

*Геодезическое обеспечение
строительства надземной части
зданий и сооружений*



Передача осей и отметок на монтажные горизонты



Способы переноса осей и отметок

Для геодезического обеспечения строительства первого и последующих этажей здания создают опорную плановую и высотную разбивочные сети на исходном и монтажном горизонтах.

Исходным горизонтом называют условную плоскость, проходящую по поверхности несущих конструкций подземной части зданий (фундаментов) или перекрытия нулевого цикла. Другими словами, это горизонт монтажной площадки по завершении строительства надземной части здания.

Монтажным горизонтом здания называют условную плоскость, проходящую по поверхности перекрытия каждого последующего этажа или опорного яруса надземной части здания.

Плановую разбивочную сеть на исходном горизонте создают в виде правильных фигур, обозначающих конфигурацию здания и закрепляющих точки пересечения параллелей основным осям здания для их проецирования на монтажные горизонты.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



Точность построения плановой разбивочной сети на исходном горизонте должна быть на класс выше точности плановой разбивочной сети на монтажном горизонте.

Высотной разбивочной сетью на исходном горизонте могут быть основные точки плановой разбивочной сети или рабочие реперы, по которым прокладывают нивелирный ход с привязкой не менее чем к двум реперам на строительной площадке.

Для детальной разбивки осей на монтажном горизонте оси, закреплённые в пределах стройплощадки (на обноске, створными знаками), должны быть перенесены на исходный и последующие монтажные горизонты.

При строительстве зданий малой и средней этажности перенесение точек с исходного горизонта на монтажный выполняют *способом наклонного проецирования*. Сущность способа состоит в построении вертикальной плоскости с помощью теодолита.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



Порядок действий при выносе:

1. теодолит устанавливают в створе переносимой оси (над обноской или створным знаком);
2. выполняют визирование при КЛ на осевую риску (на другом створном знаке, обноске, стене); поднимают зрительную трубу теодолита до уровня монтажного горизонта и на его верхнем обресе наносят осевую риску;
3. действия повторяют при КП.

За окончательное положение оси принимают середину между отмеченными на обресе монтажного горизонта осевыми рисками.

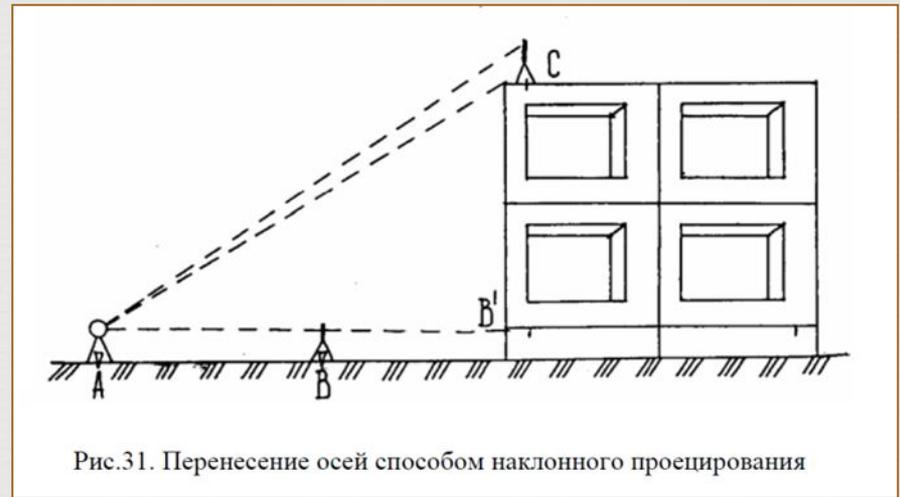


Рис.31. Перенесение осей способом наклонного проецирования

Передача осей и отметок на монтажные горизонты

Если на противоположной стороне здания есть створная точка, закрепляющая одноимённую ось, то прибор переносят и устанавливают над ней, а действия 1) – 3) повторяют. Если створный знак не сохранился, то перенос осуществляют, используя визирную марку (отвес, металлический штырь), рис.32,а.

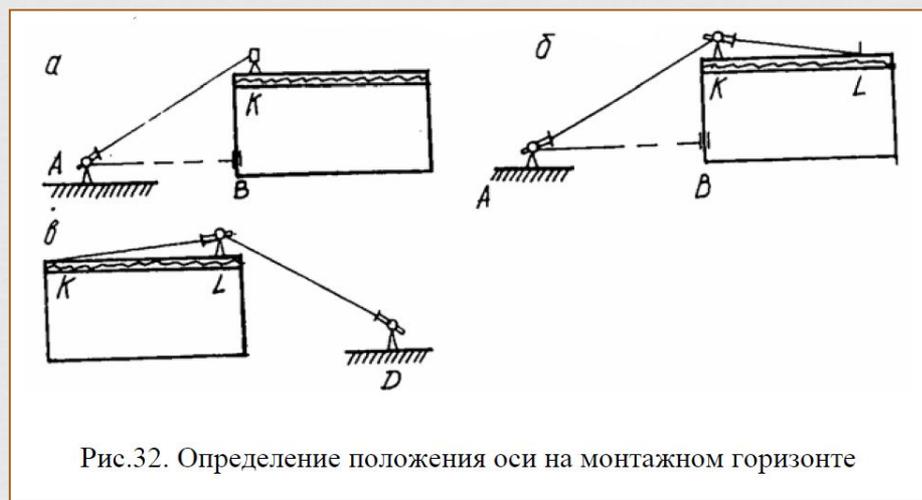
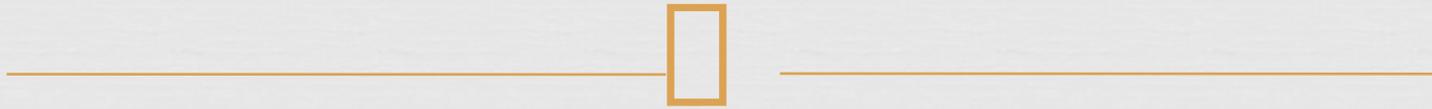


