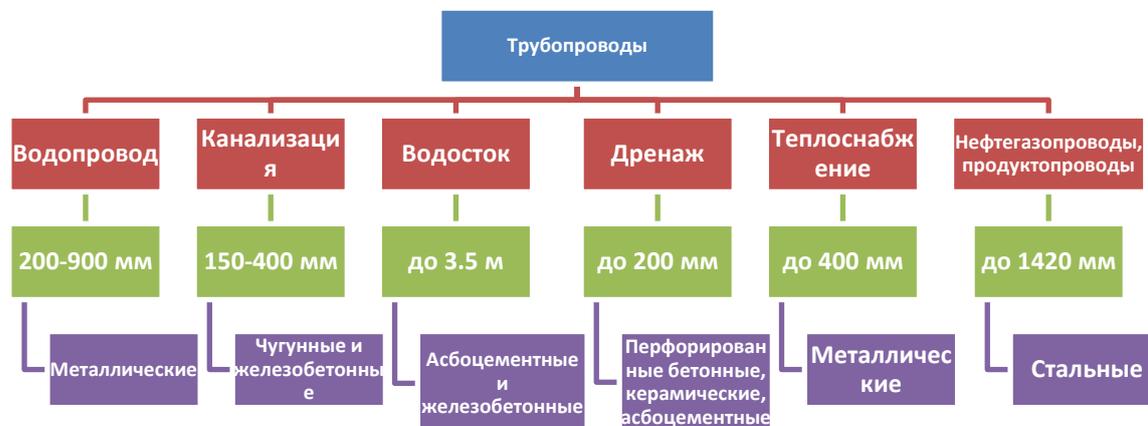


Рис.

7.22. Характеристика трубопроводов



*Рис. 7.23. Сети теплоснабжения*

### **7.3.2. Разбивка подземных нефтегазопроводов и геодезические работы при их укладке**

#### **7.3.2.1. Геодезические работы при сооружении подземных нефтегазопроводов**

Для составления рабочих чертежей производят полевое трассирование трубопровода с измерением и закреплением углов поворота, разбивкой и нивелированием пикетажа, съёмкой пересечений и переходов [6].

Перед строительством трубопровода восстанавливают пикетаж, углы поворота, выполняют детальную разбивку кривых, сгущают сеть рабочих реперов (через 1 км хода), производят повторное нивелирование (рис. 7.24, 7.25). Реперы размещают на трассе на продолжении стороны угла на расстоянии 10–15 м от его вершины. Дальнейшие работы связаны с разбивкой траншеи и ее съёмкой, контролем установки труб.

Ось трассы, углы поворота и места пересечения с существующими подземными сетями и сооружениями в натуре закрепляются штырями, кольями, а их положение фиксируется параллельными выносками или створными знаками (примерная схема закрепления оси трассы трубопровода приведена на рис. 7.20) [18].



*Рис. 7.24. Состав разбивочных работ при полевом трассировании и при прокладке траншей*

Допускается закрепление оси траншеи с помощью обноски, устраиваемой на прямолинейных участках, в местах поворота. Расстояние между обносками вдоль трассы – 40–50 м [18].

*Рис. 7.25. Разбивочные работы при полевом трассировании линейных сооружений [17]*

### 7.3.2.2. Разбивка главных точек кривой

В точке угла поворота разбивают круговую кривую заданного радиуса. Основные элементы кривой вычисляют по формулам (3.4)–(3.7).

На местность круговую кривую переносят в два этапа. На первом этапе определяют на местности положение главных точек кривой: начала кривой (НК), середины кривой (СК) и конца кривой (КК) (рис. 3.8).

Для этого на местности от точки *O* по касательным откладывают значение тангенса кривой *T* и получают точки *A* и *C*. Для получения точки *B* относительно линии *OA* строят при точке *O* угол, равный  $90^\circ - \frac{\varphi}{2}$ , и по полученному направлению откладывают биссектрису кривой *B = OB*. На этом вынос главных точек кривой заканчивается.

Для более точного закрепления кривой на местности необходимо получить ещё ряд дополнительных точек – выполнить детальную разбивку кривой. При этом кривую делят на ряд отрезков (дуг) равной длины. Длину дуги принимают такой, чтобы стрелка прогиба каждой элементарной дуги была очень мала и вписанный многоугольник можно было принять за дугу окружности [15].

Выбор величины дуги зависит от радиуса круговой кривой *R* и назначения кривой – чем больше радиус, тем больше может быть интервал разбивки. При радиусе больше 500 м интервал разбивки составляет 20 м. При

радиусе от 100 до 500 м –10 м, при радиусе до 100 м – через 5 м и менее [15].

Детальную разбивку кривой можно выполнить несколькими способами (рис. 7.25).



Рис. 7.26. Способы детальной разбивки кривой

### 7.3.2.3. Детальная разбивка кривой

#### Способ прямоугольных координат

Является наиболее точным и простым. Применяется в открытой равнинной местности. Положение точки на кривой определяется прямоугольными координатами  $x$  и  $y$  (рис.7.26). За ось абсцисс принимают линию тангенса, за ось ординат – линии перпендикуляров, начало координат – точки начало кривой (НК) и конец кривой (КК) [15].

Сначала вычисляют центральный угол, соответствующий заданной длине дуги  $k$ .

$$\theta = 180^\circ \left( \frac{k}{\pi R} \right) \quad (7.2)$$

По значению кривой  $k$  определяют плоские прямоугольные координаты ( $x$  и  $y$ ) точек 1, 2, ...,  $n$  [15]:

$$x_1 = R \sin \theta, \quad y_1 = 2R \sin^2 \frac{\theta}{2}; \quad x_2 = R \sin 2\theta, \quad y_2 = 2R \sin^2 \theta \quad \text{и т.д.} \quad (7.3)$$

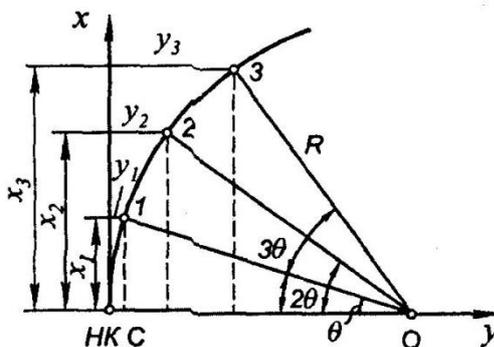


Рис. 7.26. Разбивка кривой способом прямоугольных координат [16]

На местности детальную разбивку кривой проводят следующим образом. От начала кривой (см. рис. 7.26) откладывают рулеткой по направлению тангенса, задаваемого теодолитом, абсциссу  $x_1$ . В полученной точке строят прямой угол и по полученному направлению откладывают отрезок  $y_1$ . Аналогично получают на местности все другие промежуточные точки. Разбивают кривую от ее начала до ее середины, а затем от конца кривой и также до середины. Промежуточные точки закрепляют на кривой [15].

### **Разбивка кривой по частям**

При разбивке кривой по частям (рис. 7.28) всю ее, от начала кривой (НК) до конца кривой (КК), делят на две одинаковые кривые: НК–2 и 2–КК [17]. Для каждой из них производят детальную разбивку, принимая значения НК1' = 1'2 = 23' = 3'КК = Т. При этом значение Т вычисляют по формуле

$$T = R \cdot \tan \frac{\alpha}{4}. \quad (7.4)$$

Точки 1' и 3' находятся на линиях НК–УП и КК–УП.

После построения точек 1' и 3' каждую кривую разбивают способом координат.