Рис.32. Определение положения оси на монтажном горизонте

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



По визирной марке в створе линии AB (рис.32,а) на металлической пластине намечают центр визирной цели K . Над ней устанавливают теодолит и при двух положениях вертикального круга от направления на точку A откладывают угол 180° . Полученные точки L и K определяют положение оси на монтажном горизонте (рис.32,б). Для контроля выноса оси устанавливают теодолит над точкой L и измеряют угол между направлением на точку K и створную точку D (рис.32,в). Допустимая величина отклонения измеренного угла от 180° зависит от расстояния визирования и точности центрирования теодолита.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты

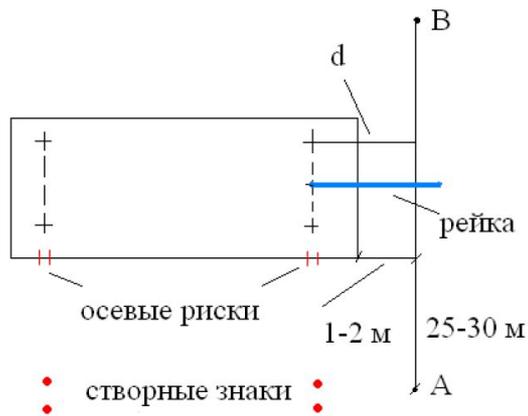
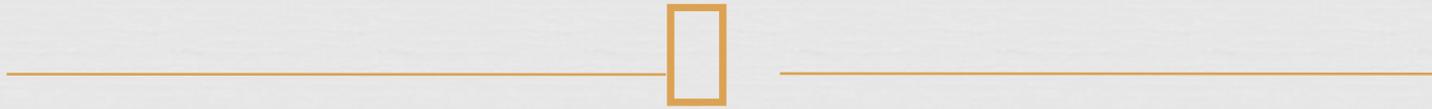


Рис.33. Вынос оси на монтажный горизонт методом бокового нивелирования

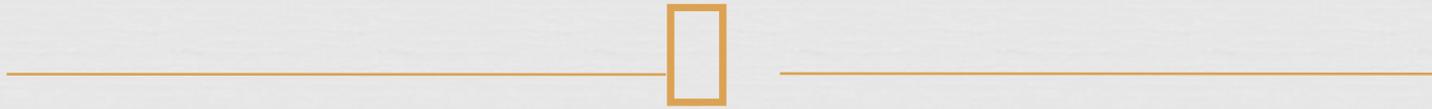
Для передачи осей на монтажные горизонты так же применяется боковое нивелирование (рис.33). На исходном горизонте закрепляют точки опорной сети. Кроме того, закрепляют базисы, параллельные продольным и поперечным осям здания, расположенные вне его на расстоянии, равном 1-2 м. Способом бокового нивелирования расстояние от стороны опорной сети до базиса переносится на перекрытия возводимого здания. Для удобства визирования на верхние этажи концы базиса располагают на расстоянии 25-30 м от здания.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



На одном из концов базиса (точка А) устанавливают теодолит, а его трубу ориентируют на точку В. Зрительную трубу теодолита наводят на рейку, горизонтально расположенную на монтажном горизонте. Рейку перемещают до положения, в котором отсчет по ней равен d , и на перекрытии риски фиксируют положение пятки рейки. Действия повторяют при другом положении круга. Отрезок между двумя рисками, отмеченными при двух положениях вертикального круга, делится пополам и его середина принимается за положение оси на монтажном горизонте.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



Перемещая рейку по монтажному горизонту вдоль оси, прочерчивают необходимое количество рисок для производства строительно-монтажных работ. Расстояние d не превышает 2 м и может быть измерено с высокой точностью (0,2-0,5 мм).

После выноса на монтажный горизонт основных осей контролируют их положение, измеряя стороны по контуру здания и его диагонали.