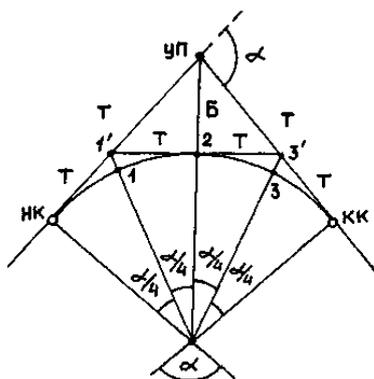


Рис. 7.27. Детальная разбивка кривых на трассе по частям [17]

### **Разбивка кривой способом продолженных или последовательных хорд**

Этот способ применяют при разбивке кривых на застроенных и залесённых участках, в выемках и тоннелях [15].

Разбивку кривой ведут согласно принятой длине хорды  $l$  и вычисленному промежуточному перемещению  $d$ . Величину  $d$  находят из подобия треугольников 0–1–2 и 1–2–2' (рис. 7.28)

$$\frac{d}{l} = \frac{l}{R}, \text{ откуда } d = \frac{l^2}{R}. \quad (7.5)$$

Положение точки 1 – первой точки кривой (рис. 7.28) находят методом прямоугольных координат, определив  $x_1$  и  $y_1$  по формулам из способа прямоугольных координат (см выше). Точку 1 закрепляют на местности и на продолжении створа НК1 откладывают длину хорды, закрепляют временную точку 2'. Далее из временной точки с помощью рулетки откладывают два отрезка  $l$  и  $d$  – находят положение точки 2 на круговой кривой методом линейной засечки. Закрепляют точку 2 и продолжают разбивку до середины кривой.

Недостаток способа – снижение точности детальной разбивки с увеличением числа точек, вследствие накопления погрешности.

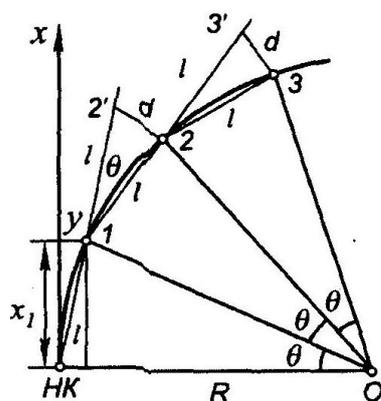


Рис. 7.28. Детальная разбивка кривых на трассе способом хорд [15]

### Разбивка кривой способом углов (полярный способ)

Способ применяют на косогорах, насыпях, в полузакрытой равнинной местности [15]. Положение точек на кривой определяют линейно-угловыми засечками (полярным способом). Предварительно рассчитывают значение угла из принятой длины хорды (рис. 7.29):

$$l = 2R \sin \frac{\theta}{2} \text{ откуда } \sin \frac{\theta}{2} = \frac{l}{2R}. \quad (7.6)$$

Теодолит устанавливают в точке НК (КК) и от направления тангенса последовательно откладывают углы  $\frac{\theta}{2}$ ;  $\theta$ ;  $\frac{3\theta}{2}$  и т.д. По направлению первого визирного луча откладывают длину  $l$ . Закрепляют точку 1, откладывают второй угол и от точки 1 рулеткой ищут точку пересечения со вторым визирным лучом. Закрепляют точку 2. Для этого один конец рулетки фиксируют в точке 1, а другой ее конец на нужном отсчете совмещают в изображении через зрительную трубу теодолита с вертикальной нитью (точка 2) по команде наблюдателя. Недостаток способа – снижение точности детальной разбивки, поскольку идет накопление погрешности при разбивке отрезков рулеткой.

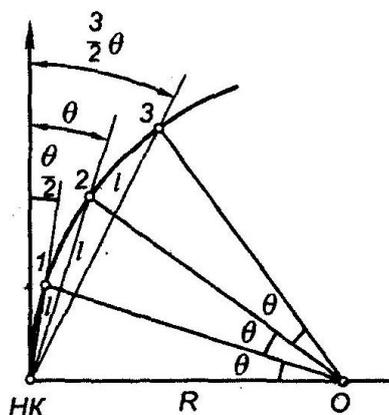


Рис. 7.29. Детальная разбивка кривых на трассе способом углов [16]

### Разбивка кривой способом стягивающей хорды

Способ стягивающей хорды (рис. 7.30) используют обычно в следующих случаях [17]:

- радиус кривой слишком большой;
- нет доступа к центру кривой;
- для построения переходных кривых.

Зная значение угла поворота трассы  $\varphi$ , определяют длину хорды:

$$S = 2R \cdot \sin \frac{\varphi}{2}, \quad (7.7)$$

Величину *стрелки прогиба*<sup>2</sup>  $b_0$  в середине кривой рассчитывают по формуле

$$b_0 = R - \sqrt{R^2 - \left(\frac{S}{2}\right)^2} = R - \sqrt{R^2 - R^2 \sin^2 \frac{\varphi}{2}} = R \left(1 - \cos \frac{\varphi}{2}\right). \quad (7.8)$$

Задав шаг в 2 м от стрелки  $b_0$  величины стрелок прогиба  $b_i$  получают по приближенной формуле:

$$b_i = b_0 - \frac{S_i}{2R}. \quad (7.9)$$

Поскольку круговая кривая симметричная, то величины рабочих промеров от середины кривой при равных шагах разбивки по обе стороны будут одинаковыми.

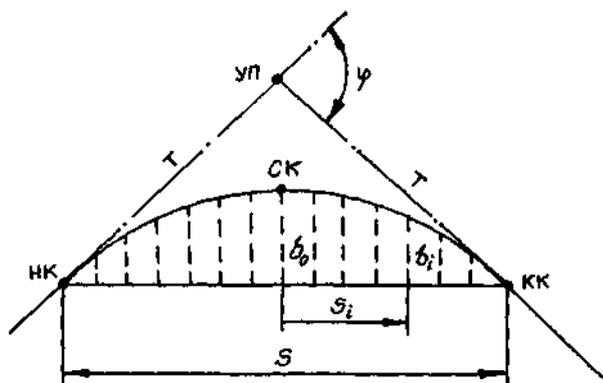


Рис. 7.30. Способ стягивающей хорды [17]

#### 7.3.2.4. Геодезические работы по укладке трубопровода в траншею

Оси траншей выносят с точек геодезической основы. Начинают с выноса на местность точек поворота продольной оси прокладки. Геодезический контроль выноса и разработки траншей имеет большое значение, поскольку отклонения могут привести к излому трубопровода и могут вызвать дополнительные напряжения в трубах, разрыв стыков и арматуры и выход из строя всей сети. Отклонение трубопровода от проектных отметок может явиться причиной его изгиба в профиле с аналогичными последствиями. Столь же нежелательными для строительства трубопроводов являются переуглубление

<sup>2</sup> Стрелка прогиба – максимальное отклонение кривой от ломаной линии, которая соединяет точки начала и конца кривой [12].

траншей или, наоборот, их недостаточная, по сравнению с проектной, глубина. В первом случае требуются дополнительные затраты средств и времени на последующую подсыпку грунта и, кроме того, уменьшается прочность основания.

Ось трассы проектируется в траншею теодолитом или отвесом от натянутой проволоки между створными точками оси или точками поворота. Контроль глубины траншей, разбивка проектного уклона дна траншеи производится с помощью нивелира, обноски и визирок, лазерных уклонофиксаторов [18].

*Обноска* (рис. 7.31) состоит из двух деревянных столбов 1, закрепленных на бровке траншеи, и прибитой к ним на высоте около 0,5 м от земли горизонтальной доски 2. Обноска ставится перпендикулярно оси трубопровода. От точек крепления на обноску выносят ось траншеи и закрепляют её меткой. На доске обноски краской подписывают номер колодца, пикетаж, диаметр прокладываемых труб.