Низкая точность и необходимость размещать створные знаки на значительном расстоянии от здания (чтобы угол наклона трубы теодолита не превышал 30-45°), делают этот способ ограниченным в применении, а в условиях строительства на застроенной территории неприемлемым.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты

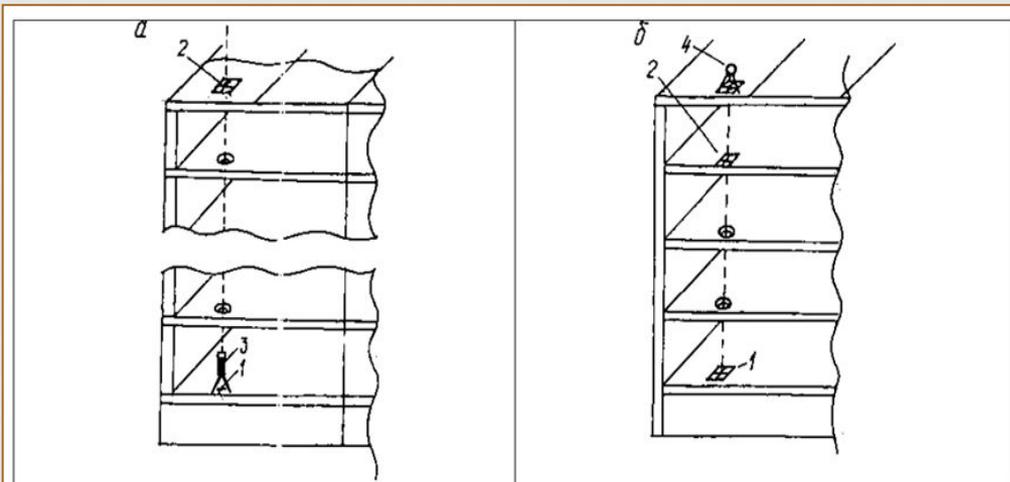
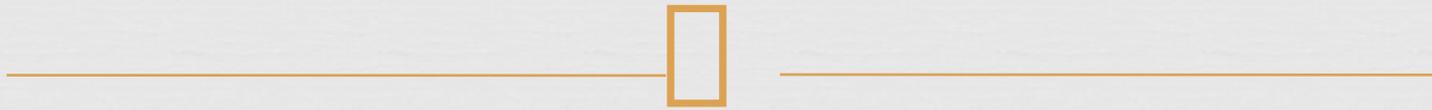


Рис 34 Способы вертикального проецирования:
а - исходного горизонта; б - последовательно с горизонта на горизонт:
1 - опорный знак; 2 - палетка; 3- прибор вертикального проецирования; 4 – теодолит

При строительстве зданий повышенной этажности для передачи на монтажные горизонты точек пересечения осей применяют способ вертикального проецирования. При этом используются специальные оптические и лазерные приборы.

Оптическое проецирование выполняют непосредственно с исходного горизонта на каждый монтажный горизонт (рис.34,а) либо последовательно с горизонта на горизонт (рис.34,б). Последний способ называют последовательным или

Передача осей и отметок на монтажные горизонты

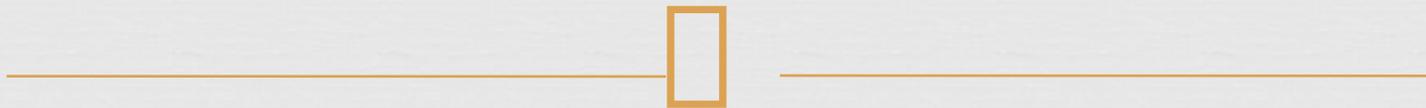


Прибор вертикального проецирования устанавливают над опорной точкой и приводят в рабочее положение. На соответствующем горизонте устанавливают специальную палетку. Она представляет собой две скрепленные прозрачные пластинки из оргстекла размером 30 x 30 см с нанесенной между ними координатной сеткой в виде взаимно перпендикулярных оцифрованных линий.

Путем двух- или четырехкратного визирования на палетке отмечают проекцию плановой опорной точки. Затем положение точки с палетки переносят и закрепляют на монтажном горизонте.

При последовательном проецировании прибор устанавливают над отверстиями в перекрытии и приводят в рабочее положение по центру палетки, расположенной на опорной точке предшествующего этажа. Вторую палетку фиксируют под прибором и получают проекцию опорной точки на данном горизонте.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



Створы опорных точек размещают по линиям, параллельно смещенным на 500-800 мм от проектных осей. Такое расстояние удобно для вертикального визирования и бокового нивелирования при контроле вертикальности колонн или панелей по короткой рейке. Отверстия в перекрытиях размером не менее 20 x 20 см предусматривают при их изготовлении.