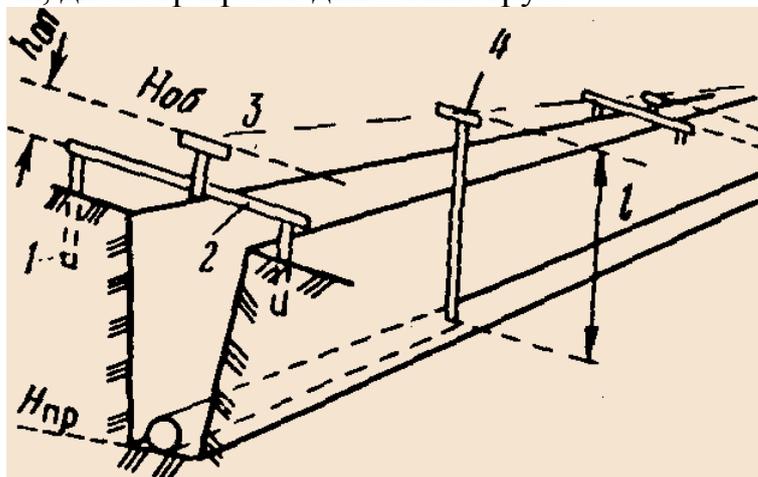


Рис. 7.31. Использование обноски при рытье траншеи и укладке труб [6]

Чтобы провести зачистку дна траншеи до проектной отметки с помощью обносок и визирки необходимо (рис. 7.31) установить *опорные визирки* таким образом, чтобы линия, соединяющая их верхние грани, была параллельна линии проектной глубины траншеи. Далее устанавливают *ходовую визирку* поднимая или опуская её так, чтобы ее верхняя грань находилась на линии опорных визирок. Тогда нижний конец ходовой визирки будет указывать на глубину траншеи по проекту.

Чтобы выполнить такой комплекс работ нужно рассчитать высоты опорных визирок и установить опорные визирки на обносках в нужном положении (рис. 7.31, 7.32). Расчёт высот опорных визирок [6]:

1. Проектную высоту траншеи  $H_{пр}$  берут из проекта.
2. Проектную высоту обноски (расстояние от уровня моря до уровня верхней грани доски обноски) рассчитывают, прокладывая нивелирный ход по обноскам.
3. Зная длину ходовой визирки (её длину выбирают исходя из глубины траншеи 2,5, 3 или 4 м), рассчитывают длину каждой опорной визирки по формуле

$$h_{оп} = l - (H_{об} - H_{пр}). \quad (7.10)$$

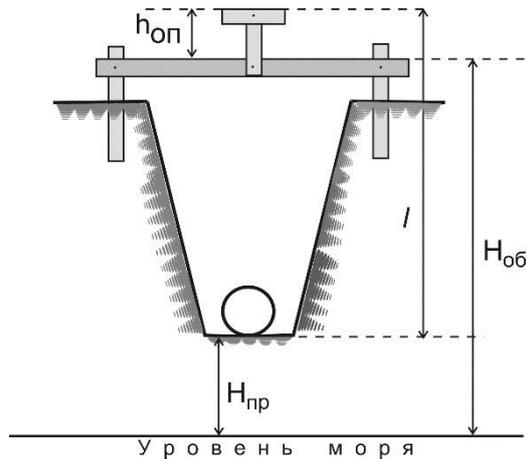


Рис. 10.32. Схема для расчёта опорной визирки

Перемещая ходовую визирку вдоль дна траншеи через 3 – 5 м, определяют проектные отметки, по которым окончательно зачищают дно траншеи.

Укладка труб по высоте осуществляется по уровню, с помощью визирок, с помощью нивелира и реек [18].

Способом визирок проектные отметки могут быть определены с ошибкой 2 – 3 см. Однако этот способ не может обеспечить требуемую точность установки проектных отметок на уклонах, меньших 0,003. В этом случае все работы по укладке труб и колодцев производят с помощью нивелира. Нивелиром проверяют укладку каждой трубы [6].



*Рис. 10.33. Газопровод в траншее перед засыпкой*

При сооружении трубопроводов диаметром 1020 мм и более должна проводиться нивелировка дна траншеи по всей длине трассы: на прямых участках через 50 м; на вертикальных кривых упругого изгиба через 10 м; на вертикальных кривых принудительного гнутья через 2 м; при сооружении трубопроводов диаметром менее 1020 мм только на сложных участках трассы (вертикальных углах поворота, участках с пересеченным рельефом местности), а также на переходах через железные и автомобильные дороги, овраги, ручьи, реки, балки и другие преграды, на которые разрабатываются индивидуальные рабочие чертежи.

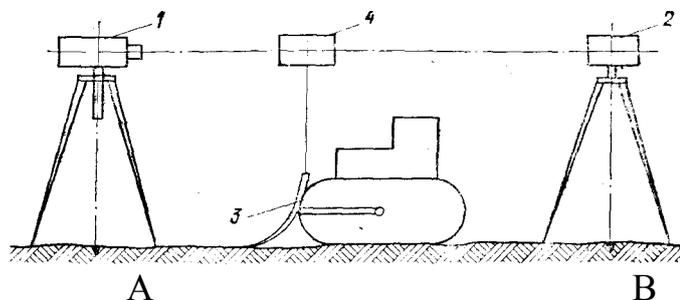
#### **7.3.2.5. Технология работ с применением лазерных приборов**

При строительстве трубопроводов используют также лазерные приборы (визеры, теодолиты, нивелиры). Эти приборы позволяют устанавливать лазерным пучком линию заданного уклона, по которой определяют ось траншеи и ее глубину, а также производят укладку труб.

При рытье траншей используют специальные лазерные системы, обеспечивающие непрерывное слежение за работой землеройных машин.

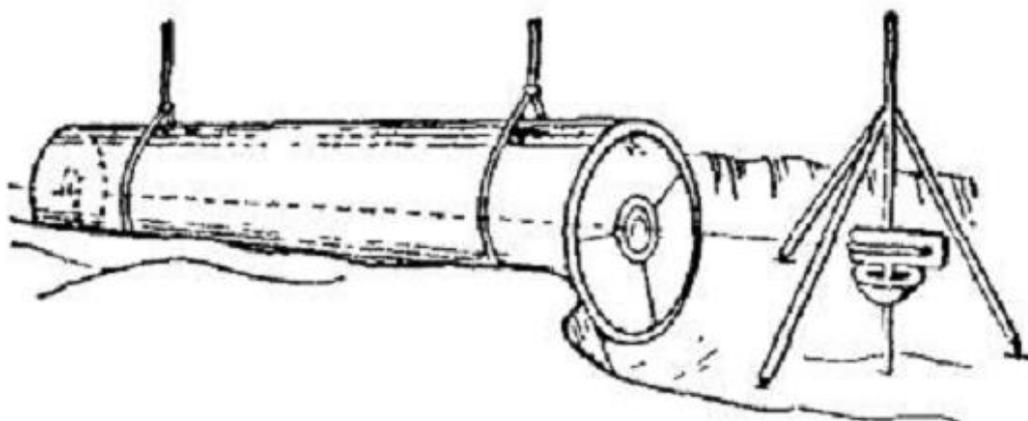
Прибор 1 (рис. 7.34) ставится над точкой А траншеи так, чтобы лазерный луч лежал в вертикальной плоскости, проходящей через ось трубопровода. В створе лазерного луча на противоположном конце траншеи

в точке В располагают визирную марку 2, центр которой совмещается с лазерным пятном. На рабочем органе землеройной машины 3 укрепляют полупрозрачную марку-экран 4 с фиксированным центром. Правильность работы и движения машины контролируется по положению лазерного пятна в центре марки-экрана 4 [3].



*Рис. 7.34. Контроль за работой землеройной машины с помощью лазерного прибора [3]*

При укладке труб применяют лазерные комплекты, в которые входят лазерные визиры (рис. 7.34); штативы, позволяющие изменять высоту пучка лазера от 30 до 200 см (рис. 7.35, 7.37), а также контрольные марки.



*Рис. 7.35. Укладка секций трубопровода по лазерному лучу [18]*

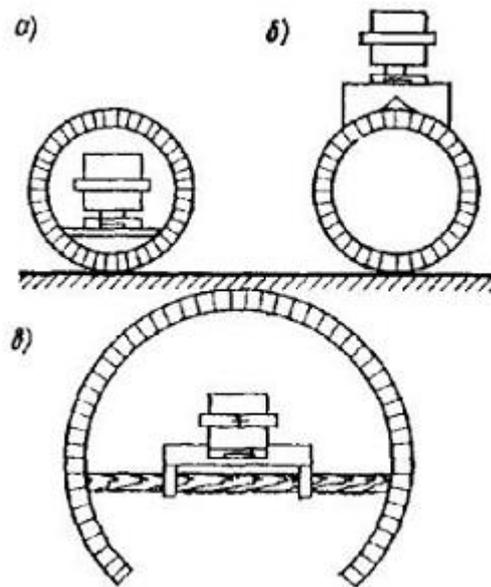


Рис. 7.36. Установка навесных марок [18]

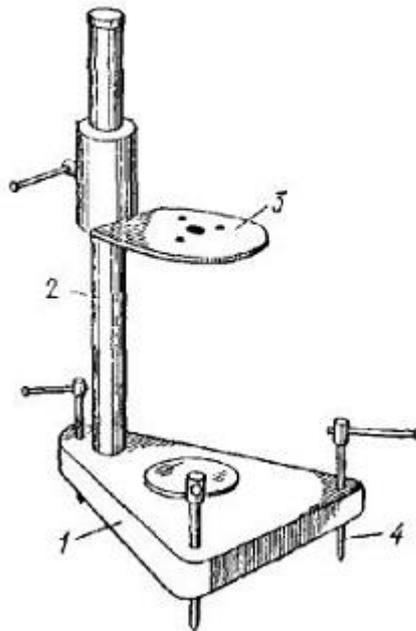


Рис. 7.37. Консольный штатив [18]

В подготовленной траншее между двумя предварительно вынесенными в натуру точками трассы устанавливают лазерный прибор и ориентируют его по оси будущего трубопровода. Проектный уклон лазерному пучку задается либо по шкале микрометра (прибор ЛВ-5М), либо с помощью подъемных винтов по нивелирной рейке, последовательно устанавливаемой перед прибором и в конце прямолинейного участка. В торце подготовленной к укладке секции трубопровода закрепляют контрольную марку, центр которой устанавливают по геометрической оси трубы, после чего трубоукладчик опускает секцию на дно траншеи. Секцию одним концом присоединяют к элементу трубопровода, уложенному ранее, а свободный конец перемещают до тех пор, пока лазерный пучок не попадет в центр контрольной марки (рис.

7.35). В этом положении труба закрепляется, из неё извлекается контрольная марка и устанавливается в следующую секцию [18].

Если лазерный прибор нельзя установить по оси трубопровода (диаметр трубы больше 800 мм или траншея залита водой), то прибор перемещают на штативе выше или ниже оси трубы и лазерный пучок проходит параллельно оси внутри трубы или над ней. В соответствии с положением лазерного пучка контрольные марки устанавливаются внутри и сверху трубы на подставках различной конструкции (рис. 7.36) [18].

## 7.4. Геодезические работы основного периода строительства

### 7.4.1. Порядок общестроительных работ

Геодезические работы при строительстве объектов магистральных трубопроводов соответствуют этапам общестроительных работ.

На *подготовительном этапе строительства* (рис. 7.38, 1–5) производится построение геодезической разбивочной основы, вынос в натуру главных и основных осей (внешней разбивочной сети здания (сооружения)).

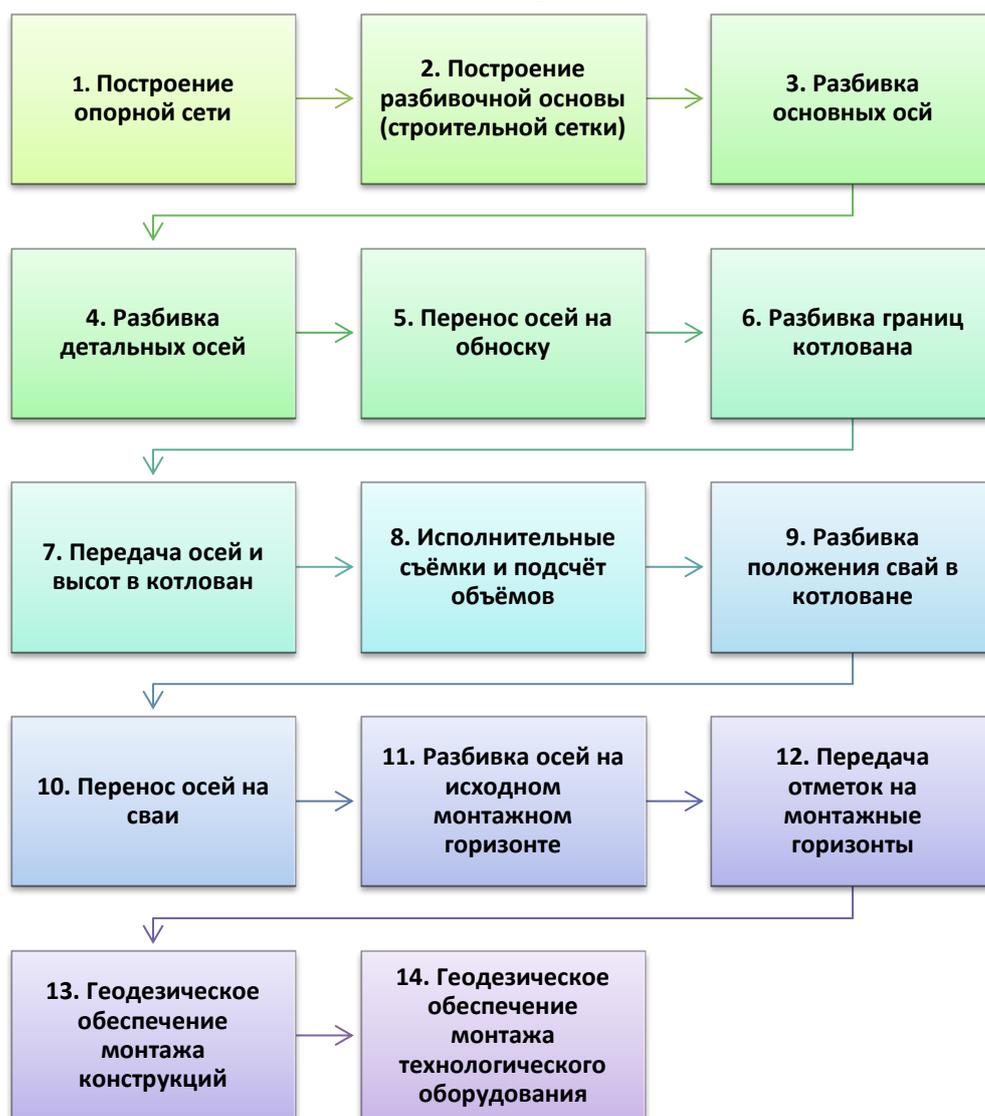


Рис. 7.38. Схема геодезических работ подготовительного (1–5) и основного (6–14) этапов сооружения площадочных сооружений МТ

Основной период строительства включает следующие виды работ, которые основаны на геодезических измерениях: подготовка котлована; установка свай; возведение фундамента и перекрытий подвала; возведение стен; установка технологического оборудования.