В отдельных случаях применяют *комбинированные способы* перенесения опорных точек на монтажные горизонты. Например, при отсутствии сквозных отверстий в перекрытиях опорные точки на исходном и монтажном горизонтах выносят *методом полярных координат* (рис.35) относительно произвольной точки, положение которой на всех горизонтах фиксируется пересечением двух створов. При наличии только одного сквозного отверстия (например, ствола мусоропровода) выполняют перенесение одной точки на монтажный горизонт способом вертикального проецирования и относительно неё полярным способом устанавливают положение других точек разбивочной сети.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты

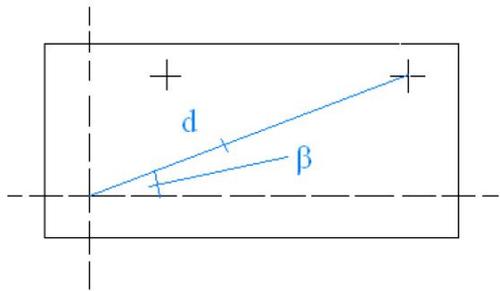


Рис.35. Полярный способ выноса осей на монтажный горизонт

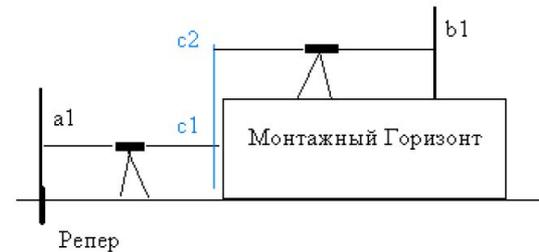


Рис.36. Передача отметки на монтажный горизонт методом геометрического нивелирования

После перенесения опорных точек на монтажный горизонт выполняют контрольные измерения расстояний между этими точками и сверяют их с проектными. Точки закрепляют и относительно них выполняют построение разбивочной сети на заданном монтажном горизонте.

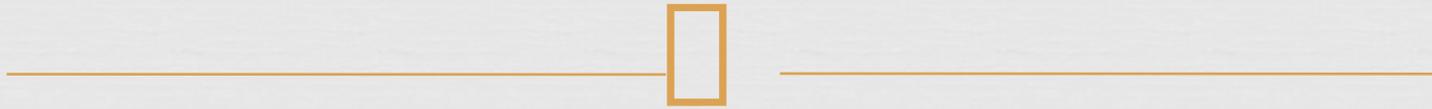
Передача отметок на монтажный горизонт осуществляется обычно методом геометрического нивелирования с использованием нивелира и рулетки:

$$H_{\text{МГ}} = H_{\text{РП}} + a_1 + (c_2 - c_1) - b_1 = H_{\text{РП}} + (a_1 - b_1) + (c_2 - c_1), \text{ где}$$

$H_{\text{РП}}$ и $H_{\text{МГ}}$ - отметка репера и монтажного горизонта;
 a_1 , b_1 и c_2 , c_1) - соответственно, отсчёты по рейкам и по рулетке.

Отметка на монтажный горизонт может быть передана промером по строительным конструкциям от предварительно вынесенной на исходный горизонт условной отметки.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



Точность передачи осей и отметок

Точность построения плановой разбивочной сети на исходном горизонте должна быть на класс выше точности плановой разбивочной сети на монтажном горизонте.

При строительстве зданий и сооружений небольшой высоты для проецирования точек по вертикали используют тяжелые отвесы. Этот способ не обеспечивает высокую точность проектирования вследствие возникновения бокового прогиба в нити отвеса при ветровой нагрузке. Даже при отсутствии ветра точность перенесения этим способом составляет 10 мм на 20 м длины нити отвеса.

При использовании прибора PZL ошибка в определении положения опорной точки на монтажном горизонте составляет 1 мм на 100 м высоты, а при использовании теодолита Т5 с окулярной насадкой и накладным уровнем - 1,5 мм на 25 м высоты. Насадка позволяет выполнять визирование при вертикальном положении трубы, а накладной уровень - более точное приведение оси вращения трубы в горизонтальное положение.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



При проецировании наклонным лучом теодолита точность проецирования зависит от:

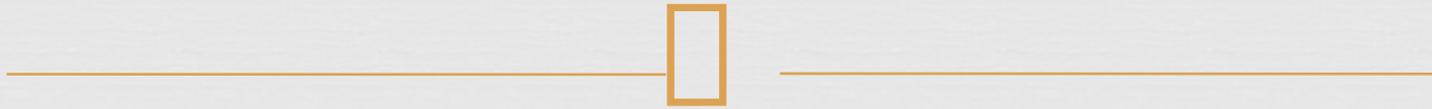
наклона вертикальной оси теодолита m_t ;

1. ошибки визирования m_v ;
2. ошибки из-за нестворности установки теодолита m_r ;
3. ошибки фиксации точки m_f .

Ошибка из-за наклона оси прибора зависит от цены деления его цилиндрического уровня τ и высоты проецирования $m_\tau = 0,5(\tau'' \cdot H)/\rho''$

Например, для технического теодолита эта ошибка при отклонении пузырька от нуля-пункта на 1 деление, высоте проецирования 20 м и цене уровня в $60''$ составит 3 мм, для точного теодолита при цене уровня $30''$ на ту же высоту – 1.5 мм.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



Ошибка из-за неточного визирования прямо пропорциональна расстоянию до здания и обратно пропорциональна увеличению зрительной трубы: $m_B = 60'' \cdot S / (v^X \cdot \rho)$

Так, при расстоянии от прибора до места выноса в 50 м и увеличении зрительной трубы 20-30^X эта ошибка составит 0.6 – 0.8 мм.