Первые три вида работ относятся к так называемому нулевому циклу, или подземному циклу, заканчивающемуся на этапе возведения здания до нулевой отметки, т.е. до отметки чистого пола (1-й этаж).

#### 7.4.2. Геодезические работы при подготовке котлована

Строительство котлована включает в себя геодезическую разбивку его границы, рытье котлована, геодезический контроль за соблюдением геометрических параметров котлована, передачу осей и высот в котлован, исполнительную съемку подготовленного котлована и подсчет объемов земляных работ.

В связи с тем, что грунты, слагающие дно котлована, будут нести на себе нагрузку от сооружения, не допускается излишняя углубка, поскольку при переборе глубины нарушается естественная структура грунта. При геодезическом контроле вручную зачищают последние 10–15 см грунта.

Перенесение осей на монтажный горизонт, например, на дно котлована с уровня закрепления знаков исходного горизонта, выполняют в такой последовательности (рис. 7.39).

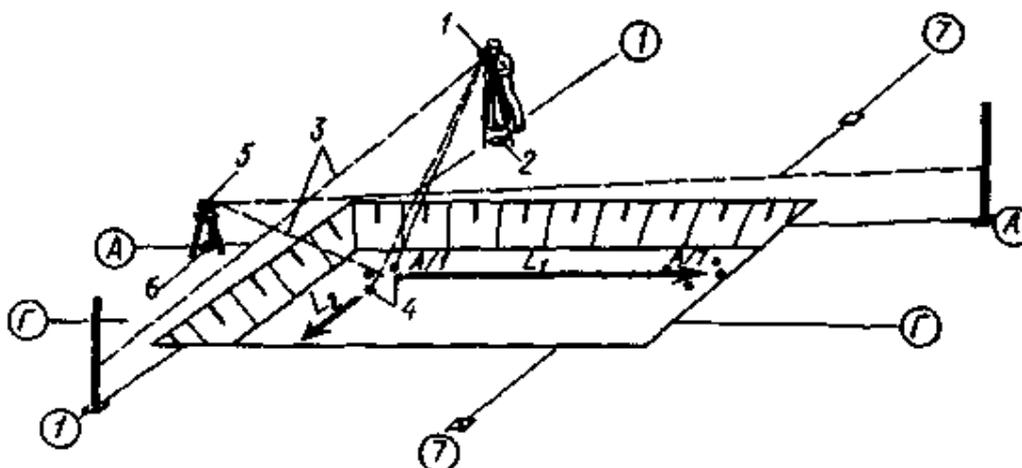


Рис. 7.39. Перенесение осей на дно котлована: 1, 5 – теодолиты, 2, 6 – знаки закрепления створов осей, 3 – визирный луч, 4 – колья в створе осей [35]

Сначала находят положение точки А/1. Для этого теодолит 1 устанавливают и приводят в рабочее положение над знаком 2 закрепления створа поперечной оси. Трубу теодолита ориентируют вдоль створа оси (визирным лучом) 3 и в месте пересечения поперечной оси с продольной фасадной осью забивают колья 4, маркируя на их верхних торцах створ оси. Между кольями по маркированному створу натягивают шнур-причалку, леску (струну) [35].

Далее переставляют теодолит в точку б, приводят в рабочее положение и центрируют. Трубу теодолита ориентируют вдоль створа продольной оси. По створу поперечной оси перемещают кол до пересечения его со створом продольной фасадной оси. Кол ориентируют вдоль поперечной оси по натянутой леске. Точку пересечения осей закрепляют, забивая кол. На верхнем торце кола крестом маркируют точку А/1 [35].

Для нахождения положения точки А/7 теодолит устанавливают и приводят в рабочее положение над полученной точкой А/1. Трубу теодолита ориентируют вдоль створа продольной фасадной оси и по створу оси А рулеткой откладывают проектное расстояние  $L_1$ . Затем трубу теодолита ориентируют вдоль поперечной оси и рулеткой откладывают проектное расстояние  $L_2$  [35].

Для нахождения положения точки Г/7 теодолит устанавливают и приводят в рабочее положение над точкой А/7. Трубу теодолита ориентируют вдоль створа продольной оси и, отложив угол  $90^\circ$ , рулеткой отмеряют проектное расстояние между осями А и Г [35].

Правильность переноса осей проверяют измерением расстояния между точками Г/1 и Г/7 и диагоналей полученного четырехугольника. После открытия котлована измеряют его габариты и нивелируют основание (рис. 7.40) [35].

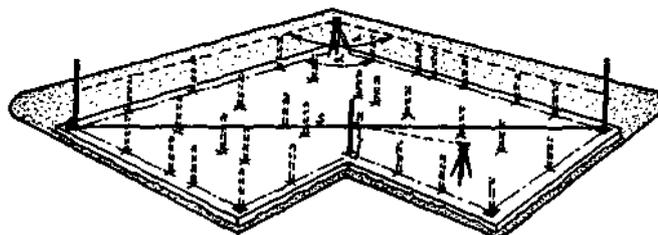


Рис. 7.40. Геодезический контроль после открытия котлована [35]

Последовательность выполнения геодезических разбивочных работ при возведении подземных частей зданий показана на рис. 7.41. После завершения монтажных работ на перекрытие над подземной частью здания (рис. 7.42, а) и на внешние грани стен выносят основные оси (рис. 7.42, б) [35].

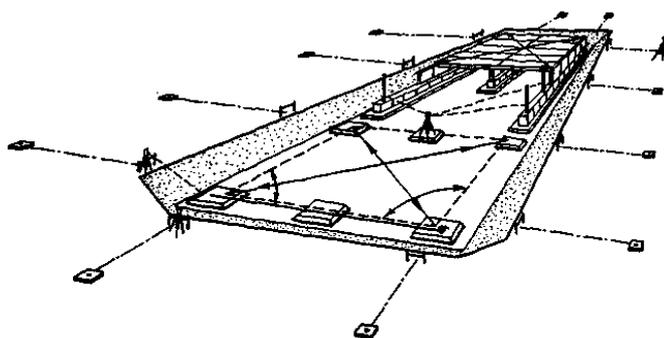


Рис. 7.41. Последовательность выполнения геодезических работ при возведении подземных частей здания [35]

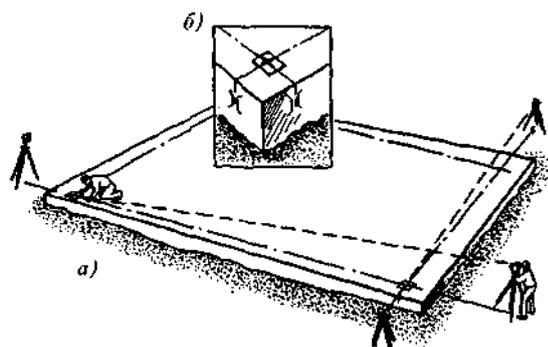


Рис. 7.42. Геодезическое обоснование после завершения строительства подземной части (а) и закрепление осей на цокольных частях стен и перекрытий (б) [35]

### 7.4.3. Геодезические работы при подготовке фундамента

#### Свайные фундаменты

Состав геодезических работ при подготовке фундамента определяется типом фундамента (свайные, ленточные...). При устройстве свайных фундаментов выполняют следующие геодезические работы (рис. 7.43).



Рис. 7.43. Состав геодезических работ при устройстве свайных фундаментов

#### Определение планового положения мест забивки свай

Места забивки свай определяют от точек пересечения осей. Оси, закрепленные вне контура котлована, переносят сначала на верхнюю бровку, а затем на его дно. Последовательность разбивки мест погружения свай зависит от типа свайных полей, принятых схем погружения свай, направлений движения копровых установок (установок для забивки или погружения свай) [6].

При однорядном расположении свай (рис. 7.44, а) на дно котлована переносят все основные (габаритные) оси (А, В, 1, 4 и т.д.). Промежуточные оси разбивают между габаритными на дне котлована и выбирают таким

образом, чтобы расстояние между ними было не более длины применяемой рулетки. Габаритные и промежуточные оси закрепляют на строительных скамейках 2. Между подвижными марками 6 скамеек (рис. 7.44, б), установленными в створах одноименных осей, натягивают (леску) и на дно котлована переносят точки пересечения продольных и поперечных осей здания. Точки пересечения маркируют на верхнем торце кола, забиваемого в уровень с землей. В створе одной из осей натягивают рулетку и при расположении свай на оси по проектным расстояниям между сваями забивают колья, фиксирующие места их погружения 4 (грань сваи) [35].

При кустовом расположении свай последовательность разбивки несколько изменяется. На дне котлована после закрепления основных осей на строительных скамейках определяют центры кустов. Расстояния отмеряют двумя рулетками от створа, образованного леской. Длинномерную рулетку натягивают по одной оси между подвижными марками строительных скамеек. По маркам другой оси натягивают леску. На пересечении рулетки и лески определяют центр куста. Сохраняя направление створов осей, с помощью второй рулетки или метра определяют местоположение каждой сваи в кусте [35].

Для контроля за глубиной погружения на каждой свае от острия к оголовку наносят деления через 1 м. Метровые отрезки маркируют яркими рисками с оцифровкой метров, а проектную глубину погружения – буквами ПГ [35].

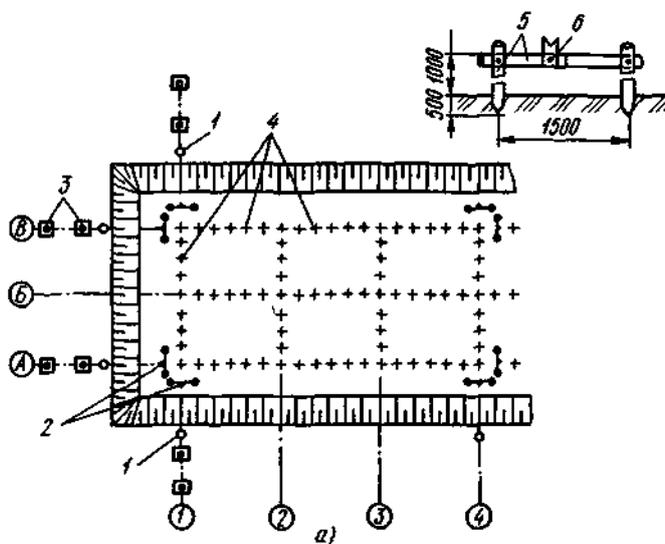


Рис. 7.44. Разбивка мест погружения свай при однорядном расположении (а) и строительная скамейка (б): 1 - точка закрепления оси на бровке котлована, 2 - строительные скамейки, 3 - знаки закрепления створов осей, 4 - места погружения свай, 5 - вертикальная и горизонтальная штанги, 6- подвижная марка [35]

### Контроль вертикальности свай

Вертикальность погружения свай обеспечивается установкой направляющей стрелы копровой установки в отвесное положение (рис. 7.45). При использовании безрельсовых копров на базах тракторов и гусеничных кранов грунт планируют под одну отметку. Головки рельсов для рельсовых копров выводят на одинаковые отметки. Отвесность направляющей стрелы

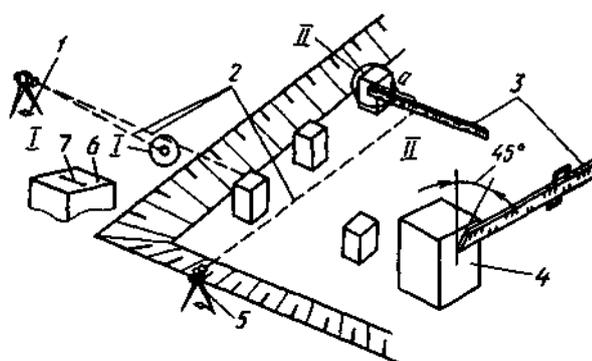
вибрационных копровых погрузателей проверяют теодолитами, а копров с молотами и вдавливающих погрузателей – тяжелыми отвесами. Масса отвеса (более 5 кг) зависит от длины погружаемых свай и силы ветра. Если при погружении свая отклоняется от вертикального положения, работу приостанавливают и выправляют положение стрелы и сваи [35].



*Рис. 7.45. Забивка свай дизель-молотом при сооружении ГКС*

#### **Вынос осей на сваи**

На оголовки установленных свай выносят проектную отметку их срубки (срезки) и оси (рис. 7.46).



*Рис. 7.46. Перенесение осей на сваи: 1 - знак закрепления створа оси, 2 - визирные лучи, 3 - рейка, 4 - грань сваи, 5 - теодолит, б - кол, 7 - створ оси [6]*

Оси выносят на сваи последовательным перенесением со знаков 1 закрепленных створов на бровке котлована и маркируют (открашивают) на верхнем торце деревянных колец 1 и свай 4. Колья забивают не ближе 1 м от верхней бровки котлована. Створ 7 осей маркируют карандашом. Затем теодолит устанавливают последовательно над перенесенными точками и ориентируют трубу вдоль створов одноименных осей [6].

По описанной методике на сваи переносят все габаритные оси, а также продольные и поперечные оси, расположенные на расстоянии, равном длине применяемой рулетки или меньшем [35].

Далее на оголовках свай размечают все продольные и поперечные оси. При расположении свай на расстоянии более 4 м от створов осей в натуре переносят линии, параллельные осям, со смещением от осей на величину, равную расстоянию сваи от оси плюс 200...50 мм. Оси на сваях размечают карандашными черточками [35].

После установки свай производят исполнительную их съемку и выполняют сопоставление с проектом (рис. 7.47). На исполнительном чертеже показывают численное значение отклонения в м и стрелочками направление отклонения каждой сваи от проектного положения.