Ошибка из-за нестворности установки теодолита возникает в случае неточного

$$m_r = (r/S) \cdot m_{ц}$$

центрирования прибора и зависит от ошибки центрирования $m_{ц}$, расстояния до здания S и

величины нестворности r :
получим $m_r = 0,5$ мм.

. Принимая $S=20$ м, $r=2$ м и $m_{ц}=5$ мм,

В зависимости от способа фиксации точки на монтажном горизонте ошибка $m_{ф}$ может составлять от 1 до 10 и более мм.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



Суммарная ошибка точности выноса оси на монтажный горизонт:

$$M_{\text{выноса}} = (m_{\tau}^2 + m_{\text{в}}^2 + m_{\text{г}}^2 + m_{\text{ф}}^2)^{1/2}$$

В лучшем случае она составит ± 2 мм, в худшем будет полностью зависеть от способа фиксации точки.

При вертикальном проецировании ошибка передачи зависит от ошибки прибора $m_{\text{п}}$ и ошибки принятого способа проецирования $m_{\text{с}}$. В последнюю, кроме собственно ошибки способа, входят ошибки центрирования, визирования и фиксации точки принятого способа переноса

$$M_{\text{ск}} = (m_{\text{п}}^2 + m_{\text{в}}^2 + m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{ф}}^2)^{1/2}$$

; для пошагового (последовательного) способа

$$M_{\text{посл}} = \{(m_{\text{п}}^2 + m_{\text{в}}^2) / n + n(m_{\text{ц}}^2 + m_{\text{ф}}^2)\}^{1/2}$$

, где n -число этажей(ярусов) при

передаче. Очевидно, что при равных величинах всех составляющих при последовательной передаче в \sqrt{n} раз уменьшается влияние приборной ошибки и ошибки визирования, во столько же раз увеличивается влияние ошибок центрирования и фиксации.

Если принять все ошибки равными 1 мм, то при передаче на 10 этажей при сквозном способе передачи ошибка составит 2 мм. при последовательном - 4.5 мм.

Передача осей и отметок на монтажные горизонты



Точность выноса отметок $M_{отм}$ зависит от ошибки в высоте репера $m_{рп}$, ошибок отсчитывания по рейкам m_a и шкале рулетки m_c и ошибки фиксации $m_{ф}$:

$$M_{отм} = (m_{рп}^2 + 2m_a^2 + 2m_c^2 + m_{ф}^2)^{1/2}$$

Если принять ошибку в отметке репера 5мм, ошибки отсчитывания по 1 мм, ошибку фиксации 1мм, то ошибка выноса отметки составит 5.5мм.

При передаче отметки промером величина ошибки зависит от ошибки передачи отметки на исходный горизонт, ошибки взятия отсчёта по рулетке и ошибки фиксации:

$$M_{отм} = (m_{иг}^2 + m_c^2 + m_{ф}^2)^{1/2} = (m_{рп}^2 + 2m_a^2 + m_c^2 + m_{ф}^2)^{1/2}$$

Фактически величина ошибки передачи отметки зависит от точности её передачи на исходный горизонт и точности фиксации на монтажном горизонте.

Детальные разбивочные работы

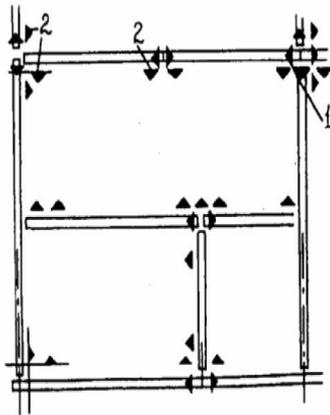


Рис.37. Разметка ориентирных рисок при монтаже панелей:

1 - ориентирная риска для стеновой панели с торца; 2 - ориентирные риски для панели в продольном направлении

В зависимости от вида конструкции стен, сборные здания разделяют на крупнопанельные, каркасно-панельные, крупноблочные, каркасные и кирпичные. Геодезическое обеспечение строительства каждого типа зданий имеет свои особенности.

Детальные разбивочные работы на монтажном горизонте *крупнопанельных и крупноблочных зданий* включают разбивку промежуточных осей и линий, параллельных основным осям, а так же нанесение ориентирных рисок, фиксирующих проектное положение конструкций. Для этого используют методы перпендикуляров, створов, линейных засечек. От вынесенных на перекрытие осей или параллельных им линий для каждой панели (блока) наносят 2 риски в продольном и 1-2 — в поперечном направлении. Риски делают карандашом в виде черты длиной 50-100 мм и оттеняют краской.

Детальные разбивочные работы



В местах для установки объемных элементов (сантехкабин и др.) наносят габаритные и ориентирные риски. Для лифтовых шахт наносят две ориентирные риски в продольном направлении и одну - в поперечном, по центру дверного проема. На объемных элементах установочные риски фиксируют по центру дверных проемов в верхнем и нижнем сечениях или проверяют заводскую разметку.

Для установки ригелей чердачных помещений ориентирные риски наносят в продольном направлении в местах их опирания.