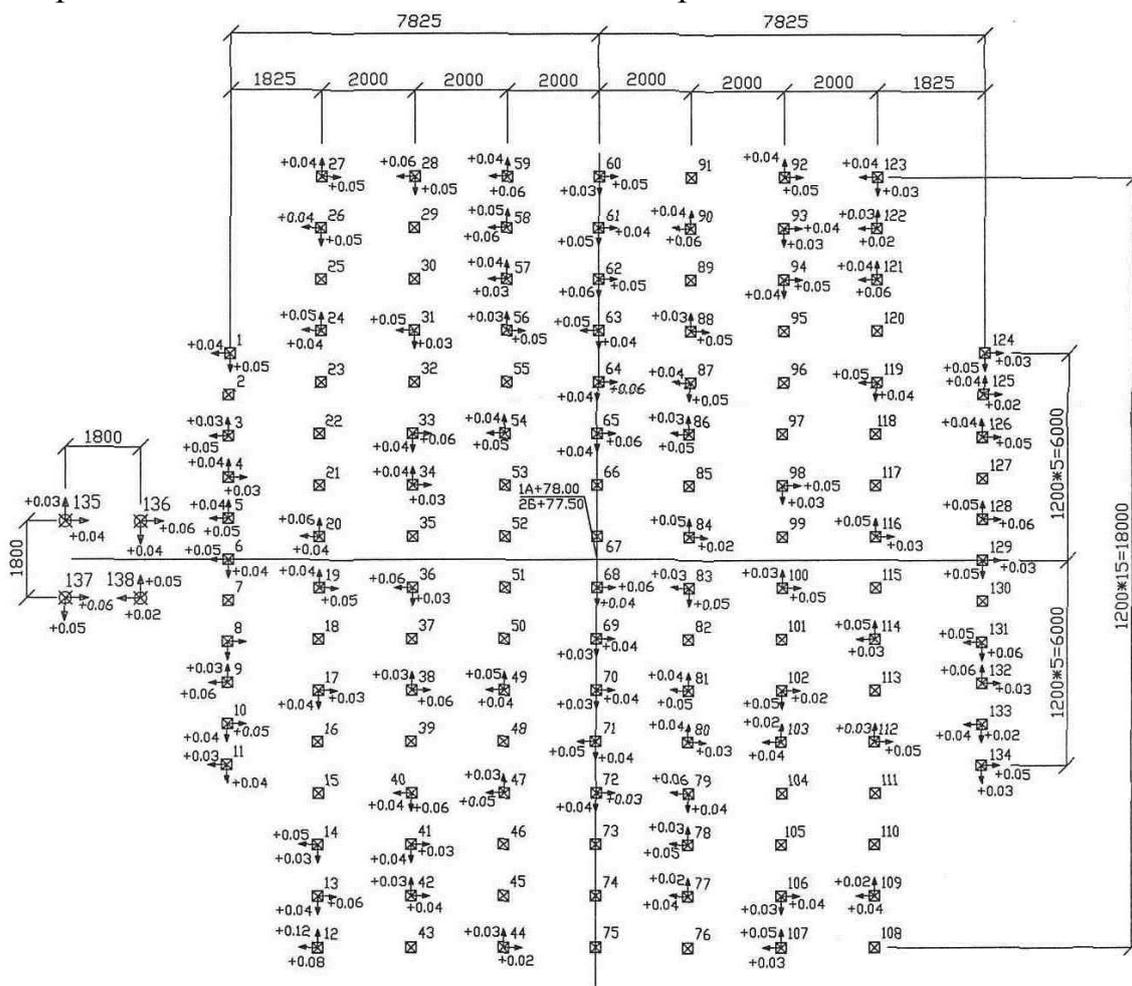


Рис. 7.47. Исполнительная схема съёмки свайного поля резервуара нефти  $V=2000\text{м}^3$

#### 7.4.4. Передача плановой и высотной сети здания на монтажный горизонт надземной части здания

Разбивка осей на *исходном горизонте* – плоскости первоначальных геодезических построений – не может обеспечить необходимыми геодезическими данными весь процесс возведения зданий или сооружений. Поэтому оси или их створы переносят на разные уровни производства строительных работ – *монтажные горизонты* [35].

Оси переносят с помощью теодолитов, зенит-приборов, надири-приборов либо отвесов [35].

##### 7.4.4.1. Метод наклонного проектирования теодолитом

*Метод наклонного проектирования* используют для передачи плановой сети с исходного горизонта на монтажный при возведении зданий малой и средней этажности, а также если имеются большие свободные площадки на территории строительства [6].

Порядок работ при передаче плановых точек на монтажный горизонт надземной части здания (рис. 7.48) следующий. Теодолит 2 устанавливают над знаком 1 закрепления створа оси и его трубу ориентируют по откраске осевой риски 3 на здании. Визирный луч 4 поднимают до пересечения его с монтажным горизонтом и на нем отмечают ось 5 [35].

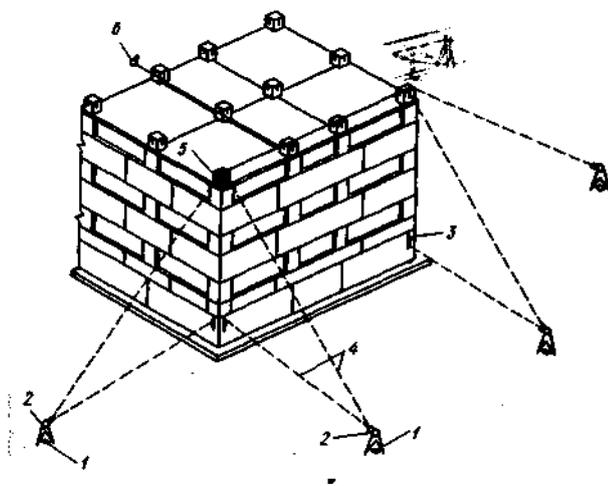


Рис. 7.48. Перенесение осей с исходного горизонта на монтажный: 1 – знаки закрепления створов осей, 2 – теодолиты, 3 – осевые риски, 4 – визирные лучи, 5 – перенесенная на монтажный горизонт ось, 6 – рулетка [35]

Среднюю квадратическую погрешность проектирования точки плановой сети на монтажный горизонт  $m_{\text{пр}}$  при двух положениях вертикального круга теодолита вычисляют по формуле [18]

$$m_{\text{пр}} = \sqrt{0,25h^2\tau^2 / \rho^2 + 3600S^2 / \rho^2V^2 + l^2m_{\text{ств}}^2 / S^2 + m_{\text{ф}}^2}, \quad (7.11)$$

где  $h$  – высота, на которую проектируется точка;  $S$  – расстояние от теодолита до проектируемой точки;  $\tau$  – цена деления цилиндрического уровня при горизонтальном круге теодолита;  $l$  – отклонение проектируемой точки от вертикали, проходящей через точку плановой основы;  $V$  – увеличение

зрительной трубы теодолита;  $m_{\text{ств}}$ ,  $m_{\text{ф}}$  – средние квадратические погрешности установки теодолита в створ и фиксации проектируемой точки на монтажном горизонте;  $\rho = 206265''$ .

#### 7.4.4.2. Метод вертикального проектирования

Передачу плановой сети с исходного горизонта на монтажный в условиях стесненной строительной площадки, а также при возведении зданий и сооружений повышенной этажности и высотных производят *методом вертикального проектирования* (рис. 7.49). Передача точек плановой сети на монтажный горизонт методом вертикального проектирования осуществляется через отверстия в плитах перекрытия, расположенные над точками плановой основы. При небольшой высоте здания (до 15 м) применяют строительные отвесы массой более 0,4 кг. Отвес опускают на тонкой нити через проём, совмещая острие со створом оси, размеченной на исходном горизонте [35].

При высоте сооружений более 15 м проектирование выполняют приборами вертикального проектирования (PZL, ПОВП, ОЦП, ЛЗЦ), а также лазерными геодезическими приборами.

Над приборами вертикального проектирования при их расположении внутри здания для предохранения их от строительного мусора устанавливают ловушку над первым от прибора отверстием (рис. 7.50)[18].

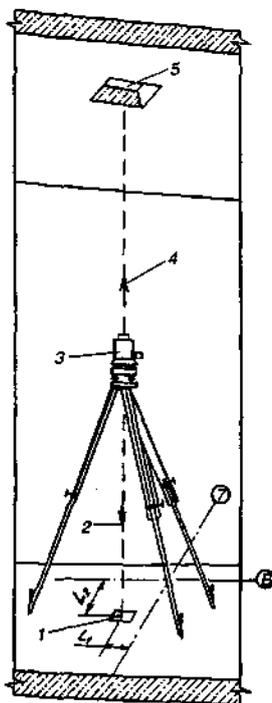


Рис. 7.49. Перенос осей зенит-прибором: 1 – точка переноса, 2 – линия центрирования прибора, 3 – зенит-прибор, 4 – линия переноса, 5 – отверстие в перекрытии верхнего этажа [35]

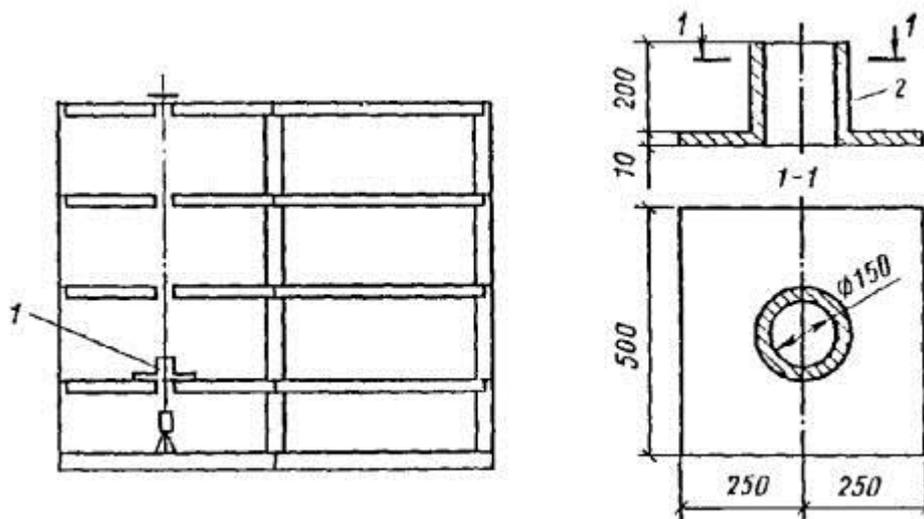


Рис. 7.50. Ловушка, схема ее установки: 1 – ловушка; 2 – труба [18]

Передачу проекции точки плановой основы с исходного горизонта на монтажный производят путем отсчитывания по палетке, установленной на монтажном горизонте. Палетка представляет собой координатную сетку, нанесенную на кальку и наклеенную на органическое стекло разграфкой вниз.

Перенесение осей на монтажный горизонт с помощью лазерного прибора производится в такой последовательности:

- прибор приближенно устанавливают над знаком и приводят его в рабочее положение;
- направляют лазерный пучок прибора в «надир» и с помощью центрировочного столика наводят этот пучок на центр знака;
- переключают пентапризму прибора и направляют лазерный пучок в «зенит», в этот момент лазерный пучок попадает на экран мишени, закрепленной на монтажном горизонте. Центр лазерного пятна на экране марки есть проекция центра знака на монтажном горизонте.

Для повышения точности перенесения осей и исключения ошибок за наклон лазерного пучка проектирование выполняют четырьмя приемами с перестановкой прибора на  $90^\circ$  [18].

Точность вертикального проектирования  $m$  лазерным геодезическим прибором с визуальной регистрацией пятна, вычисляется по формуле [18]:

$$m = \sqrt{m_{ц}^2 + m_{ц.п}^2 + m_{ф}^2 + h^2 m_0^2 / \rho^2 + m_{н}^2}, \quad (7.12)$$

где  $m_{ц}$  – погрешность центрирования прибора;  $m_{ц.п}$  – погрешность определения центра пятна;  $m_{ф}$  – погрешность фиксации центра пятна на мишени;  $m_0$  – погрешность приведения лазерного пучка в отвесное положение;  $m_{н}$  – погрешность наклона оси вращения прибора.

Например, при проектировании точки на высоту 50 м лазерным прибором ПИЛ-1 средняя квадратическая погрешность равна 3,9 мм.

*Контроль.* Точность передачи точек плановой основы контролируют путем сравнения измеренного расстояния между полученными точками на монтажном горизонте  $S_m$  с расстоянием между этими же точками на

исходном горизонте  $S_{и}$ . Контрольные измерения должны быть выполнены с той же точностью, что и разбивка плановой основы на исходном горизонте. Допустимое расхождение  $\Delta\varepsilon$  между расстояниями  $S_{м}$  и  $S_{и}$  определяют по формуле [18]

$$\Delta\varepsilon = \sqrt{2m_{\text{пр}}^2 + S_{\text{м}}^2 / T_{\text{пр}}^2}, \quad (7.13)$$

где  $m_{\text{пр}}$  – средняя квадратическая погрешность передачи точки плановой основы на монтажный горизонт;  $1/T_{\text{пр}}$  – относительная средняя квадратическая погрешность разбивки осей на исходном горизонте

При недопустимом расхождении проектирование точек повторяют.

#### 7.4.4.3. Передача высотных отметок

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

На монтажном горизонте должно быть не менее двух рабочих реперов. Рабочими реперами служат закладные детали в смонтированных конструкциях, монтажные петли плит перекрытий, дюбели, горизонтальные открашенные риски на арматуре, конструкциях (рис. 7.51) [18].

При перенесении отметок с исходного горизонта на монтажный отметки исходного горизонта принимаются стабильными, независимо от осадок основания. Перенесение отметок осуществляется или непосредственным измерением по вертикально установленным конструкциям от репера на исходном горизонте до монтажного горизонта, или методом геометрического нивелирования с помощью двух нивелиров и подвешенной рулетки (рис. 7.52) [18].

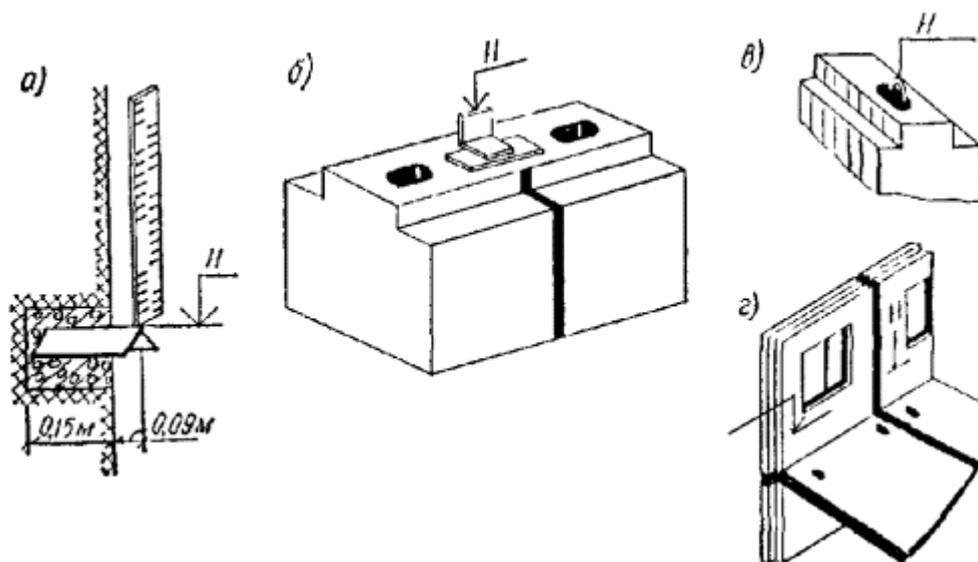


Рис. 7.51. Знаки закрепления высотной разбивочной сети: а - стенной репер в виде угольника; б - металлическая плашка; в - монтажная петля; г - откраска на панели [18]

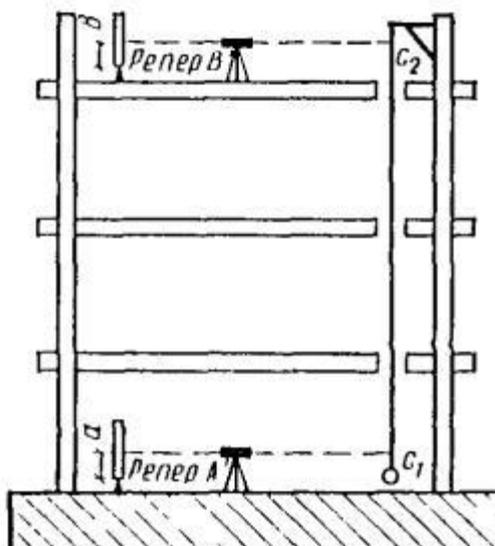


Рис. 7.52. Передача отметок на монтажный горизонт [18]