Для панелей поперечных стен разбивку рисок не выполняют, если панели плотно сопрягаются друг с другом или предусмотрено наличие закладных штыревых фиксаторов.

Детальные разбивочные работы



Для каркасных зданий (1- и 2-этажных промышленных, жилых и общественных) разбивочные работы включают в себя разбивку основных, секционных и пролётных осей, а не линий, им параллельных.

Установочные риски наносят на фундаментах или опорах под колонны, на оголовках колонн, ригелях или плитах перекрытий. Разбивку выполняют построением створов с помощью теодолита и отложением проектных отрезков рулеткой.

Для монолитных зданий в скользящей опалубке детальные разбивочные работы включают нанесение на опорной поверхности фундамента установочных рисков на опалубку перед её установкой в проектное положение.

Детальные разбивочные работы



Детальная высотная разбивка включает перенесение проектных отметок на конструкции от рабочих реперов монтажного горизонта. Она выполняется способом геометрического нивелирования с технической точностью. Для обеспечения горизонтальности или проектной высоты по всему монтажному горизонту по результатам геометрического нивелирования выравнивают опорные плоскости в местах установки панелей или блоков. Для этой цели используют маяки (деревянные прокладки, керамические плитки) необходимой толщины, закрепляемые раствором. Под каждую панель на расстоянии 20-30 см от торца закрепляют два маяка. При этом проектная отметка верха маяков контролируется с помощью нивелира.

Монтаж панельных и блочных изделий



В процессе строительства геодезическому контролю монтажа конструкций уделяют особое внимание, т.к. монтаж - это основной этап строительства и от его точности зависит долговечность эксплуатации здания.

При этом руководствуются допусками СНиПов и техническими условиями проекта. Погрешность при установке конструкций не должна превышать $1/5$ допуска.

Геодезический контроль монтажа конструкций состоит в проверке их геометрических параметров, выполнении разметок, выверки конструкций в плане и по высоте при их установке в проектное положение, а также в проведении исполнительных съёмок.

Монтаж панельных и блочных изделий

Проверку геометрических параметров поступивших на стройплощадку конструкций выполняют перед началом их монтажа. При этом проверка заключается в определении фактических размеров конструкций и сравнении их с проектными и нормативными.

При проверке геометрических параметров плоских железобетонных конструкций (панелей, стен, перекрытий) измеряют длину l , ширину или высоту h , толщину a и длины диагоналей u (рис.38).

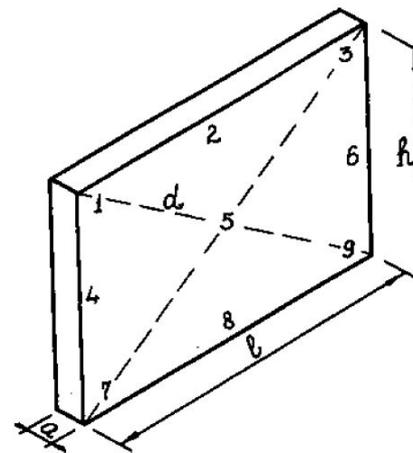


Рис.38. Схема проверки геометрических параметров плоской конструкции

Монтаж панельных и блочных изделий



Параллельность граней конструкции проверяют измерением l , H и a в трех разных местах на расстояниях 0,1; 0,5 и 0,9 от длины конструкции. Более точно проверить параллельность можно с помощью рейки-отвеса, нивелирования или бокового нивелирования по девяти точкам поверхности конструкции. При монтаже крупнопанельных зданий устанавливают сначала панели наружных стен. Первой ставят базовую панель на оси лестничной клетки, от неё ведут монтаж в обе стороны. Внутренние поперечные и продольные панели монтируют, начиная с базовых, в центре захватки. Такая последовательность монтажа исключает накопление погрешностей.

Монтаж панельных и блочных изделий



Установку панелей производят на проектную (горизонтальную) опорную поверхность относительно ориентирных и установочных рисок. Установку низа панелей относительно продольных рисок и их исполнительную съемку выполняют с помощью реек, метров или стальной измерительной рейки (рис.39)

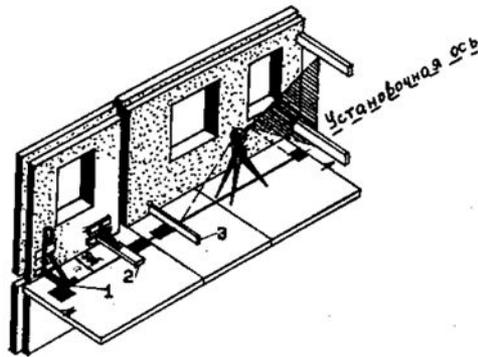


Рис.39. Контроль планового положения низа панелей при монтаже:

1- металлический шаблон; 2- рейка; 3- метр

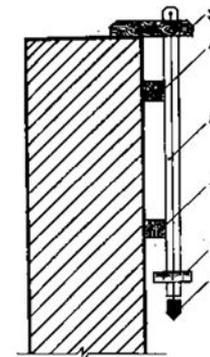


Рис.40. Отвес-рейка:

1-отвес; 2- рейка; 3-кронштейн;
4-упорные планки; 5-шкала отвеса

После временного закрепления панелей подкосами, стойками их устанавливают в вертикальное положение с помощью бокового нивелирования, отвеса-рейки (рис.40) или рейки

Монтаж панельных и блочных изделий



В каркасно-панельных зданиях нагрузки передаются на колонны, а панели выполняют роль ограждающих конструкций. В поперечном направлении панели устанавливаются по осевым рискам, нанесенным на оголовках колонн каркаса. Выверку установки простеночных панелей и панелей-вставок по вертикали осуществляют по проволоке, натянутой на проектном расстоянии от оси колонн по верху панелей.

При монтаже крупноблочных зданий устанавливают сначала в плане и по высоте угловые маячные блоки, а по ним - простеночные блоки. Определение монтажного горизонта, контроль положения блоков в плане и по высоте, а также горизонтальности плит перекрытия выполняют теми же способами, что и при установке панелей.

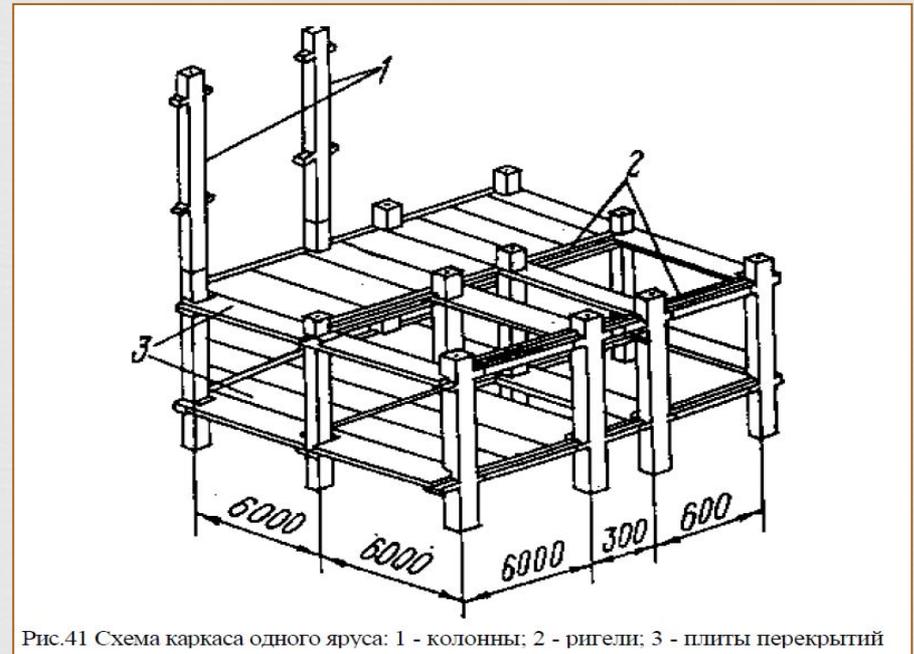
При монтаже панелей или блоков и перекрытий выполняют контроль геометрических параметров в узлах сопряжения конструкций. Для этого с помощью метра, угольника и отвеса проверяют **размеры зазоров** между соединяемыми конструкциями, размеры уступов, соосность и площадки опирания.

Монтаж каркасных зданий

Долговечность и эксплуатационные свойства каркасных зданий в немалой степени зависят от качества и точности монтажа его конструктивных элементов.

Элементами сборного железобетонного каркаса многоэтажных зданий (рис.41) являются

колонны, ригели и плиты перекрытий. На консоли колонны опираются ригели, а на них - плиты перекрытий. Элементы каркаса, а также наружные панели между собой и каркасом соединяются сваркой.



Элементами каркаса одноэтажных промышленных зданий (рис.42) являются колонны 1, подкрановые балки 2, балки, или фермы 3, прогоны покрытий 4 и подстропильные фермы 5.

Монтаж каркасных зданий



Перед монтажом выполняется проверка геометрических параметров и разметка сборных элементов (колонн, ригелей) – измеряется высота (длина), поперечное сечение. На боковые грани колонн наносят осевые риски 1 и горизонтальные риски 2. На ригелях риски наносят на грани, которые будут совмещаться с осями при монтаже.

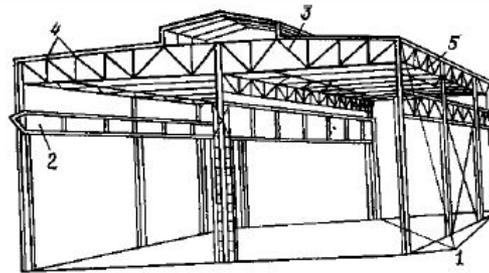


Рис.42.Схема каркаса промышленного здания:

1- колонны; 2 – подкрановые балки; 3 – фермы; 4 – прогоны перекрытий; подстропильные фермы

Монтаж каркасных зданий

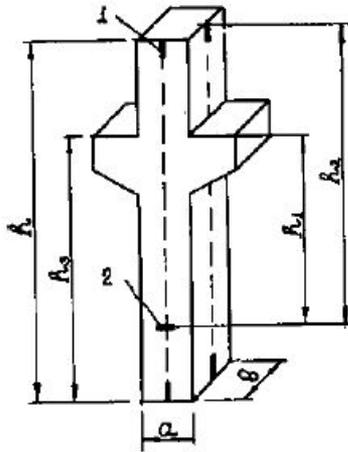


Рис.43. Геометрические параметры колонны

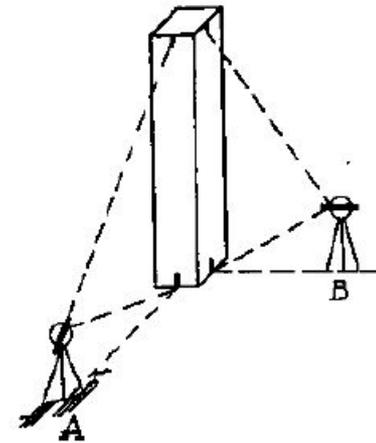


Рис. 44. Схема установки колонны в вертикальное положение

Геодезический контроль монтажа колонн состоит в проверке совмещения нижних осевых рисок монтируемой колонны с рисками разбивочных осей на стаканах фундамента или оголовках колонн нижнего яруса.

Монтаж каркасных зданий



Установку колонн в вертикальное положение при высоте до 8 м выполняют с помощью тяжелого отвеса. Установку высоких колонн в вертикальное положение выполняют с помощью теодолита, совмещая нижнюю и верхнюю осевые риски с вертикальной нитью сетки нитей прибора (рис.44).

Металлические колонны устанавливают на выведенные до проектной отметки опорные металлические плиты фундамента или на забетонированные в фундамент металлические детали. Опорные плиты по высоте устанавливают с помощью трех подъемных винтов. Колонны имеют башмак, который крепят к фундаменту анкерными болтами.

Монтаж каркасных зданий

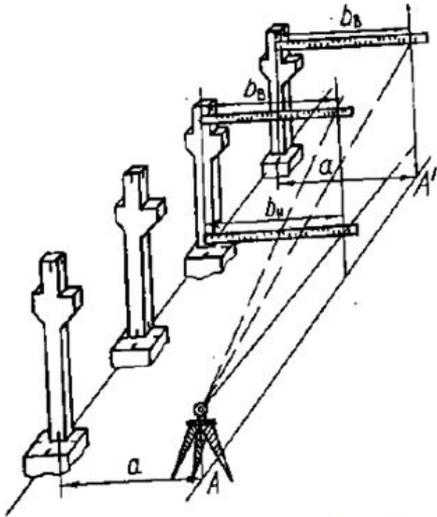


Рис.44. Контроль установки ряда колонн способом бокового нивелирования

После временного закрепления колонн (деревянными или металлическими клиньями в стакане, сваркой, болтами) проверяют отвесом или теодолитом вертикальность их установки. О вертикальности колонны судят по величине отклонения проекции верхней осевой риски от нижней.

В отдельных случаях контроль расположения ряда колонн по оси в плане и вертикальной плоскости выполняют способом бокового нивелирования (рис. 45).

Монтаж каркасных зданий



При монтаже колонн контролируют фактические отметки опорных плоскостей, на которые они устанавливаются, проверяют высоту колонн в момент временного закрепления. После окончательного закрепления колонн определяют фактические отметки горизонтальных рисок, относительно которых по расстояниям h_1 и h_2 выполняют исполнительную высотную съёмку консолей и верха колонн. Отклонение отметок верха колонн от проектных для одноэтажных зданий допускается до ± 10 мм.

При установке колонн многоэтажных зданий до монтажа каждого последующего яруса выполняют планово-высотную съёмку смонтированного каркаса с целью исправления появившихся отклонений от проектного положения. Это связано с тем, что укладка ригелей и плит перекрытий, сварка стыков и деформация каркаса влияют на вертикальность колонн, что приводит к смещениям в плане их торцов и других конструкций каркаса. Поэтому после окончания монтажа очередного яруса планово-высотное положение каркаса отличается от проектного. Отклонения колонн для 1-2-х ярусов каркаса контролируют способом

Монтаж каркасных зданий



После монтажа всех конструкций проводится их исполнительная плановая и высотная съёмка.

Нормы точности строительных и геодезических разбивочных работ при возведении промышленных и гражданских зданий		
Виды геометрического отклонения	Допуски, мм	Точность разбивки, мм
Отклонение оси колонны от разбивочной оси в верхнем сечении при высоте колонны: до 4.5 м	± 10	± 2
	до 8 м ± 20	± 4
	8-16 м ± 25	± 5
	более 16 м 0.001 H	± 7
Горизонтальное смещение оси стеновых панелей и блоков в нижнем сечении	± 5	± 1
Наклон стеновых панелей по верху	± 10	± 2
Разность отметок поверхности перекрытия:		
	в пределах этажа 20	± 4
на комнату 10	± 2	
Разность отметок верха опорных площадок смежных колонн / верха панелей стен	10	± 2